

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



▲ Entrevista:

Concepción Cacya

*Profesional peruano afectado
por sobreexposición*

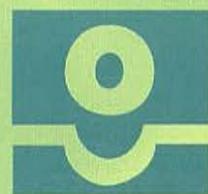
▲ Recomendaciones más recientes de la ICRP sobre la evaluación de Residuos Radiactivos y la protección del público en situación de Exposiciones Prolongadas

▲ La Radiación Gamma Natural en España

▲ Tratamiento de Radiodermatitis agudas con secreción de *Cryptomphalus Aspensa*



C.N. 300434



ENDOCARE[®]

Loción REGENERADORA

ACELERA LA REPARACIÓN TISULAR



1 MES.

1 SEMANA.

BASAL.



**SOCIEDAD
ESPAÑOLA
DE PROTECCIÓN
RADIOLÓGICA**

Secretaría Técnica

Capitán Haya, 60 - 28020 Madrid
Tel.: 91 749 95 02 - Fax: 91 749 95 03
e-mail: edicomplet@medynet.com

Junta Directiva

Presidente: *Xavier Ortega*

Vice-presidente: *Ignacio Hernando*

Vice-presidente (Congreso 2000): *Roberto Martín*

Vice-presidente (Asuntos Especiales): *Leopoldo Arranz*

Secretaria: *María Luisa España*

Tesorero: *Pío Carmena*

Vocales: *Juan Manuel Campayo, Antonio Delgado, Antonio López, María Jesús Muñoz, Cristina Núñez de Villavicencio*

Comisión de Asuntos Institucionales

Leopoldo Arranz, David Cancio, Pedro Carboneras, Pío Carmena, Eugenio Gil, Juan José Peña, Montserrat Rivas

Responsable: *Xavier Ortega*.

Comisión de Actividades Científicas

Ignacio Amor, Leopoldo Arranz, Josep Baró, Francisco Fernández Moreno, José Hernández Armas, Jerónimo Iñiguez, J. Carlos Sáez, Ricardo Torres

Responsable: *Ignacio Hernando*.

Comisión de Normativa

Asunción Díez, Manuel Fernández Bordes, Joan Font, Rafael García-Bermejo, Andrés Leal, Pilar López Franco, María Teresa Ortiz

Responsable: *María Luisa España*.

Comisión de Comunicación y Publicaciones

Luis Corpas, José Miguel Fernández, José Gutiérrez, María Teresa Macías, Paloma Marchena, Teresa Navarro, Carlos Prieto, Eduardo Sollet

Responsable: *Antonio López Romero*.

Comisión de Asuntos Económicos y Financieros

Mercedes Bezares, Juan Manuel Campayo, Jesús de Frutos, Marisa Marco, Patricio O'Donell, María Teresa Ortiz, Félix Recio

Responsable: *Pío Carmena*.

RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

Director: *Eduardo Sollet*

Coordinadora: *Paloma Marchena*

Comité de Redacción

José Miguel Fernández Soto, José Gutiérrez, Antonio López Romero, Teresa Navarro y Matilde Pelegrí

Comité Científico

Coordinador: *José Gutiérrez*

Josep Baró, Pedro Carboneras, Miguel Carrasco, Felipe Cortés, Antonio Delgado, Eugenio Gil, Ignacio Hernando, Jerónimo Iñiguez, Luis M. Martín Curto, Pedro Ortiz, Vicente Rius, Francisco J. Ruiz Boada, Angeles Sánchez y Luis M. Tobajas

Realización y Publicidad: SENDA EDITORIAL, S.A.

Directora: *Matilde Pelegrí*

Isla de Saipán, 47 - 28035 Madrid

Tel.: 91 373 47 50 - Fax: 91 316 91 77

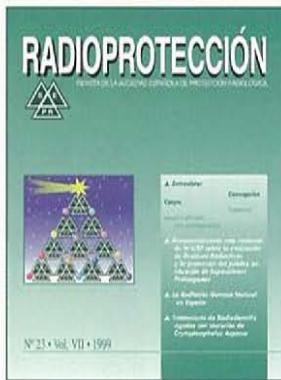
e-mail: senda@sendaeditorial.com

Imprime: Neografis, S.L.

Fotomecánica: Récord

Depósito Legal: 17158

ISSN: 1133-1747



*La SEPR desea a sus socios
y a todos los lectores
de RADIOPROTECCIÓN
una Feliz Navidad y
un Venturoso Año 2000*

S U M A R I O

- **Editorial** **3**
- **Noticias** **4**
 - de la SEPR 4
 - de España 39
 - del Mundo 43
- **Entrevista** **7**
Concepción Cacya
Profesional peruano afectado por sobreexposición
- **Contribución Invitada** **13**
 - Recomendaciones más recientes de la ICRP sobre la evacuación de Residuos Radiactivos y la protección del Público en situación de Exposiciones Prolongadas
Pedro Carboneras y David Cancio
- **Colaboraciones** **25**
 - La Radiación Gamma Natural en España 25
José Ángel Fernández Amigot y Enrique Suárez Mahou
 - Tratamiento de Radiodermitis agudas con secreción de 34
Cryptomphalus Aspensa
E. Ledo, M.E. de las Heras, A. Ledo.
- **Publicaciones** **48**
- **Convocatorias** **48**

La revista de la SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA es una publicación técnica y plural que puede coincidir con las opiniones de los que en ella colaboran, aunque no las compartan necesariamente.

VIII CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



MASPALOMAS - GRAN CANARIA
27-29 DE SEPTIEMBRE DEL 2000



COMITÉS PERMANENTES

Comité Organizador

Presidente: Martín Oliva, Roberto
Vicepresidente: Chapel Gómez, M^a Luisa
Secretario: Macías Verde, David
Tesorero: García-Granados Alayón, Juan José

Comité Científico

Presidente: Hernández Armas, José
Secretario: Catalán Acosta, Antonio

ENTIDADES COLABORADORAS

• Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) • Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) • Empresa Nacional de Residuos, S. A. (ENRESA) • Empresa Nacional del Uranio, S. A. (ENUSA) • Unidad Eléctrica, S. A. (UNESA) • Excmo. Ayuntamiento de San Bartolomé de Tirajana • Excmo. Ayuntamiento de Santa María de Guía • Consejería de Industria y Comercio del Gobierno de Canarias • Consejería de Sanidad y Consumo del Gobierno de Canarias • Consejería de Turismo y Transporte del Gobierno de Canarias • Patronato de Turismo de Gran Canaria • Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria • Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL PROGRAMA CIENTÍFICO

En el marco de este VIII Congreso Nacional se podrán presentar los trabajos relacionados con la Protección, en sus múltiples facetas.

- Legislación y normativa internacional y nacional sobre Protección Radiológica.
- Radiación natural y Protección Radiológica Medioambiental.
- Efecto de las radiaciones ionizantes sobre la salud.
- Protección Radiológica en la industria y ciclo del combustible.
- Protección Radiológica en las actividades sanitarias.
- Dosimetría e instrumentación.
- Formación y comunicación social en el ámbito de la Protección Radiológica.
- Protección contra radiaciones no ionizantes.

El Programa Científico se ha planificado atendiendo a la siguiente estructura.

1. *Conferencias magistrales.* Las conferencias versarán sobre distintos temas dentro del ámbito de la Protección Radiológica:

- Legislación actual en Protección Radiológica.
- Gestión de Residuos Radiactivos.
- Vigilancia Radiológica Ambiental.
- Dosimetría.
- Protección Radiológica del paciente.

2. *Mesas redondas.* Una vez finalizadas las conferencias magistrales, un moderador coordinará el debate entre los conferenciantes y los congresistas, de manera que pue-

dan establecer posibles conclusiones que formarán parte de las conclusiones generales del Congreso.

3. *Presentaciones de protocolos y documentos.* Se presentarán protocolos y documentos, en cuya elaboración ha participado la SEPR, con el objeto de establecer las pautas de Control de Calidad en el ámbito sanitario y en el transporte de material radiactivo.

4. *Sesiones de comunicaciones orales.* Se presentarán diversos trabajos que se agruparán por temas, desarrollados en sesiones paralelas.

5. *Sesiones de Posters.* Se presentarán de forma pública. El Presidente-relator de cada sesión resumirá los contenidos por temas y cada autor responderá las cuestiones que se le planteen.

6. *Cursos de actualización.* Se desarrollarán los siguientes cursos de actualización para los congresistas que así lo deseen, y en horario que no interfiera con el resto de las actividades científicas del Congreso:

- Sistemas de seguridad en Aceleradores Lineales. (D. Francisco Hernández)
- Caracterización y Gestión de Residuos Radiactivos. (D. José Antonio Suárez y D^a Teresa Ortiz)
- Dosimetría Interna. (D^a Teresa Navarro)
- Nueva situación de la Dosimetría Personal. (D. Emilio Casal)
- Nuevas técnicas en Radiobiología. (D^a Almudena Real)
- Normativa de Protección en Radiaciones No Ionizantes. (D. Alejandro Úbeda)

PRESENTACIÓN DE COMUNICACIONES

El Comité Científico seleccionará las ponencias y las agrupará por temas para tratar de establecer sesiones homogéneas y estructuradas mediante presentación oral o poster.

Las comunicaciones orales se presentarán los dos primeros días del Congreso, en dos sesiones simultáneas cada día, tratando de agruparlas en función de los tópicos correspondientes a las conferencias magistrales y mesas redondas. Se dará un tiempo de exposición máximo de diez minutos seguido de un tiempo de preguntas y respuestas de tres minutos.

Las comunicaciones en forma de poster se exhibirán públicamente desde el primer día de Congreso. El procedimiento de presentación será:

- Cada autor estará "a pie de poster" durante todo el periodo establecido para visitas a posters.
- En cada poster habrá un buzón donde depositar preguntas sobre el mismo.
- Habrá una presentación pública de posters en las sesiones, presididas por un Presidente-relator que moderará un debate entre autores y congresistas.

Los participantes que deseen presentar comunicaciones deberán remitir a la Secretaría del Comité Científico los resúmenes, ajustándose al formato y normas de presentación adjuntas, antes del 15 de febrero del 2000.

El Comité Científico comunicará a los autores la aceptación y la forma de presentación del trabajo antes del 15 de marzo del 2000.

La fecha límite de presentación de trabajos definitivos es el 15 de mayo del 2000.

Los trabajos aceptados (tanto para presentación oral como poster) serán publicados en un número extraordinario de la revista de la SEPR: "RADIOPROTECCIÓN". Será condición necesaria que al menos un autor de la comunicación esté inscrito en el congreso antes de la fecha límite de presentación de trabajos definitivos.

EXPOSICIÓN COMERCIAL

Durante el desarrollo del Congreso se celebrará una exposición comercial y técnica de productos, equipos y servicios relacionados con la Protección Radiológica.

SECRETARÍA CIENTÍFICA

D. Antonio Catalán Acosta
Hospital Universitario de Canarias - Servicio de Física Médica
Carretera la Cuesta - Tasco s/n - C. P. 38210 La Laguna (Tenerife)
Teléfonos: 922 - 31 93 14 - email: jharmas@ull.es.

CUOTAS E INSCRIPCIONES

	Socios SEPR	Acompañantes	No Socios
Hasta el 30/06/2000	45.000	25.000	55.000
A partir del 01/07/2000	55.000	35.000	65.000

SECRETARÍA TÉCNICA

I. H. Los Almendros - C/ Alfredo Kraus, 26
San Fernando de Maspalomas - 35100 Gran Canaria
Tfno.: 928 - 76 86 83 - Fax: 928 - 76 02 95
Email: rmartin@correo.hpino.rcanaria.es

Editorial

Este número de RADIOPROTECCIÓN, que cierra un año denso en iniciativas y compromisos adquiridos por nuestra Sociedad, cumple el octavo aniversario de la aparición del Órgano principal de expresión y comunicación de la SEPR y significa la consecución de una buena parte de los objetivos que se señalaban en el primer número de Noviembre de 1991. La calidad y presentación del último número, dedicado a la dosimetría, son un buen exponente de ello. Naturalmente dichos objetivos han sido posibles gracias a la dedicación y interés de un buen puñado de socios que han trabajado, de forma desinteresada, en llevar a buen puerto un proyecto colectivo que reafirma con este número de finales del Siglo XX su mayoría de edad.

Entre las diversas colaboraciones merece destacarse, por su contenido humano, la entrevista realizada a un trabajador afectado por un accidente radiactivo ocasionado por una fuente para usos de control industrial. Dicho testimonio va acompañado de un interesante artículo de Annie Sugier que ha seguido de cerca este caso. El caso que se refiere es un elemento de reflexión para situar la protección radiológica, una vez más, como un conjunto de conocimientos y de prácticas muy próximas al individuo, que es el receptor y beneficiario final de las mismas.

Fruto de la sensibilidad social que la SEPR siempre ha tenido y ante el inicio del nuevo Siglo XXI, que sin duda va a alumbrar nuevas necesidades y exigencias, nuestra Sociedad ha abordado un proceso de análisis y valoración de los nuevos retos que fenómenos como la globalización de la economía, la movilidad de los trabajadores, el desarrollo del espacio económico-social europeo, el desarrollo sostenible, etc. van a tener en nuestras organizaciones. Por esa razón pensamos que la Jornada que se va a celebrar el 20 de Diciembre será una buena ocasión para efectuar un primer intercambio de puntos de vista entre diversas Sociedades de carácter científico-técnico y profesional que tienen como punto común el estar interesadas en los usos civiles y en el riesgo de las radiaciones ionizantes. La respuesta positiva de todas las Sociedades invitadas son un buen presagio de que la iniciativa de la SEPR despierta interés y que esta Jornada pueda ser el prolegómeno de un nuevo período de actuaciones y de inserción de nuestra Sociedad en un entramado social cada vez más complejo.





Protocolo Español de Control de Calidad en Medicina Nuclear

El día 16 de noviembre se celebró en el Ministerio de Sanidad la presentación oficial del Protocolo Español de Control de Calidad en Medicina Nuclear. El acto de inauguración, presidido por el Ministro de Sanidad, contó con la presencia del Director General y del Subdirector General de Sanidad Ambiental, así como la de los Presidentes de la Sociedad Española de Física Médica y la Sociedad Española de Medicina Nuclear, y el Vicepresidente de la Sociedad Española de Protección Radiológica.

Abrió el acto don Ignacio Hernando, quien recaló la necesidad de un control de calidad en los procedimientos en Medicina Nuclear que garantice que el detrimento al paciente sea el mínimo compatible con una imagen adecuada para el diagnóstico. Así mismo se congratuló de la visión de futuro que las tres Sociedades habían tenido al plantearse la necesidad de este Protocolo, adelantándose así a los requerimientos de la Directiva 96/43 de Protección al Paciente. El Presidente de la SEMN mostró su satisfacción por la publicación de este Protocolo como una muestra más del objetivo de calidad que siempre ha estado presente dentro de los Servicios de Medicina Nuclear y del espíritu abierto de su Sociedad para colaborar con otros profesionales. Manifestó su disgusto ante el hecho de que no se haya concedido la especialidad de Radiofísica Hospitalaria a algunos médicos de Medicina Nuclear que lo habían solicitado. Ofreció la disponibilidad de la SEMN para colaboraciones futuras, agradeciendo a los anteriores Presidentes de la SEMN su apoyo a la elaboración de este Documento. El Presidente de la SEFM recaló la necesidad de trabajar en equipos multidisciplinares elaborando documentos que ayuden a la aplicación de nuevos métodos necesarios para optimizar la calidad, siendo este Protocolo buena muestra de este objetivo común para las tres Sociedades implicadas. Destacó los re-

querimientos de la Directiva 96/43 y de la necesidad de consenso entre las diferentes Sociedades Profesionales implicadas para su aplicación en el ámbito sanitario. Los representantes de las tres Sociedades cerraron sus intervenciones agradeciendo a la Dirección General de Sanidad Ambiental su apoyo para facilitar la puesta en práctica de la Directiva 96/43, y al grupo que ha elaborado el protocolo, su trabajo y dedicación desinteresada para que este Documento sea una realidad. Cerró el acto el Ministro de Sanidad mostrando su satisfacción por la colaboración entre la Dirección General de Sanidad Ambiental y las Sociedades Profesionales, fruto de la cual son los diferentes documentos que se vienen realizando con el fin de facilitar la puesta en marcha de los programas de garantía de calidad en Servicios de Radioterapia, Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico, que se traduce en una mejora de la calidad asistencial a los pacientes y en una mayor motivación para los profesionales sanitarios. Cerró el acto agradeciendo su trabajo a las personas que habían hecho posible este Protocolo.

La primera ponencia estuvo a cargo de la doctora Sáinz, Consejera Técnica del Área de Calidad de la Consejería de Atención Especializada del Insalud, quien explicó las características del sistema de salud español y los problemas actuales, tales como coste sanitario, recursos limitados, etc. La mejora de la calidad conlleva una serie de compromisos, como crear política y estructuras apropiadas que apoyen el desarrollo del sistema, siendo uno de los factores más importantes a la hora de mejorar la calidad la autoevaluación y la evaluación interna. También recaló el protagonismo de los profesionales, de los legisladores y de los pacientes en la mejora de la calidad, y cómo uno de los objetivos de un programa de control de calidad debe ser el cumplimiento de la normativa vigente. Subrayó la importancia de la implantación de protocolos tal y como aparece en el contrato de gestión de los centros sanitarios, que permitan evaluaciones homogéneas a la hora de comparar hospitales de similares características.

La segunda ponencia estuvo a cargo del

doctor Richter, Director del Servicio de Medicina Nuclear de la Clínica Universitaria de Navarra, junto con el doctor Vázquez, Jefe del Servicio de Medicina Nuclear del Hospital Virgen del Rocío de Sevilla. El doctor Richter se refirió a las primeras referencias sobre calidad en un hospital que datan de 1914 con la revisión de las historias clínicas, y centró el tema en la calidad en un Servicio de Medicina Nuclear, dado que es un modelo idóneo a la hora de establecer un programa de garantía de calidad. Considera que los protocolos deben estar suficientemente consensuados y se debe conseguir una reducción de los errores en los procedimientos, ya que la calidad debe estar en éstos, y no en las personas, aunque éstas deben estar suficientemente adiestradas para el desempeño de sus funciones. El médico de Medicina Nuclear debe estrechar su colaboración con otros especialistas, teniendo en cuenta el carácter multidisciplinar de este tipo de Servicios. Invitó a ampliar el Protocolo con las nuevas técnicas y a actualizar el actual cuando sea necesario, dado el dinamismo de la especialidad de Medicina Nuclear.

El doctor Vázquez hizo referencia al incremento que se está produciendo en el gasto sanitario en los países desarrollados y cómo es necesario establecer una estrategia común para los cambios que se han de realizar en el futuro. Expresó la dificultad de aunar objetivos entre profesionales, pacientes y empresas, ya que todos ellos desean la calidad y su percepción de ésta es diferente, y en el caso de Medicina Nuclear también está determinada por los prescriptores de las pruebas. Presentó el Grupo de Calidad de la SEMN, algunos de cuyos objetivos son el establecimiento de guías de práctica clínica, promover la calidad integral en Medicina Nuclear, etc., y brindó el apoyo de este Grupo a la actualización del Protocolo. Así mismo manifestó la dificultad de las pequeñas unidades de Medicina Nuclear para cumplir el Real Decreto de Control de Calidad en Medicina Nuclear, y ofreció la ayuda de la SEMN, que en su página web ya tiene disponibles muchas fichas técnicas para facilitar este objetivo. Finalizó su intervención

manifestando los objetivos a largo plazo de la SEMN y su permanente disponibilidad para la colaboración con las Autoridades Sanitarias.

Simultáneamente se realizó una rueda de prensa presidida por don Francisco Vargas, Subdirector General de Sanidad Ambiental, en la que participaron los miembros del Comité de Redacción del Protocolo y los representantes de las tres Sociedades.

La Jornada finalizó con una Mesa Redonda, que tuvo como componentes a doña M. Téllez de Cepeda, Coordinadora del Comité de Redacción del Protocolo, doña M. L. Ramírez y don J. M. Delgado, ambos componentes de dicho Comité.

Tomó la palabra doña M. Téllez, quien hizo una breve historia del proceso del Protocolo, siendo relevante el aval y apoyo que las tres Sociedades habían dado al Proyecto, y recordó cómo el primer objetivo fue la elaboración de un documento de referencia basado en una revisión bibliográfica que impulsase a nivel nacional el control de calidad en la instrumentación. Indicó su carácter de documento abierto sujeto a actualizaciones y modificaciones, e invitó a que a su vez se hicieran comentarios a propósito del Anexo II del Real Decreto de Calidad en Medicina Nuclear.

Doña M. L. Ramírez agradeció la colaboración de otros miembros de la SEMN en la gestación de este Protocolo y repasó las múltiples Organizaciones que han tenido en cuenta la protección del paciente (OMS, OIEA, etc.). Analizó los requisitos clínicos en la calidad y subrayó la necesidad de un control de calidad en los parámetros técnicos, dada la influencia que éstos tienen en la interpretación de los resultados, teniendo en cuenta que en la imagen, además de la instrumentación, influyen los procesos adquisición y reconstrucción.

Don J. M. Delgado hizo una amplia exposición sobre los objetivos y estructura del Protocolo, y resaltó su interés desde el punto de vista de la aceptación del equipamiento, unificación de criterios y como documento propio, así como referencia para comparar el desempeño de las unidades de las diferentes casas comerciales. Hizo referencia a las medidas subjetivas y objetivas de la calidad, y a las fases del programa de garantía de calidad. Presentó la estructura del Protocolo con las distintas pruebas y tolerancias respectivas.

A continuación se abrió un coloquio, iniciando el turno de intervenciones el señor Vargas, quien indicó de nuevo el apoyo del Ministerio a este tipo de documentos y su disponibilidad a modificar el Anexo II del Real Decreto si se llega a una propuesta consensuada por las Sociedades. Así mismo comunicó su propuesta de enviar este Documento a la UE. A continuación se plantearon algunas preguntas como: por qué se había establecido como prueba la uniformidad extrínseca, cuando la mayor información se adquiere a partir de la prueba intrínseca; las discrepancias que existen entre el Protocolo y el Real Decreto en su periodicidad; qué valores se pueden tomar para dejar fuera de funcionamiento una cámara, y los criterios de objetividad y subjetividad a la hora de valorar las imágenes. Igualmente se comunicó la existencia de una fe de erratas del Protocolo, de la cual se repartieron algunos ejemplares y que se encuentra a disposición de todos los socios.

Desde aquí queremos felicitar a los organizadores de la Jornada y muy especialmente a ese grupo de compañeros que con su trabajo y dedicación han logrado un documento que va a servir de gran ayuda a todos los que están implicados en poner en marcha un Programa de Control de Calidad en un Servicio de Medicina Nuclear.

El Proyecto de Percepción Social del Riesgo en el Ambito Hospitalario

Una de las principales dificultades de la investigación en percepción del riesgo es la toma de datos representativos. De hecho gran parte de los estudios de carácter transcultural realizados hasta la fecha se han llevado a cabo con muestras de estudiantes.

En el Proyecto de Percepción Social del Riesgo en el Ambito Hospitalario se está utilizando una muestra representativa de pacientes, personal sanitario, médicos y gestores de las unidades de irradiación de diez países, lo que garantizará la autenticidad de unas conclusiones de carácter transcultural y representativas del mundo latino americano.

Una vez diseñada la versión definitiva del cuestionario, a partir de las conclusio-

nes del pretest (Hospital Ramón y Cajal de Madrid y centros de Uruguay) y de las adaptaciones idiomáticas a los diferentes países latinoamericanos, se inició la toma de datos en los diez países participantes (Argentina, Brasil; Colombia; Cuba, Ecuador; España; México, Panamá; Perú; Uruguay). En este momento ya ha concluido la recogida de datos y se ha iniciado el proceso de grabación. Los datos estarán disponibles, para los análisis estadísticos pertinentes, antes de que finalice el presente año.

Viaje a Hiroshima. IRPA 10

La SEPR está organizando un viaje colectivo a Hiroshima (Japón) para facilitar la asistencia al congreso mundial de protección radiológica IRPA 10.

Se han solicitado presupuestos a varias agencias de viaje, que incluyan el avión y traslados Hotel-aeropuerto. Por ahora, no se pueden conocer con exactitud los precios pues todavía se desconocen las ofertas para el año 2000. En cuanto se reciban, se os enviará información más detallada al respecto.



No obstante, se recomienda que cada uno, de forma individual, haga ya la reserva del Hotel. Hemos seleccionado el PARKSIDE HOTEL; de categoría C por ser el más económico y a 5 minutos a pié del Congreso. Es importante reservarlo cuanto antes para evitar quedarnos sin plaza. Para ello, se deberá utilizar las hojas verdes del 2º anuncio del Congreso (enviar a Japan Travel Bureau, Inc. Group Tour Office, Hiroshima E.C. Center, 8-18, Naka-machi, Naka-ku, Hiroshima 730-0037, Japan, por fax +81-82-221-2300). Para mayor información puedes utilizar la pag. Web: <http://www.convention.co.jp/irpa10>

II Conferencia EC/ISOE Gestión de la Exposición Ocupacional en Centrales Nucleares

La Comisión Europea de Medio Ambiente, Seguridad Nuclear y Protección Civil (EC-DGXII) junto al Centro Técnico Europeo de Sistemas de Información en

Exposiciones Ocupacionales (ISOE) han organizado la II Conferencia EC/ISOE que se celebrará en Tarragona, España, del 4 al 7 de Abril del 2000. La Agencia de Energía Nuclear (ANE) y la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA) serán los patrocinadores apoyados por las centrales nucleares de Vandellós y Ascó.



Contarán con la presencia del Vicepresidente del Consejo de Seguridad Nuclear, Anibal Martín, que hablará sobre el "Punto de vista del Cuerpo Regulador Español", así como C. Trotter, de NRC, con los "Nuevos indicadores de ejecución en Estados Unidos".

El miércoles 5 de abril se presentará la primera sesión bajo el título "Nuevos Retos para la Protección Radiológica en Centrales Nucleares" seguido de un grupo de discusión y una sesión plenaria. El jueves, las sesiones se referirán a la "Protección Radiológica y Desmantelamiento", "Funcionamiento de Radioprotección e instrucción para la descontaminación personal" y una puesta en común. El último día estará dedicado a la "Reducción de dosis a través de la química y la descontaminación". Los objetivos se centrarán en el intercambio de conocimientos relacionados en este campo y de la posterior exhibición comercial a cargo de los participantes.

Para más información, contactar con:
Mr. P. Croüail, CEPN, BP48,92263
FONTENAY AUX ROSES CEDEX, Francia
Tel. +33-1-46547460
Fax. +33-1-40849034

Nota de la Redacción

Publicamos a continuación una reseña sobre la trayectoria profesional de Gunter Dietze, autor del artículo "Dosimetría de las Radiaciones: Estado actual y Tendencias de Futuro", publicado en el número anterior de nuestra revista, dedicado a la Dosimetría.

El Profesor Gunther Dietze es jefe de la División de Radiaciones Ionizantes en el Physikalisch-Technische Bundesanstalt de Alemania, el muy reputado PTB, laboratorio alemán de metrología, una de las instituciones más prestigiosas y de mayor tradición a nivel mundial en su género. Además el Prof. Dietze es bien conocido por ser el último Chairman de EURADOS, puesto que

ha desempeñado durante bastantes años. Ha participado en comités y grupos de trabajo de la ICRP y de la ICRU en cuestiones dosimetría de radiaciones. Es autor de numerosos artículos científicos, miembro de comités científicos en congresos y simposios en temas de protección radiológica y dosimetría de radiaciones.

El Prof. Dietze fue el conferenciante invitado: "Radiation Dosimetry: Present State and Future Trends", de la sesión inaugural de la 12th International Conference on Solid State Dosimetry, celebrada en Burgos, organizada por el grupo de Dosimetría del CIEMAT. Esta conferencia magistral se recoge ahora, traducida al castellano por Antonio Delgado, como ponencia invitada en este número especial de Radioprotección dedicado a Dosimetría de Radiaciones. Deseamos agradecer al Profesor Dietze su amabilidad al aceptar la invitación que para ello le hizo el comité de redacción de la revista.

El agradecimiento es extensivo al Editor de Radiation Protection Dosimetry, Mr. Goldfinch, revista en al que se han publica-

do las actas de la Conferencia de Burgos, y en las que se incluye el artículo original del Prof. Dietze. (Radiat. Protec. Dosim. 84, 1-6, 1999).

Protocolo Nacional en Medicina Nuclear

Publicamos seguidamente la Fe de Erratas del Protocolo Nacional en Medicina Nuclear, aplicable únicamente a los ejemplares distribuidos antes del día 16 de noviembre.

El denominador de la fórmula del error relativo, en la página 39, es *Actividad de la fuente calibrada corregida por decaimiento* y no el *Valor medio de las medidas*.

$$Er = \left(\frac{\bar{A} \cdot Ac}{Ac} \right) \times 100$$

La tabla de la página 286 debe sustituirse por la tabla siguiente:

13.2ª CAPTACIÓN TIROIDEA						
Captación tiroidea del 35%						
Td=8,04 días						
[mGy / MBq]						
Órgano	Adulto	Niño				
		15 años	10 años	5 años	1 año	
Glándulas suprarrenales	4.2E-2	5.0E-2	8.7E-2	1.4E-1	2.8E-1	
(*) Pared de la vejiga	4.0E-1	5.0E1	7.6E-1	1.2E+0	2.3E+0	
Superficie ósea	7.6E-1	1.2E-1	1.6E-1	2.3E-1	3.5E-1	
Mamas	6.7E-2	6.6E-2	1.3E-1	2.2E-1	4.0E-1	
Tracto intestinal	Pared del estómago	4.6E-1	5.9E-1	8.5E-1	1.5E+0	3.0E+0
	(*) Intestino delgado	2.8E-1	3.5E-1	6.2E-1	1.0E+0	2.0E+0
	(*) Pared del intestino grueso superior	5.8E-2	6.5E-2	1.0E-1	1.7E-1	3.0E-1
	(*) Pared del intestino grueso inferior	4.0E-2	5.1E-2	8.0E-2	1.3E-1	2.4E-1
Riñones	5.6E-2	7.2E-2	1.1E-1	1.7E-1	2.9E-1	
Hígado	3.7E-2	4.9E-2	8.2E-2	1.4E-1	2.7E-1	
Pulmones	9.0E-2	1.2E-1	2.1E-1	3.3E-1	5.6E-1	
Ovarios	4.2E-2	5.7E-2	9.0E-2	1.4E-1	2.7E-1	
Páncreas	5.4E-2	6.9E-2	1.1E-1	1.8E-1	3.2E-1	
Médula roja	8.6E-2	1.2E-1	1.6E-1	2.2E-1	3.5E-1	
Bazo	4.6E-2	5.9E-2	9.6E-2	1.5E-1	2.8E-1	
Testículos	2.6E-2	3.2E-2	5.4E-2	8.9E-2	1.8E-1	
Tiroides	5.0E+2	7.9E+2	1.2E+3	2.6E+3	4.7E+3	
Útero	5.0E-2	6.3E-2	1.0E-1	1.6E-1	3.0E-1	
Otros tejidos	1.1E-1	1.6E-1	2.6E-1	4.1E-1	7.1E-1	
Dosis (equivalente) efectiva [mSv/MBq]	1.5E+1	2.4E+1	3.6E +1	7.8E+1	1.4E+2	



Entrevista con **CONCEPCIÓN CACYA**



Annie Sugier y Pío Carmena durante la entrevista a Concepción Cacya.

¿Puede explicarnos que trabajo desarrollaba Ud.?

«Yo trabajaba en el proyecto hidroeléctrico Yamango que está situado en la provincia de Junín. Esta central es propiedad de la empresa Graña Montero. Para la construcción esta empresa contrato a HAUG que es una empresa de montaje holandesa con bastante experiencia en este tipo de obras. Yo estaba contratado por esta última empresa como soldador. A su vez, para el control de las soldaduras estaba subcontratada BECO, empresa especializada en control de calidad industrial.

Yo tengo bastante experiencia en estos trabajos por haber estado contratado antes por la empresa HAUG. De hecho de todos los soldadores que nos presentamos para esta obra solo se cualificaron 10. Teníamos que soldar los tramos de la tubería de presión desde la presa hasta la nueva central hidroeléctrica construida. Esta tubería es de gran diámetro, realizándose los trabajos desde dentro.

Estábamos ya en el tramo final de esta tubería, la parte vertical donde cae por la ladera del monte hasta las turbinas. Había mucha presión laboral para acabar los trabajos porque ya había que entregar la obra, y trabajábamos jornadas de más de 12 horas. Además al final solamente quedamos dos de los diez soldadores iniciales. En paralelo con nosotros trabajaban los radiólogos verificando las soldaduras que íbamos haciendo».

¿Tenían alguna formación en Protección Radiológica o se tomaba alguna medida de protección?

«No. Cuando iban a radiografiar una soldadura nos indicaban que nos retirásemos del lugar durante veinte minutos y fuéramos a soldar a otra parte. Nunca nos habían informado que la máquina de hacer radiografías podía tener algún efecto para la salud. Simplemente nos decían que la

Concepción Mauricio Cacya Cárdenas, de 37 años, es un soldador cualificado peruano, casado, con cinco hijos de 15 años a 9 meses: Loyra, Ignacia, Marta, Estefanía y Willy. Actualmente se encuentra en el Hospital de enfermedades neoplásicas de Lima (Perú). Está recuperándose de los efectos de una sobreexposición, ocurrida el 20 de febrero de 1999, debida a una fuente de radiografía industrial de Iridio 191 cuando trabajaba en la construcción del aprovechamiento hidroeléctrico de Yamango, al norte de su país.

Por mediación de Annie Suggier, destacado miembro de la Sociedad Francesa de Protección Radiológica, el pasado mes de septiembre se realizó una entrevista para la revista **RADIOPROTECCION** por Pío Carmena y Leopoldo Arranz con Concepción Cacya, cuando este se encontraba ingresado en el hospital Percy (París). El deseo expreso de Concepción era transmitir a todos los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes, y especialmente a aquellos de los países iberoamericanos donde se distribuye nuestra revista, su experiencia de manera que pudiera conseguirse, en lo posible, que nunca volvieran a ocurrir casos semejantes al suyo.

radiación tenía un alcance de 50 metros y que no había que estar en esa zona.

Además las máquinas de los radiólogos no se retiraban de la zona de trabajo del interior de la tubería, sino que las dejaban apagadas donde nosotros soldábamos. Ellos tenían la obligación de recoger el equipo que utilizaban, ya que siempre se ha hecho así, pero tal vez por las prisas esta vez no lo hicieron. Los trabajadores de la obra tropezaban con las máquinas porque todo estaba muy oscuro».

¿Que trabajo estaba desarrollando el día del accidente?

«Ese día el jefe de soldadores me asignó una zona de trabajo. Junto con mi ayudante, lleve mi equipo para empezar a trabajar en la zona. El trabajo consistía en reparar un fallo en una soldadura que los radiólogos habían detectado el día anterior. La zona era complicada por la falta de iluminación y hacía mucho calor. Con una linterna encontramos la zona señalada para hacer el trabajo. Trajeron más iluminación y justo antes de empezar, el radiólogo me indicó que después tenía que hacer también otra reparación en una costura en otro tramo más arriba de la tubería.

Finalmente empecé a soldar y hacia las tres de la tarde, mientras movía los cables de mi equipo de soldadura, ví en el suelo una pieza de metal que no parecía un trozo de chatarra. La recogí con idea de entregársela al encargado cuando acabase el trabajo y la puse en el bolsillo del pantalón. No me paré a ver si tenía algo escrito. Había poca luz y teníamos mucha presión por acabar el trabajo. Finalicé la tarea a las seis de la tarde, pero el supervisor le dijo que esa tarde me debería quedar hasta las

diez de la noche para soldar otra costura. Estaba preparando este trabajo cuando empecé a sentir dolores en el muslo. Se me había olvidado completamente el trozo de metal que tenía en el pantalón. Me iba sintien-



do peor y para las diez de la noche, cuando nos retiramos casi no podía ni caminar. Yo no sabía de donde podía venir este dolor».

¿Que hizo después?

«Por entonces, mi esposa acababa de llegar para visitarme con mis hijos y habíamos alquilamos un piso para poder estar todos juntos. En aquel bloque, uno de los vecinos era médico y como no tenía dinero para ir a una clínica, preferí pedirle opinión. Le conté los dolores que ya no soportaba y le enseñé la pierna. Me preguntó si me había picado algún insecto porque aquello estaba rojísimo y se empezaba a ver hinchado. Nos fuimos pensando que algo de eso podía haberme pasado. Cuando llegamos a nuestro cuarto me quité el pantalón, me fui a la cama y me tomé las pastillas que me recetó el médico. Mi mujer me preguntaba qué me pasaba y mientras charlábamos se sentó sobre el pantalón. Sólo fueron unos 3 o 5 minutos. Finalmente nos acostamos y me puse a hacer memoria para intentar recordar de dónde venía ese

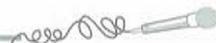
dolor, porque si era un granito como decía el doctor, lo tenía que haber notado. Ahí me di cuenta del trozo de metal que había recogido en el trabajo, y que además lo teníamos en el cuarto. Me había olvidado de entregarlo, no me había acordado de ello. Me levanté y fui a buscarlo. Lo encontré en el bolsillo del pantalón y lo puse en la ventana. Mi mujer me dijo que lo sacara de la habitación porque era lo que tenía que haberme producido el dolor y entonces lo puse en la ventana del baño fuera y finalmente nos dormimos».

Cuando se acordó de lo que había recogido ¿no se fijó en lo que era ni lo miró con más detenimiento?

«No miré nada, sólo lo saqué fuera. Tal vez ahora, que ya sé lo que ha pasado, hubiera avisado inmediatamente al ingeniero.

Me desperté escuchando voces de un compañero llamándome y preguntándome si tenía un metal. Se habían dado cuenta de que faltaba y habían estado buscándolo por la obra. Ya eran alrededor de las dos de la madrugada. Me vestí y salí con el metal envuelto. Estaba también el ingeniero. Parecía desesperado y me dijo con mucha premura que recogiésemos todo y que nos íbamos al hospital.

Nos metieron a mi y a toda mi familia en una camioneta de la empresa y finalmente a las 10 de la mañana llegamos a Lima, a la casa del radiólogo de BECO. Ya estaba informado sobre todo lo que había ocurrido. Me hizo algunas preguntas y oí que comentaba que la carga había sido muy alta. Después me llevaron al hospital, llegamos a eso de las 12. Me tomaron unas fotos y me internaron.



Desde Febrero a Mayo estuve en el hospital. Durante los primeros quince días se me empezó a formar unas manchas que poco a poco se fueron haciendo herida. Tenía como una especie de capa de cuero de res, entre seco y blando, cerca de la rodilla. Estaba hinchado por el pus. Parecía gelatina y se lo enseñaba al médico le decía que tenía una infección. Pedí por favor que me hicieran una operación para quitarme esa parte y hacerme un injerto. Pero me decían que ya era demasiado grande y me tenía que esperar a que se regenerarse.

Llegaron unos doctores de EE.UU. mandados por un organismo de Viena. Me examinaron y dijeron que me deberían cortar la pierna. Sin embargo los doctores neoplásticos que llevaban mi caso no se decidían. Durante los dos últimos meses no soportaba el dolor, especialmente por la noche, y el que me producían las curas que me hacían. Me ponían morfina, pero no era suficiente. Finalmente me dijeron si quería ir a un hospital especializado en Francia. Al principio no quería. Allí no conocía a nadie. Iba a dejar aquí a mi mujer y a mis hijos indefensos. Pero los doctores me dijeron que allí no me podían ayudar más. Me decían que allí tenían muchos más avances que en nuestro país. Me dijeron que allí me iban a curar; todos me decían que me fuera a Francia para recuperarme. Finalmente accedí. Se hicieron todos los tramites y todo estaba listo para el viaje a Francia. Finalmente el Director del hospital fue a verme y me dijo que todo iba a salir bien».

Una vez en Francia ¿que pasó?

«Me internaron en este hospital y me operaron. Yo no sabía que me iban a quitar la pierna, pero no ha-

habido más remedio. Me han amputado la pierna derecha. Ahora estoy reponiéndome y espero pronto empezar la rehabilitación. Quiero que me pongan una pierna artificial para poder volver a mi país y estar con mi familia. Aquí todos han sido muy buenos conmigo. Muchas personas me han animado. La Sra. Suggier ha sido muy buena, muy amable. Ella y la Sociedad Francesa de Radioprotección han hecho posible que mi hermano haya venido a acompañarme. Esto me hace sentirme más cerca de casa, de los míos. El amigo David Cancio me llama por teléfono y me anima. Me hace sentirme mejor. Pero cuando pienso en mis hijitos me entra mucha tristeza. Ya no podré darles la atención y el cariño que antes, trabajando, les podía dar. Les compraba su ropita, sus regalos, éramos muy felices. No sé que va a ser de mi cuando llegue a mi país de nuevo. No voy a poder trabajar en lo que yo venía haciendo. Seré un inválido».

¿No tiene algún tipo de seguro? ¿No se hará cargo su empresa de Ud.?

«Los responsables de esto son las dos empresas: HAUG y BECO. Son responsables por permitir que los radiólogos no retiren sus máquinas cuando no están trabajando, y no calcular los riesgos que tenía. Además deberían habernos informado, al menos durante 5 minutos de los riesgos, ya que estábamos trabajando juntos. Pero nada dijeron, lo único que querían era trabajar y acabar la obra con mucha presión. Mi familia esta teniendo ya problemas allá con la paga. Creo que no voy a tener más remedio que contratar un asesor que quiera ayudarme

para querellar a la empresa. Además han hecho declaraciones que no son verdad.

Si no hubiera cogido el metal nada de esto hubiera pasado. Los accidentes son siempre estúpidos, pero ahí también hay un error humano, ya que esa fuente no tenía que estar ahí en ningún momento. Esa máquina no tenía que haber estado allí, tendría que estar guardada y así nadie se hubiera accidentado. Pero lamentablemente, por allí pasaron muchos compañeros como yo y también estuvieron expuestos a este desastre».

¿Que mensaje quisiera enviar a todos los que trabajan con estas maquinas?

«Quisiera que mi caso sirva para que esto no vuelva a suceder jamás. Siempre se va a trabajar con estas máquinas, ya que hay proyectos que las necesitan para control de calidad. Pero se le debe explicar a todo el mundo de la obra los riesgos de estas maquinas, para que a nadie le vuelva a ocurrir lo que a mí me ha sucedido. Las empresas deben tener personas responsables que velen por que nadie se vea afectado por esta carga. Nos deben enseñar a ser precabidos para que no salgamos malparados».

En la actualidad, la familia de Concepción Cacya está en conversaciones con los abogados de las empresas responsables del accidente. Por mediación de Leopoldo Arranz, se ha encontrado un abogado independiente para que asesore y defienda a Concepción. Ahora es un momento de reflexión para todos, ya que quedan muchas preguntas en el aire.

Asistencia francesa: Aspecto dosimétrico y médico

Autora: Annie Sugier. IPSN. Francia



Dr. Patrick Gourmelon

La asistencia francesa, coordinada por el Dr. GOURMELON, jefe de departamento en el Instituto de Protección y de Seguridad Nuclear, se ha dedicado a la reconstrucción de la dosis recibida por el paciente y la organización del traslado a Francia del irradiado, así como a su tratamiento en el hospital de Percy durante un período de 5 meses.

El Instituto de Protección y de Seguridad Nuclear ha realizado una reconstrucción dosimétrica como complemento a la de los especialistas peruanos y del grupo de expertos internacionales que la AIEA envió al sitio del evento. Esta última reconstrucción dosimétrica se basó en la aparición de lesiones, la rapidez de evolución y el aspecto de los tejidos no afectados. La reconstrucción efectuada por el IPSN recurrió a una simulación numérica, la cual, mediante programas de cálculo y de CAD (dosimetría numérica), permite representar al accidentado, la fuente y su entorno, y calcular las dosis en puntos precisos del organismo.

La evaluación del IPSN ha estimado que las dosis en los tejidos profundos que condicionan el futuro del miembro inferior han sido muy elevadas (25 a 30 Gy en el nervio ciático, 10 a 15 Gy en la arteria femoral, 10 a 25 Gy en el fémur y 0,5 a 1,5 Gy en el centro de la pelvis) y ha confirmado el pronóstico reservado de los médicos peruanos.

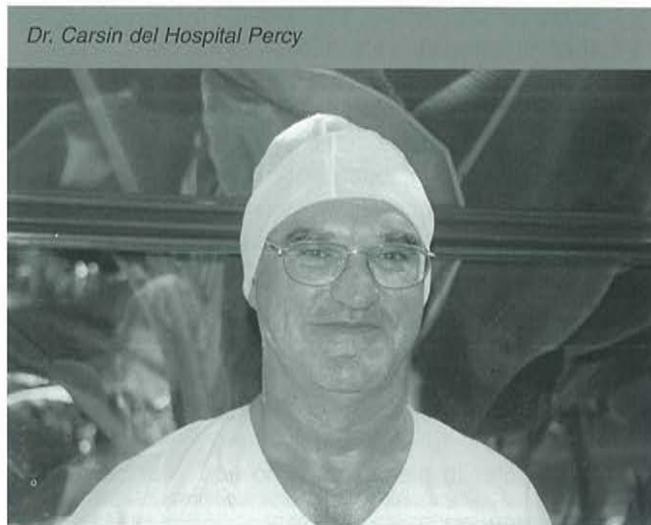
En mayo, Perú solicitó la asistencia de Francia debido a la experiencia de sus especialistas en el tratamiento de las enfermedades inducidas por la radiación. Los Doctores Luis Felipe PINILLOS y MAYER-ZAHARIA informaron sobre parte de trastornos funcionales mayores del nervio ciático, en la parte posterior a la lesión. La indicación terapéutica clásica en esos casos era una amputación de tipo hemipelvitómica que no permitía al paciente portar prótesis. Los médicos peruanos estaban decididos a practicar ellos mismos la amputación si no se tomaba rápidamente la decisión de proporcionar una asistencia. Otro enfoque preconizaba tratar de evitar esta amputación utilizando técnicas de trasplante de piel artificial, operación que fue practicada, por primera vez en el mundo, a finales de 1997 en Francia, en el hospital Percy, por el Doctor CAR-SIN, responsable del Centro de Tratamiento de Quemaduras, sobre dos sujetos georgianos irradiados, lo que permitiría evitar la amputación.

El traslado a Francia y su tratamiento en ese país del paciente constituían en consecuencia la última posibilidad de salvar el miembro inferior irradiado.

Desgraciadamente, la importante infección de la lesión radiológica - que no pudo ser controlada - y la considerable extensión constatada durante la última exploración preoperatoria, han hecho imposible la utilización de los nuevos tratamientos que fueron aplicados a los pacientes georgianos. Estas razones condujeron al equipo médico a practicar, el 16 de agosto, la amputación del miembro inferior con desarticulación.

El estado general del paciente mejoró al principio, lo que le permitió ser transferido al área de rehabilitación, pero rápidamente empezó a mostrar signos clínicos de extensión de la radionecrosis, lo que prueba que el paciente también había sido irradiado a nivel del perineo. Tuvo que sufrir una nueva operación de carácter limitado para retirar tejidos que podrían ser el origen de esta inflamación.

Ante la persistencia de dicho estado y la dificultad de tomar decisiones quirúrgicas de muy graves consecuencias y extremadamente mutilantes, fuera del medio familiar, los médicos franceses prefirieron ponerse de acuerdo con los médicos peruanos. En octubre, el Doctor



Dr. Carsin del Hospital Percy



Eduardo PAYET-MEZA, cirujano del Instituto de Enfermedades Neoplásicas de Lima, viajó a Francia y decidió, conjuntamente con el paciente, su hermano

y el grupo médico francés, que la mejor solución, considerando al mismo tiempo el aspecto humano y médico, era la repatriación del paciente a Perú, que

tuvo lugar el 17 de octubre pasado.

En la actualidad, el paciente está ingresado en el Hospital de Enfermedades Neoplásicas de Lima.

Organización del traslado en Francia y ayuda humanitaria

Autora: Annie Sugier. IPSN. Francia

La respuesta positiva que las autoridades francesas dieron a la solicitud de asistencia médica presentada por las autoridades peruanas para el tratamiento en Francia del trabajador peruano irradiado, ha sido el inicio de un verdadero proceso de solidaridad que ha movilizó al mismo tiempo al Centro de Emergencias de la OIEA, a los especialistas del IPSN, así como a las sociedades francesa, peruana y española de radioprotección y al IRPA.

En primer lugar, hubo que organizar el 29 de mayo pasado el viaje de ida del paciente y más tarde su repatriación, el 17 de octubre¹. El IPSN se encargó de la organización de esos viajes; la OIEA asumió la carga financiera de los mismos.

Recibir en Francia a un paciente extranjero, afectado muy gravemente y padeciendo de intensos dolores, cuyo estado no evoluciona de manera favorable, ha planteado problemas humanitarios evidentes. En efecto, el paciente se encon-

traba doblemente aislado: sólo hablaba el español y estaba recluido en un cuarto estéril del centro de quemados graves. Por esta razón, la Sociedad Francesa de Radioprotección decidió crear una red de solidaridad con las sociedades de radioprotección, con los miembros de la familia del paciente en Perú y con el consulado de Perú en París.

Las visitas al hospital, las llamadas telefónicas y las cartas de apoyo han sido otros tantos gestos amistosos que han ayudado al paciente durante su estancia en Francia.

Cuando se hizo evidente que no podría evitarse la amputación, se decidió, conjuntamente con el grupo de médicos, que era necesario que el paciente fuese asistido por la presencia de una persona de su familia². Por esta razón, el hermano del paciente viajó a Francia y fue alojado en el "Rosier Rouge", una institución del "Secours Catholique" (Auxilio Católico) que acoge a las familias de

personas hospitalizadas. Gracias al apoyo del IPEN, el viaje fue pagado por la empresa del trabajador peruano irradiado y la estancia en Francia fue pagada por la contribución de la Sociedad Francesa de Radioprotección.

La solidaridad internacional no debería terminar con la repatriación del paciente. Sería necesario que este drama dejara lecciones perdurables. Esto quiere decir que habría que apoyar la creación de un fondo de solidaridad a nivel de la OIEA para todo lo referente al tratamiento médico de quienes sufren ese tipo de irradiaciones; que habría que buscar un eventual apoyo jurídico para las familias, con objeto de hacer que la jurisprudencia en la materia progrese. En lo que respecta al segundo de estos puntos, ha sido lanzada una llamada a la solidaridad por el IRPA³. En lo que toca al primer punto, el gobierno francés ha planteado la cuestión durante la última Junta de Gobernadores de la OIEA.

Mensaje a todas las Sociedades del IRPA

Este es un nuevo mensaje de socorro para el trabajador peruano accidentado el pasado mes de febrero.

En agosto se le amputó su pierna derecha en Francia. La presencia de su hermano durante la operación, gracias al apoyo financiero de varias sociedades, fue de gran ayuda psicológica. Lamentablemente, la necrosis radiológica sigue progresando a pesar de la traumática operación, por ello y con el consentimiento del trabajador, los especialistas franceses ha aconsejado seguir el tratamiento en Perú. Para ello y para atender las necesidades de su familia se necesitan fondos complementarios.

Para más información, y el caso de que estén interesados en contribuir a la ayuda solicitada, pueden ponerse directamente en contacto con la Sociedad Peruana de Protección Radiológica que está llevando el control de la situación en aquel país, en la siguiente dirección: rramirez@ipen2.gob.pe.

En respuesta a esta llamada, la Sociedad Española de Protección Radiológica ha habilitado la siguiente cuenta corriente en el banco CityBank para, que a nivel personal o de forma institucional, todos los interesados puedan contribuir a paliar este desgraciado accidente y ayudar a la familia de esta persona:

Cuenta corriente número: 0122/0107/11/0107016340

¹ Para lo cual fue necesario recurrir a equipos médicos especializados, obtener la autorización de las compañías de aviación y de los comandantes de los vuelos.

² A raíz de una llamada difundida a través de la página web del IRPA por la Sociedad Peruana de Radioprotección, se logró obtener una ayuda financiera

³ Que se reproduce al final de este documento.



La revista **RADIOPROTECCIÓN** es el órgano de expresión de la Sociedad Española de Protección Radiológica.

Los trabajos que opten para ser publicados en **RADIOPROTECCIÓN** deberán tener relación con la protección radiológica y, en general, con todos los temas que puedan ser de interés para los miembros de la SEPR.

Los trabajos deberán ser originales y no podrán haber sido publicados en otros medios (a excepción de colaboraciones de especial interés, según criterio del Comité de Redacción). Su reproducción, total o parcial, sólo podrá realizarse previa autorización escrita de la empresa editora de la Revista.

La editorial acusará recibo de los trabajos, sin compromiso de publicación. El Comité de Redacción decidirá admitir o rechazar el artículo, o solicitar el asesoramiento del Comité Científico.

En este último caso, el artículo será enviado al menos a un miembro de este Comité, que podrán aprobar (con o sin comentarios) o rechazar el artículo. Si hay comentarios, éstos se harán llegar a la editorial, que los comunicará a los autores para su consideración.

Los originales estarán a disposición de los autores que deseen recuperarlos, una vez publicado el artículo, en la editorial.

Los conceptos expuestos en los trabajos publicados en esta Revista representan exclusivamente la opinión personal de sus autores.

La Revista incluirá, además de artículos científicos, secciones fijas en las cuales se reflejarán noticias de la propia Sociedad, otras informaciones de interés, publicaciones, etc. Se incluirá también una sección de "Cartas al Director".

Todo trabajo o colaboración se enviará a:

Revista Radioprotección.

C/Isla de Saipán, 47. 28035 MADRID.

Los artículos deberán cumplir las siguientes normas técnicas:

1. ORIGINALES

- El idioma de la revista es el castellano
- El trabajo original tendrá una extensión máxima de 10 páginas (cuerpo 12, interlineado sencillo). Los gráficos, dibujos y fotografías se consideran aparte.
- Los trabajos se entregarán en diskette, con tres co-

pias en papel. Se utilizará un tratamiento de textos estándar (word, wordperfect).

- Las fotografías deberán entregarse en original (papel o diapositiva). Las imágenes digitalizadas deberán tener una resolución superior a 300 ppp. En caso contrario, se entregarán en papel

2. TÍTULO Y AUTORES

En la presentación deberá figurar, y por este orden, título del artículo, nombre y apellidos de los autores, nombre y dirección del centro de trabajo, domicilio para la correspondencia, teléfono de contacto y otras especificaciones que se consideren oportunas.

3. RESÚMENES EN CASTELLANO E INGLÉS

Tendrán una extensión máxima de 100 palabras en cada idioma y expresarán una idea general del artículo.

4. TEXTO

Estará dividido en las suficientes partes y ordenado de forma que facilite su lectura y comprensión, ajustándose en lo posible al siguiente esquema: Introducción, Desarrollo, Resultados y Conclusiones.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Se presentarán según el orden de aparición en el texto, con la correspondiente numeración correlativa.

Se utilizarán las abreviaturas recomendadas en el Chemical Abstracts y en el Index Medicus.

6. ILUSTRACIONES Y TABLAS

Los gráficos y las fotografías irán numerados en números arábigos, de manera correlativa y conjunta, como figuras.

Las tablas se presentarán con la numeración en números romanos y el enunciado correspondiente; las siglas y abreviaturas se acompañarán de una nota explicativa a pie de página.



Recomendaciones más recientes de la ICRP sobre la evacuación de Residuos Radiactivos y la Protección del Público en situación de Exposiciones Prolongadas

Pedro Carboneras - ENRESA Miembro del Grupo de Trabajo sobre residuos del Comité 4 de la ICRP
David CANCIO - CIEMAT Miembro del Comité 4 de la ICRP

RESUMEN

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP en sus siglas inglesas) ha dedicado, en los últimos años, una atención relevante en la resolución de los problemas que aparecen en la aplicación del sistema general de protección radiológica definido en su publicación número 60 relativo a la evacuación de los residuos radiactivos.

Como fruto de dicha atención, se han producido tres documentos, de los cuales, el primero ya se ha publicado con el número 77 de la colección, mientras que los dos restantes han sido recientemente aprobados por la Comisión en su reunión de septiembre 1999.

La publicación ICRP-77 se refiere a la evacuación de los residuos radiactivos en general, incluyendo tanto la opción "diluir-dispersar" como la de "concentrar-confinar". El segundo documento, parte del anterior y se concreta en los problemas planteados al aplicar el sistema general de protección a la gestión final de los residuos radiactivos sólidos de vida larga, mediante la opción de "concentrar-confinar". El tercer documento trata de las exposiciones de carácter prolongado (o crónico) que resultan, entre otras razones, de la presencia de residuos radiactivos en el medio ambiente a causa del desarrollo de prácticas y actividades del pasado, así como después de accidentes.

En el trabajo que se presenta a continuación, se describen, con intención informativa y divulgativa, los aspectos más relevantes del contenido de los tres documentos mencionados.

SUMMARY

In the last years the International Commission on Radiological Protection (ICRP) has dedicated a particular effort to provide guidance to solve the problems derived from the application of the System of Protection to radioactive waste disposal.

As a result of this effort, the ICRP has produced three reports. The first one appeared as Publication 77. The two other reports were recently approved by the Main Commission, the draft versions were directly distributed for comments.

Publication 77 deals with conceptual and general aspects of radioactive waste disposal including dilute/disperse and concentrate/confine options. The second report refers to the specific protection criteria for the disposal of long-lived wastes and the third one addresses prolonged (chronic) public exposure resulting from the existence of radioactive residues in the environment as a result of either past practices or after accidental situations.

The following paper describes the most relevant aspects of those three ICRP documents aiming at divulging the information they contain.

POLÍTICA DE LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA LA EVACUACIÓN DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP en sus siglas inglesas) ha publicado en 1997 un documento definiendo la política de la protección radiológica para la evacuación de los residuos radiactivos (Ref. 1). Sus principales contenidos han sido ya objeto de otros trabajos de divulgación (Ref 2).

- Se define como residuo a todo material para el que no se ha previsto un uso ulterior. El término inglés "disposal", puede ser interpretado en castellano, como "evacuación", e incluye tanto las descargas de efluentes líquidos y gaseosos al medio ambiente, como el almacenamiento final de residuos sólidos. El concepto de "evacuación" se diferencia del concepto de "almacenamiento temporal", en que en el primer caso, no hay intención de recuperar los residuos.

- En el caso de "evacuación" de residuos, el factor esencial es la protección del público. Esto supone, básicamente, la aplicación de procedimientos de "optimización", sometidos a "restricciones" y el respeto de los "límites" correspondientes. La publicación ofrece precisiones sobre la aplicabilidad del principio de *justificación* en el campo de la gestión de los residuos radiactivos; sobre el papel principal que juega el principio de *optimización*; sobre la utilidad sólo relativa que tienen los *límites de dosis* establecidos, y también sobre la noción de *exposición potencial* en este marco. Además el documento establece que la actual relación que se asume entre los valores de dosis calculados en el largo plazo con el detrimento de la salud, puede no ser válida en el futuro; discute las limitaciones que tiene el empleo del valor de dosis colectiva en este campo, y se

pronuncia también sobre la utilización de otros "indicadores" como modo de evaluar el grado de protección ofrecido a las generaciones futuras.

Principio de Justificación

Es erróneo considerar a la gestión de los residuos radiactivos como una "práctica" en sí misma, que precisaría, por tanto, de su propia justificación independiente. Las actividades de gestión de los residuos radiactivos, incluyendo su evacuación, deberían estar incluidas en la evaluación de la justificación de la práctica que los produce. Si se producen cambios en la política nacional de gestión de estos residuos y la práctica que los produce continúa, podría ser necesario reevaluar dicha práctica en las nuevas condiciones.

Principio de Optimización

La Comisión insiste en el carácter sutil de este principio tal como está enunciado en sus recomendaciones actuales (Ref. 3), que apela esencialmente al uso de juicios de carácter cualitativo, aun cuando haya sido frecuentemente identificado con el análisis "coste-beneficio", que compara la reducción de las dosis colectiva y el incremento de coste de la protección. El papel esencial de la optimización es el de generar un modo de pensar en todos los responsables de la protección, de modo que se pregunten a sí mismos, continuamente, si han hecho todo lo razonablemente posible para reducir las dosis, mientras que el significado de la palabra "razonable" que la ICRP asocia necesariamente a la optimización, se olvida con mucha frecuencia.

La posición de la Comisión se recoge de forma nítida en el párrafo 117 de la publicación 60 (Ref. 3): "Si el siguiente paso para reducir el detrimento sólo puede darse con la dedicación de unos recursos que no son proporcionados a

tal reducción, no es de interés para la sociedad dar tal paso".

La *restricción de dosis* es un componente esencial de la optimización y es un concepto relativo a una fuente. Se trata del valor superior de la dosis que recibiría un individuo a causa de una fuente concreta; el mismo que se usa de modo prospectivo, como "techo" de las opciones de protección que se evalúan en el estudio de optimización.

Limitación de dosis para el público

El límite de dosis para el público es un concepto asociado al individuo, que se aplica a la dosis media recibida por el grupo de población considerado como más expuesto a la fuente considerada (concepto clásico de *grupo crítico*), con la debida consideración a la posibilidad de que existan exposiciones procedentes de otras fuentes sometidas al sistema de protección. A fin de respetar el valor establecido de 1 mSv por año, puede ser necesario establecer sistemas de vigilancia del medio ambiente, que por definición, controlarían el impacto global del conjunto de fuentes y prácticas a que estaría sometido el grupo expuesto. Estos sistemas deberían diseñarse con un valor objetivo de restricción de dosis usando modelos medioambientales y metabólicos realistas.

La Comisión reconoce que los límites de dosis para el control de la exposición del público apenas tienen utilidad práctica. Adicionalmente considerará que la aplicación de los límites de dosis en la evacuación de residuos radiactivos tiene dificultades inherentes, y que el control de las exposiciones del público en base a la *optimización*, con el uso de *restricciones de dosis*, hará innecesario el uso de los límites de dosis para el público en dicha evacuación.

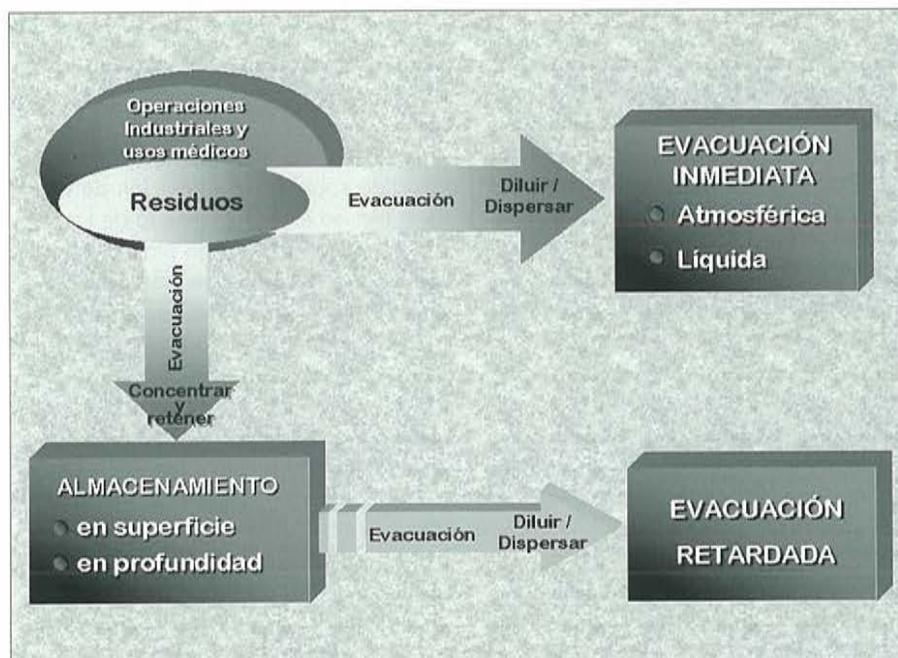


Figura 1.- Producción de residuos y estrategias de evacuación.

Exposiciones potenciales

Por comparación con las exposiciones que se producen de una forma prevista que llamaremos normales, se trataría de exposiciones que pueden o no ocurrir, y a las que se puede atribuir, en principio, una probabilidad de ocurrencia.

La noción de exposición potencial resulta muy relevante a la hora de analizar comparativamente las estrategias básicas de evacuación de residuos radiactivos: "diluir-dispersar", frente a "concentrar-confinar". Ambas estrategias son necesarias y deben usarse de forma adecuada, y ambas producen exposiciones del público, bien sea por descargas actuales (caso de la "dilución-dispersión"), o bien por emisiones diferidas en el tiempo (caso de "concentración-confinación") (Figura 1). En el caso primero y dejando de lado posibles aspectos específicos de migración y reconcentración en el medio ambiente de isótopos de vida larga, debe garantizarse la protección adecuada del grupo crítico y del conjunto de la

población considerando las exposiciones normales; en el segundo, las exposiciones normales serán más bajas por el confinamiento y el decaimiento radiactivo, mientras que deben considerarse preponderantemente las exposiciones potenciales, teniendo en cuenta tanto su posibilidad de ocurrencia, como su magnitud. Ambos tipos de exposiciones deben ser tenidas en cuenta para decidir sobre el modo de combinar ambas estrategias de gestión.

La Comisión reconoce no obstante, que el papel de las exposiciones potenciales en la evaluación del riesgo asociado con radionúclidos de vida larga no está aún claro.

Utilización de la dosis colectiva

La dificultad principal para la aplicación del sistema ordinario de protección radiológica a la evacuación de residuos radiactivos, radica en los largos períodos de tiempo a considerar y en las incertidumbres de todo tipo que existen para evaluar, tanto las dosis individuales, como sobre todo las colecti-

vas, donde se combinan las dificultades de las individuales y las asociadas a la estimación del tamaño de la población afectada. Una segunda dificultad radica en que, en el largo plazo, no puede asumirse, ni el control de dichas dosis, ni la posibilidad de actuar para remediar eventuales incumplimientos de los criterios de protección, por lo que estos deben asegurarse en el mismo momento de realizar la evacuación. Adicionalmente y como ya se indicó, la evaluación del detrimento a la salud en base a las dosis recibidas se fundamenta en los conocimientos actuales y podría no ser válida en el futuro lejano.

La Comisión recomienda, por tanto, que las estimaciones de dosis colectivas para períodos de tiempo superiores a algunos miles de años y las estimaciones del detrimento de la salud para períodos superiores a algunos cientos de años, sean examinadas de forma crítica.

La Comisión relativiza también, fuertemente, la relevancia de la dosis colectiva en la gestión de los residuos radiactivos, y recuerda, adicionalmente, que la consideración conjunta (agregada) de valores de dosis y número de personas sólo es adecuada en rangos en los que el factor de riesgo es aproximadamente constante y por tanto siempre sería necesario descomponer la escala del tiempo en bloques en los que los valores de dosis individuales fueran constantes y ofrecer al decisor los términos de la dosis colectiva de forma separada (desagregada), para su consideración.

Protección de las generaciones futuras

Los tres elementos básicos para fundamentar una decisión sobre los efectos de una evacuación de residuos radiactivos sobre las generaciones futuras, podrían ser:

I. El detrimento total causado a una población determinada en sucesivas generaciones.

II. El detrimento total causado a una generación concreta y bien definida.

III. El detrimento anual causado a lo largo de la vida de los individuos, representados por uno o varios grupos críticos reales o hipotéticos.

La Comisión considera que los indicadores que resultan relevantes a los efectos de proteger a las generaciones futuras, son la dosis individual anual a un grupo crítico para el caso de exposiciones normales y el riesgo individual anual a un grupo crítico para el caso de exposiciones potenciales. Ambos valores, conjuntamente, ofrecen una información adecuada para comparar el detrimento causado a generaciones futuras y el detrimento aplicado a las generaciones actuales.

Otras consideraciones

El documento revisa y discute críticamente dos conceptos que se vienen utilizando en la gestión del riesgo y que en los últimos años han sido invocados para su aplicación en la gestión de los residuos radiactivos:

- El concepto de la "mejor tecnología disponible" (the best available technology) es entendido, con frecuencia, como el uso de la mejor tecnología desde el punto de vista medio ambiental, con independencia del coste, lo que puede conducir fácilmente a la dedicación de recursos desorbitados respecto a los beneficios obtenidos. Si se introduce el concepto de coste, el concepto se asemeja, aunque no lo suficiente, al principio de optimización ordinariamente usado en protección radiológica.

- El principio de "precaución" (the precautionary principle) se corresponde bien con el uso de la relación lineal sin umbral adoptado en el sistema de protección y con el principio de optimización recomendados por la Comi-

sión. Sin embargo, no aporta criterios sobre el modo de decidir sobre las medidas de prevención y adicionalmente, podría interpretarse como el rechazo de toda opción social que implique riesgos.

La Comisión considera, como conclusión, que los principios del sistema de protección radiológica que recomienda son los que mejor se adaptan a la gestión del riesgo radiológico relacionado con la evacuación de residuos radiactivos, aunque reconoce la existencia de ciertas dificultades en su aplicación, que ha tratado de resolver. El documento presentado (ICRP-77), constituye, en gran medida, la base de los otros dos documentos recientemente aprobados y también presentados en este trabajo: uno sobre la evacuación de residuos sólidos de vida larga, y otro sobre las exposiciones prolongadas que resultan, entre otras situaciones, de la presencia de residuos radiactivos en el medio ambiente a causa de prácticas o actividades del pasado.

RECOMENDACIONES DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA SER APLICADAS A LA EVACUACIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS DE VIDA LARGA

Introducción

• El nuevo documento de la ICRP (Ref. 4) trata de la protección radiológica de miembros del público tras la evacuación de residuos radiactivos sólidos de periodo largo, usando la estrategia de "concentrar-confinar". Sus recomendaciones aplicarían a las instalaciones nuevas, y también deberían tenerse en cuenta en decisiones futuras sobre las prácticas que generan los residuos.

• Las recomendaciones básicas de la Comisión (Ref. 3), así como las específicas publicadas hace ya un tiempo (Ref. 5) son aplicables, pero necesitan

explicaciones adicionales para su uso en estos casos, por dos razones básicas:

- La existencia de incertidumbres de todo tipo sobre toda estimación de dosis, e incluso el propio sentido de los límites en vigor en el largo plazo, y más aún de la relación entre dosis y detrimento en tales horizontes temporales.

- La imposibilidad de asumir que existirá capacidad para verificar que se alcanza el nivel de protección deseado y que se actuará para realizar tareas de mitigación si no fuera así.

Como se sabe, estos dos aspectos son esenciales en el Sistema de Protección radiológica recomendado en la actualidad por la Comisión.

• Se declara que, en estas situaciones, la posibilidad de exposiciones elevadas en caso de sucesos extremos es una consecuencia inevitable de la decisión de usar la estrategia de "concentrar-confinar", frente a la de "diluir-dispersar".

• El documento constata que existen diversos tipos de residuos radiactivos y que se consideran diversos modos de proceder a su evacuación compatibles con el sistema de protección recomendado por la Comisión. Los mismos van desde su evacuación convencional, hasta el uso de formaciones geológicas someras o profundas y aún su evacuación en el espacio exterior o los fondos marinos.

• Se indica que las opciones del tipo de almacenamiento temporal requieren la imposición de servidumbres a las generaciones futuras, cuya viabilidad y aceptabilidad deben debatirse. Lo mismo ocurre si en una solución de carácter definitivo, se incorporan previsiones para que tales generaciones futuras mantengan la opción de actuar (por ejemplo, incorporando la capacidad de recuperar los residuos radiactivos).

• Se describen, de modo conceptual, los elementos que componen en la actualidad las metodologías para

realizar las evaluaciones del impacto radiológico de los sistemas de evacuación de los residuos radiactivos sólidos de vida larga. Se constata la necesidad de contemplar básicamente dos tipos de situaciones de exposición:

- Las debidas a causas naturales, bien sean debidas a la evolución normal del sistema o a la ocurrencia de sucesos de carácter disruptivo para la integridad del sistema.

- Las debidas a la acción humana no intencionada, que se denominan "intrusiones humanas". (Las acciones intencionadas son responsabilidad del intruso y están fuera de consideración).

Recomendaciones actuales de la comisión

- El documento describe, de modo muy resumido, los elementos básicos del sistema de protección recomendado por la Comisión (Ref. 3) y su particularización para su aplicación a la evacuación de residuos radiactivos en general (Ref. 1), cuyos elementos más significativos ya han sido considerados en las páginas precedentes de este artículo. Algunos mensajes adicionales de interés podrían ser:

- La indicación explícita de que el tipo de situaciones a considerar tras el cierre de una instalación de evacuación de residuos radiactivos, corresponde al caso de *exposiciones potenciales*, y la constatación de que las recomendaciones más actuales de la Comisión para las mismas (Ref. 6) reconocen que el largo plazo a considerar introduce complejidad en la evaluación que requiere desarrollos complementarios. La Comisión por tanto entiende, en su Publicación 77 (Ref. 1), que el papel de las exposiciones potenciales en las evaluaciones de riesgo asociado a los radionúclidos de vida larga no está aún claro.

- En tales casos, el modo óptimo de alcanzar el objetivo de protección de-

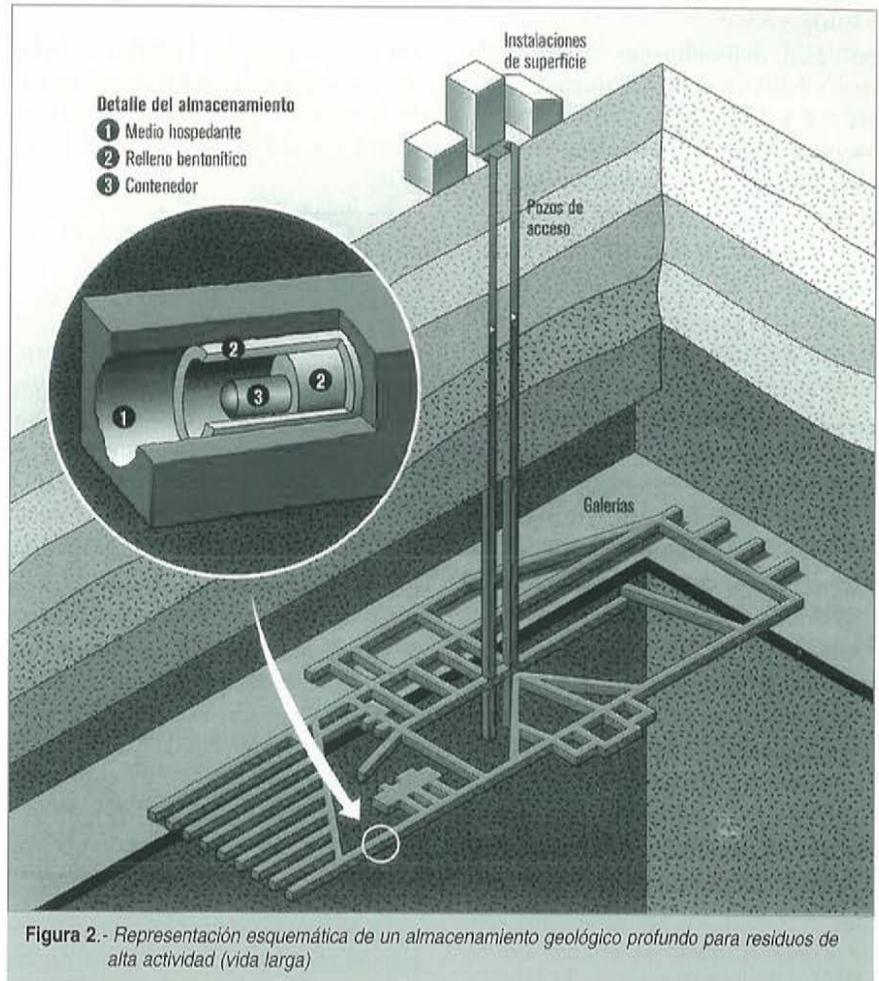


Figura 2.- Representación esquemática de un almacenamiento geológico profundo para residuos de alta actividad (vida larga)

seado es mediante la consideración combinada de la probabilidad de ocurrencia de los procesos que dan lugar a la exposición y de la magnitud de ésta última. Esto es conceptualmente similar a las recomendaciones de la Comisión para el caso de exposiciones potenciales y no sería necesario por tanto, el tratamiento separado de situaciones (normales y probabilistas) que se recomendaba en una publicación previa (Ref. 5)

Aplicación de las recomendaciones a la evacuación

- Se constata que el factor principal es la protección del público en el largo

plazo, lo que plantea inequívocas dificultades a la hora de aplicar el sistema general actual de protección. El modo principal para alcanzar dicha protección es mediante un proceso de optimización, utilizando restricciones de dosis que tengan en cuenta los valores máximos actualmente recomendados de 0,3 mSv por año (o el valor equivalente de riesgo).

• Protección de las generaciones futuras

- El objetivo general debe ser el asegurar a las generaciones futuras, al menos el mismo nivel de protección aplicado hoy. Esto requiere usar las actuales magnitudes y valores (restricción

de dosis), que adquieren el sentido de indicadores en el largo plazo. Adicionalmente, las estimaciones de dosis o de riesgos en tales horizontes temporales, no pueden ser considerados como predicciones de detrimento de la salud y se compararán con los criterios aplicables a modo de "prueba", con el fin de ofrecer indicaciones al decisor sobre la potencial aceptabilidad del sistema de evacuación propuesto, en base al nivel de conocimiento disponible en un momento dado.

- La protección de las generaciones futuras debe lograrse en el proceso de desarrollo e implantación del sistema y primordialmente mediante elementos pasivos que no dependan indebidamente de medidas activas en el futuro. Se reconoce no obstante, que en principio no existe razón alguna que impida la continuidad del control institucional tras el cierre de estas instalaciones y que, de hecho, dicho control puede contribuir significativamente a la protección en el caso de instalaciones "cerca de superficie", incluso puede confiarse en él en aquellos casos en que, si fallara, las consecuencias serían limitadas, como es el caso de los estériles de la minería y de la fabricación de concentrados de uranio aislados en superficie.

• Grupos críticos

- Se mantiene la recomendación de usar este concepto, aunque dicho grupo sólo puede ser definido de modo hipotético, usando modos de vida actuales. Se indica que la definición de dicho grupo debe hacerse de modo combinado con el de la biosfera donde habita, y que cualquier consideración sobre cambios en la biosfera debe limitarse a los debidos a causas naturales.

- La definición del grupo crítico puede hacerse en base a la información disponible del área o la región concreta de interés, o utilizando aproximacio-

nes de tipo genérico basadas en hábitos y condiciones generales existentes en la actualidad. Estas últimas cobrarían mayor protagonismo en el largo plazo.

- Se indica finalmente que la consideración sobre la "homogeneidad" en las costumbres y hábitos dentro del grupo crítico así definido, se desdibujan en el contexto anterior y que asimismo, carece de sentido calcular impactos a personas de diversos grupos de edad, siendo suficiente hacer los cálculos para el caso de adultos.

• Optimización de la protección

- Se confirma que el principio básico a aplicar es el de *optimización*, que debe entenderse como un proceso esencialmente cualitativo y de buen juicio a aplicar durante el desarrollo del sistema y cuyo objetivo esencial es explorar todas las medidas razonables a implantar, para reducir la probabilidad y la magnitud de las exposiciones posibles, a causa tanto de procesos de origen natural, como debidos a la intrusión humana.

- La aplicación de los criterios de protección radiológica es diferente en los dos tipos de situaciones de exposición que se han descrito. Las dosis o los riesgos estimados para el grupo crítico son datos de elevado interés en el proceso de optimización, que en el caso de procesos de origen natural, sirven para ser comparados con los valores de *restricción de dosis* establecidos. Sin embargo, en la consideración sobre la intrusión humana, carece de sentido tal comparación por la imposibilidad manifiesta de hacer predicciones y también porque la intrusión supone la ruptura de las barreras que se han implantado como parte del propio proceso de optimización.

De igual modo y aunque la estimación de la dosis colectiva suele ser un dato de importancia en un proceso de optimización, resulta de muy escasa

utilidad en este caso, aunque la discusión sobre el número de personas potencialmente afectadas y las distribuciones de dosis individuales en el tiempo, pueden ofrecer información adicional de interés al decisor.

- En el caso de las exposiciones a causa de procesos de origen natural, el criterio esencial de protección es la *restricción de dosis* individual, para la que el valor recomendado es $0,3 \text{ mSv por año}$, que corresponde a un valor de riesgo de 10^{-5} por año.

En la evaluación radiológica pueden usarse dos aproximaciones:

a) Integración de probabilidades y de dosis en forma de riesgo. (Agregación)

b) Presentación separada de las probabilidades de las diversas situaciones de exposición asumida y del valor de dosis esperado. (Desagregación)

Con cualquiera de las dos aproximaciones puede lograrse el mismo nivel de protección, aunque el decisor puede recibir mejor información en el segundo caso.

- El modo óptimo de ofrecer protección frente a los sucesos de intrusión humana es dificultando su ocurrencia mediante todas las medidas que sean razonables en las etapas de desarrollo e implantación del sistema. Sin embargo y dado que no es posible impedirlos totalmente, deben definirse una o varias situaciones genéricas de intrusión y evaluar en ellas la capacidad intrínseca del sistema para ofrecer la protección deseada. No obstante, los resultados de estas evaluaciones deben analizarse de forma separada y como se dijo, no resulta aplicable el valor de "restricción" (dosis o riesgo) definido para las situaciones de origen natural.

- La Comisión considera que en aquellos casos en que las situaciones de intrusión humana conduzcan a valores de dosis tales que hicieran necesaria



la intervención en base a los criterios actualmente en vigor (valores del orden de 10 mSv por año), se tomen las medidas razonables necesarias para reducir su probabilidad o limitar sus consecuencias. Este criterio puede ayudar a definir cuándo son factibles soluciones del tipo "cerca de superficie" o cuándo hay que pensar en soluciones "geológicas profundas".

- **Principios de carácter técnico y de gestión**

- Se introducen estos principios básicos para este tipo de sistemas de evacuación. Su aplicación resulta mandatoria durante el proceso de desarrollo e implantación del mismo, en un modo coherente con el nivel inherente de riesgo de los residuos en consideración y con el nivel de incertidumbre residual que se derive de la evaluación radiológica.

- El principio esencial es el de *defensa en profundidad*, heredado del campo de la seguridad nuclear, que exige la implantación de medidas pasivas de seguridad de modo sucesivo, lo que se traduce en el uso del concepto de "múltiples barreras" en este caso concreto. Adicionalmente se definen una serie de criterios de carácter técnico y de gestión, cuyo cumplimiento servirá para incrementar la confianza en la seguridad del sistema:

- Usar buenas prácticas de ingeniería
- Aplicar sistemas de calidad
- Usar personal bien cualificado
- Usar metodologías sólidas para las evaluaciones radiológicas
- Mantener un elevado grado de coordinación entre los resultados de la evaluación y el avance del proceso de desarrollo e implantación del sistema.
- Como complemento de los principios y criterios indicados, se incluye como principio básico de gestión, la generación y mantenimiento de un alto grado de "cultura de seguridad" entre todas las personas y organizaciones implicadas en el proceso.

- **Consistencia con los principios de protección radiológica**

- Los valores de dosis o de riesgo calculados en las evaluaciones radiológicas a largo plazo, deben ser entendidas como *indicadores de seguridad*, que aportan información sobre el nivel de seguridad ofrecido por el sistema y no como previsiones de dosis en sentido estricto. No se ponen límites a la extensión de tiempo que debe considerarse en la evaluación, pero se reconoce que cuanto más larga es, más conveniente resulta el uso de aproximaciones de referencia (stylized) de carácter genérico y mayor será la necesidad de valorar adecuadamente los resultados obtenidos. Será siempre necesario el uso de argumentos y fundamentaciones de carácter cualitativo, junto a los indicadores más cuantitativos que se obtengan en la evaluación.

- El desarrollo y la implantación de un sistema de evacuación de residuos radiactivos sólidos de vida larga puede requerir un largo período de tiempo (hasta varias décadas), con diversos momentos en los que hace falta tomar decisiones para que el proceso avance. A lo largo de este período, el nivel de conocimiento sobre el sistema será creciente y consecuentemente, mayor será la solidez de la evaluación de su potencial de seguridad; esto resulta también conveniente por cuanto que el nivel de compromiso que suponen las diversas decisiones es también creciente, hasta que se llegue a la decisión final sobre el cierre y sellado del sistema.

- Se recomienda usar este modelo de *aproximación por pasos* y se indica que en cada uno, se realice una evaluación de la significación real que tienen las incertidumbres residuales de la evaluación, (que siempre existirán) respecto al nivel de compromiso que implica cada una de las decisiones necesarias, a lo largo del proceso.

- Se reconoce que el juicio sobre la

demostración de cumplimiento con los criterios radiológicos va mucho más lejos que una simple comparación entre los valores calculados de dosis o riesgo en la evaluación y las *restricciones de dosis o de riesgo* definidas. Se introduce el concepto de *confianza razonable* frente al de demostración absoluta, y se ratifica que siempre será necesario utilizar el *criterio propio* para juzgar sobre el cumplimiento, aun cuando este proceso, básicamente cualitativo, debe tener convergencia para llegar a la decisión.

- Se concluye que si se satisface el valor de restricción de dosis para los procesos de origen natural, se han tomado las medidas que se entiendan razonables para reducir la probabilidad de intrusión humana y se han seguido los principios de carácter técnico y de gestión indicados, entonces puede entenderse que se han cumplido los requisitos de protección radiológica.

Resumen y conclusiones sobre la evacuación de residuos de vida larga

- La gestión de los residuos radiactivos debe ser analizada como parte de las actividades que los producen y en el contexto general de la gestión de todos los residuos que produce la Sociedad.

- El gran problema cuando están implicados radionúclidos de vida larga, es que el impacto radiológico puede aparecer en el futuro lejano, en el que existen notables dificultades para estimar dosis o riesgos reales y en el que el propio significado de los límites actuales es dudoso. Adicionalmente, otros dos aspectos esenciales del sistema general de protección plantean dificultades, ya que no puede asumirse que se podrá verificar el nivel de protección ofrecido y que se intervendrá si no se cumple.

- En el caso de la evacuación de residuos radiactivos de vida larga, el factor básico del sistema de protección es la protección del público. Las exposiciones en estos casos deben tratarse como exposiciones potenciales, ya que se originarían a causa de procesos futuros con probabilidades de ocurrencia asociados.

- Un principio básico es que debe asegurarse a las generaciones futuras, el menos el mismo nivel de protección aplicado hoy, lo que supone la utilización de las magnitudes y valores usados hoy (dosis, riesgo, restricciones, etc.) que adquieren el sentido de "indicadores". De igual modo, los cálculos de dosis o riesgo, en grupos críticos adecuadamente definidos, no pueden interpretarse como predicciones del detrimento a la salud, sino también sólo como indicadores del grado de seguridad ofrecido por el sistema.

- La optimización sujeta a restricción es el principio básico del sistema de protección en estos casos. Su aplicación debe hacerse de forma iterativa y progresiva a medida que avanza el proceso de desarrollo e implantación del sistema.

Se deben considerar dos categorías básicas de situaciones de exposición:

- a) Procesos de origen natural
- b) Procesos de intrusión humana (no intencionada)

En el primer caso, la evaluación de las dosis o los riesgos deben ser juzgados frente a los valores de "restricción" definidos (0,3 mSv/año ó 10^{-5} por año). En la evaluación pueden utilizarse dos tipos de aproximaciones: una orientada a evaluar los riesgos, en que se integren (agreguen) las probabilidades de los sucesos y las magnitudes del impacto radiológico, y otra en que se ofrezcan ambas magnitudes de forma separada (desagregada). En principio, puede alcanzarse el mismo nivel de protección con ambas, pero el deci-

sor puede obtener mejor información con la aproximación "desagregada".

En el segundo caso (intrusión), se deben evaluar las consecuencias de una o varias situaciones genéricas (estilizadas) para constatar la capacidad intrínseca del sistema para ofrecer la protección necesaria. En aquellos casos en que la intrusión humana pueda originar situaciones que demandarían intervención, en base a los criterios en vigor hoy, se deben hacer los esfuerzos que sean razonables, para reducir su probabilidad o limitar sus consecuencias (valores de dosis del orden de 10 mSv/año).

- La demostración y el juicio sobre el cumplimiento con los criterios radiológicos va mucho más lejos que una simple comparación de las dosis calculadas con el valor de restricción establecido y siempre se requerirá el uso del criterio propio para juzgar que se ha alcanzado una "confianza razonable", con la atención debida a todos los argumentos de tipo cuantitativo y cualitativo que se puedan ofrecer como soporte de la evaluación.

En este sentido, la aplicación de una serie de principios de carácter técnico y de gestión durante el proceso de desarrollo e implantación del sistema, incrementará la confianza en la seguridad proporcionada por el mismo. Estos principios se basan en los que recomienda la Comisión para el caso de exposiciones potenciales.

- La Comisión opina que si se han tomado las medidas que se entiendan razonables para satisfacer la restricción de dosis o de riesgo para el caso de proceso de origen natural y para reducir la probabilidad o las consecuencias de situaciones de intrusión humana no intencionada, y que se han seguido los principios de carácter técnico y de gestión, entonces se pueden considerar cumplidos los requisitos de protección radiológica.

PROTECCIÓN DEL PÚBLICO EN SITUACIONES DE EXPOSICIÓN PROLONGADA A LA RADIACIÓN

Introducción

- Este nuevo documento trata sobre la aplicación del Sistema de Protección Radiológica de la ICRP a las situaciones de exposiciones prolongadas (o crónicas) a la radiación (Ref. 7). La característica principal de las exposiciones prolongadas es que la tasa anual a la que se produce es más o menos constante y decrece lentamente con el tiempo. Las exposiciones del público de naturaleza temporal no están incluidas en el documento, como así tampoco las exposiciones ocupacionales o médicas. Las mismas son el resultado de actividades deliberadas y no tienen la característica de persistir en el tiempo.

- Se declara que las exposiciones prolongadas son originadas entonces por fuentes de radiación persistentes tales como los rayos cósmicos y los radionucleídos naturales o artificiales de vida larga (incluyendo a su progenie de vida corta). Los radionucleídos están presentes en el medio ambiente humano como componentes naturales permanentes o como radiactividad residual. Esta radiactividad residual puede perdurar después de la finalización de actividades reguladas denominadas "prácticas". Asimismo puede ser el resultado de actividades no reguladas o de sucesos ocurridos en el pasado. La exposición tanto debido a fuentes naturales como a materiales radiactivos residuales existentes, "de facto", en el medio ambiente humano puede ser objeto de acciones protectoras implantadas a través de procesos denominados como de "intervención". Algunas exposiciones prolongadas debidas a fuentes naturales y la mayor parte de las debidas a radiactividad residual pueden ser controlables. Las



exposiciones prolongadas que son esencialmente incontrolables, están generalmente excluidas del alcance de las regulaciones de protección radiológica.

- Las fuentes más relevantes de exposiciones prolongadas incluyen a las fuentes naturales que causan niveles de exposición relativamente altos y que pueden ser objeto de control; a la contaminación residual o debido a la presencia de residuos radiactivos procedentes de la operación y puesta fuera de servicio de las prácticas; o de las actividades que se han efectuado, bien fuera del sistema de control, o bien con requerimientos de protección menos estrictos. También pueden ser originados en accidentes que han producido contaminaciones en el medio ambiente con radionucleidos de vida larga. Los productos de consumo público que contengan sustancias radiactivas pueden causar también exposiciones prolongadas.

Aplicación del actual sistema de protección radiológica

• Aplicación a las Prácticas

El documento describe los principios del Sistema de Protección de la ICRP para cualquier práctica y luego analiza los aspectos peculiares de las exposiciones prolongadas.

- La justificación de una práctica que va a producir exposiciones prolongadas requiere que todos los factores relevantes para el largo plazo sean considerados antes de la adopción de la práctica. Resultan entonces importantes los factores relacionados con los radionucleidos de vida larga que se espera descargar al medio ambiente o que puedan perdurar en el habitat humano después de la finalización de la práctica y desmantelamiento de las instalaciones. Esos factores incluyen a las dosis anuales (prolongadas) adicionales, tanto individuales como colectivas, que

son atribuibles a las descargas y residuos. En relación con cualquier fuente en una práctica justificada que produce exposición prolongada, la optimización de la protección requiere la selección de la opción óptima en las circunstancias sociales y económicas imperantes, teniendo en cuenta los factores relevantes para el largo plazo. La opción óptima puede seleccionarse utilizando las técnicas recomendadas por la Comisión.

- La evaluación de la justificación y optimización puede causar desigualdades entre diferentes individuos, las cuales pueden ser importantes cuando involucran exposiciones prolongadas. Ello es debido a la amplia distribución espacial y temporal de las exposiciones que van a afectar a futuras generaciones.

- Para limitar esas desigualdades deberían aplicarse restricciones a las dosis individuales, tales como *restricciones de dosis* para una práctica, y *límites de dosis* para todas las prácticas que producen las exposiciones prolongadas. La Comisión continúa recomendando que, para permitir la exposición a múltiples fuentes (prolongadas y transitorias), el valor máximo de la restricción de dosis utilizado en la optimización de la protección para una fuente individual debería ser *menor de 1 mSv* y un valor *no mayor de 0.3 mSv* podría ser apropiado. Las autoridades nacionales y las organizaciones internacionales relevantes deberían considerar las situaciones en las que puedan ocurrir combinaciones de exposiciones transitorias y prolongadas, o un incremento en el tiempo de éstas últimas, desde una fuente determinada. En esas situaciones se debería verificar que se han usado metodologías apropiadas, relacionadas con las dosis que produce la fuente, para asegurar el cumplimiento con la restricción de dosis, teniendo en cuenta cualquier combinación razonable e incremento

temporal de las exposiciones. Si para una situación particular esa verificación no es realizable, será prudente requerir que el componente prolongado de la dosis individual de la fuente esté sujeto a una *restricción de 0.1 mSv* en cualquier año durante la vida operacional de la fuente. Sin embargo, para no afectar el proceso de optimización, este asesoramiento debería aplicarse con mucho cuidado y flexibilidad.

• Aplicación a las intervenciones

- El documento pasa revista a los principios del Sistema de Protección para su aplicación a las intervenciones, los cuales están constituidos por la *justificación de la intervención* y la *optimización* de las acciones protectoras. Estos principios deberían aplicarse a cualquier situación de exposición "de facto" que involucre exposiciones prolongadas. La justificación de la intervención requiere un balance positivo de todos los atributos relevantes para el largo plazo. Además de la dosis evitada, tanto individual como colectiva, existen otros atributos, tales como la reducción esperada de la ansiedad causada por la situación y el coste social para implantar las medidas de protección. La evaluación de la justificación debería basarse en consideraciones de protección radiológica, pero su resultado debería utilizarse como uno de los componentes de un proceso amplio de toma de decisiones. El mismo puede incluir otras consideraciones y puede involucrar a los afectados para buscar su consentimiento.

De las diferentes opciones de intervención justificadas, las acciones protectoras óptimas deberían ser seleccionadas siguiendo el enfoque general de la optimización de la protección recomendada por la Comisión, en el contexto de las prácticas. Para algunas situaciones de exposición prolongada, la optimización puede resultar en la restricción de uso de habitats humanos.

Las autoridades nacionales y las organizaciones internacionales relevantes deberían establecer *niveles de referencia específicos* predeterminados tales como *niveles de exención para intervención, niveles de intervención y niveles de acción*, los cuales pueden ser convenientemente expresados en términos de *dosis evitada anual* u otra cantidad subsidiaria. El uso de niveles de referencia predeterminados puede facilitar la toma de decisiones oportunas para las intervenciones y la asignación efectiva de los recursos. Sin embargo un uso inapropiado puede llevar a inconsistencias con los principios de justificación y optimización.

- *Niveles de referencia genéricos para la intervención en situaciones de exposiciones prolongadas*

También en este caso presenta ventajas el uso de *niveles de referencia genéricos* los cuales pueden ser expresados en términos de *dosis anuales existentes (totales)*. Esta dosis se define como la dosis anual persistente que existe en una determinada situación causada por *todas las fuentes de exposición prolongada*.

Estos niveles de referencia son especialmente convenientes, cuando se considera intervenir en algunas situaciones genéricas de exposiciones prolongadas, tales como la presencia de un fondo natural elevado, o con materiales radiactivos residuales originados por actividades o prácticas del pasado.

Estos niveles de referencia, sin embargo, deberían ser usados con extre-

ma precaución. Si alguno de los componentes controlables de la dosis anual existente es claramente dominante, la utilización de los niveles genéricos de referencia no debería impedir la implantación de acciones protectoras específicas para reducir esos componentes dominantes. En consecuencia las acciones protectoras deberían decidirse caso por caso, siguiendo los requerimientos del Sistema de Protección

para las intervenciones. El uso de los niveles genéricos de referencia no debería dejar de lado acciones protectoras entre los varios componentes de la dosis existente. Un nivel bajo de dosis existente no justifica necesariamente que el Sistema de Protección no sea aplicado a alguno de sus componentes y, a la inversa, un alto nivel de dosis existente no necesariamente requiere una intervención. Con estas premisas,

CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR mSv
Exención de prácticas (Criterio para derivar niveles de exención para fuentes, dentro de prácticas justificadas y optimizadas)	Dosis anual adicional (suma de todas las dosis anuales transitorias y prolongadas atribuibles a una fuente dentro de una práctica)	~ 0.01
Restricción de dosis para prácticas (aplicable a la dosis individual originada por una fuente dentro de una práctica. La misma es para ser usada en la optimización de la protección de la fuente)	Dosis anual adicional (Suma de todas las dosis anuales, transitorias y prolongadas, atribuibles a una fuente dentro de una práctica) (para el componente prolongado) (A ser considerado si no se dispone de metodologías para asegurar el cumplimiento de ~0.3 en cualquier situación de combinación de dosis)	< 1 (~0.3) (~0.1)
Límite de dosis para prácticas (aplicable a la dosis individual debida a todas las prácticas)	Dosis anual adicional agregada. (suma de todas las dosis anuales, transitorias y prolongadas, atribuibles a todas las prácticas relevantes)	1
Exención para la intervención en productos de consumo (criterio para derivar niveles de exención para intervención en alimentos, materiales de construcción y otros productos de consumo)	Dosis anual adicional. (dosis anual atribuible a la categoría dominante de productos de consumo)	~1
Niveles de Referencia Genéricos para intervenciones difícilmente justificables (por debajo de los cuales la intervención es opcional pero no es probable sea justificable y que para valores superiores puede ser necesaria)	Dosis anual (total) existente. (suma de todas las dosis anuales prolongadas atribuibles a todas las fuentes de exposición prolongada en una ubicación determinada)	<~10
Niveles de Referencia Genéricos para intervenciones casi siempre justificables (por arriba de los cuales la intervención debería ser considerada casi siempre justificable)	Dosis anual (total) existente. (Suma de todas las dosis anuales prolongadas atribuibles a todas las fuentes de exposición prolongada en una ubicación determinada)	<~100

Tabla 1 : Resumen de las recomendaciones cuantitativas incluidas en el documento sobre exposiciones prolongadas.



se considera que una *dosis existente (total) menor de unos 10 mSv* puede ser generalmente tolerable y puede ser utilizada como un *nivel genérico de intervención*, por debajo del cual no es probable que la intervención sea justificable. Sin embargo, aún por debajo de este nivel, la acción protectora para reducir un componente dominante es opcional y podría ser justificable. Los niveles de acción específicos para componentes particulares pueden ser establecidos sobre la base de fracciones apropiadas del nivel genérico de referencia. Por encima de una dosis anual existente de unos 10 mSv, la intervención puede ser necesaria y debería justificarse caso por caso. En las situaciones en que los umbrales para efectos deterministas para órganos puedan excederse, casi siempre se requerirá intervención. Una *dosis anual del orden de los 100 mSv justificará casi siempre la intervención* y puede usarse como nivel de referencia genérico para establecer medidas protectoras en prácticamente cualquier situación concebible.

La Tabla 1 resume de manera simplificada las recomendaciones cuantitativas indicadas en el documento. En la Figura 3 se esquematizan las recomendaciones sobre niveles genéricos de intervención y su comparación con los niveles de radiación natural.

• *Aplicación de las recomendaciones a situaciones específicas de exposiciones prolongadas*

Radiación natural elevada

- Las características más importantes que deben coincidir son, por un lado, la presencia de altos niveles de radiación natural y, por el otro, que la exposición sea controlable. Un ejemplo es la presencia de niveles elevados de gas radón 222 en las viviendas. La Comisión ha formulado recomendaciones (Ref.8) las cuales continúan siendo válidas y son totalmente aplicables pa-

ra controlar la exposición prolongada al Rn-222 en viviendas. Otra posible fuente de exposición prolongada es la presencia de radionucleidos naturales emisores gamma en los materiales de construcción. La Comisión recomendó que las organizaciones nacionales e internacionales podrían derivar valores de referencia para las concentraciones de actividad de radionucleidos específicos en esos materiales. Para zonas con altos niveles de radiación gamma debido a radionucleidos en los suelos, si ésta es controlable, podrían utilizarse fracciones apropiadas de los niveles de referencia para solucionar los problemas prácticos que se presentan.

• *Materiales radiactivos residuales*

- La presencia de radiactividad residual en el habitat humano, puede ser el resultado del cese y desmantelamiento de una práctica regulada, o debido a otras actividades humanas realizadas en el pasado, así como también originadas en sucesos ocurridos tales como contaminaciones accidentales.

- La restricción de dosis que se recomienda para una práctica, debería ser aplicada prospectivamente a la exposición prolongada debida a la actividad residual que se espera perdure después del cese de la práctica. En principio, puede esperarse que esta restricción de dosis no sea superior a la aplicada para la etapa operacional de la práctica. Sin embargo esto no es necesariamente así. Si la restricción de dosis aplicada a la práctica ha sido muy baja, su mantenimiento para la actividad residual en la fase posterior al desmantelamiento podría introducir restricciones poco razonables.

- Para los materiales residuales radiactivos que provienen de otras actividades humanas o prácticas no reguladas, la adopción de medidas protectoras deberían ser determinadas en cada caso, según los principios de justificación y optimización de esas ac-

ciones en lugar de aplicar restricciones de dosis preseleccionadas. En caso necesario, podrían utilizarse como guía los niveles genéricos para las dosis existentes. Los residuos para los cuales se decide no requerir acciones protectoras, no deberían ser objeto de otras restricciones.

- La intervención posterior a un accidente puede requerir que, en algún momento, deban cesar las acciones protectoras. La forma más simple para esa decisión, es confirmar que la exposición ha disminuido por debajo del nivel de acción que la ha provocado. No obstante, es importante recordar que las acciones protectoras tienen la intención de lograr una sustancial reducción de las dosis que perduran después de un accidente. Por tanto, puede no ser suficiente para mejoras, más bien marginales, que produzcan una reducción de las exposiciones por debajo del nivel de acción. En esos casos el nivel de referencia genérico para la dosis anual existente de 10 mSv puede servir de base para cesar la intervención.

- La presencia de radionucleidos de vida larga en productos de consumo de uso público es una causa latente de exposiciones prolongadas. En los casos en que la presencia de radionucleidos no se deba a una práctica, conceptualmente se debería estar sujeto a la intervención. Sin embargo, debido sobre todo a la globalización de los mercados, los niveles aceptables de radionucleidos en los productos de consumo no pueden establecerse sobre la base del "caso por caso", sino que necesitan una estandarización. Para ese propósito pueden agruparse en tres categorías generales: *alimentos, materiales de construcción y otros productos de consumo*. En una situación con niveles importantes de radionucleidos de vida larga, no es probable que los productos de consumo de las tres categorías sean simultáneamente fuentes de

FONDO NATURAL	DOSIS ANUAL EXISTENTE (mSv)	NIVELES GENÉRICOS DE INTERVENCIÓN
Muy alto	100	Intervención casi siempre justificable
Elevado (típico)	10	Intervención puede ser necesaria Intervención difícilmente justificable
Promedio mundial	2,4	

Figura 3.- Representación esquemática de los valores de los niveles de intervención y su comparación con los niveles de radiación natural

exposición prolongada para cada individuo. Teniendo en cuenta esa presunción y un nivel de referencia genérico de alrededor de 1 mSv para la dosis anual individual que puede esperarse de una categoría dominante de producto de consumo, las organizaciones nacionales e internacionales deberían derivar niveles de exención para intervención para productos de consumo específicos.

- Los productos de consumo producidos en un área afectada por descargas radiactivas producidas por un accidente presentan una situación difícil y excepcional. Si los niveles de actividad son superiores a los producidos en zonas vecinas, pueden producirse problemas de aceptación, especialmente si hay movimiento transfronterizo de los productos. El Codex Alimentarius de la OMS/FAO ha adoptado niveles genéricos de exención para intervención para radionucleidos en alimentos, después de accidentes. Los mismos valores se han adoptado en las Normas internacionales. Esos valores implican, para

los que consuman los alimentos, unas dosis anuales de algunos mSv por año. Desde el punto de vista de la protección radiológica, si las dosis anuales en el área afectada son aceptables, porque la estrategia de intervención ha sido optimizada, la situación fuera del área afectada será también aceptable. Ello es así ya que las dosis individuales en otras partes, debidas al consumo de productos producidos en el área afectada, no serán mayores que en la misma. Si las restricciones a los productos producidos en el área afectada no han sido levantadas, no debería recomenzar la producción de los mismos. A la inversa la producción puede recomenzar si las restricciones han sido levantadas.

• Aspectos importantes en la estimación de exposiciones prolongadas

- Para las recomendaciones del documento se establece que las mismas aplican a la dosis promedio en el grupo crítico. Sin embargo debe hacerse notar que en algunas situaciones pue-

de ser más difícil estimar esa dosis que la dosis a un individuo "máximo" expuesto y que en algunos países esto último puede simplificar la demostración del cumplimiento legal. Deben definirse escenarios para el largo plazo a fin de caracterizar a los individuos expuestos. La cuantificación de las incertidumbres debería ser una parte integral de la estimación de la dosis anuales. Cuando sea posible, las dosis anuales deberían informarse como una distribución de posibles valores. Debería también tenerse presente que la radiactividad residual está normalmente distribuida de manera desigual creando situaciones de exposición heterogéneas. Ello necesita abordarse en cada caso efectuando supuestos realistas sobre las probabilidades de exposición de la población. La evaluación de dosis anuales debería basarse para el supuesto de uso sin restricciones de los productos de consumo afectados.

REFERENCIAS

- (1) "Radiological Protection Policy for the Disposal of Radioactive Waste". ICRP - Publication 77 (1997).
- (2) "L'EVACUATION DES DECHETS RADIOACTIFS: La Politique de Protection de la Commission Internationale de Protection Radiologique" - Jean Claude Nenot -. (IPSN), Revue Generale Nucleaire N°ba 3, (Mai-Jun 1998).
- (3) "1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection". ICRP Publication 60 (1991)
- (4) "Radiation Protection Recommendations as applied to the Disposal of Long lived Solid Radioactive Waste" ICRP Publication in press (1999).
- (5) "Radiation Protection Principles for the Disposal of Solid Radioactive Wastes" ICRP - Publication 46 (1985)
- (6) "Protection from Potential Exposure: A conceptual Framework" ICRP - Publication 64 (1993).
- (7) "Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure" ICRP - Publication in press (1999)
- (8) "Protection against Radon-222 at Home and at Work" ICRP - Publication 65 (1993).



La Radiación Gamma Natural en España

José Ángel Fernández Amigot
ENUSA
Enrique Suárez Mahou
CSN

RESUMEN

Durante la década de los años 80 principalmente a raíz del accidente de Chernobyl, la Unión Europea y la Agencia Internacional de Energía Atómica promovieron la elaboración de atlas dosimétricos nacionales para estimar la exposición a las distintas fuentes radiactivas de origen natural.

Siguiendo estas directrices, en España se inició el desarrollo del Proyecto Marna, que en una primera fase se basó en los resultados obtenidos durante treinta años de vigencia del Plan Nacional de Exploración e Investigación del Uranio (PNEIU) y que en fases posteriores se ha ampliado con más de 300.000 nuevas mediciones radiométricas en distintas regiones del territorio peninsular.

Este proyecto adquiere actualmente un interés relevante, con motivo de la transposición a la reglamentación nacional de la Directiva 96/29 de EURATOM sobre normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos de las radiaciones ionizantes.

Concretamente, en el Título VII de dicha Directiva, se trata de establecer un marco regulador para la exposición de las personas a las fuentes naturales de radiación. En este sentido, los resultados obtenidos en el Proyecto Marna son una referencia primaria para llevar a cabo las investigaciones que se requieren en la citada Directiva con objeto de estimar la exposición de las personas en las zonas de mayor relevancia radiológica.

SUMMARY

During the 80's, mainly after the Chernobyl accident, the European Union and the International Atomic Energy Agency promoted dosimetric national maps to estimate the exposure to natural radioactive sources.

Following these guidelines, the MARNIA Project was initiated in Spain. At the first step the work was based on the data gathered along thirty years of developing the Uranium Exploration and Investigation National Plan (PNEIU), on further steps these data were increased with more than 300.000 new radiometric measurements carry out in different areas of the peninsular territory.

Nowadays, this project acquired special interest with the transposition to the national regulation of the EURATOM Council Directive 96/29 relative to the Basic Safety Standards for the Health Protection of the General Public and Workers against the Dangers of Ionizing Radiation. Particularly the Title VII of the Directive tries to establish a regulatory frame in order to estimate the exposure to natural radiation sources. In this sense, the database generated with the MARNIA Project is a basic reference to carry on investigations to evaluate the exposure of population in areas of high natural radiation.

Introducción

El proyecto Marna es un proyecto de I+D que evalúa la tasa de exposición a la radiación gamma natural referida a un metro de altura sobre el nivel del suelo. Se desarrolla, desde 1991, según un acuerdo entre el Consejo de Seguridad Nuclear y la Empresa Nacional del Uranio en el que han colaborado la Universidad de Extremadura, la Universidad Politécnica de Extremadura y la Universidad de Salamanca. Actualmente colaboran la Xunta de Galicia¹ y la Universidad de Vigo en cuanto a Galicia se refiere en un proyecto específico que se ha denominado Marna-Galicia. El Instituto Tecnológico y Geominero de España

colabora en la zona de Huelva. Está prevista la colaboración de otras Universidades.

El interés de este proyecto es comparable al que tienen otros mapas de investigación básica, como el mapa geológico, el mapa de peligrosidad sísmica, el mapa de suelos, el mapa tectónico, etcétera; es decir es un documento de partida para realizar otro tipo de investigaciones que permite, a través del conocimiento de los niveles de radiación gamma de fondo, la determinación de dosis de radiación natural asociadas y sus posibles efectos para la salud.

En una primera fase se obtuvo información sobre una superficie de 130.000 kilómetros cuadrados en las

comunidades de Extremadura y Castilla-León. En una segunda fase se incrementó la extensión de la cobertura radiométrica en 90.000 km cuadrados adicionales. Concluida esta segunda fase se amplió en 160.000 km cuadrados la extensión de cobertura a escala 1/200.000 sobre nuevas áreas no incluidas anteriormente. Esta tercera fase, que cubre el periodo 1997-2000, se denominó Proyecto Marna 3. A la conclusión del Proyecto Marna 3 existirá información detallada sobre una extensión de 380.000 km cuadrados del territorio peninsular.

Este proyecto se realiza siguiendo recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica y de la Comisión de las Comunidades Europeas que promueven la ejecución de un proyecto de investigación relativo a la elaboración de un Atlas de Radiación Natural de Europa.

La Radiación Natural Ambiental

De todas las fuentes de radiación a las que están sometidos los seres vivos, la más importante es la radiación natural. En la tabla 1 se indica la dosis equivalente efectiva anual procedente de fuentes de radiación natural en áreas de fondo "normal".

Las fuentes de radiación externas a los organismos vivos se deben por una parte a la existencia de emisiones externas a la propia tierra en que vivimos, denominadas con el nombre general de *radiación cósmica*, y por otra a emisiones específicamente terrestres debidas a la presencia de los *elementos radiactivos naturales* antes citados que se encuentran en las rocas, suelo,

FUENTE	Dosis equivalente efectiva anual (milisievert)			
	Irradiación externa	Irradiación interna	Total	% del total
Radiación cósmica				
- componente ionizante	0.30	-	0.30	12.3
- Componente neutrónica	0.055	-	0.055	2.0
Núclidos cosmogénicos	-	0.015	0.015	6.1
Núclidos primordiales				
- Potasio-40	0.150	0.18	0.33	13.5
- Rubidio-87	-	0.006	0.006	
- Serie del U-238.				
* U-238 a U-234		0.005		
* Torio 230		0.007		
* Radio 226		0.007		
* Radón 222 a Polonio 214		1.1		
* Plomo 210 a Polonio 210		0.12		
Total serie del Uranio 238	0.010	1.24	1.34	57.0
- Torio. Serie del Th-232				
* Torio 232		0.003		
* Radio 228 a Radio 224		0.013		
* Radón 220 a Talio 208		0.160		
Total serie del Torio 232	0.16	0.18	0.34	13.95
Total (redondeado)	0.82	1.616	2.436	100.0%

Tabla 1. Estimación de la dosis efectiva equivalente anual procedente de fuentes de radiación natural en áreas de fondo "normal"².

¹En la financiación del Proyecto Marna y Marna-Galicia participan el Consejo de Seguridad Nuclear, la Xunta de Galicia y ENUSA.

²UNSCEAR-1998



Núclido	Dosis $\mu\text{Sv/año}$	Periodo de semidesintegración	Origen	Tipo de radiación	Actividad natural
Carbono-14	12	5730 años	Interacciones $^{14}\text{N}(n,p)$	beta	0.22Bq/g en materia orgánica
Tritio	0.01	12.3 años	Interacciones con N y O por espalación	Beta	0.032 pCi/kg ($1.2 \times 10^{-3}\text{ Bq/kg}$)
Berilio-7	3.0	53.28 años	Interacciones con N y O		0.27 pCi/kg (0.01 Bq/kg)
Sodio-22	0.2	2.6 años	Interacciones con Argon por espalación	beta y gamma	

Tabla 2. Radionúclidos cosmogénicos más significativos

agua, aire, seres vivos y alimentos. Además existe una tercera fuente debida a los *radionúclidos cosmogénicos* producidos por la interacción de la radiación cósmica con átomos presentes en la atmósfera. Las características de los más significativos se han incluido en la tabla 2.

La radiación emitida por las rocas se debe principalmente a la presencia de uranio y sus descendientes, de torio y sus descendientes y potasio natural. Existen también otros elementos radiactivos naturales que suponen una contribución insignificante a las dosis recibidas.

La radiación terrestre ha existido siempre, si bien hoy en día la actividad media de la corteza terrestre es unas cuatro veces menor que hace 4.500 millones de años. En la figura 1 se ha representado³ la actividad media total de la corteza terrestre y la debida al Uranio-238 y su serie de desintegración, al Torio-232 y su serie de desintegración y al potasio-40.

Como puede apreciarse en la tabla 1 dentro de la serie de desintegración del uranio 238 el radón, emisor alfa, es

el radionúclido que más contribuye a la dosis por irradiación interna, ya que se absorbe por inhalación durante la respiración y porque sus productos de desintegración se ionizan fácilmente y se fijan a las partículas de polvo atmosférico cargadas electrostáticamente y a los tejidos internos. También se fija a los minerales de la arcilla que existen en el suelo.

El radón-222 tiene un periodo de 3,83 días y escapa del suelo. Puede concentrarse en el aire fijándose en el polvo y aerosoles. La concentración de radón varía según las condiciones atmosféricas y sigue las leyes de difu-

sión de los gases. Las concentraciones máximas se han medido en condiciones de inversión atmosférica. Su contenido oscila entre máximos, que suelen medirse a primeras horas del día, y mínimos que se miden hacia el mediodía y comienzo de la tarde. La lluvia disminuye el contenido de radón del aire.

Los contenidos mayores de radón se encuentran en determinadas rocas graníticas y en metamórficas con alto grado de metamorfismo como p.e: neises, rocas metamórficas derivadas de sedimentos calizos, arcillas negras, rocas fosfatadas y rocas sedimentarias

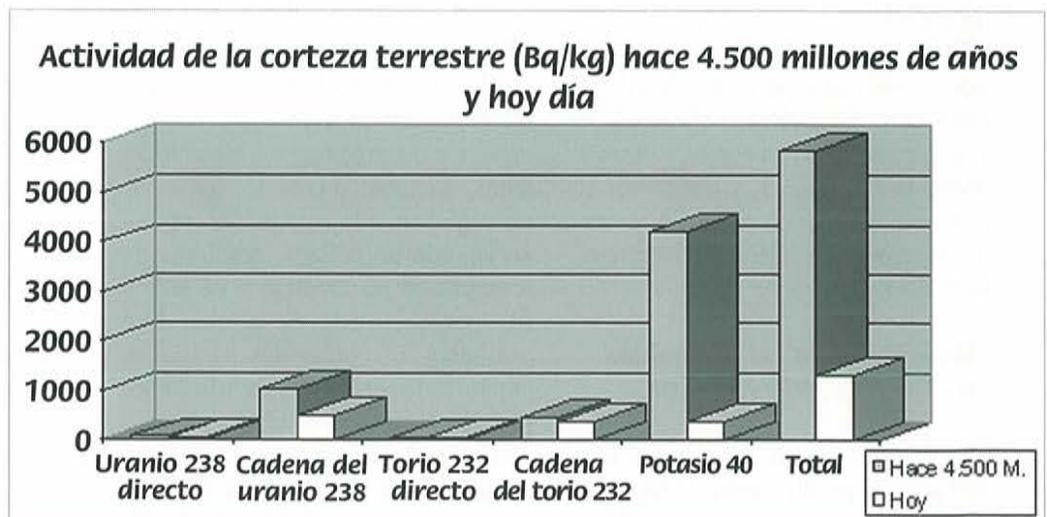


Figura 1. Actividad de la corteza terrestre

³F. Cogné. Principales donnés chiffrées. L'énergie nucléaire dans notre environnement radioactif. Revue generale nucleaire. 1993.nº2

Rocas	Potasio %	$\mu\text{R/h}$	torio ppm	$\mu\text{R/h}$	uranio ppm	$\mu\text{R/h}$	Total $\mu\text{R/h}$
Basálticas							
-valor medio	0.8	1.2	4.0	1.2	1.0	0.6	3.0
-rango	0.2-2.0	0.3-3.0	0.5-10	0.1-3.0	0.2-4	0.0-2.4	0.5-8.5
Graníticas							
-valor medio	3.0	4.5	12	3.6	3.0	1.9	10.0
-rango	2.0-6.0	3-9	1.0-25	0.3-7.7	1.0-7.0	0.6-4.5	4.0-21
Arcillosas							
-valor medio	2.7	4.1	12.0	3.6	3.7	2.3	10.0
-rango	1.6-4.2	2.5-6.4	8.0-18.0	2.4-5.4	1.5-5.5	1-3.5	6-15
Areniscas							
-valor medio	1.1	1.7	1.7	0.5	0.5	0.3	2.5
-rango	0.7-3.8	1-5.8	0.7-2	0.2-0.6	0.2-0.6	0.1-0.3	1.0-7.0
Carbonatadas							
-valor medio	0.3	0.4	1.7	0.5	2.2	1.3	2.2
-rango	0.0-2.0	0.0-3.0	0.1-7	0.0-2.1	0.1-9.0	0-5.5	0-10

Tabla 3. Tasa de exposición debida a rocas ígneas y sedimentarias^a
ppm=partes por millón, $\mu\text{R/h}$ = microrentgen/ hora.

derivadas de otras con mayor contenido en uranio y radio-226.

Casos especiales de rocas que pueden presentar un potencial moderado a alto de emisión de radón se encuentran en determinadas rocas calizas, que pueden presentar mayor contenido en Uranio debido a la presencia de materia orgánica o fosfatos

El Proyecto Marna dispone de equipos móviles que permiten identificar entre otros radioisótopos el radio-226 y el bismuto 214, antecesor y descendiente del radón-222, y determinar el potencial de emisión de radón teniendo en cuenta las diferentes características del suelo y roca.

Relación entre los contenidos de Uranio, Torio y Potasio

En general, en las rocas existe una correlación positiva entre contenidos de uranio, torio y potasio, de tal for-

ma que cuando aumenta el contenido de uno de ellos también aumenta el de los otros dos. Son oxífilos y de radio iónico relativamente grande. Siguen una evolución paralela en las etapas de diferenciación geológica, concentrándose al aumentar el contenido en sílice en la rocas ígneas. También se alcanzan contenidos elevados en rocas metamórficas de alto grado de metamorfismo, rocas metamórficas derivadas de rocas calizas, arcillas y pizarras negras, rocas fosfatadas, areniscas arcósicas con materia orgánica. Los valores mínimos se encuentran en calizas, areniscas de composición no arcósica y en las rocas ígneas básicas. En la tabla 3 se presentan los contenidos medios en uranio, torio y potasio y la tasa de exposición correspondiente.

En cuanto a la contribución a la tasa de exposición de cada uno de estos tres elementos, una concentración del

1% de potasio produce una tasa de exposición de 1,505 $\mu\text{R/h}$, mientras que 1 ppm de Torio da lugar a 0,310 $\mu\text{R/h}$, y por último 1 ppm de Uranio a 0,625 $\mu\text{R/h}$. Es decir:

Tasa de exposición ($\mu\text{R/h}$) = 1,505 .x % de potasio + 0,287 x ppm Torio + 0,653 x ppm Uranio^d

Variaciones en la Radiactividad Natural Terrestre

La tasa de exposición a la radiación gamma natural puede variar de acuerdo con la presencia o ausencia de factores que atenúan o incrementan el nivel de radiación gamma. Entre los primeros los más importantes son la humedad del suelo y la presencia de nieve. Entre los segundos el más importante corresponde a las variaciones del contenido de gas radón en el aire.

En cuanto a la *humedad del suelo*, puede estimarse para la radiación procedente del torio y del potasio, que un aumento de la humedad del suelo de un 30 % produce un decrecimiento del nivel de radiación gamma de un 30 %. En el caso del uranio, que como promedio contribuye solamente con un 10 a 20% del nivel de radiación total, el problema es más complejo por la influencia del radón presente en el suelo y sus condiciones de liberación al aire.

La *nieve* actúa siempre como una pantalla que atenúa la radiación emitida por el suelo. Sin embargo esa atenuación no es proporcional al espesor de la nieve sino a la densidad de la misma o su contenido en agua. A efectos prácticos, en un granito con una cubierta de nieve equivalente a un espesor de 8 cm de agua el nivel de radiación

^aIAEA-Tecdoc-566. The use of Gamma Ray Data to Define the Natural Radiation Environment. Vienna 1990.

^dAdaptado de Adams J.A.S. y Colbs, Physics and Chemistry of the Earth, Pergamon Press.

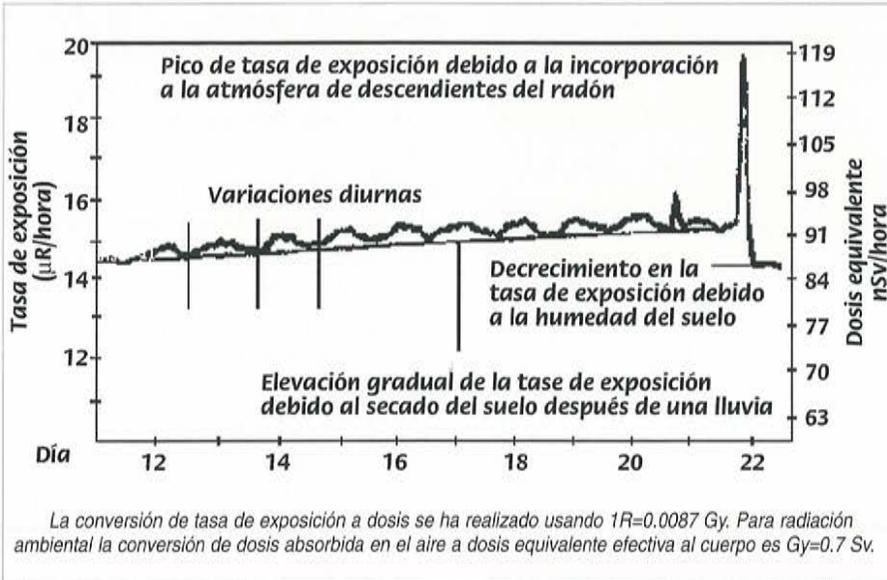


Figura 2. Típicas variaciones observadas a corto plazo en la tasa de exposición. Tomado de NUREG 1501. USNRC. 1995.

gamma se reduce a un 50%. Un espesor de 50 centímetros de nieve ligera o poco densa reduce a un 50 % el nivel de radiación. Esto mismo se alcanza con solo 15 cm de nieve densa.

El contenido de radón en el aire, es uno de los factores que unido al contenido en torón, pueden incrementar el nivel de radiación ambiental.

En la figura 2 se presenta un gráfico con las variaciones típicas, a corto plazo, de la tasa de exposición⁶. En ella se observan las variaciones diurnas, las variaciones graduales de la tasa de exposición debidas al secado del suelo después de una lluvia y el aumento del contenido de radioisótopos procedentes del radón inmediatamente después de una lluvia.

Datos y Equipos del Proyecto MARNA

Los datos del Proyecto Marna proceden de medidas aéreas y medidas te-

restres obtenidas en sucesivos planes de exploración de uranio, y medidas terrestres realizadas en diversas campañas dentro del Proyecto Marna.

Las medidas aéreas proceden de:

* Vuelos radiométricos sin discriminación de energía, realizados por la JEN (1968 a 1977).

* Vuelos radiométricos con espectrómetros multicanales contratados por la JEN (1979 a 1981).

Las medidas terrestres comprenden antiguos datos procedentes de las campañas de prospección regional y general, que se realizaban en mallas comprendidas entre 200 y 1000 m, y prospección detallada realizada según mallas comprendidas entre los 200 m y los 5m, y en algunos casos menores. Las medidas corresponden a tasa de exposición y están expresados en microrentgen/hora, y en otros casos en cuentas/segundo.

Nuevas medidas realizadas en el Proyecto Marna. Ha sido necesario re-

alitzar nuevas medidas durante la ejecución del Proyecto Marna, las cuales han sido utilizadas para: a) el establecimiento de correlaciones entre medidas de radiometría terrestre obtenidos por diferentes equipos; b) el establecimiento de correlaciones entre medidas aéreas y terrestres; c) el establecimiento de correlaciones entre radiometría y geología y d) cubrir zonas donde no existía una base apropiada de datos. Para establecer las correlaciones se ha utilizado el rango de variación del fondo geológico que cubre aproximadamente un intervalo comprendido entre 3 y 50 µR/h. Los coeficientes de correlación en todos los casos fueron superiores a 0.960.

Las nuevas medidas de tasa de exposición (varios cientos de miles) realizadas durante el desarrollo del Proyecto Marna han sido obtenidas con los escintilómetros de contaje total SPP2 de Saphimo SRAT (digitalizado por ENUSA) y ES3 S de la Junta de Energía Nuclear. Las medidas espectrométricas han sido obtenidas con el espectrómetro EXPLORANIUM Gr-130 de 256 canales. Cada uno de estos equipos está conectado a un ordenador portátil en el que se registra automáticamente, mediante un G.P.S, la posición geográfica que se refiere a coordenadas UTM correspondientes al huso 30.

La tecnología y software desarrollada por ENUSA permite obtener en el momento las isolíneas de distribución de los niveles de tasa de exposición o dosis correspondientes a los itinerarios realizados ad hoc. Es posible identificar las fuentes causantes de una anomalía ya que el espectrómetro portátil dispone de una librería que permite identificar de forma inmediata americio-241, cesio-137, cobalto-60, potasio-40,

⁶NUREG-1501. USNRC. 1994

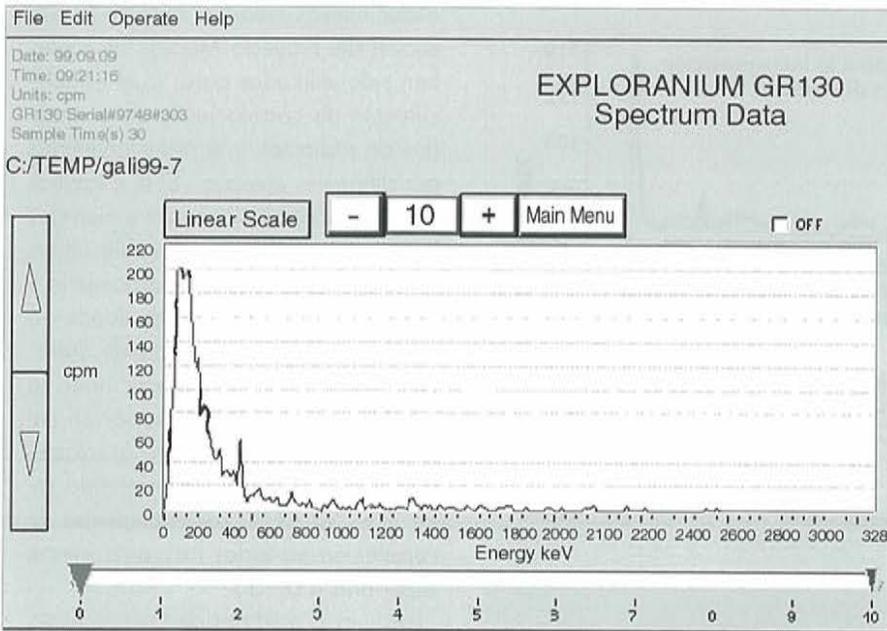


Figura 3. Espectro de una caliza .

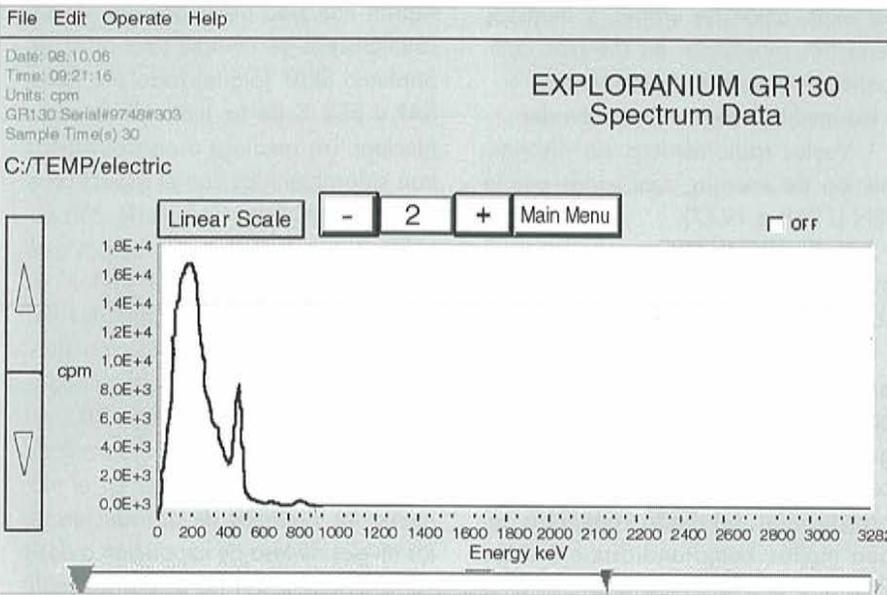


Figura 4. Espectro del yodo 131.

que estaban sometidos a tratamiento con radiaciones, identificándose el radioisótopo correspondiente. Las figuras 3, 4 y 5 muestran tres tipos de espectros obtenidos con el espectrómetro portátil del Proyecto Marna.

Las antiguas y nuevas medidas de tasa de exposición obtenidas en el campo durante el desarrollo del Proyecto Marna están incluidas en ficheros en los que figura la tasa de exposición en microrentgen/hora y las coordenadas UTM correspondientes referidas al huso 30. Hasta el momento el número de nuevas medidas supera las 300.000.

Resultados y Aplicaciones del Proyecto MARNA

El mapa de tasa de exposición a escala 1/1.000.000

Los datos de partida para obtener este mapa a escala 1/1.000.000 (mapa 1), fueron 182.812 que fueron utilizados para generar una malla aproximada de 7x5 km de la España peninsular correspondientes a diferentes densidades de datos que dependen de la cobertura disponible. A las celdas (16.744) de la citada malla se han calculado mediante krikeage, los valores medios ($\mu\text{R/h}$) correspondientes a los valores de su zona de influencia. En las zonas carentes de cobertura radiométrica adecuada se asignaron valores teniendo en cuenta la geología de la zona, la radiometría de formaciones geológicas similares y las medidas específicas realizadas durante la ejecución del proyecto para establecer las correlaciones entre geología y radiometría. Todos ellos figuran en una base de datos adicional.

Los valores asignados a las 16.744 celdas antes indicadas presentan una

iridio-192, radio-226 y torio-232. El sistema permite identificar además talio-201, gadolinio-67, indio-111, Xenon-133, cadmio-109, cromo-51, manganeso-54, bario-133, yodo-131,

etc. Para apreciar la sensibilidad de los equipos basta señalar que durante pruebas efectuadas con los equipos instalados en un automóvil fueron detectados incluso pacientes ambulatorios

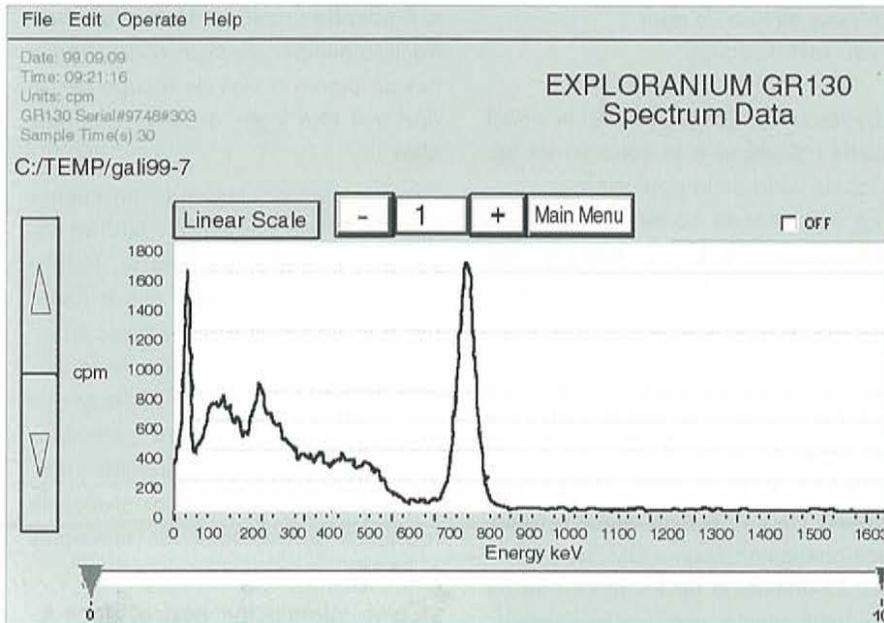


Figura 5. Espectro del cesio-137.

media de 8.7 $\mu\text{R/h}$, una distribución log-normal, una mediana de 7.75 $\mu\text{R/h}$ y una desviación standard de 3.96.

En la tabla 4 se han ordenado los valores medios de tasa de exposición gamma natural correspondientes a cada una de las provincias de la España peninsular.

Como puede apreciarse, los niveles medios de radiación más bajos se presentan en las provincias de Murcia, Castellón, Valencia, Alicante y Albacete, mientras que los más altos corresponden a las provincias de Ávila, Orense, Lugo, Cáceres y Madrid.

Los mapas de tasa de exposición a escala 1/200.000

Para la elaboración de los mapas a escala 1/200.000 se han utilizado todos los datos correspondientes a la cobertura del Proyecto MARNA, individualizándose la información radiométrica unitaria referente a cada ho-

ja 1/50.000 del mapa geográfico nacional en ficheros DBASE.

Se ha utilizado en el control de datos y en la elaboración de los mapas el programa GOLDEN SURFER y metodología propia puesta a punto por el Departamento de Informática de la Universidad de Extremadura. Se han realizado controles de calidad numéricos que se han combinado con otros gráficos. De esta forma Extremadura ha quedado representada por unos 48.000 datos de tasa de exposición y Castilla-León por unos 70.000 datos, que corresponden aproximadamente a una cobertura radiométrica de un dato por km cuadrado.

A partir de los datos extraídos se han reproducido las isóneas originales sobre cada hoja de vuelo para asegurar la calidad de los datos.

Mediante un programa se han reducido todos los datos a una base de datos única, unificando coordenadas

Provincia	media (mR/h)
1 Murcia	4.56
2 Castellón	4.85
3 Valencia	4.93
4 Alicante	4.94
5 Albacete	5.30
6 Cádiz	5.40
7 Tarragona	5.96
8 Almería	6.09
9 Cuenca	6.27
10 Cantabria	6.57
11 Teruel	6.67
12 Soria	6.72
13 Burgos	6.79
14 Granada	6.79
15 Palencia	6.81
16 Sevilla	6.83
17 Guadalajara	6.90
18 Álava	6.91
19 Barcelona	7.08
20 Málaga	7,20
21 Rioja, La	7.29
22 Zaragoza	7.38
23 Huelva	7.49
24 Navarra	7.76
25 Huesca	7.81
26 Ciudad Real	7.87
27 Jaén	7.94
28 Lérida	7.95
29 Vizcaya	8.32
30 León	8.94
31 Córdoba	9.09
32 Valladolid	9.11
33 Gerona	9.28
34 Zamora	9.82
35 Asturias	9.95
36 Segovia	10.20
37 Badajoz	10.44
38 Guipúzcoa	10.64
39 Coruña, La	10.95
40 Salamanca	12.31
41 Toledo	12.44
42 Madrid	12.74
43 Cáceres	13.00
44 Lugo	13.61
45 Orense	14.37
46 Avila	15.12
47 Pontevedra	17.06

Tabla 4. Radiometría media correspondiente a diferentes provincias agrupadas según valores crecientes.

de diferente naturaleza, refiriéndolas a coordenadas UTM del huso 30 y traduciendo los valores de tasa de exposición en cps a $\mu\text{R}/\text{h}$.

La elaboración de planos se llevó a cabo con la colaboración de profesores de Informática de la Escuela Universitaria Politécnica de Cáceres y en la representatividad de los datos han colaborado profesores de Física de la Facultad de Veterinaria de Cáceres y de la E.U.P.C.

Mapas de tasa de dosis absorbida en aire

Para la transformación del mapa de tasa de exposición obtenido en el Proyecto Marna a mapa de dosis absorbida en aire no se ha hecho más que recordar que la energía de 0.0087 julios depositada por la radiación electromagnética en un kilogramo de aire en condiciones normales es equivalente a un Roentgen, y que un Gray es equivalente a la cesión de energía de un Julio/kg, así se tendrá:

Conversión de exposición a dosis en aire: $1\text{R} = 0,0087\text{ Gy}$.

Es decir, para expresarlo en las unidades más frecuentemente utilizadas, $1\mu\text{R}/\text{h} = 8,7\text{ nGy}/\text{h}$.

Este factor de conversión también se utiliza en el NUREG 1501 de la USNRC (1994) que se aplica a medidas de radiación ambiental.

El mapa 2 se ha realizado a partir de los valores medios de tasa de exposición asignados a las 16.744 celdas de que consta el mapa 1/1.000.000. En el mapa de dosis absorbida en aire se han representado aquellas zonas con tasa de dosis superior a 30 nGy/h

Mapas de tasa de dosis equivalente anual.

La tasa de dosis equivalente anual puede calcularse si se conocen los hábitos de vida de la población.

En este sentido se ha elaborado el mapa 3 a partir de los valores medios de dosis absorbida en aire asignados a las 16.744 celdas de que consta el mapa 1/1.000.000.

El paso a dosis equivalente efectiva al cuerpo humano se ha realizado aplicando el factor de conversión considerado en el NUREG 1501 de la USNRC (1994), que se refiere a radiación ambiental: $1\text{Gy} = 0,7\text{ Sv}$.

En la obtención de los mapas se ha tenido en cuenta una hipótesis simplificada, que está lejos de ser la más frecuente que se pueda presentar. Se ha estimado la dosis al cuerpo entero procedente de la radiación gamma que pudiera recibirse en una zona suponiendo una exposición al aire libre durante todo el año, sin ningún tipo de protección. Esta hipótesis puede cambiarse fácilmente y adaptarse a la que cada experto considere, y recalcular los valores utilizando la base de datos del proyecto.

Estimación del potencial de emisión de radón.

Rocas con elevado contenido de radón se presentan en granitos, que a veces pueden llegar a tener más de 20 ppm de uranio, en arcillas y pizarras negras, que pueden contener más de 200 ppm de U, y en arcillas y areniscas fosfatadas con promedios de 150 ppm. En las calizas no se presentan concentraciones superiores en general

a 3 ppm de uranio, pero sus zonas de fractura pueden albergar concentraciones de uranio o vías de escape de radón que den lugar a contenidos más altos.

En la práctica, teniendo en cuenta que existe una correlación positiva entre los contenidos de potasio, torio y uranio en la naturaleza, puede considerarse que los contenidos bajos en radón se presentan en zonas de fondos bajos inferiores a los $10\mu\text{R}/\text{h}$, y que la posibilidad de encontrar contenidos moderados aumenta en granitos y neises leucocráticos cuando los niveles de radiación gamma total son superiores a $14\mu\text{R}/\text{h}$.

Como información básica⁷ debe tenerse en cuenta que una parte por millón de uranio equivale a 0,33 pCi /g (12,21 Bq/kg) de radio-226 en equilibrio con el uranio natural, y que el flujo de emisión de radón depende además del factor de emanación, de la humedad, densidad, peso específico y porosidad del suelo o de la roca. Habitualmente el bajo potencial de emisión de radón de un área se asocia a contenidos de Uranio inferiores a 2 ppm de uranio equivalente. Por encima de 9 ppm de uranio el potencial de emisión de radón puede ser alto⁸.

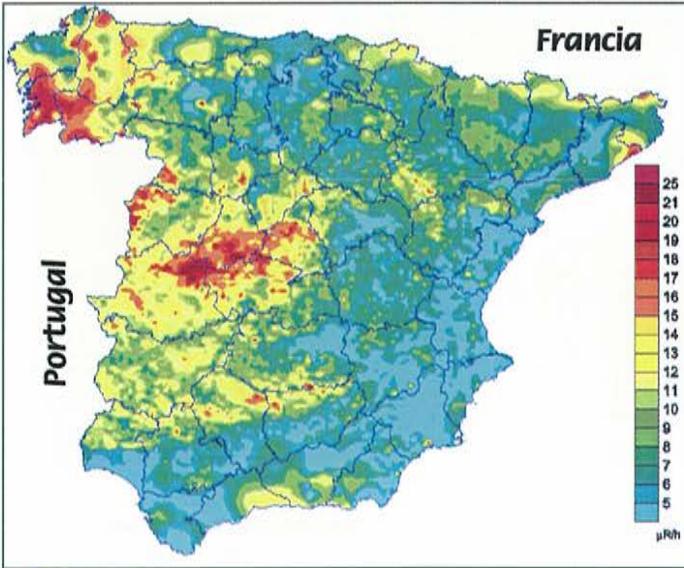
En la elaboración del mapa 4 de estimación del potencial de emisión solamente se ha tenido en cuenta el nivel de tasa de exposición total.

Utilización de los resultados del Proyecto MARNA

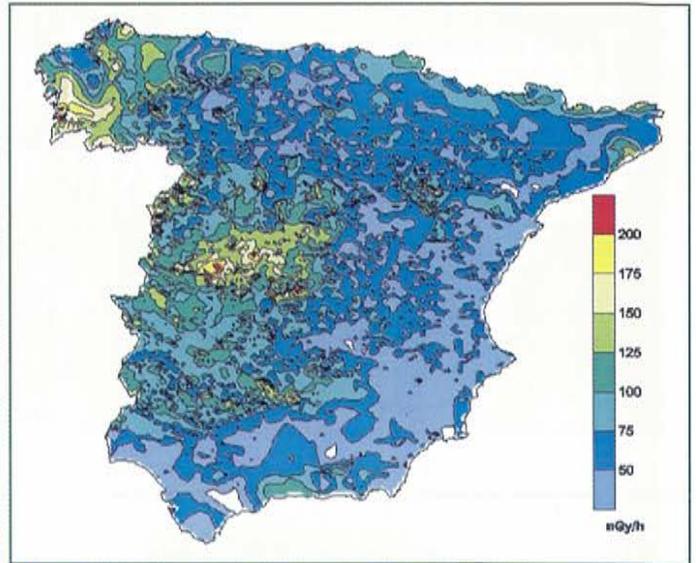
Los resultados del Proyecto Marna se utilizan para:

⁷USEPA. 520/1-87-20 Radon Reference Manual. September 1987

⁸R.T. Peake. Radon and Geology in the United States. Radiation Protection Dosimetry. Proceedings of the Fourth International Symposium on the Natural Radiation Environment. Lisbon 1987. CONF 871208. Vol 24. 1988.

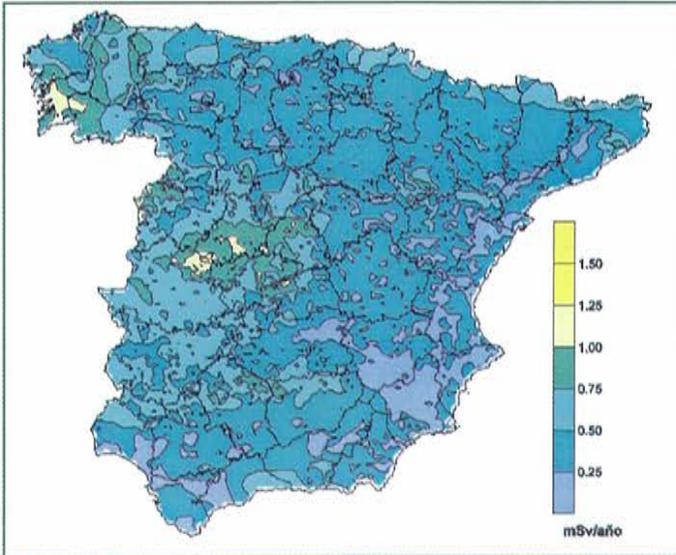


Mapa 1. Mapa de tasa de exposición. Escala original 1:1.000.000



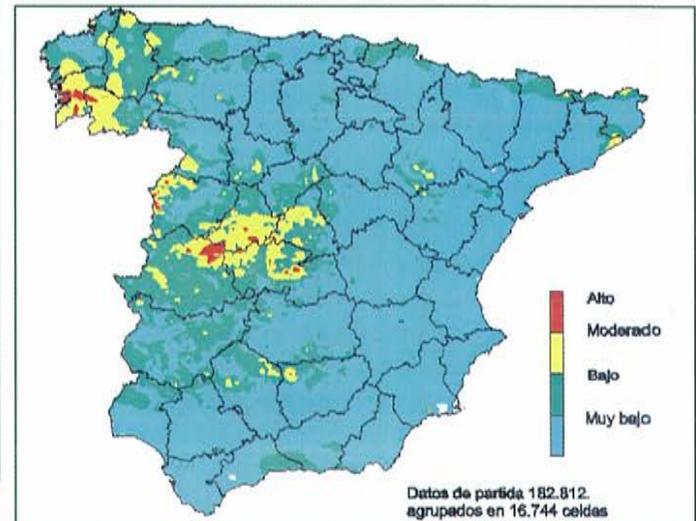
Mapa 2. Tasa de dosis absorbida en aire nGy/h.

La conversión de tasa de exposición a dosis se ha realizado utilizando $1R= 0,0087$ Gy valor recomendado para radiación ambiental en el NUREG-1501 (USNRC 1994).



Mapa 3. Tasa de dosis equivalente mSv/año.

La conversión de tasa de exposición a dosis se ha realizado utilizando $1R= 0,0087$ Gy valor recomendado para radiación ambiental en el NUREG-1501 (USNRC 1994).



Mapa 4. Potencial de emisión de radón

- Estudios epidemiológicos para investigar los efectos de bajas dosis de radiación recibidas durante un largo tiempo en si mismos o en relación con otros factores.

- Evaluación y control de incrementos de la radiación de fondo debida a

causas naturales o no naturales.

- Optimización de la selección del emplazamiento adecuado para equipos de medida de la radiación.

- Asociado con hábitos de vida de la población para estimar las tasas de dosis absorbida y dosis equivalente.

- Asociado con información geológica y meteorológica para estimar el potencial de emisión de radón en un terreno.

- Identificación y caracterización de áreas de especial interés.

Tratamiento de Radiodermatitis agudas con secreción de *Cryptomphalus Aspersa*

E. Ledo, M.E. de las Heras, A. Ledo.

Servicio de Dermatología, Hospital Ramón y Cajal.
Universidad de Alcalá de Henares, Madrid.

RESUMEN

Se presenta un estudio clínico de 100 pacientes diagnosticados de radiodermatitis aguda, que recibieron tratamiento con secreción de *Cryptomphalus Aspersa* (n=50) o su excipiente (n=50) durante tres meses. Se efectuaron evaluaciones a la semana, al mes, a los dos, tres y seis meses de iniciado el tratamiento. En el grupo tratado con secreción de *Cryptomphalus Aspersa* se observó mejoría clínica estadísticamente significativa del eritema, prurito y quemazón; tanto a la semana, como al mes del tratamiento.

Estos resultados abren una puerta en el futuro tratamiento de las radiodermatitis agudas, constituyendo la secreción de *Cryptomphalus Aspersa* una alternativa terapéutica para un elevado grupo de pacientes diagnosticados de tumores malignos que precisan radioterapia, con resultados especialmente buenos en radiodermatitis de mama y cuello.

SUMMARY

A clinical study with 100 patients with acute radiodermatitis is presented. They received treatment with *Cryptomphalus Aspersa* secretion (n=50) or its excipient (n=50) for three months. They were evaluated after first week, and at one, two, three and six months after initiation of therapy. In the group treated with *Cryptomphalus Aspersa*, a statistically significant clinical improvement in erythema, itching and burning pain was noted, both at first week and one month after starting therapy.

These results open a new way in the future treatment of acute radiodermatitis. *Cryptomphalus Aspersa* is an alternative therapy for many patients diagnosed of malignant tumors which require radiotherapy, with specially good results in breast and neck radiodermatitis.

Introducción

La dermatitis por radiación se desarrolla tras un periodo de latencia de 6 a 12 días, pudiendo presentar diversos grados en función de la presencia de eritema, edema, ampollas y/o necrosis cutánea. La máxima intensidad de las lesiones se produce a las 2-3 semanas (1). No existe un tratamiento es-

tandarizado ni específico para las radiodermatitis y, aunque su incidencia ha disminuido con los instrumentos de megavoltaje, pueden, sin embargo, influir en el programa terapéutico y alterar la calidad de vida de los pacientes (2). El tratamiento habitual consiste en el empleo de emolientes y/o corticoides tópicos (3,4).

Existe un molusco, denominado

Cryptomphalus Aspersa, extraordinariamente conservado a lo largo del proceso evolutivo, que sometido a distintos tipos de estrés o alarma biológica (rememoración de una situación evolutiva antecedente) genera una secreción específica a la que se llama secreción de *Cryptomphalus Aspersa* (SCA). Esta SCA presenta un doble mecanismo de acción: por un lado, la



actividad colagenasa frente a colágeno tipo IV facilitaría la remodelación de la membrana basal de la piel (ya que el colágeno desnaturalizado es más susceptible a la acción de la colagenasa) y, por otro, la actividad estimuladora de la proliferación de fibroblastos facilitaría la presencia de maquinarias bioquímicas que reconstituyen la piel (5). Recientemente se han identificado propiedades antioxidantes de esta sustancia, debido a su actividad glutation-S-transferasa y superóxido dismutasa (6).

Por este motivo, se planteó el tratamiento local de las radiodermitis agudas con SCA (en forma de crema-gel) (7).

Material y Métodos

Estudio abierto controlado: secreción de *Cryptomphalus Aspersa* (Endocare®, gelcrem biorepar, Industrial Farmacéutica Cantabria) frente a su excipiente.

Se incluyeron 100 pacientes (edad media 59.09 ± 12.81 , 63 mujeres y 37 varones) diagnosticados de radiodermitis aguda que se encontraban en tratamiento con radioterapia de megavoltaje, 1.3 MeV (fuente de alta energía

de Cobalto-60) o que habían finalizado el tratamiento en el mes anterior. La dosis total media recibida por los pacientes fue de 5219.23 ± 57.85 cGy y la duración media del tratamiento fue de 6 semanas.

La distribución por fototipos de los sujetos incluidos en el estudio fue: III (65%), II (24%) y IV (11%).

El 61% se hallaban diagnosticados de carcinoma de mama, y el 39% restante presentaba otros diagnósticos (Tabla 1).

Los pacientes se aplicaron Endocare, gelcrem (n=50) o su excipiente (n=50) una vez al día, por la noche, durante tres meses. Ambos grupos fueron homogéneos en cuanto a edad, sexo, fototipo y dosis total recibida.

Se efectuó valoración clínica y fotográfica de los pacientes en el Servicio de Dermatología del Hospital Ramón y Cajal, basalmente, a la semana, al mes, a los dos meses y a los tres meses de iniciado el tratamiento. Posteriormente se efectuó un control a los tres meses de haber finalizado el tratamiento. Los parámetros clínicos incluyeron: eritema, descamación, pigmenta-

ción, prurito y quemazón, graduados según la siguiente escala:

- 0: *ausente*
- 1: *leve*
- 2: *moderado*
- 3: *severo*
- 4: *muy severo*

En el estudio estadístico descriptivo se calculó la media, desviación estándar y frecuencia (porcentajes). Para el estudio comparativo se efectuó análisis univariante mediante test de Mantel-Haenszel chi-cuadrado.

Se analizó la relación del tratamiento con Endocare/excipientes con el eritema, la descamación, la pigmentación, el prurito y la quemazón.

Asimismo para buscar un posible efecto del tratamiento sobre los signos y síntomas clínicos en relación con la dosis basal (cGy), se consideraron 5 grupos: 1000-2000, 2000-3000, 3000-4000, 4000-5000, 5000-6000.

Otros parámetros introducidos en el análisis fueron: la dosis total recibida y la asociación o no de quimioterapia durante el tratamiento.

La asociación o no de quimioterapia se analizó de dos formas:

1. Relación entre quimioterapia y signos y síntomas clínicos teniendo en cuenta los dos grupos de tratamiento.

2. Efecto de Endocare®, gelcrem sobre los síntomas y signos clínicos teniendo en cuenta si recibieron o no quimioterapia.

Resultados

El estudio clínico demostró mejoría clínica estadísticamente significativa en el grupo de 50 pacientes tratados con Endocare® gelcrem frente al grupo de 50 pacientes que recibió su excipiente, en los siguientes parámetros (gráficas 1,2 y 3):

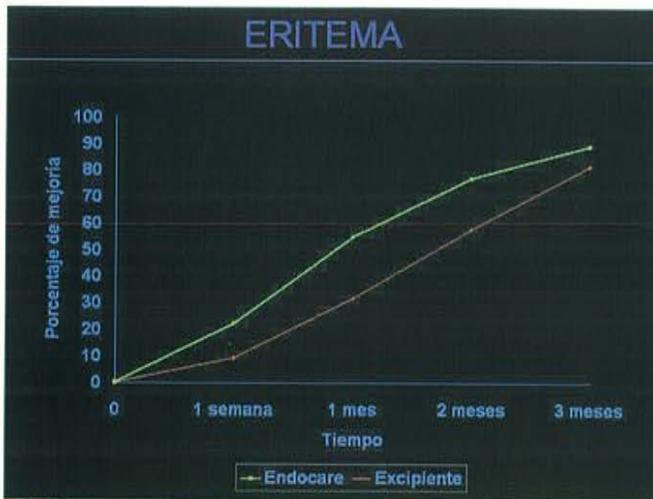
TABLA 1. DIAGNOSTICOS

Carcinoma de mama 61% (n=61)

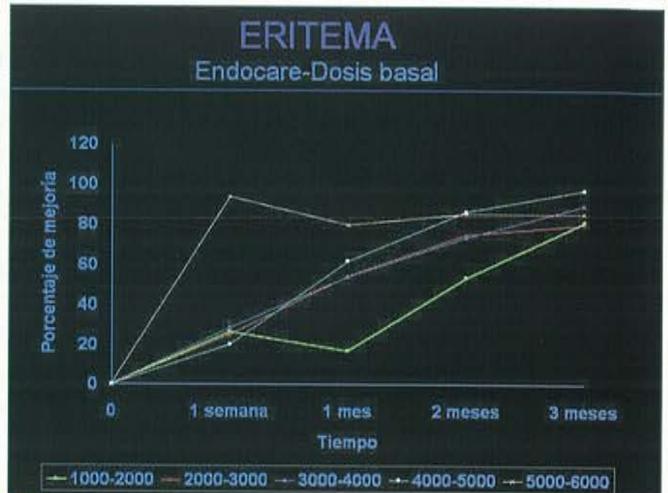
Carcinomas en región cervical 24.6% (n=13)

- Cavum (n=1)
- Laringe (n=1)
- Nasofaringe (n=1)
- Lengua (n=3)
- Maxilar (n=1)
- Suelo de boca (n=1)
- Metástasis cervical de tumor de origen desconocido (n=3)
- Orofaringe (n=1)
- Parótida (n=1)

Otros tumores 22,4% (n=17)



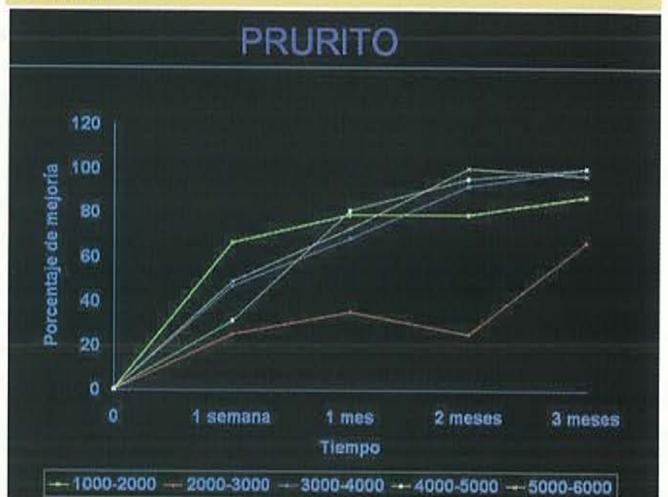
Gráfica 1



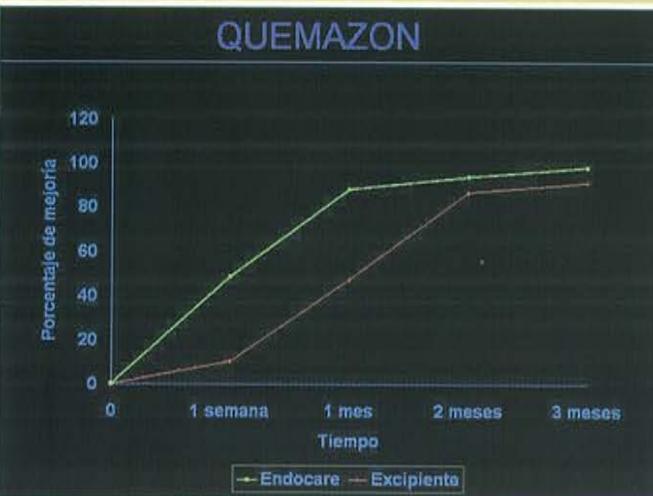
Gráfica 4



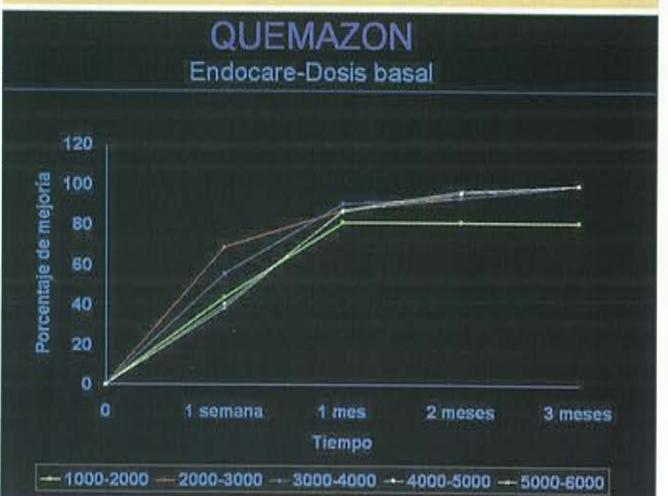
Gráfica 2



Gráfica 5



Gráfica 3



Gráfica 6



Figuras 1-3. Radiodermatitis de mama (basal). Mejoría a la semana y al mes.



Figuras 4-6. Radiodermatitis axial (basal). Mejoría a la semana y al mes.



Figuras 7-9. Radiodermatitis muslo(basal). Mejoría a la semana y al mes.

- **ERITEMA:**
 22,16% (p=0.009) a la semana,
 54,78% (p=0,016) al mes
 y 77,12% (p=0,016) a los dos meses

- **PRURITO:**
 42,88% (p=0.004) a la semana y
 66,4% (p=0.013) al mes

- **QUEMAZON:**
 48,48% (p=0.001) a la semana y
 87,87% (p=0.001) al mes

La mejoría de estos tres parámetros fue significativa a la semana y al mes de iniciado el tratamiento (Figuras 1-9). Los resultados obtenidos a los 3 meses del tratamiento con Endocare® gel-crem se mantuvieron a los tres meses de finalizado el mismo, mejorando progresivamente la pigmentación en todos los casos.

Por otra parte, en cuanto al efecto del Endocare en relación con la dosis basal de radioterapia al comienzo del tratamiento, el porcentaje de mejoría del eritema fue mayor con dosis basales de radioterapia superiores a 5000 cGy (gráficas 4). El prurito y la quemazón mejoraron a la semana y al mes independientemente de la dosis basal al inicio (gráficas 5 y 6). Sin embargo, el estudio estadístico no fue factible debido al tamaño de muestra de cada grupo.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en cada grupo de tratamiento en relación con la dosis total de radioterapia recibida.

La quimioterapia no influyó de forma significativa sobre los signos y síntomas clínicos de la radiodermatitis. Tampoco se encontraron diferencias en la respuesta al tratamiento con Endocare en los pacientes que recibieron quimioterapia.

Ninguno de los pacientes incluidos en el estudio experimentó reacciones adversas durante el protocolo de tratamiento con Endocare® y/o excipiente.

Discusión

Este estudio muestra que la mejoría clínica de la radiodermatitis aguda con la secreción de *Cryptomphalus Aspersa* es más notable respecto a los signos y síntomas que mayor desazón provocan en los pacientes que reciben radioterapia:

eritema, prurito y quemazón o quemor.

Los mejores resultados con Endocare® gel-crem son estadísticamente significativos a la semana y al primer mes de tratamiento con radioterapia para los tres parámetros señalados, y en el caso del eritema se observan también diferencias al 2º mes de aplicación del Endocare®. La respuesta coincide con el grupo de pacientes que se aplicaron excipiente al ir mejorando progresivamente el cuadro de radiodermatitis aguda (3º mes de tratamiento).

Habitualmente, no se utiliza ninguna crema, pomada, ungüento, gel o espuma en los protocolos de radioterapia por los posibles efectos secundarios en cuanto a mayor penetración de la radiación. Por el contrario, no se ha visto ninguna alteración en este sentido, ni en el grupo tratado con Endocare® ni en el grupo excipiente. Esto plantearía la posibilidad de que sean los excipientes los responsables de estas alteraciones.

En este estudio, se observa que la mejoría del prurito y quemazón es independiente de la dosis basal de radioterapia al comienzo del tratamiento, aunque el eritema experimenta un mayor porcentaje de mejoría al partir de una dosis basal de 5000 rads.

Por otra parte, el empleo concomitante de quimioterapia no influyó en el grado de radiodermatitis ni en la respuesta terapéutica a Endocare® (8).

Estos resultados abren una puerta en el futuro tratamiento de la radiodermatitis aguda, que precisará de estudios clínicos más controlados. *La secreción de Cryptomphalus Aspersa constituye una alternativa terapéutica para un elevado grupo de pacientes diagnosticados de tumores malignos que precisan ra-*

dioterapia, con resultados especialmente buenos en radiodermatitis de mama y cuello.

Bibliografía

- (1). M.F. Spittle . Radiotherapy and reactions to ionizing radiation. En: Rook, Wilkinson, Ebling. Textbook of Dermatology, vol 4. Champion, Burton, Ebling Eds, 5ª ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications: 3085-3091.
- (2). Dini D, Macchia R, Gozza A, et al. Management of acute radiodermatitis. Pharmacological or nonpharmacological remedies? *Cancer Nurs* 1993; 16(5): 366-370.
- (3). Enfermedades de la piel debidas a causas físicas y químicas. En: Braun- Falco, Plewig, Wolff, Winkelmann. *Dermatología* (ed esp). Barcelona, Springer Verlag Ibérica, 1995: 376-412.
- (4). C Guillén, R Botella, O Sanmartín. Radiodermatitis En: Manual de enfermedades de la piel. Janssen Pharmaceutica, ed. Egraf SA, 1995: 357-359.
- (5). A. Brieva, A. Guerrero, JP Pivel. Un adaptógeno natural para la piel. *Dermatología y Cosmética* 1998 (1); 31-37.
- (6). A. Brieva, A. Guerrero, JP Pivel. Propiedades antioxidantes de una secreción de molusco (SCA): un producto protector cutáneo (abstract). XXII Congreso Nacional de la Sociedad Española de Farmacología. Valencia, 14-17 de Septiembre de 1999.
- (7). ME de las Heras, E Ledo, A Ledo. Tratamiento de radiodermatitis con secreción de *Cryptomphalus aspersa* (Endocare crema-gel). X Reunión del Grupo Español de Cosmética y Terapéutica Dermatológica. Madrid, 13 y 14 de Noviembre de 1998.
- (8). R. Abad. Protocolo de radiodermatitis experimentales mediante una hiperdosis única de radiación. *Dermatol Cosmet* 1999; 9(2): 33-35.
- (9). R. Abad. Tratamiento de radiodermatitis experimentales (hiperdosis única de radiación) mediante un complejo glucoproteico mucopolisacárido regenerativo. *Dermatol Cosmet* 1999; 9(2):53-57.
- (10). WS Susser, MD Diane, L Whitaker-Worth, et al. Mucocutaneous reactions to chemotherapy. *J Am Acad Dermatol* 199; 40:367-98.

NOTICIAS

de

ESPAÑA

Informe científico del Congreso Internacional "Conferece on Mathematics and Computation, Reactor Physics and Environmental Analysis in Nuclear Applications"

Organizado por el Instituto de Fusión Nuclear y el Departamento de Ingeniería Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid, se celebró del 27 al 30 de septiembre en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid, el Congreso Internacional sobre "Matemáticas y Computación, Física de Reactores y Análisis Medioambiental en Aplicaciones Nucleares". Esta ha sido la última edición de una serie de Congresos especializados patrocinados por la división de Matemáticas y Computación de la Sociedad Nuclear Americana y que se realizan cada dos años desde 1965. Se presentaron 214 ponencias, algunas de ellas invitadas por los patrocinadores, que fueron publicadas en dos volúmenes y en CD-ROM. El programa técnico ha estado organizado en una sesión plenaria, 27 sesiones técnicas orales, una sesión general interactiva y una sesión general poster. La sesión de apertura contó con la presencia de destacadas personalidades la Universidad (Rector, Directores de Escuelas y Departamentos), del sector nuclear (ENRESA, ENUSA, IBERDROLA), del organismo oficial regulador (CSN) y de investigación nuclear (CIEMAT). Intervinieron D. Luis Echávarri, Director General de la NEA/OCDE y D. Rafael Caro, Consejero del Consejo de Seguridad Nuclear; y se entregaron unas placas de honor a dos científicos fallecidos (Dr. Pomraning y Dr. Devoght) y a dos retirados (Dr. Pérez Belles y Dr. Benoist).

El Congreso contó con 271 partici-

pantes de los cuales, 15 han sido estudiantes becados, 6 estudiantes con tarifa reducida, 20 han sido participantes invitados y 6 procedentes de países con dificultades económicas que han solicitado una tarifa reducida.

Acuerdo del Congreso de Ministros sobre Información Radiológica al Público

El Boletín Oficial del Estado del viernes 22 de octubre de 1999 publica el "Acuerdo relativo a la información del público sobre medidas de protección sanitaria aplicables y sobre el comportamiento a seguir en caso de emergencia radiológica".

Este acuerdo modifica el del 21 de mayo de 1993, respecto a la ampliación de los destinatarios de la información, e incluye otros aspectos para su correcta adaptación. En consecuencia, los destinatarios de la información no serán únicamente los que puedan verse afectados en caso de emergencia radiológica, sino todos aquellos grupos de población para los que se adopte un plan de actuación en previsión de casos de emergencia radiológica.

De acuerdo con el Consejo de Seguridad Nuclear, el objeto de la disposición definirá las medidas y procedimientos de información para la población reforzando de esta manera la protección sanitaria. Por otro lado, serán definidas las expresiones que detallan los términos referidos a la radiactividad y a las personas afectadas, así como los responsables de informar a la población en caso de emergencia radiológica, a las personas integrantes de los servicios de intervención y a la Unión Europea y sus Estados Miembros.

Todos los datos legales y las consignas que se complementan en la publicación del Boletín Oficial del Estado serán

completadas en función del tiempo disponible con un recordatorio de las nociones básicas sobre la radiactividad y sus efectos en el ser humano y el medio ambiente.

V Plan de Residuos Radiactivos

El Consejo de Ministros ha aprobado el V Plan General de Residuos Radiactivos por el se que pospone hasta después del año 2010 cualquier decisión respecto a la gestión final del combustible gastado y de los residuos de alta actividad. El Plan pone de manifiesto que España cuenta con una notable capacidad científica y tecnológica para llevar a cabo la gestión de los residuos radiactivos disponiendo de todos los medios necesarios para cubrir las etapas que afectan a los de baja y media actividad. En este sentido, el nuevo Plan no prevé ninguna actuación respecto a las instalaciones de El Cabril, que seguirán funcionando de acuerdo al calendario establecido anteriormente.

Acuerdo de Colaboración entre HML (Human Monitoring Laboratory) del Ministerio de Sanidad de Canadá y el CIEMAT de España, dentro del campo de la Dosimetría Interna

Se ha establecido formalmente una cooperación científica y de relaciones interinstitucionales con el propósito de colaborar en la Investigación y Desarrollo de Proyectos dentro del campo de la Física de la Salud en general y de la Dosimetría Interna en particular, para desarrollar técnicas avanzadas en la determinación de contaminaciones internas y nuevas tecnologías en la evaluación de las Actividades incorporadas y de las Dosis resultantes en casos de contaminación interna.

Para regular oficialmente la realización efectiva de la cooperación científica, los directores de ambas instituciones han firmado un Memorandum de Colaboración en el que se establece la

participación en proyectos selectivos de investigación conjunta en el campo general de la Física Médica y de la Salud, y otras áreas afines como la Dosimetría Interna, Modelos Metabólicos Biocinéticos o medidas In-Vivo mediante Contador de Radiactividad Corporal. Este acuerdo permitirá a científicos de ambas instituciones visitar los laboratorios implicados, dirigir seminarios, workshops, reuniones o cursos especiales de corta duración. Así mismo se producirá un intercambio de información y se compartirán los resultados de la investigación llevada a cabo bajo este Memorandum de Colaboración, de acuerdo con los principios de confidencialidad acordados por cada parte, cumpliéndose uno de los objetivos finales de esta colaboración que es ampliar la experiencia científica de ambas partes.

La participación de cada laboratorio está sujeta a la disponibilidad de los fondos y a las prioridades de los planes de trabajo. Los costes asociados a la colaboración serán negociados previamente al comienzo de cada proyecto dentro del alcance del Memorandum firmado. La colaboración en trabajos de investigación cuando entren en juego seres humanos, tejidos humanos o registros médicos estará sometida a una revisión satisfactoria de los aspectos éticos de la investigación.

Cada parte será responsable del cumplimiento y mantenimiento de las condiciones adecuadas de seguridad y que garanticen la salud de los Trabajadores Profesionalmente Expuestos de la otra parte en sus desplazamientos. Los trabajadores a su vez se comprometerán a obedecer las directivas en seguridad, salud y protección radiológica ocupacional establecidas en los lugares de trabajo de la otra parte mientras se encuentren en sus emplazamientos.

Congreso Internacional de Bioelectromagnetismo Ciencia, Medicina y Progreso

Bajo la presidencia de honor de la Infanta Doña Elena, se ha celebrado los días 11 y 12 de noviembre, el Congreso Internacional de Bioelectro-

magnetismo ciencia, medicina y progreso, donde además se conmemoraba el décimo aniversario de la creación del Instituto de Bioelectromagnetismo "Alonso de Santa Cruz" entidad organizadora del mismo.

Las sesiones del congreso se desarrollaron en las instalaciones de la escuela politécnica de Alcalá, y fueron inauguradas por el Excmo. Sr. Consejero de Sanidad y servicios sociales de la Comunidad de Madrid D. José Ignacio Echániz, dirigiendo a los asistentes un discurso introductorio donde destacó la importancia de las investigaciones en el campo del bioelectromagnetismo y la necesidad de apoyar a los centros de investigación que se ocupan de ellas. El profesor Dr. José Luis Bardasano como presidente del mismo inauguró las sesiones científicas.

Durante las dos jornadas que duró el congreso se defendieron 62 ponencias de las diferentes áreas de conocimiento que se relacionan con el bioelectromagnetismo, desde la investigación básica hasta la investigación clínica aplicada a través de las últimas técnicas de investigación, algunas aún inexistentes en nuestro país, que aplican los campos magnéticos en el diagnóstico y tratamiento de multitud de patologías.

La presencia de profesores invitados de Universidades y centros de investigación de todo el mundo, fue quizás el factor más relevante de este encuentro. Hasta la fecha no se habían reunido en España un número tan alto de investigadores sobre este campo ni con la categoría profesional que atesoraban. Entre ellos hay que destacar al Profesor Jürgen Vieth de la Universidad de Erlangen (Alemania) uno de los fundadores de la investigación en Magnetoencefalografía que se ha jubilado este año tras una larga vida dedicada a la investigación en el ámbito de la neurociencias. El profesor Vieth fue agasajado por el congreso con motivo de su jubilación realizándose una semblanza de su vida a cargo del Dr. Ceferino Maestu, director de la unidad de Magnetoencefalografía de la Universidad de Alcalá. Otros importantes profesores invitados fueron Lüder Deecke director del Instituto de topografía funcional cerebral de la universidad

de Viena, Paul Matthews director del centro de resonancia funcional del Radcliffe Infirmary de la Universidad de Oxford en el Reino Unido, y la doctora Claudia Tesche de la Universidad de Helsinki en Finlandia estos investigadores presentaron sus trabajos en el ámbito de aplicación de los campos magnéticos en el diagnóstico.

Las ponencias en investigación básica congregaron en este congreso también a destacados participantes llegados de fuera de nuestro país como el Doctor Daniel Cardinali de la Universidad de Buenos Aires una de las mayores autoridades mundiales en cronobiología y glándula pineal, A. Geim importante investigador sobre los estudios básicos de biomagnetismo en animales, así como los doctores Dubost y Bellosi de la universidad francesa de París.

Pero no sólo fue importante la presencia de investigadores extranjeros también los trabajos desarrollados en nuestro país demostraron que el bioelectromagnetismo es un sector en alza, las nuevas tecnologías y la aparición de infinidad de fuentes generadoras de campo, hacen que la preocupación social sobre los efectos de esta radiación muevan a producir un amplio abanico de nuevos descubrimientos. Se realizó un homenaje a la Profesora Dra. María Dolores Catalá una de las más importantes investigadoras en este campo recientemente fallecida, y al Doctor José Luis Ramos Jacome por una larga vida dedicada a la investigación en este campo, estos homenajes fueron glosados por los doctores D. José de la Hoz y Fabra y Dr. F. Martínez Soriano.

Para clausurar estas jornadas se llevó a cabo una mesa redonda sobre los efectos de estos campos sobre la salud, con la presencia del fiscal de medio ambiente D. Emilio Valerio, la diputada en el parlamento Dña. Dolores García Hierro representantes de las asociaciones de vecinos etc. Las conclusiones más importantes son la necesidad de establecer medidas tanto legislativas como de control donde el principio de precaución se establezca hasta que las investigaciones no ofrezcan resultados concluyentes sobre los efectos de los campos

electromagnéticos sobre los organismos vivos.

El congreso fue clausurado por Dr. José Luis Viejo presidente de la AEBP (Asociación Española de Bioelectromagnetismo y Glándula Pineal).

Firma de un protocolo sobre vigilancia radiológica de los materiales metálicos

El día 2 de noviembre de 1999 se firmó el Protocolo de colaboración sobre vigilancia radiológica de los materiales metálicos.

El Protocolo es un compromiso de carácter voluntario suscrito entre el Ministerio de Industria y Energía (MINER), el Ministerio de Fomento, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S. A. (ENRESA), la Federación Española de Recuperación (FER), y la Asociación de Empresas Siderúrgicas (UNESID), que tiene por objeto establecer un sistema nacional para prevenir los riesgos que se derivan de la presencia de material radiactivo en la chatarra y en los productos resultantes de su procesado.

El Protocolo forma parte de un sistema nacional de mayor alcance que se compone de unas bases legales, el propio Protocolo y una serie de documentos necesarios para su puesta en práctica, la instalación de equipos de vigilancia radiológica específicos y la mejora de otros de propósito general que ya existían, el desarrollo de planes de formación y divulgación radiológica entre los profesionales de los sectores involucrados, y la mejora del sistema nacional de respuesta a emergencias radiológicas.

El origen directo del Protocolo son las actuaciones derivadas del suceso ocurrido en ACERINOX el día 30 de mayo de 1998, tras el cual, el MINER y el CSN activaron dos líneas de trabajo que tenían por objetivo:

- Recuperar las instalaciones afectadas.

- Desarrollar medidas preventivas para evitar sucesos similares en el futuro.

Con anterioridad al suceso de ACERI-

NOX, existía en España una preocupación general sobre este asunto, que no se había concretado en ninguna actuación sistemática, aunque algunas acerías habían instalado sistemas de detección en sus entradas, y el CSN había iniciado una campaña divulgativa para informar a los trabajadores de los sectores de la recuperación y la fundición de metales sobre los riesgos derivados de la presencia de material radiactivo en la chatarra.

Las medidas preventivas, que constituyen la base del sistema nacional establecido para reducir los riesgos que entraña la presencia de material radiactivo en la chatarra, se estructuran en cuatro actuaciones:

- Regulación de la vigilancia y el control radiológicos de la chatarra.

- Instalación y mejora de los sistemas de vigilancia radiológica.

- Implantación de programas de formación y divulgación radiológica.

- Mejora de los planes de respuesta a emergencias radiológicas.

Nada más conocerse el suceso ocurrido en ACERINOX, los grupos parlamentarios Popular, Socialista y de Izquierda Unida del Congreso, instaron al Gobierno para que desarrollara una regulación específica del control radiológico de la chatarra. En respuesta a estas iniciativas parlamentarias se inició un proceso de estudio de la situación nacional, internacional y de la práctica de otros países, que se ha concretado en las acciones que se describen a continuación.

El estudio de la situación internacional concluyó que ningún organismo internacional había establecido una normativa aplicable a la vigilancia y al control radiológico de la chatarra. No obstante,

- La CE, a través del Grupo de Expertos del Artículo 31 del Tratado EURATOM, había publicado unas recomendaciones sobre niveles de desclasificación para materiales metálicos procedentes del desmantelamiento de instalaciones nucleares.

- El OIEA ha publicado unas recomendaciones provisionales sobre niveles genéricos de desclasificación aplicables a materiales sólidos y una Guía de Seguridad para la prevención del tráfico ilícito de materiales radiactivos.

También se constató que en ningún país existe regulación específica sobre esta materia, con la excepción de Italia donde se han dictado normas para la vigilancia radiológica de la chatarra importada, aunque en la entrada de las acerías y en algunos pasos fronterizos de la mayoría de los países de la OCDE se han instalado, con carácter voluntario, sistemas de detección de la radiación en la chatarra.

La base legal del sistema establecido en España se ha definido en la Ley de Tasas y Precios Públicos por los Servicios Prestados por el CSN (L14/1999), modificando las competencias del Consejo para asignarle las funciones de:

- "inspeccionar, evaluar, controlar, informar y proponer a la autoridad competente la adopción de cuantas medidas de prevención y corrección sean precisas ante situaciones excepcionales de emergencia... cuando tengan su origen en instalaciones, equipos, empresas o actividades no sujetas al régimen de autorizaciones de la legislación nuclear"

- "controlar y vigilar la calidad radiológica del medio ambiente en todo el territorio nacional... y colaborar con las autoridades competentes en materia de vigilancia radiológica ambiental fuera de las zonas de influencia de las instalaciones nucleares o radiactivas"

Asimismo, la Ley 14/1999 establece que la gestión de los residuos radiactivos generados en supuestos excepcionales, podrá ser efectuada con cargo a los rendimientos financieros de fondo creado para gestionar los residuos radiactivos de la segunda parte del ciclo del combustible nuclear (Fondo de ENRESA), en aquellos casos que el MINER lo determine.

Para desarrollar la Ley 14/1999, el MINER y el CSN han firmado el Protocolo y están elaborando una serie de documentos específicos de carácter administrativo y técnico, que son necesarios para su puesta en práctica. Entre estos documentos destacan:

- Una Autorización de Transferencia genérica en la que se establecen los criterios para definir los niveles de investigación y de exención, y otras precauciones adicionales para garantizar la seguridad del sistema establecido, y de

la transferencia a ENRESA de los materiales radiactivos.

- Una Guía de Seguridad del CSN en la que se dan recomendaciones sobre las características técnicas de los sistemas de vigilancia y control, la formación de los técnicos especialistas, las capacidades de las UTPR, etc.

- Un Contrato Tipo entre ENRESA y las empresas adscritas en el que se establecen las condiciones de carácter civil para la transferencia del material radiactivo que se detecte en la chatarra y los productos resultantes de su procesado.

Desde el punto de vista técnico, la puesta en práctica del Protocolo se concreta en la instalación de sistemas de detección de la radiación en las plantas de fundición de metales y en los centros de recuperación en los que se procesa (compacte, fragmente, cizalle, etc.) la chatarra, cuyas características técnicas dependen de la dimensión y las características del proceso que se desarrolle en cada planta, y que, básicamente, consisten en:

- Detectores automáticos de pórtilo, situados a la entrada y salida de las plantas, para la detección de radiación en los cargamentos de materiales metálicos.

- Sistemas portátiles de detección, para la inspección detallada de los cargamentos en los que se haya detectado radiación o para su uso en centros de recuperación de tamaño reducido.

- Sistemas para el análisis por espectrometría gamma de las muestras tomadas en el proceso que tiene lugar en las instalaciones, para garantizar que los productos resultantes están libres de material radiactivo.

La instalación y uso de estos instrumentos se complementa con la intervención de técnicos especialistas en protección radiológica, de las propias instalaciones o de una UTPR, en los casos en que se detecte radiación en un cargamento de material o en un proceso por encima de unos niveles de investigación, y la retirada por ENRESA de los materiales radiactivos causantes de la radiación cuando superen unos niveles de exención específicos. Los niveles de investigación y de exención se definen de acuerdo unos criterios establecidos por el CSN.

Por otra parte, la red de vigilancia radiológica ambiental del CSN está siendo complementada con una nueva red menos densa pero equipada con equipos de alta sensibilidad que tienen por objetivo detectar niveles extremadamente bajos de concentración de radiactividad en el aire. Estos umbrales de detección se aproximan a los niveles de contaminación que son esperables como consecuencia de sucesos de las características del ocurrido en ACERINOX.

Como parte integrante del Protocolo se ha desarrollado también, un programa de formación y divulgación de protección e instrumentación radiológica dirigido al personal de las acerías y almacenes de chatarra, que consta de tres niveles:

- Uno de carácter general sobre las bases de la protección radiológica y los riesgos derivados de la presencia de material radiactivo en la chatarra dirigido a los directivos y técnicos.

- Uno de carácter técnico sobre instrumentación y primeras actuaciones, dirigido a los técnicos que deben intervenir cuando se detecte material radiactivo.

- Uno de carácter divulgativo dirigido a todo el personal de ambos sectores para fomentar la prevención de riesgos derivados de la presencia de material radiactivo en la chatarra.

Por otra parte, teniendo presente que el Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN) está orientado fundamentalmente a las emergencias que tienen su origen en las grandes instalaciones nucleares y que no contempla específicamente otro tipo de situaciones de emergencia radiológica, el CSN y el Ministerio del Interior están revisándolo con el objetivo de cubrir un espectro más amplio de situaciones de emergencia en el que tienen cabida las originadas por sucesos como el ocurrido en ACERINOX.

Reunión Anual de la SNE

Entre los días 17 y 19 del pasado mes de noviembre tuvo lugar en la ciudad de Granada, la Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española, que este año celebra, además, el 25º Aniversario de su fundación.

Con la participación de 700 asistentes (567 inscritos + 174 acompañantes), la SNE ha vuelto a demostrar su capacidad de convocatoria y el interés que despiertan todas las actividades que desarrolla. Ello se debe, sin duda, al alto grado de profesionalidad que tiene el programa que se establece en estas Reuniones Anuales y que se divide en Técnico, Social y Exposición.

El Programa Técnico está formado por las llamadas Sesiones Plenarias, las Presentaciones Especiales y las Sesiones Paralelas.

Las Sesiones Plenarias, abordaron dos temas de amplio espectro y completa actualidad, como son "Percepción del Riesgo y Comunicación", presidida por Santiago San Antonio, Director General del Foro de la Industria Nuclear Española, y "Pasado, Presente y Futuro de las Sociedades Nucleares", conducida por el Presidente de la SNE, José Domingo Pérez Alonso.

El Programa Técnico de esta 25 Reunión Anual, ha contado con dos Sesiones Especiales; "Las centrales nucleares en un mercado abierto a la competencia", moderada por Juan José Pérez Torrent, Gerente de ANA-CNV II, en la que se contó con la participación de destacados profesionales del mundo de la generación de energía eléctrica en Europa; y "Situación actual de la gestión de residuos radiactivos" moderada por la asesora del Consejo de Seguridad Nuclear, M^{ra} Fernanda Sánchez Ojanguren.

Las Sesiones Paralelas forman el núcleo más importante del Programa Técnico, ya que son la aportación fundamental de los socios a la Reunión Anual. Este año, se ha presentado un total de 320 ponencias sobre muy diversos temas, repartidas en 29 sesiones técnicas, entre las que se presentaron dos relativas a Radioprotección, formando un total de 24 ponencias sobre temas tales como normativa, modelos, medidas, equipos de optimización y dosimetría.

El Programa Social engloba los Actos Sociales dirigidos a todos los asistentes en general y, en especial a los acompañantes; y que sirven para fomentar la relación entre los mismos y relajarse de



tan denso programa técnico. Granada, ha ofrecido sus renombradas excelencias artísticas, culturales y gastronómicas para convertir en un éxito el

Programa Social, en el que hay que destacar la magnífica conferencia sobre arte flamenco, pronunciada por Manuel López Rodríguez.

Destacamos, también, la conferencia

sobre radioprotección que, organizada por Women In Nuclear (WIN), pronunció Pilar López Franco, Jefa del Servicio de Protección Radiológica del Hospital de la Princesa de Madrid, acerca de las "Aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes", y que despertó un gran interés entre el público asistente.

La Exposición de empresas de bienes y servicios que se celebra en paralelo con la Reunión Anual es uno de los puntos de máxima atracción de los asis-

tentes. En esta edición, se han instalado 31 stands en los que dichas empresas han presentado sus nuevos productos, han firmado importantes acuerdos y celebrado reuniones de trabajo.

Además, las Sesiones de Apertura y Clausura de esta 25 Reunión ha corrido a cargo del Excmo. Sr. D. José Moratalla, Alcalde de Granada y del Ilmo. Sr. D. Antonio Gomis, Director General de la Energía, respectivamente.

NOTICIAS

del

MUNDO

Accidente de Tokai-Mura

El pasado día 30 de septiembre a las 10.35 am (hora local), en la instalación de Tokai-Mura, en la Prefectura de Ibaraki, situada al norte de Tokio, se produjo un accidente de criticidad que se mantuvo de forma intermitente durante 17 horas.

El accidente ocurrió en un edificio experimental de conversión de la compañía JCO Co. Ltd durante la transferencia en fase líquida de nitrato de uranio a un depósito de sedimentación. La cantidad máxima segura de líquido que podía contener el tanque era de 2.4 kg, sin embargo se vertieron en él hasta 16 Kg (siete veces el volumen límite) de líquido de uranio altamente enriquecido (18,8%). El accidente fue debido a un error humano en el que se mezclan también graves fallos de diseño, uso de procedimientos inadecuados y empleo de personal poco entrenado.

El accidente finalizó de forma natural cuando se acabó de drenar el agua del tanque que hacía de camisa de refrigeración del depósito de sedimentación. Durante el accidente se llegaron a medir en el límite de la instalación tasas instantáneas de dosis de hasta 4,5 mSv/h. Estos niveles tan altos retornaron a sus valores normales cuando finalizó la reacción en cadena.

No se produjo la liberación al exterior de materiales radiactivos salvo una

pequeña cantidad de gases nobles de periodo corto. No hubo dispersión de contaminación ni dentro ni fuera de la instalación.

Los tres trabajadores que realizaban la maniobra, de edades comprendidas entre 35 y 55 años de edad, recibieron dosis de exposición muy elevadas, de 17, 10 y 3 Sv. Los tres fueron trasladados en helicóptero a las unidades médicas especializadas en radiación del Instituto Radiológico Nacional, situado en Chiba donde fueron hospitalizados. El trabajador que más dosis recibió está en situación crítica y el que recibió 10 Sv también tiene un pronóstico grave.

Otros 36 miembros de la plantilla, 10 personas no pertenecientes a la misma, incluidos tres bomberos recibieron también dosis significativas. De ellas 21 están bajo evaluación médica.

En un radio de 200 metros alrededor de la instalación se restringió el acceso a la misma. Adicionalmente, las autoridades japonesas establecieron una zona de evacuación de 350 metros alrededor de la instalación y 150 personas fueron efectivamente evacuadas. Las personas que vivían en un radio de 10 kilómetros de Tokai-Mura fueron advertidas de permanecer en sus hogares, medida de emergencia que se levantó al día siguiente.

El accidente ha sido clasificado como de Nivel 4 en la escala INES (Escala Internacional de Sucesos Nucleares). El Nivel 4 significa sin riesgo significativo

en el exterior del emplazamiento pero con la irradiación de uno o más trabajadores que produce sobreexposición con dosis que pueden ser letales.

Al llegar al hospital el trabajador de mayor edad estaba consciente y no tenía fiebre. El de 35 años mostraba serios síntomas de irradiación aguda, tenía vómitos, diarrea y fiebre y presentaba problemas de consciencia. Su contaje sanguíneo de leucocitos era de 25.000 cuando el contaje normal está comprendido entre 4000 y 8000. El tercero de 39 años tenía síntomas parecidos con problemas de consciencia también pero mantenía la capacidad de respuesta. Se encontró Na-24 en el material vomitado y en los teléfonos celulares de los trabajadores, probablemente por activación del sodio de las baterías.

Ninguno de los tres trabajadores llevaba dosímetro y en toda la instalación no existían detectores de neutrones. Uno de los tres trabajadores no entendía el significado de la palabra criticidad y la maniobra supuso una clara violación de los procedimientos de seguridad puesto que se requiere que la solución de nitrato de uranio se vierta antes en un tanque intermedio, que si tenía función de control de criticidad, pero tras hablar entre ellos decidieron verterlo directamente en el tanque de sedimentación para mezclarlo de forma mas rápida y acabar el trabajo antes.

Las causas de este accidente hay que atribuirles a un fallo en la cultura de seguridad hacia los sistemas de control de criticidad motivado por una inadecuada

formación de los trabajadores y por la no observancia de las Especificaciones Técnicas de Funcionamiento de la instalación. Y no se pueden rechazar como causas secundarias la falta de control del organismo regulador hacia instalaciones que no son reactores nucleares comerciales, una vez que ha sido concedida la licencia de operación.

Una consecuencia positiva de este accidente y ocurrida a raíz de él, es el anuncio de la constitución en Japón de una asociación nacional tipo WANO (Asociación Internacional de Operadores de Centrales Nucleares) que agrupará a 30 compañías privadas de todas las áreas del ciclo de combustible, no solo a reactores comerciales. El objetivo de tal organización es asegurar la seguridad nuclear de las instalaciones y tendrá un esquema de funcionamiento semejante al WANO con intercambios de información, revisiones por parejas, proponiendo mejoras, etc.

Reunión del Comité Científico Internacional del Congreso IRPA-10

Los días 21 al 23 de Octubre de 1999 se reunió en Hiroshima (Japón) el ICPC del próximo Congreso IRPA-10. Los objetivos principales de dicha reunión eran: Aprobar la admisión de resúmenes, clasificarlos por sesiones y temas científicos (sesiones de póster) y seleccionarlos resúmenes para presentación oral en las sesiones temáticas

La estructura de las sesiones temáticas es tal que el primer co-chair-person, o "keynote speaker", elegido en la anterior reunión, presentará durante media hora el tema. Luego en una hora, se presentarán cuatro ponencias, que contarán con un total de 15 minutos incluyendo el turno de preguntas.

Entre las ponencias candidatas a presentación oral enviadas por españoles han sido seleccionadas las siguientes:

T.S.5.Radiological Protection Management in Contaminated Sites and Territories. (Eduardo Gallego)

T.S.13.Managing Radiation Protection Problems with 'Orphan' Sources and Radioactivity in Scrap Materials. (Pedro Ortíz)

T.S.16.Practical Issues in Occupational Dosimetry. (Xavier Ortega)

T.S.23.Radiation Protection for Interventional Radiology (IVR). (Pedro Ortíz)

Además, se procedió a la selección de los co-presidentes de las sesiones temáticas.

El primer "co-chair person" es a la vez el "Keynote speaker", que serán reconocidos especialistas en cada área. Para la co-presidencia se ha decidido que la elección recaiga en alguno de los ponentes elegidos para presentación oral y que también fuesen expertos en el tema. Por ello serán co-presidentes las siguientes personas de España:

T.S.5.Radiological Protection Management in Contaminated Sites and Territories. (Eduardo Gallego).

T.S.13.Managing Radiation Protection Problems with 'Orphan' Sources and Radioactivity in Scrap Materials. (José A. Azuara).

T.S.16.Practical Issues in Occupational Dosimetry. (Xavier Ortega)

T.S.19.Lessons from Major Radiation Accidents. (Pedro Ortíz-keynote speaker)

Hay que recordar también, en cuanto a participación española, la impartición de uno de los cursos de refresco ("Eye-Openers") por parte de Antonio Delgado.

Por otra parte, la disponibilidad de espacio para la presentación simultánea de pósters sólo permite la exposición equivalente a unos 350 y cada cada estará expuesto un día y medio, coincidiendo con la sesión de póster en la que vaya a ser discutido.

Además, ICRP, a través de su Secretario General, Jack Valentin, miembro del ICPC, expresó su deseo de una mayor participación en la sesión temática especial "Critical Issues and Alternative Approaches to Radiation Protection Principles: A dialogue with ICRP-ICPC Liaison" con el objeto de intercambiar posturas e ideas entre IRPA y el ICRP sobre las propuestas en relación a la Dosis Controlable y a otras temas de reciente debate como por ejemplo los factores de ponderación del tejido para el feto o embrión.

Algunas sociedades, como la francesa ya han remitido contribuciones al respecto.

Conferencia sobre formación en el campo de la protección radiológica para profesionales

Durante la semana del 6 al 9 de septiembre de 1999 se celebró en el Instituto Nacional de Ciencias y Técnicas nucleares, (INSTN), sito en Saclay (Francia) la conferencia "Radiation Protection: What are the future training needs?", organizada por el Comisariado de la Energía Atómica (CEA), INSTN, Comisión Europea DG XI, y la Agencia Internacional de la Energía Atómica (AIEA).

Un total de aproximadamente 188 asistentes debatieron sobre los problemas actuales de formación en protección radiológica de los trabajadores expuestos del sector médico, industrial y nuclear. Asistieron representantes de Organismos Reguladores de diferentes países europeos, de la Comisión Europea y de la AIEA, personal encargado de la formación de los trabajadores, de empresas externas de contrata, de centros de homologación de cursos de formación y de sociedades de protección radiológica europeas.

Se destacó la formación de los trabajadores como un componente esencial en la protección y seguridad pero al tiempo se evidenció el dispar contenido de los programas de formación, la diversidad de programas existentes y la periodicidad con que estos programas se imparten.

Se puso de manifiesto la conveniencia de disponer de directrices generales en lo relativo a los requerimientos de formación y se solicitó la ayuda de los Organismos Reguladores y de la Comunidad Europea para alcanzar una base común.

También se solicitó de la Comisión Europea el desarrollo de unos puntos de referencia comunes para definir los diferentes niveles de formación para la figura del "experto cualificado" que se establece en la Directiva 96/29 EURATOM.

El contenido de esta conferencia fue estructurado en sesiones específicas en diferentes temas de interés que se resumen a continuación:

• Formación en el campo médico

- Se destacó la necesidad de aumentar la capacidad de percepción del



Participantes españoles en el Congreso de Saclay.

riesgo a los trabajadores expuestos, de incluir en la formación básica de cualquier profesional médico que vaya a estar expuesto a fuentes de radiaciones ionizantes un módulo específico de formación en protección radiológica y en especial en el sector de la Radiología, y de forma más concreta en el caso de los radiólogos intervencionistas y cardiólogos.

• **Formación continua: necesidades, responsabilidades y programas**

- La formación debe responder en todo momento a las características y necesidades del demandante y el contenido de los programas de formación inicial y de los cursos de refresco se debe diferenciar en función de los tipos y de los riesgos radiológicos de cada profesional.

• **Formación continua y formación de los trabajadores externos**

- Las empresas contratantes tienen un papel clave para asegurar la formación de los trabajadores externos. Se destacó la importancia de la acreditación de la formación básica y del reentrenamiento mediante ejercicios prácticos así como la capacidad de verificar la formación de estos trabajadores a partir de la información del Carné Radiológico.

• **Métodos y herramientas de enseñanza**

- Se presentó el desarrollo que están teniendo los métodos de enseñanza a distancia pero se eviden-

ció la necesidad de disponer de material formativo de calidad adecuada y la importancia de efectuar pruebas de control.

Como aspectos finales pendientes de respuesta en el futuro se pueden enmarcar los siguientes puntos:

- Necesidad de reconocimiento y aceptación de carácter internacional de los diferentes certificados de formación expedidos en cada país miembro.

- Definición de las bases mínimas para la elaboración de requerimientos de formación en materia de protección radiológica y la importancia de involucrar en ello a sociedades y asociaciones profesionales, así como a los Organismos Reguladores.

- Necesidad de asegurar la formación de trabajadores extranjeros y de establecer programas de formación continuada o cursos de refresco.

- Disponer de exámenes finales de los cursos de formación a partir de los cuales se puedan conceder diplomas o certificados acreditativos.

Debate abierto sobre la existencia o no de Riesgo de las Bajas Dosis de Radiación Ionizante

Con relación a este tema, sobre el que parece centrarse todo el debate científico actual de la protección radiológica, hemos leído recientemente tres noticias y un artículo que referimos aquí para conocimiento de los lectores de **RADIOPROTECCIÓN**.

• La primera corresponde a un artículo del Nuclear News de Mayo de 1999 que refiere los resultados de un reciente estudio epidemiológico llevado a cabo por el NRPB sobre trabajadores de la industria nuclear en el Reino Unido. El estudio es la continuación de otro similar finalizado en 1992 incrementando la cohorte analizada desde 95217 del primero a 124743 de este último. El estudio pretende analizar la salud general de los trabajadores ocupacionalmente expuestos. El estudio, titulado "Segundo análisis del Registro Nacional de Trabajadores con Radiaciones" ha sido

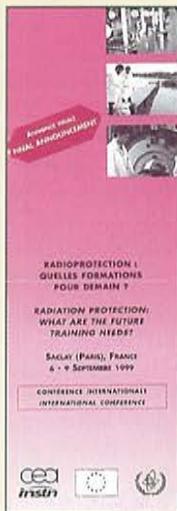
publicado en el *Journal of Radiation Protection* 19, 1-24 (1999) y como un informe del NRPB, el R307.

El estudio indica al igual que otros estudios semejantes llevados a cabo con anterioridad, que el riesgo de morir de cáncer y del resto de causas de muerte es significativamente menor entre la gente que trabaja en un ambiente radiológico que entre la población en general. De hecho, el riesgo encontrado para los trabajadores fue de un 82% menor que para la población en general de Inglaterra y Gales. Se suele atribuir este riesgo menor a efecto conocido como del *trabajador sano* que presupone que la industria nuclear emplea a trabajadores sanos de relativamente altas clases sociales y al hecho de estar sometidos durante su vida laboral a un buen cuidado médico, situaciones ambas que contribuyen a que estos trabajadores posean un riesgo menor de contraer enfermedades. Sin embargo, cuando los datos del estudio se ajustan para ser comparados con el riesgo de trabajadores de similares clases sociales, el riesgo sigue siendo menor en un 11% para los que trabajan con radiaciones.

Para evitar las complicaciones del efectos del trabajador sano, el estudio del NBRP ha tratado de ver en el interior de la cohorte si existe alguna tendencia en el riesgo relativo al compararla con la dosis recibida.

Para la leucemia, excluyendo la leucemia crónica linfocítica, el estudio del NRPB ha encontrado que existe evidencia, en el límite del nivel de significación estadístico, de un incremento del riesgo con la dosis. El resultado es comparable con el que se obtendría a bajas dosis mediante una extrapolación lineal cuadrática de la mortalidad por leucemia de los supervivientes japoneses. El riesgo relativo obtenido es de 2,55 (-0,03 - 7,16) por Sv, muy parecido al obtenido del LSS (Life Span Study) de los supervivientes japoneses.

Para el resto de los cánceres, excepto la leucemia, el estudio ha encontrado una débilmente perceptible tendencia de que el riesgo aumenta con la radiación hasta 500 mSv, estando el valor actual más cerca del riesgo cero que en el estudio de 1992. El valor encontrado para



el riesgo relativo es de 0,09 (-0,28 - 0,52) por Sv.

- La segunda se refiere a una declaración de posición de Abril de 1999 de la Sociedad Nuclear Americana (ANS) respecto a los efectos de las bajas dosis de radiación.

La tesis defendida por la ANS es que es insuficiente la evidencia científica para soportar el uso de la relación lineal sin umbral (LSU) para proyectar los efectos de las bajas dosis de radiación. En base a ello se debería formar un grupo de reputados científicos, expertos médicos e investigadores sanitarios para llevar a cabo una revisión de los datos y análisis disponibles sobre la LSU con el objetivo de determinar si las conclusiones actuales sobre los efectos de las bajas dosis de radiación se soportan con datos válidos.

La ANS también propone el inicio de nuevos programas de investigación sobre los efectos a bajas dosis y la continuación de los actuales más importantes en tres áreas importantes: 1) Desarrollo de un modelo soportado científicamente que pueda aplicarse para determinar la presencia o ausencia de efecto positivo o negativo en la salud por la exposición a bajas dosis de radiación ionizante, 2) Mejorar las estimaciones actuales del riesgo radiológico y caracterizar las incertidumbres inherentes de estas estimaciones y 3) Encontrar enfoques reguladores apropiados basados tanto en la forma como en la magnitud de las curvas dosis efecto y sus incertidumbres. A juicio de la ANS la siguiente pregunta debe ser respondida: *¿Existe algún valor de dosis o tasa de dosis de radiación por debajo del cual no existe ningún cambio biológico significativo o que el daño inducido es controlado de forma eficaz desde un punto de vista sanitario por procesos celulares normales?*

Sobre este mismo asunto el Comité sobre los Efectos a la Salud de las Radiaciones de bajo Nivel (LLRHE) de la División de Medicina y Biología (BMD) de la ANS es aún más beligerante y añade que los datos disponibles directamente contradicen la hipótesis LSU. A modo de ejemplo indica que:

- Los trabajadores de la industria naval nuclear americana tienen un riesgo significativamente menor de muerte y de con-

- traer cáncer que los trabajadores no nucleares.

- En decenas de miles de pacientes que recibieron por tratamiento con I-131 dosis de 100 a 150 mGy a todo el cuerpo y a los huesos no se ha encontrado un exceso de riesgo de leucemia. De acuerdo con la LSU el riesgo debiera haber sido el doble.

- El riesgo total de cáncer es menor o no sufre ningún cambio en zonas en las que el fondo radiactivo natural es tres veces mayor del normal; y las tasas de cáncer de pulmón son consistentemente menores en zonas en las que los niveles de radón son mayores.

Numerosos estudios epidemiológicos se han malinterpretado:

- El estudio del DOE sobre los trabajadores de la industria naval nuclear que costo 10 millones de dólares se dice que está viciado y nunca se ha publicado, ni el BEIR V ni en ningún otro estudio internacional

- Un estudio canadiense de cáncer de mama en mujeres sometidas a exámenes diagnósticos de rayos X para tuberculosis mostró 1000 casos menos de lo normal para dosis de 150 mGy, mientras que por otro lado se utilizó la LSU para denunciar un exceso de 90 casos. Un estudio posterior agrupó todas las dosis por debajo de 490 mGy para ocultar el dato más relevante.

- Los análisis sobre los supervivientes japoneses utilizan datos dosimétricos pobres y erróneos para justificar el ajuste lineal. Otros análisis muestran efectos menores y mayores periodos duraciones de vida. Los que apoyan la LSU dicen que estos son los mejores datos sobre los efectos de la radiación. Pero se sabe que estas dosis gamma + neutrón instantáneas son irrelevantes con respecto a los efectos de una exposición crónica a bajos niveles de radiación.

Por último el LLRHE también propone de forma urgente una revisión independiente de los datos actuales en los que deberían participar la industria y otras instituciones públicas para contribuir en la validación de las evaluaciones técnicas y para autentificar la urgencia e importancia del problema.

- La tercera, que parece ser una respuesta a la noticia anterior, se refiere a que un prestigioso panel de científicos

americanos ha iniciado una fundamental revisión que durará tres años sobre los efectos de las bajas dosis de radiación, cuyas conclusiones tendrán un considerable impacto en las futuras normas de protección radiológica. El panel está integrado en el comité BEIR VII - fase 2 de la Academia Nacional de Ciencias. El objetivo del Comité BEIR VII es revisar la gran cantidad de datos disponibles derivados de estudios epidemiológicos y moleculares y celulares en animales y en el hombre, incluyendo los resultados de estudios que están en fase de finalización, relativos al riesgo de exposición del ser humano a bajos niveles de radiación ionizante. En el estudio se utilizarán todos los datos disponibles desde la publicación del último informe BEIR, el BEIR V en 1990.

- El artículo es un extenso texto del profesor Maurice Tubiana y lleva por título "Efectos cancerígenos de las bajas dosis de radiación" y se publicó en el número 1 de Enero/Febrero de la Revista General Nuclear de la Sociedad Francesa de Energía Nuclear. El artículo se sirve en primer lugar de las estimaciones del riesgo de cáncer para altas dosis de radiación, superiores a 500 mSv para después extrapolar los efectos para bajas dosis menores de 200 mSv. Tras exponer con reconocida maestría ambos temas, Tubiana también recomienda seguir estudiando e investigando sobre los efectos de las bajas dosis pero toma partido al decir que si los estudios epidemiológicos siguen siendo incapaces de mostrar una relación entre las variaciones de las dosis del fondo radiactivo natural y la frecuencia de aparición de cánceres, en especial de la leucemia, el propone considerar como insignificantes las dosis por debajo de 10 mSv como en las conclusiones de la conferencia, ya tratada en un número anterior de RADIO-PROTECCIÓN. Para dosis superiores admite por prudencia la relación lineal sin umbral a condición de calcular la pendiente de la recta teniendo en cuenta los intervalos de confianza de los estudios epidemiológicos en el rango de dosis entre 5 y 100 mSv, pero continua con su tesis ya defendida otras veces, que al no existir ninguna razón teórica que justifique un factor de reducción de

dosis y tasa de dosis de 2, un factor de reducción de 5 estaría mejor de acuerdo con los datos experimentales con lo que se volvería de nuevo al límite anual de dosis de 50 mSv.

Reunión de 1999 de la Comisión Principal del ICRP

La Comisión principal del ICRP se reunió en 1999 en San Petersburgo durante los pasados 5 al 9 de Septiembre de 1999. Era la primera vez que la Comisión se reunía en Rusia. Los temas más relevantes tratados fueron los siguientes:

Publicaciones.

Se aprobaron para publicación dos informes: *Protección del Público en Situaciones de Exposición Prolongada* y *Recomendaciones de Protección Radiológica para el Almacenamiento Final de los Residuos Sólidos Radiactivos de Periodo Largo*. Ambos informes han sido elaborados dentro del Comité 4 por dos grupos de trabajo liderados respectivamente por el Dr. Abel González y la Dra. Annie Sugier. En este mismo número de *RADIOPROTECCIÓN* se hace un extenso comentario de ambos informes.

La Comisión dio el visto bueno de forma general al programa de trabajo de los cuatro Comités. El Comité 3 tiene dos documentos casi listos para su adopción: *Irradiación Médica y durante el Embarazo* y *Prevención de Accidentes en Radioterapia*.

También se aprobó para su publicación en la página WEB del ICRP (www.icrp.com) los datos radiológicos varios fármacos radiológicos (la Furiformina, EC, ECD y varios anticuerpos).

Miembros de la Comisión

El profesor Kaul ha anunciado su intención de dejar la Comisión al final de su periodo y en su lugar la Comisión ha ofrecido al Profesor Christian Streffer, actualmente miembro del Comité 1, la presidencia del Comité para el siguiente periodo.

La Comisión reeligió por votación al actual presidente del ICVRP, profesor

Roger H. Clarke para un nuevo mandato de 4 años. Desde aquí le deseamos éxito en este nuevo periodo de presidencia del ICRP.

Protección del Medio Ambiente

La Comisión decidió que era el momento de reconsiderar su posición actual con respecto a la protección del medio ambiente e invitó al presidente a desarrollar propuestas para la creación de un grupo de trabajo con términos de referencia bien definidos y un esquema claro de los que se debe abordar.

Progreso hacia Nuevas Recomendaciones

La Comisión identificó un amplio abanico de temas sobre los que tendrá que tomar decisiones en la revisión de sus recomendaciones.

La Comisión se está moviendo para invitar a expertos, a través de los buenos oficios de IRPA, para debatir sobre la "Dosis Controlable". Habrá una sesión sobre este tema en IRPA 10 en Hiroshima en Mayo del año 2000. La Comisión ha decidido analizar las respuestas que se obtengan y elaborar una lista de asuntos a considerar. Consecuentemente se aprobó que en la apertura de la plenaria de la próxima sesión conjunta de la Comisión y los Comités, el presidente haga una presentación sobre las propuestas para la revisión de las recomendaciones, abarcando no solo aspectos éticos y conceptuales sino también temas técnicos, como por ejemplo:

- Magnitudes de protección para ser usadas en el futuro.
- Reconsideración sobre los factores de ponderación de la radiación y de los tejidos.
- Identificación y cuantificación de los riesgos importantes.
- Definición de los grupos críticos.
- Evaluación del cumplimiento incluyendo el tratamiento de las incertidumbres.
- Criterios para la protección del individuo, para el habitat humano y para el medio ambiente.

Futuras reuniones

La Comisión y los Comités se reuni-

rán del 1 al 5 de Octubre del año 2000 en Leesburg, Virginia (EE.UU.), y la Comisión seguirá en reunión en del 6 al 8 del mismo mes en Washington.

Reunión ALARA sobre Dosimetría Interna

La tercera reunión ALARA de la Comisión Europea ha estado dedicada a la Dosimetría Interna y ha tenido lugar en el Instituto GSF en los alrededores de Munich (Alemania) del 15 al 18 de Noviembre de 1999. El interés de la Comisión Europea por la Dosimetría Interna viene asociado a la próxima inclusión de los nuevos límites de Dosis (ICRP-60) y del nuevo Modelo Pulmonar (ICRP-66) con los nuevos Modelos Metabólicos y los nuevos Factores de Dosis, en las reglamentaciones de los diferentes países de la Unión Europea, como aplicación de las recomendaciones globalmente recogidas en ICRP-78 para la vigilancia ocupacional y del público cuando hay riesgo de contaminación interna.

Lo más destacable del Workshop fue el intercambio de experiencias entre los participantes que provenían de todos los sectores en los que la Dosimetría Interna es aplicable (médico, nuclear, industrial, investigación, desmantelamiento, residuos, etc.). La representación española abarca desde instituciones públicas como el Consejo de Seguridad Nuclear, el CIEMAT y ENRESA, hasta el sector nuclear por parte de ENUSA, UNESA, IBERDROLA e IBERINCO. La presidencia de las sesiones sobre la Industria Nuclear y presentación de posters, así como presencia en el panel final de las conclusiones y recomendaciones, presentaciones orales, posters y una demostración informática del software IN-DAC que incluye todas las últimas recomendaciones de ICRP para las evaluaciones de Dosis Internas, fueron las importantes aportaciones españolas al Congreso.

Próximamente, la Comisión Europea editará los contenidos de este mismo seminario en una de sus publicaciones de la colección Radiation Protection.

PUBLICACIONES

ONDRAF/NIRAS - Ionising Radiation

Effects of low doses

(H. Vanmarcke, L. Baugnet-Mahieu, J. P. Culot, P. Govaerts y L. Holmstock)
ISBN 90-803122-5-8 (1998)



La agencia nacional Belga para los residuos radiactivos y los materiales fisiles enriquecidos ONDRAF/NIRAS ha editado en inglés y en francés una muy interesante publicación sobre los efectos biológicos de las bajas dosis de radiación. Cuatro de los autores son miembros del Centro de Investigación Nuclear Belga SCKICEN y JP Coulot pertenece a AIB Vinçotte Nuclear.

El libro es una síntesis del estado del conocimiento a finales de 1995 de los efectos de las bajas dosis de radiación ionizante. Esta destinado en primer lugar a las personas interesadas en los aspectos científicos del tema pero que no se dedican a ello de forma cotidiana y para los profesionales de la actividad radiológica en cualquiera de sus aspectos pero que desean obtener una perspectiva general del tema.

Los diferentes capítulos tratan de responder a las siguientes preguntas: ¿Qué conocemos con seguridad? ¿Qué aspectos permanecen todavía inciertos? ¿que hacen las autoridades reguladoras para protegernos de efectos de las radiaciones?

El libro de 225 páginas, con una amplia profusión de gráficos e imágenes a todo color posee 10 capítulos y un amplio glosario y trata con amplitud y rigurosidad pero sin perder amenidad el siguiente temario:

- Aspectos físicos de la radiación ionizante
- Magnitudes y unidades
- Efectos biológicos de la radiación: Aportación de la investigación en Radiobiología
- Carcinogénesis de la radiación
- Efectos genéticos de la radiación ionizante
- Efectos de la irradiación prenatal
- Datos epidemiológicos en el ser humano
- Exposición natural, médica e industrial
- Fundamentos y principios de la protección radiológica
- Aspectos reguladores de la protección radiológica

Al final de cada capítulos se da una lista de publicaciones para profundizar en cada uno de los aspectos tratados. El libro podría perfectamente ser la documentación de referencia y consulta de

cualquier curso de radiobiología y no debería faltar de ninguna biblioteca de todos aquellos que se dedican de cualquier forma a la protección radiológica.

Protección Radiológica 102

Aplicación de la "Directiva sobre exposiciones médicas" (97/43/EURATOM)

Actas del seminario internacional celebrado en Madrid el 27 de Abril de 1998

La Comisión Europea ha editado la publicación 102 de la colección Protección Radiológica que recoge las actas de la Jornada Internacional que organizó la Sociedad Española de Protección Radiológica en Madrid el



27 de Abril de 1998 en la sede del Ministerio de Sanidad y Consumo en el Paseo del Prado. La jornada tuvo como objetivo aumentar el conocimiento de la MED, la Directiva 97/43/EURATOM relativa a las exposiciones médicas, aprobada el 30 de Junio de 1997 por el Consejo de la Unión Europea, y suscitar un debate amplio entre los asistentes sobre la forma práctica de transponer la Directiva en los países puesto que los estados miembros deberán incorporar en sus ordenamientos jurídicos nacionales la Directiva antes del 13 de Mayo de año 2000.

CONVOCATORIAS

• 33rd Midyear Meeting of the Health Physics Society

Virginia Beach, Virginia, Estados Unidos.
16-19 Enero 2000
H.P. Soc., 1313 Dolley Madison Blvd,
Suite 402, McLean, VA 22101,
Estados Unidos
Tel. 00 703 790 1745
email: hps@BurkInc.com

• Annual Meeting of the National Council on Radiation Protection and Measurements

Arlington, Virginia, Estados Unidos.
4-5 Abril 2000
NCRP, 7910 Woodmont Avenue,
Suite 800, Bethesda, MD 20814, EE.UU.
Tel. 001 301 657 2652

• International Congress of the International Protection Association (IRPA-10)

Hiroshima, Japón, 14 - 19 Mayo 2000
IRPA -10, Dept. of Hlth. Phys., Tokai
Research Estab. JAERI, Tokai, Naka-gun,
Ibaraki 319-11, Japón
Tel. 0043 1 2600 21310
email. irpa10@convention.jp

• World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering

Chicago, Illinois, 23-28 julio 2000.
Secretaría: World Congress Chicago
2000. AAPM Headquarters One Physics
Ellipse. College Park, MD 20740-3846.
EE.UU.

Tel. 301-209-3350. Fax: 301-209-0862
e-mail: wc2000@aapm.org
www.wc2000.org

• TM-MerPE 2000 Meeting on Medical Radiation Physics and Engineering en colaboración con la SEPR

Lisboa, Portugal, - 20 - 22 noviembre 2000
Los temas que se tratarán:
1. Radiation for Therapy
2. Radiation for Diagnosis
3. Instrumentation and Technology
4. Training and Profession
5. Mathematical Methods of Simulation
6. Radiation Protection and Legislation
Más información:
<http://newton.itn.pt/Meetings/MerPE/default.html>.
Secretaría de la Conferencia:
MePRE@itn1.itn.pt - coli@itn1.itn.pt
nuno.gilda@mail.telepac.pt

Socios colaboradores de la SEPR



Asociación Nuclear Ascó, A.I.E.



COFRENTES
CENTRAL NUCLEAR



UNION FENOSA
CENTRAL NUCLEAR "JOSÉ CABRERA"



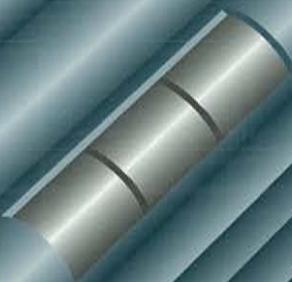
C. N. VANDELLOS II A.I.E.



ENERGIA SIN FRONTERAS

Experiencia y calidad al servicio de
las centrales nucleares europeas

Diseño, fabricación y
suministro de elementos
combustibles para reactores
de agua a presión (PWR)
y de agua en ebullición (BWR)



 **ENUSA**

Santiago Rusiñol, 12 • 28040 MADRID
Tel.: (91) 347 42 00 Fax: (91) 347 42 15
Télex: 43042 URAN-E