

# RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



## ▲ **Entrevista:**

### **David Cancio**

*Responsable de Protección Radiológica y del Medio Ambiente del CIEMAT*

- ▲ **Evaluación del funcionamiento de un servicio de radiología de un hospital venezolano**
- ▲ **Cálculo de blindajes para equipos de radiodiagnóstico: NCRP Report No.147 frente a la Guía de Seguridad 5.11 del CSN**
- ▲ **Comentarios a la regulación de la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos**

Nº 48 • Vol. XIII • 2006

# RADIOPROTECCIÓN

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

## Directora

Almudena Real

## Coordinadora

Carmen Roig

## Comité de Redacción

Beatriz Gómez-Argüello  
José Miguel Fernández Soto  
Carlos Huerga  
Paloma Marchena  
Lola Patiño  
Matilde Pelegrí  
Beatriz Robles  
José María Sastre  
Luis Miguel Tobajas  
M<sup>o</sup> Ángeles Trillo.

## Coordinador de la página electrónica

Carlos Prieto

## Comité Científico

Presidente: Luis M. Tobajas

David Cancio, Luis Corpas, Felipe Cortés,  
Antonio Delgado, Eugenio Gil,  
Luciano González, Araceli Hernández,  
José Hernández-Armas,  
Ignacio Hernando, Rafael Herranz,  
Pablo Jiménez, Juan Carlos Leniño,  
María Teresa Macías, Xavier Ortega,  
Pedro Ortiz, Teresa Ortiz, Turiano Picazo,  
Rafael Puchal, Luis Quindós,  
Rafael Ruiz Cruces, Guillermo Sánchez,  
Eduardo Sollet, Alejandro Ubeda,  
Eliseo Vañó.

## Realización, Publicidad y Edición:

SENDA EDITORIAL, S.A.

Directora: Matilde Pelegrí

Isla de Saipán, 47 - 28035 Madrid

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

Correo electrónico: sendaeditorial@sendaeditorial.com

Imprime: IMGRAF, S.L.

Depósito Legal: M-17158-1993 ISSN: 1133-1747

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 comparta necesariamente.



EDICIÓN JUNIO 2006

Dibujo portada:  
Primera vez que la comisión principal del ICRP se reúne en España.

## S U M A R I O

- **Editorial** **3**
- **Entrevista** **4**  
*David Cancio*  
Responsable de Protección Radiológica del Público y del Medio Ambiente del CIEMAT
- **Noticias** **8**
  - de la SEPR 8
  - de España 34
  - del Mundo 37
- **Colaboraciones** **17**
  - Evaluación del funcionamiento de un servicio de radiología en un hospital venezolano 17  
*A. Padrón, A. Sánchez, V. Martínez, A. D'Alessandro*
  - Cálculo de blindajes para equipos de radiodiagnóstico: NRCP Report No. 147 frente a la Guía de Seguridad 5.11 del CSN 22  
*S. Fernández, P. Ruiz, M.A. Rivas, M. Canellas, J.A. Font, A. García, J. Sánchez*
- **Nota Técnica** **33**
  - Comentarios a la regulación de la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos 33  
*Luis A. Fernández Regalado*
- **Publicaciones** **44**
- **Convocatorias** **46**
- **Proyectos de Investigación** **47**

# Editorial

La actividad de nuestra Sociedad ha sido especialmente intensa en el período transcurrido desde la publicación del número anterior de la Revista. A los cinco acontecimientos celebrados entre finales de marzo y la primera mitad de junio, con presencia organizativa de la SEPR, hay que añadir la importante participación en el 2º Congreso Europeo IRPA (París, Mayo 2006) que incluyó una reunión del Foro de Sociedades IRPA. De todas estas actividades se da noticia informativa en el interior, pero resulta relevante destacar la jornada dedicada a la Protección Radiológica en la Industria, por lo que supone de acercamiento y visibilidad de la SEPR a un conjunto de sectores empresariales del que se ha venido ocupando menos, en general, que de otros. Como resultado principal de esta jornada se subraya la firme decisión de establecer un mecanismo interactivo, mediante la creación de un grupo de trabajo mixto, que podría adoptar el modelo operativo del actualmente en marcha Foro Sanitario, capaz de dar respuesta a las necesidades que, en cuanto a protección radiológica, tiene ese sector.

Al hilo de los grupos de trabajo, el establecido para contribuir, a través de IRPA, al proceso de revisión de las Normas Básicas Internacionales coordinado por el OIEA, ya ha producido y enviado su primera contribución y será extendido para dar respuesta a la demanda de la Comisión Europea sobre la revisión de la Directiva correspondiente (BSS) y de ICRP sobre comentarios a sus próximas nuevas recomendaciones.

La actividad de la Sociedad no se ha limitado al ámbito puramente científico. En los dos últimos meses se ha elaborado una propuesta de nuevos estatutos, gracias desde aquí a nuestro compañero Pío Carmena por el trabajo de base realizado, con el fin fundamental y obligado de adaptar los actualmente vigentes a la Ley de Asociaciones en vigor. Para ello, se convocó y celebró el pasado 6 de junio una Asamblea General Extraordinaria que aprobó por unanimidad la propuesta presentada, para su trámite oficial. A este respecto, la

Junta Directiva elaborará, con la colaboración de un grupo de trabajo, la correspondiente propuesta de Reglamento de Régimen Interior de la SEPR, que incluya todas las disposiciones necesarias que aseguren el cumplimiento de los citados estatutos. Esta propuesta será presentada en la próxima Asamblea General Ordinaria para ser sometida a su aprobación en la misma.

Las colaboraciones incluidas en el presente número son dos artículos científicos y una nota técnica. El primero de los artículos realiza una evaluación del funcionamiento del Servicio de Radiología de un hospital venezolano, destinada a conocer el estado de cumplimiento de las normas y concluyendo recomendaciones para optimizar la actividad del mencionado Servicio. El segundo presenta la nueva metodología de cálculo de blindajes para salas de radiodiagnóstico propuesta por NCRP (NCRP Report No. 147) y compara los resultados obtenidos con los que se obtienen aplicando la guía de seguridad 5.11 del CSN. La nota técnica analiza el alcance de los cambios introducidos por el actual Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes, respecto a la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos, no desde la óptica de la atención médica, sino desde la crítica jurídica.

También se incluye una entrevista con David Cancio, querido amigo y destacado miembro de la SEPR, cuyo conocimiento, criterio y visión de la protección radiológica en sus aspectos de investigación y aplicaciones, junto con su dilatada experiencia internacional, tanto nos ha enriquecido a lo largo de los años que lleva con nosotros.

Finalizamos este editorial, agradeciendo y felicitando a los compañeros que se encargan de la elaboración de esta revista y la página web por su esfuerzo continuo en la progresiva mejora y utilidad de la información disponible para los socios, recientemente reflejado en la cantidad e interés de los documentos y publicaciones accesibles y la distribución mensual del boletín electrónico.



## Secretaría Técnica

Capitán Haya, 60  
28020 Madrid  
Tel.: 91 749 95 17  
Fax: 91 749 95 03  
Correo electrónico: secretaria.  
sociedades@medynet.com

## Junta Directiva

Presidente: José Gutiérrez  
Vicepresidente: Rafael Ruiz  
Vicepresidente  
de Congresos: Miguel López  
Secretario General: Ramón Almguera  
Tesorera: Cristina Correa  
Vocales: Manuel Alonso, José Miguel  
Fernández, Eugenio Gil, Pablo L. Gómez

## Comisión de Asuntos Institucionales

Responsable: José Gutiérrez  
Leopoldo Arranz, David Cancio,  
Pedro Carboneras, Pío Carmena,  
Manuel Fernández, Ignacio Hernando,  
Xavier Ortega, Juan José Peña, Manuel  
Rodríguez, Eduardo Sollet

## Comisión de Actividades Científicas

Responsable: Rafael Ruiz  
José Baro, Natividad Ferrer,  
Eduardo F. Gallego, Fernando González,  
Fernando Legarda, M<sup>ª</sup> Teresa Macías,  
M<sup>ª</sup> Luisa Marco, Almudena Real,  
Carmen Rueda, Alejandro Ubeda,  
M<sup>ª</sup> Isabel Villanueva, Rosa Villarreal

## Comisión de Normativa

Responsable: Ramón Almguera  
M<sup>ª</sup> Luisa Chapel, M<sup>ª</sup> Luisa España,  
Mercé Ginjume, M<sup>ª</sup> Isabel Gutiérrez,  
Araceli Hernández, M<sup>ª</sup> Jesús Muñoz,  
M<sup>ª</sup> Teresa Ortiz, Turiano Picazo,  
Eduardo Sollet

## Comisión de Comunicación y Publicaciones

Responsable: José Miguel Fernández  
Leopoldo Arranz, David Cancio,  
Joan Font, Olvido Guzmán,  
M<sup>ª</sup> Teresa Macías, Paloma Marchena,  
Carlos Prieto, Almudena Real,  
Eduardo Sollet

## Comisión de Asuntos Económicos y Financieros

Responsable: Cristina Correa  
Pío Carmena, Eduardo F. Gallego,  
M<sup>ª</sup> Jesús Muñoz, M<sup>ª</sup> Teresa Ortiz,  
Beatriz Robles



## David Cancio

Responsable  
de Protección  
Radiológica del  
Público y del Medio  
Ambiente del CIEMAT

“Es necesario  
homogeneizar y armonizar  
la protección radiológica  
en Europa”

**El consenso y la armonización en Europa sobre la protección radiológica centran gran parte de los esfuerzos y el trabajo de los organismos internacionales. En este sentido, David Cancio, jefe de la Unidad de Protección Radiológica del Público y del Medio Ambiente del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), tiene mucho que decir sobre la protección radiológica. Su dilatada experiencia y su relación con organismos internacionales hacen que su presencia sea constante en foros que tratan la protección radiológica.**

David Cancio es Jefe de la Unidad de Protección Radiológica del Público y del Medioambiente en el Departamento de Medioambiente del CIEMAT, donde dirige grupos de trabajo con responsabilidades concretas en proyectos de investigación coordinados entre varios Institutos cofinanciados por la Comisión Europea, contratos con la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA), Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y empresas consultoras.

Tiene más de un centenar de trabajos y presentaciones a congresos.

En el ámbito internacional, Cancio ha sido, entre 1997 y 2005, miembro del Comité 4 “Aplicación de las Recomendaciones” de la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y desde 1994 miembro del Grupo de Expertos para la aplicación del artículo 31- Euratom que asesora a la Comisión Europea sobre Normas

y Recomendaciones de Seguridad Radiológica.

Desde 1995 es miembro del Comité de Protección Radiológica y Salud Pública (CRPPH) de la Agencia de Energía Nuclear (NEA/OECD). Entre 1996 y 2004 ha sido miembro electo del Consejo Ejecutivo de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA).

Realiza misiones de experto en países de Latinoamérica, ha actuado como peer-review en temas de protección radiológica y seguridad de residuos en países como Reino Unido, Argelia, México o Cuba, y es profesor del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

**La protección del medio ambiente. Una necesidad social**

La protección radiológica cuenta, desde hace algunos años, con una



línea de trabajo que hoy es ya conocida, pero que hace sólo una década resultaba totalmente novedosa: la protección del medio ambiente. Desde siempre, ha sido claro que el ser humano debía estar protegido ante los efectos nocivos de las radiaciones, y la normativa internacional había dado pasos importantes en esta línea, pero nada decía sobre los efectos sobre el medio ambiente.

David Cancio considera que, en su momento, significó casi una 'revolución'. "La protección del medio ambiente no es algo inventado por el sector nuclear ni por los que nos dedicamos a la protección radiológica de las personas. Es un tema que responde a una necesidad social, así como a una preocupación medioambiental".

Nuestro entrevistado conoció, en primera persona, el inicio de este proceso. "Fue un organismo internacional en el que yo tenía la suerte de participar, el Comité de Efectos de la Radiación Atómica de Naciones Unidas (UNSCEAR), el que en el año 1996 hizo el primer análisis para saber hasta dónde resultaba afectado el medio ambiente".

"Posteriormente, el OIEA desarrolló también el tema y se planteó que si el hombre estaba protegido de las emisiones radiactivas, ¿lo estaba también el medio ambiente?", explica David Cancio.

Esto coincidió con la construcción por parte de ENRESA del almacén de El Cabril y la exigencia del Ministerio de Medio Ambiente de asegurar la protección del medio ambiente. "Como ya trabajábamos con ENRESA, se nos encargó definir las especificaciones del estudio exigido por el Ministerio, y finalmente hicimos el estudio, con la base del conocimiento que nos aportaban los documentos que manejaban los organismos internacionales y que conocíamos de primera mano, incluso antes de que salieran al mercado".

### **El proyecto europeo. La referencia**

En esta línea de interés internacional por el medio ambiente, se lanza un proyecto europeo dentro del V Programa Marco de EURATOM en el que se invita a participar a David Cancio. "Sabía que había problemas diversos interrelacionados, de dosimetría, de efectos biológicos, de trans-



**"La protección del medio ambiente responde a una necesidad social"**

ferencia de radionucleidos. Todo estaba muy desarrollado para proteger al hombre, pero no a otros organismos vivos. Entonces, se organizó en el CIEMAT un equipo que decidió abordar este tema en profundidad, en el que participaron personas de mi grupo y, gracias al apoyo de Antonio Delgado, profesionales de dosimetría y efectos biológicos", recuerda Cancio.

Ese proyecto de ámbito europeo, con la participación de diez países, conocido como FASSET, se terminó convirtiendo en una referencia mundial, y continuó, en el VI Programa Marco, en el actual proyecto ERICA. Tal fue su importancia que varios de los profesionales que integraron ese grupo, hoy están en foros relevantes, como la ICRP.

En palabras de David Cancio, "el proyecto europeo pretende desarrollar una

metodología y filosofía común basados en un consenso internacional: saber qué hay que proteger y cómo hacerlo, observando lo que se hace con otros contaminantes, como los químicos, para que la radiación siga el mismo proceso que otras sustancias tóxicas. Además, es importante facilitar a las autoridades argumentos para que puedan demostrar que el medio ambiente está protegido. Ahora nos encontramos en la etapa de demostración práctica con toda la metodología ya desarrollada".

### **Un proyecto abierto**

Los responsables del proyecto europeo de protección radiológica del medio ambiente se plantearon, como nos comenta Cancio, "la necesidad de contar con la opinión de un grupo de usuarios finales, integrado por organizaciones ambientales, reguladores y universitarios, entre otros. En diversas reuniones, estos usuarios opinan sobre lo que se está desarrollando, lo que nos permite tratar de dar respuesta a las dudas e inquietudes surgidas y orientar el trabajo con el objetivo de satisfacer a todos los sectores". Estas reuniones, informes y demás material se vuelcan en la página electrónica [www.ERICA-proyect.org](http://www.ERICA-proyect.org), para que sea consultado y genere opiniones.

David Cancio reconoce también que, en todo lo relacionado con la protección del medio ambiente, están implicados "demasiadas personas con intereses variados: el ecologista, el investigador, el regulador que exige pruebas concretas, el operador que tiene que aportarlas... Esto provoca que en algunos casos haya tomado unas dimensiones un poco exageradas. En mi opinión, hay que dejar pasar el tiempo para que las investigaciones en marcha maduren".

"En cualquier caso, la urgencia viene motivada por las legislaciones creadas en los países europeos, muy diferentes entre sí. No olvidemos que las fronteras son transparentes y hay libre intercambio de personas, materiales y tecnologías. Por todo ello, surgió la necesidad de una armonización de las legislaciones europeas, que es un objetivo claro y en el que se trabaja en la actualidad".

## “La armonización de las legislaciones europeas es un objetivo claro”

### La protección radiológica en EURATOM

El Tratado de la Comunidad Europea sobre Energía Atómica, EURATOM, se crea en Roma, el 25 de marzo de 1957, en el origen de lo que hoy es la Unión Europea. El objetivo de EURATOM es el desarrollo de una industria nuclear europea, mediante la creación de un mercado común de equipos y materiales nucleares, así como el establecimiento de unas normas básicas de seguridad y de protección.

Para su funcionamiento, EURATOM cuenta con grupos de expertos para desarrollar los artículos del Tratado que corresponden a los distintos colectivos. El artículo 31 define un sistema de protección homogéneo, el 31 y el 37 están relacionados con los residuos, y los artículos 34 y 35 tratan de la calidad radiológica del medio ambiente. En relación con estos temas funcionan tres grupos, que están muy interrelacionados. Específicamente, en el grupo del artículo 31 participan por parte española Eliseo Vañó, representando al Ministerio de Sanidad, y el propio David Cancio, quien forma parte del grupo de expertos responsable de generar las normas y desarrollar documentos que marcan las pautas de su aplicación práctica.

Concretamente, “en este momento pertenecemos al grupo específico que trata la radiación natural, una de las novedades, ya que antes sólo nos ocupábamos de las radiaciones artificiales. Sabemos que hay situaciones en las que hay una radiación natural intensificada, por ejemplo por la presencia de uranio y gas radón en los suelos, que se concentra en los edificios”. El proyecto MARNA promovido por el Consejo de Seguridad Nuclear, y otros estudios, ha analizado ampliamente este problema. “Otra de las novedades son las llamadas industrias NORM (*Normally Occuring Radioactive Materials*), no con-

sideradas como radiactivas pero que por los procesos que utilizan pueden concentrar radiactividad natural. En las normas básicas europeas hay un capítulo que se dedica a esto”.

Cancio explica que, actualmente, todo el esfuerzo está centrado en la revisión de las normas básicas. “Es importante volcar las opiniones de los distintos grupos consultados para ver qué hay que cambiar, qué nos ha mostrado la experiencia y qué debe modificarse en función de las nuevas evidencias científicas”.

### La actividad de la ICRP

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) aborda todo lo relacionado con la protección radiológica, especialmente importante para su regulación. No obstante, en opinión de Cancio “en relación con las industrias NORM, la normativa es muy básica, flexible y da demasiado juego a la interpretación libre por parte de las distintas autoridades nacionales. De ahí la importancia de homogeneizar y armonizar la protección radiológica en Europa”.

La ICRP generó sus últimas recomendaciones en el documento ICRP-60, del año 1991. En este momento se está revisando todo el sistema de protección, porque hay nuevas evidencias científicas y experiencias recogidas desde las últimas recomendaciones. “No hay muchas novedades, pero sí aspectos que evolucionan, como el social que hemos comentado, y es necesario incorporar las adaptaciones necesarias”.

Para David Cancio, un cambio importante en la forma de trabajo de la ICRP ha sido su apertura a todos los grupos interesados. “Antes, los expertos eran inaccesibles, y generaban unas recomendaciones muy crípticas y difíciles de leer y, aún más, de interpretar. Ahora, por el contrario, los documentos que elabora la ICRP son volcados en su página electrónica, abiertos a los comentarios de todos los implicados”.

### El importante papel de la SEPR

España fue también partícipe de ese interés en analizar los documentos de la ICRP, y la SEPR lideró, con el impulso de David Cancio, la formación de un grupo en el que intervenían operadores de la industria nuclear, gestión de residuos, reguladores del Consejo de Seguridad Nuclear, inves-

tigadores y profesionales del área. De esta manera, se creó un grupo que logró consenso y coherencia en las consideraciones de conjunto y han servido a los organismos nacionales para desarrollar sus propios comentarios.

Recientemente, la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA), que agrupa a las sociedades profesionales de protección radiológica de todo el mundo, ha sido llamada por el OIEA a participar como representación de los profesionales. Esta Asociación ha promovido la intervención de las asociaciones nacionales, y en respuesta a esa petición la SEPR ha relanzado aquel grupo, nuevamente bajo la coordinación de Cancio, quien afirma rotundamente que “estamos preparados para responder a EURATOM, al OIEA a través de IRPA, y a la propia ICRP, formulando nuestros comentarios, basados en las experiencias de los distintos sectores, y cómo trasladarlos a las regulaciones”.

Cancio defiende el papel protagonista y aglutinador del CIEMAT, “porque es un organismo de investigación que no despier-ta celos institucionales, y es la figura más adecuada para convertirse en un foro de reunión”.

De ese grupo inicial surgieron unas primeras apreciaciones que fueron “muy bien





recogidas por el presidente de IRPA en los foros internacionales, especialmente en el OIEA, y nos vimos satisfactoriamente reflejados en sus presentaciones”, reconoce con orgullo Cancio.

### **Espanoles en la ICRP**

También evidencia satisfacción nuestro entrevistado al afirmar con rotundidad que “España está representada como nunca en los organismos internacionales de Protección Radiológica”. En este momento, hay cuatro representantes en los comités permanentes de la ICRP, más uno en un grupo de trabajo.

Esta importante participación española en la ICRP tuvo como iniciador a David Cancio, quien sentó las bases de la incorporación de nuestros profesionales en la Comisión. Su estrecha relación con anteriores miembros como Abel González o Dan Beninson, y su participación en grupos de trabajo del OIEA y UNSCEAR, permitió a un grupo de profesionales presentar, desde el CIEMAT, propuestas de participación en todos los comités de ICRP en 1994. “De todas aquellas, triunfó una, la relacionada con aplicaciones médicas, con Pedro Ortiz como representante; hoy, son dos los españoles que participan en esa actividad. Yo me incorporé al Comité 4 hace ahora ocho años, y hace cuatro lo hizo Eliseo Vañó en el Comité 3. También promoví la colaboración de Pedro Carboneras en un grupo de trabajo relacionado con los residuos, y ahora es él quien me ha sustituido. El objetivo era promover nuestra participación que, apoyada en un buen trabajo, ha permitido que ahora la presencia española sea significativa”.

“España está representada como nunca en los organismos internacionales de protección radiológica”

En este punto es importante destacar que los profesionales que forman parte de la ICRP no representan a sus países, sino que constituyen un grupo de élite de la protección radiológica mundial, aunque intenta mantenerse cierto equilibrio geográfico.

### **La ICPR en Madrid**

La excelente relación de David Cancio, y de otras personas, con el presidente de la ICRP ha hecho posible que, tras 70 años de existencia de la Comisión principal de la ICRP, se haya celebrado la primera reunión en Madrid.

Esta Comisión principal es la gran gestora y todos los presidentes de cada uno de los comités forman parte de ella, aunque aún no hay ningún español. “En CIEMAT tenemos buenas instalaciones para hacer reuniones de este tipo. En paralelo, se impartió un seminario abierto sobre los desarrollos que están teniendo lugar en estos momentos. Fue una excelente ocasión para relacionarnos con nuestros colegas de otros países”.

En este sentido, el Comité 4 se reunirá en la sede de CIEMAT en Madrid, el próximo mes de septiembre, y tendrá lugar también un interesante seminario público.

### **Futuros campos de estudio de la protección radiológica**

Entre los muchos temas que centrarán el interés de la protección radiológica en el futuro, David Cancio indica que los más importantes serán los efectos de la radiación, las nuevas aplicaciones en el campo de la medicina, la radiación natural y la interacción con la seguridad física.

Especial atención presta a los efectos a muy bajas dosis. “Lo que se sabe de los efectos de las radiaciones es porque han ocurrido en dosis altas como las bombas nucleares, o ciertos tratamientos médicos o experimentos que se han hecho en el pasado. Sin embargo, resulta muy difícil extrapolar las consecuencias de una dosis puntual baja, porque el organismo tiene capacidad de reacción”, afirma Cancio. Y es que “el gran reto de la protección radiológica, teniendo en cuenta los avances y los estudios biológicos de los efectos, es reducir la incertidumbre sobre las dosis que se pueden recibir en el trabajo, es decir, las dosis bajas”.

También aparecen nuevas aplicaciones que generan escenarios no previstos, como

son las médicas, bastante más desconocidas pero con un importante desarrollo tecnológico. Ya no se trata de la conocida medicina nuclear o rayos X, sino del diagnóstico por imagen como los TAC o los PET, que aplican una dosis de radiación nada desdeñable, a la que se expone tanto el paciente como el médico. Otra línea novedosa es la radiología intervencionista, en la que los médicos hacen la radiografía al mismo tiempo que realizan la operación; están salvando vidas pero al mismo tiempo están recibiendo dosis. “Estamos ante aplicaciones nuevas, motivadas por el desarrollo tecnológico en el área médica, que se están consensuando. Sin duda, la sanidad debe invertir en nuevos equipos y la protección es uno de los factores que debe influir, pensando siempre en las ventajas para médicos y pacientes”.

### **La opinión pública**

La dilatada experiencia de David Cancio nos lleva a preguntarle cómo influye la opinión pública en la protección radiológica.

En este sentido, recuerda que en el XI Congreso Internacional de IRPA, celebrado en Madrid hace dos años, “se organizó por primera vez una sesión dedicada a la intervención de la sociedad en los temas de protección radiológica. Ahora se ha convertido en una de las problemáticas más actuales en congresos y seminarios, y existen organismos internacionales tratando de implementar su participación. El problema -dice Cancio- es cómo canalizar las opiniones y decidir quiénes son los que deben opinar, más aún ahora que renace el debate de la energía nuclear, siendo una cuestión fundamental la aceptación por una sociedad cada vez más informada y el acuerdo de los profesionales del sector. Lo mismo ocurre con el problema de la gestión de los residuos, consecuencia natural de las operaciones realizadas”.

“Lamentablemente, los políticos utilizan el tema nuclear como arma arrojadiza. Son una de las partes interesadas más destacadas, porque son nuestros dirigentes. Parece que los precios del petróleo y otros problemas energéticos provocan movimientos estratégicos en posiciones que antes eran muy contrarias a la energía nuclear, y ahora ya no lo son tanto. El problema básico es político, y claramente necesitaría de un Pacto de Estado”, indica Cancio.



## La Junta Directiva informa

### Asamblea General Extraordinaria de la SEPR

El pasado martes 6 de junio de 2006, se celebró Asamblea General Extraordinaria de la SEPR, en el Salón de Actos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid.

El orden del día para dicha asamblea era la modificación de los Estatutos de la Sociedad, según la propuesta que se envió a todos los socios por correo.

Inició la asamblea el Presidente de la SEPR José Gutiérrez, quien realizó una pequeña introducción exponiendo el motivo de la Asamblea Extraordinaria.

Posteriormente tomó la palabra el Secretario General de la Sociedad, Ramón Almuera, que procedió a leer los 29 artículos que componen los nuevos estatutos, uno por uno para posibilitar la discusión de los socios asistentes sobre su contenido.

Se destaca la discusión mantenida sobre el Artículo 12: Naturaleza y Composición (de la Junta Directiva) que concluyó aprobándose eliminar la figura de Vicepresidente de Congresos como miembro de la JD, tras votación entre los asistentes, y aumentando el número de vocales de la JD a 6, para no reducir el número total de componentes de la misma. Otro aspecto tratado del Artículo 12 fue la duración del mandato de los miembros de la JD. Hubo unanimidad en que es más adecuada la redacción que aparece en los Estatutos vigentes, por lo que se decidió quitar la frase "Su mandato tendrá una duración de 4 años, excepto para el Presidente y Vicepresidente que tendrá una duración de dos años", y dejar el texto tal y como aparece en los Estatutos actuales.

Tras las modificaciones surgidas del debate y aceptadas por mayoría de los asistentes, se aprobó finalmente por unanimidad el texto que se enviará para su tramitación oficial correspondiente.

Comité de Redacción

## Symposium Internacional sobre Protección Radiológica del Paciente

Al cierre de esta edición ha finalizado el plazo de recepción de los trabajos para el "Symposium Internacional sobre Protección Radiológica del Paciente" que se celebrará del 2 al 4 de octubre de 2006 en la Facultad de Medicina de Málaga. España.



Dicho evento científico está organizado por la Sociedad Española de Protección Radiológica y la Sociedad Española de Física Médica, con la colaboración y participación del Organismo Internacional de la Energía Atómica, la Organización Panamericana de la Salud, la Comisión Internacional de Protección Radiológica, el Ministerio de Sanidad y Consumo, el Consejo de Seguridad Nuclear, la Junta de Andalucía, el Ayuntamiento de Málaga, la Universidad de Málaga, ENRESA, las Sociedades Española de Radiología Médica, Medicina Nuclear, Radioterapia Oncológica, Radiología Vasculare Intervencionista, Radiología Pediátrica y Diagnóstico por la Imagen de la Mama, así como entidades comerciales del Sector y Unicaja.

Las áreas temáticas sobre las que se han presentado trabajos son:

Miembros de la Junta Directiva de la SEPR en la mesa presidencial. En la fotografía superior, de izquierda a derecha: Ramón Almuera (Secretario General), Rafael Ruiz Cruces (Vicepresidente), José Gutiérrez (Presidente), José Miguel Fernández Soto (Vocal), Cristina Correa (Tesorera) y Manuel Alonso (Vocal).





- 1.- Radiobiología
- 2.- Radiodiagnóstico en general
- 3.- Radiología Intervencionista
- 4.- Radiología Pediátrica
- 5.- Radiología de la Mama
- 6.- Medicina Nuclear
- 7.- Radioterapia
- 8.- Embarazo y radiación ionizante
- 9.- Normativa y formación en PR

Estos trabajos científicos serán resumidos por un relator en las sesiones que tendrán lugar el miércoles 3 de octubre de 2006. Asimismo se incluirán en el Libro de Trabajos Científicos (Número extraordinario de la REVISTA RADIOPROTECCIÓN) que se distribuirá gratuitamente a todos los participantes.

Para más información: <http://www.siprp06.es/>

Rafael Ruiz Cruces  
 Presidente del Comité Organizador del  
 SIPRP 06

## Reunión del Grupo de Trabajo del Área Temática de la SEPR sobre "Dosimetría de la radiación"

En el Área Temática de la SEPR sobre "Dosimetría de la radiación" participan D<sup>a</sup> Merce Ginjaume (INTE-UPC), que actúa como coordinadora del grupo, D<sup>a</sup> María Isabel Villanueva (CSN), D<sup>a</sup> Marisa España (Hosp. Princesa), D<sup>a</sup> Teresa Navarro (CIEMAT), D<sup>a</sup> Ana Romero (CIEMAT), D<sup>a</sup> Paloma Marchena (TECNATOM) y D<sup>a</sup> Beatriz Gómez Arguello (TECNATOM).

Este Grupo de Trabajo tras su constitución en septiembre de 2005, elaboró un cuestionario para identificar los campos de trabajo de su área en los que los socios de la SEPR tuvieran mayor interés de impulsar actividades científico-técnicas.

El cuestionario se publicó en la página web de la SEPR en el mes de octubre de 2005 y posteriormente, en el mes de febrero de 2006, fue enviado por correo electrónico a todos los socios de la SEPR desde la Secretaría de la Sociedad.

El pasado 24 de marzo de 2006, el grupo se reunió para analizar las respuestas recibidas.

El cuestionario fue contestado por 23 socios de la SEPR. La mayoría (10) trabajan en el ámbito sanitario, 4 pertenecen a uni-

- versidades o centros de investigación, 4 a
- UTPRs, 2 a Centrales Nucleares, 1 socio de
- la administración, 1 de un Servicio de Dosimetría Personal y una persona que no indica su ámbito de actuación.

Los temas en que se ha mostrado un mayor interés han sido:

- - Dosimetría de pacientes.
- - Dosimetría interna de Trabajadores expuestos (TE).

- Difusión de normativa sobre dosimetría.

Del resto de temas establecidos en la encuesta se ha mostrado también interés, aunque en menor medida que con los tres temas listados anteriormente, en los siguientes:

- - Dosimetría numérica, Monte Carlo.
- - Dosimetría debida a radiación natural y NORM.
- - Dosimetría de extremidades.
- - Dosimetría de campos mixtos.

Nueve de los socios de la SEPR que han contestado a la encuesta han manifestado su deseo de participar en las actividades que sean llevadas a cabo por este Grupo de Trabajo y los dieciséis restantes han manifestado su deseo de estar informados.

El Grupo de Trabajo expresa su agradecimiento a todos los socios de la SEPR que han participado en la encuesta y que facilitan la orientación futura de los trabajos del grupo.

En base a las respuestas recibidas se crearán dos subgrupos coordinados por Marisa España y Teresa Navarro. El primer subgrupo estudiará los distintos protocolos disponibles en la estimación de dosis de pacientes embarazadas y de pacientes pediátricos. El segundo subgrupo se encargará de valorar la aplicación y las limitaciones de los modelos de dosimetría interna de los trabajadores para dichos grupos de interés.

En breve, el grupo se pondrá en contacto con las personas que manifestaron su interés en participar activamente en estas iniciativas, y desde este escrito invitamos al resto de socios que tengan experiencia en este campo que se pongan en contacto con el grupo. Las conclusiones de los trabajos junto con información básica de estos ámbitos se presentarán en una jornada monográfica prevista para el año próximo.

María Isabel Villanueva  
 Participante del Área temática  
 de Dosimetría

## Actividades del Grupo de Trabajo sobre la revisión de las "Normas Básicas Internacionales"

El 31 de marzo fueron enviadas a IRPA las primeras consideraciones del Grupo de Trabajo de la SEPR con la opinión española respecto a las principales prioridades para la revisión de las "Normas Básicas de Seguridad" (NBS) Internacionales.

El Grupo está formado por expertos en diferentes áreas y surgió como respuesta a la solicitud que IRPA envió a las Sociedades invitando a colaborar en representación de los profesionales de la protección. IRPA ha aceptado ser parte activa y patrocinadora de la revisión de las NBS bajo la coordinación del OIEA (ver Radioprotección No 47-2006). El Grupo está formado por I. Amor, L. Arranz, P. Carboneras, E. Gallego, M.J. Muñoz, A. Real, E. Sollet, E. Vañó y como coordinadores J.C. Mora y David Cancio.

La mayoría de los miembros del Grupo de Trabajo se encuentran involucrados en los principales Comités y Grupos de Expertos de PR y en especial en la ICRP (Comités 3, 4 y 5) en RASCC y WASSC del OIEA, en el CRPPH de la NEA/OECD y en EURATOM-Art 31). Por ello está previsto que el mismo grupo de la SEPR participe en el proceso de revisión de las Normas Básicas EUROPEAS de EURATOM que se realizará previsiblemente de forma paralela.

Las conclusiones del Grupo de Trabajo se orientan fundamentalmente a una posible revisión de ciertos aspectos de la protección del paciente, del feto y del medio ambiente, la definición del propio alcance de la PR (exclusión, exención y desclasificación), del entrenamiento de los médicos prescriptores, de la exposición a las fuentes naturales (NORM), de gestión de emergencias (aplicación práctica de la dosis evitable) e incluir aspectos de seguridad física. También se destacó la necesidad de que las NBS tuvieran una estructura de uso más amigable.

Además de la SEPR, otras cinco de las 45 organizaciones asociadas a IRPA enviaron sus recomendaciones sobre posibles aspectos a revisar. Un resumen de las propuestas han sido presentadas por el Presidente de IRPA ante el RASSC del OIEA en la primera semana de abril.

Por lo que se puede deducir hubo coincidencias entre las propuestas ya que todos los comentarios españoles de la SEPR han formado parte de la presentación con el único agregado referido al problema de los trabajadores transfronterizos.

*J.C. Mora y D. Cancio.*

## Estudio de cohorte retrospectiva de trabajadores de la industria nuclear en 15 países. Riesgo de cáncer a dosis bajas de radiación ionizante

El día 28 de abril, organizada por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y la Sociedad Española de Protección radiológica, tuvo lugar en el salón de actos del CSN una conferencia de la Dra. Elisabeth Cardis sobre el tema arriba mencionado. Se trata de un estudio coordinado por la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC perteneciente a la OMS) de Lyon.

El objetivo del estudio presentado ha sido estimar el riesgo de muerte por cáncer, incluida la leucemia, tras la exposición a dosis bajas de radiación de fotones de alta energía (principalmente radiación gamma) en trabajadores de la industria nuclear de varios países.

Las normas de protección radiológica se basan principalmente en estimaciones de riesgo de cáncer derivadas de los estudios en supervivientes de las bombas atómicas de Japón, quienes estuvieron expuestos a dosis relativamente altas de forma puntual. Este estudio se llevó a cabo para ver si las estimaciones de riesgo derivadas de poblaciones con exposiciones a bajas dosis durante un período largo (como las que reciben los trabajadores de la industria nuclear) corroboran científicamente las normas actuales.

En cuanto a la población bajo estudio se han estudiado a 407.391 trabajadores de la industria nuclear (hombres y mujeres) que utilizaban dosímetros personales y que habían trabajado por lo menos un año en la industria nuclear de alguno de los 15 países. Se incluyeron trabajadores de centrales nucleares, investigación nuclear, manejo de residuos radiactivos, producción de combustible, isótopos o armas. Se excluyeron trabajadores que tuvieron una exposición importante a neutrones o contaminación interna (por ejemplo

por plutonio) porque las medidas de estas exposiciones en el pasado podían ser poco fiables. El estudio incluye trabajadores de Australia, Bélgica, Canadá, Finlandia, Francia, Hungría, Japón, Corea del Sur, Lituania, República Eslovaca, España, Suecia, Suiza, Gran Bretaña, y Estados Unidos.

Para la realización del estudio se estableció la causa de muerte para cada trabajador fallecido en el estudio de los 15 países. Para cada trabajador se tomó, de los centros o registros dosimétricos de cada país, la dosis de radiación recibida y se calculó la dosis total a lo largo de la vida del trabajador (en Sieverts). Se tomaron en cuenta las diferen-



cias en los procedimientos de medida de la radiación entre los países, instalaciones y a lo largo del tiempo. Se utilizaron modelos estadísticos para ver si los trabajadores con las dosis más altas de radiación tenían un mayor riesgo de cáncer. Estos modelos toman en cuenta otros factores relacionados con el cáncer, tales como edad, sexo, período de tiempo, duración del empleo, y estatus socioeconómico. Ya que el cáncer es una enfermedad con un período de latencia o inducción muy largo, las dosis se retardaron dos años para la leucemia y diez años para otros cánceres. Esto significa que las dosis recibidas en los dos ó diez últimos años no se incluyen en la estimación de riesgo ya que se piensa que se han recibido demasiado recientemente como para tener una influencia en el riesgo de cáncer.

Las causas de muerte estudiadas fueron: todos los cánceres combinados (excepto la leucemia) y todas las leucemias combinadas (excepto la linfocítica crónica), ya que estos son los principales cánceres en los que se basan las normas de protección radiológica. Estos resultados se compararon con los de los estudios de los supervivientes de las bombas atómicas ya que éstos forman la base de las normas de protección radiológica actuales.

En este estudio no se dispuso de información sobre si los trabajadores fumaban o no,

y sin embargo el fumar puede ser un factor importante porque está fuertemente relacionado con el riesgo de algunos cánceres. Por tanto, se realizaron análisis adicionales sobre cánceres relacionados y no relacionados con el fumar para ver si el fumar pudiese explicar los hallazgos. El riesgo de cáncer global también se estudió tras excluir la leucemia, el cáncer de pulmón y de pleura ya que estos dos últimos cánceres están fuertemente asociados con el fumar o la exposición a amianto.

En cuanto a los hallazgos del estudio, la mayoría de los trabajadores eran varones (90%) y la dosis media total por trabajador fue de alrededor de 19 mSv. Sólo el 6% de esta cohorte internacional habían fallecido cuando se cerró el estudio, con un total de 6.519 cánceres excluidas las leucemias y 196 leucemias excluyendo la linfocítica crónica.

Antes de exponer los resultados del estudio, parece adecuado recordar que el Exceso de Riesgo Relativo (ERR) es una medida del cambio en el riesgo relativo de enfermedad o muerte (normalmente por unidad de dosis recibida) para un grupo de trabajadores que están expuestos a un cierto nivel comparado con los no expuestos. El ERR se define como el riesgo relativo menos uno. Un ERR positivo indica que el riesgo es mayor entre los expuestos, mientras que un ERR negativo muestra un riesgo que es menor entre los expuestos. Por ejemplo, un ERR por Sv de 1.00 indica un riesgo relativo que es el doble entre los expuestos a 1 Sv, y que es un aumento del 10% entre los que reciben 100 mSv y del 1% entre los que reciben 10 mSv, comparados con aquéllos que no están expuestos.

En el estudio, el ERR para todos los cánceres excluyendo la leucemia se eleva a 0,97 por Sv, con un intervalo de confianza (IC) al 95% de 0,14 a 1,97. Esto significa que el ERR para un trabajador con una dosis de 10 mSv (la dosis media observada en este estudio) es de 0,02 (IC al 95% 0,003-0,04) correspondiendo a un aumento del riesgo de morir por cáncer (excluyendo la leucemia) de un 2%. Para un trabajador con una dosis de 100 mSv, el ERR es 0,1 y el correspondiente aumento de riesgo es del 10%. Para la leucemia, excluyendo la linfocítica crónica, el ERR fue de 1,93 por Sv con un intervalo de confianza la 95% muy amplio y que no es significativamente diferente de 0 (de menos

de 0 a 8,47). En comparación, los resultados en los supervivientes de las bombas atómicas muestran un ERR de 0,32 por Sv para cánceres excluidas las leucemias y un ERR que va de 1,54 a 3,15 por Sv para la leucemia excluyendo la linfocítica crónica.

El análisis de las causas de muerte relacionadas y no relacionadas con el tabaco indica que, aunque el tabaco puede jugar un papel en el aumento de riesgo de cáncer, exceptuando la leucemia, no explica completamente todo el aumento de riesgo.

Este estudio tiene importantes ventajas. El uso de una metodología común en todas las instalaciones y países ayuda a asegurar la precisión de las estimaciones de riesgo. Este estudio se restringe a trabajadores con exposiciones a radiación relativamente bien medidas, lo que reduce el posible error de las malas medidas de otras exposiciones como neutrones o contaminación interna.

Los riesgos estimados en este estudio son estadísticamente similares a los datos de los supervivientes de la bomba atómica con la misma dosis de radiación, pero la incertidumbre en las estimaciones sugiere que el riesgo de cáncer por unidad de dosis puede oscilar entre ser menor que el encontrado en el estudio de las bombas atómicas o hasta ó veces mayor. Los resultados para el riesgo de leucemia son estadísticamente compatibles con una ausencia de riesgo en los trabajadores nucleares expuestos, y con un aumento de riesgo tres veces mayor por unidad de dosis que el encontrado en los supervivientes de las bombas atómicas.

En conjunto, las estimaciones de riesgo encontradas en este estudio sugieren que entre un 1 y un 2% de las muertes por cáncer (incluyendo la leucemia) entre los trabajadores estudiados puede haber sido causada por la exposición a radiación.

Como conclusión se puede decir que el estudio proporciona estimaciones de riesgo debidas a la radiación basadas en el estudio con mayor número de casos realizado hasta ahora en trabajadores de la industria nuclear. El estudio sugiere que existe un pequeño aumento en el riesgo de cáncer aún a las bajas dosis y bajas tasas de dosis recibidas por los trabajadores nucleares de este estudio. Las estimaciones de riesgo de este estudio son compatibles con aquéllas en las que se basan las actuales normas de protección radiológica. Se van a publicar otra serie de informes adicionales con resultados detalla-

dos según tipos de cáncer específicos, países y otros factores en breve.

El trabajo está publicado en formato electrónico en la revista British Medical Journal ([www.bmj.com](http://www.bmj.com)) con fecha 29 de junio de 2005.

Dado que ha habido una contribución de **datos españoles**, aunque no fue éste el objeto específico de la Conferencia, a continuación se comentan brevemente los hallazgos de estos datos. El análisis fue realizado por el Dr. Rodríguez Arteajo (catedrático de Medicina Preventiva y Salud Pública de la UAM) que ha participado en el estudio del IARC, junto con Juan Bernar (UNESA) y Asunción Díez (CSN).

La cohorte española está formada por datos de 3.633 trabajadores (de los cuales 3.525 son varones y 108 mujeres), el número de fallecidos ha sido de 68 de los cuales en 25 casos la causa de fallecimiento fue por cáncer (ninguno de ellos leucemia), este número de fallecidos supone algo menos de un 2% de muertes durante el seguimiento de la cohorte (que finalizó en 1995 ó 1996 según los casos).

En cuanto al riesgo derivado de la exposición a bajas dosis de radiaciones ionizantes por los trabajadores españoles: se puede decir que el trabajo no se diseñó para responder a esta cuestión. De hecho, como los efectos de las radiaciones ionizantes sobre el riesgo de cáncer son presumiblemente muy pequeños, es necesario reunir los datos de muchos países para en conjunto poder llegar a alguna conclusión.

El pequeño tamaño de la cohorte española, su relativa juventud y pequeña duración del seguimiento, así como los escasos eventos de mortalidad observados no permiten obtener conclusiones fiables acerca del riesgo de cáncer asociado a las bajas dosis de radiación en nuestro país. Se debe, sin embargo, destacar que el estudio no ha observado diferencias significativas entre países en el riesgo de cáncer asociado a la exposición a bajas dosis de radiaciones ionizantes.

La Dra. Cardis expuso brevemente al final de la conferencia los hallazgos de un reciente estudio publicado por el IARC sobre la contribución del accidente de Chernobyl en la incidencia de cáncer en Europa, del cual se informa en otra noticia de este mismo número de Radioprotección.

Asunción Díez  
Consejo de Seguridad Nuclear

## Reunión de la Comisión Principal de ICRP en Madrid

Por primera vez en su historia, la Comisión Principal de la ICRP (International Commission on Radiological Protection) se reunió en España. El acontecimiento se celebró en Madrid los días 22, 23 y 24 de marzo de 2006, siendo el anfitrión el CIEMAT, con la colaboración de la Sociedad Española de Protección Radiológica.

Aprovechando que la Comisión Principal se encontraba en Madrid, el viernes 24 de marzo de 2006 se celebró una Jornada de puertas abiertas que contó con los presidentes de diversos Comités de ICRP, así como con el presidente de la Comisión, el Dr. Lars-Erik Holm y el Secretario Científico Jack Valentin.

La Jornada estuvo presidida por D<sup>a</sup> Mila-



gros Couchoud Gregori, Secretaria General del CIEMAT, Dr. Lars-Erik Holm, Presidente de la ICRP; Dr Jack Valentin, secretario científico de ICRP; Dr. Julian Preston Presidente del Comité 1; Dra. Claire Cousins Presidenta del Comité 3; Dr. Jan Pentreath, presidente del Comité 5 y David Cancio como organizador y representante de la SEPR.

El Presidente de ICRP, Lar-Erik Holm, comenzó la jornada con una presentación sobre el estado actual de la revisión que la Comisión está llevando a cabo de sus recomendaciones, revisión que está prevista esté terminada a finales de este año.

El Dr. Holm repasó el contenido de las Recomendaciones, recordando que tratarán,

además de los objetivos y alcance de las mismas, los siguientes temas: Aspectos biológicos; Magnitudes dosimétricas; El sistema de protección radiológica; Exposiciones médicas en pacientes; Exposiciones potenciales; Situaciones de emergencia; El alcance de regular la protección radiológica; Protección del medio ambiente e Implementación de las recomendaciones.

El presidente de ICRP resaltó que desde que se comenzó el proceso de revisión de las recomendaciones la Comisión ha querido dejar claro que se trata más de una "continuidad" que de un "cambio". Así, la mayoría de las recomendaciones seguirán como hasta ahora, ya que han funcionado y están claras. Sin embargo, algunas cosas han de explicarse siendo necesarias más guías; añadirse porque han sido omitidas hasta el momento; o cambiarse porque el entendimiento ha evolucionado.

Dentro de las principales características de las recomendaciones destacar que se mantendrán los 3 principios de la protección radiológica: justificación, optimización y limitación de dosis, clarificando como deben aplicarse a las fuentes y a los individuos

El objetivo de la revisión de las Recomendaciones es proporcionar un estándar de protección adecuado para las personas y el medio ambiente, sin limitar de forma indebida las acciones beneficiosas que dan lugar a exposición a radiación. Estas recomendaciones consolidan y complementan las recomendaciones previas de ICRP. Las recomendaciones numéricas dadas desde 1991 siguen siendo válidas, a no ser que se diga lo contrario.

Dos aspectos "novedosos" de la revisión de las recomendaciones son:

- Sustituir los conceptos de "práctica" e "intervención" por tres tipos de situaciones de exposición: situaciones planeadas, de emergencias y existentes.

- Incluir una política para la protección del medio ambiente.

A continuación el Dr. Holm comentó algunas de las novedades que incluirán las nuevas recomendaciones.

Respecto a los factores de ponderación de la radiación, los cambios afectan únicamente al factor de ponderación de protones que se reduce de 5 (ICRP-60) a 2 en las nuevas recomendaciones y a los neutrones para los que se considerará una función continua, en lugar de escalonada como se consideraba en ICRP-60.

- En cuanto a los factores de ponderación de los tejidos, se considerará un factor de ponderación de: 0,12 para médula ósea, mama, colon, pulmón, estómago y para el "resto" de los tejidos; 0,08 para las gónadas; 0,04 para vejiga, esófago, hígado y tiroides; 0,01 para la superficie ósea, cerebro, glándulas salivares y piel.

- Los coeficientes nominales de riesgo para efectos estocásticos (% por Sv) en las nuevas Recomendaciones será de 6 para toda la población (comparado con 7,3 en ICRP-60) y 4 para los adultos (comparado con 5,6 en ICRP-60).

- Los límites de dosis se mantendrán con los mismos valores que en la Publicación 60. En lo relativo a la restricción de dosis (dose constraints) se recordó que es el nivel más fundamental de protección para la mayoría de individuos expuestos por una única fuente dentro de una clase de exposición y que aplica a todas las situaciones. Sin embargo es importante tener en cuenta que se usa de manera prospectiva como el punto inicial del proceso de optimización y no debe utilizarse de forma retrospectiva. La restricción de dosis en situaciones planificadas, es menor que el límite de dosis, mientras que en situaciones de emergencia o de exposiciones existentes, representa el nivel de dosis/riesgo en el que la acción de protección debe llevarse a cabo. El valor elegido de restricción de dosis dependerá de las circunstancias de exposición y se establecerá a nivel nacional o local por los reguladores u operadores.

- Se definen tres bandas de restricción de dosis para los casos en que exista una fuente determinada que domina las exposiciones. Los criterios que se consideran sobre los requisitos para cada banda son los siguientes:

- i) 20-100 mSv: El beneficio que se recibe es en base a "caso por caso"; para los trabajadores existe información, entrenamiento y vigilancia individual, para el público una evaluación de las dosis.

- ii) 1-20 mSv: El beneficio es directo o indirecto para los individuos, también existe información, entrenamiento y alternativamente vigilancia individual (trabajadores) o evaluación de las dosis (público y trabajadores).

- iii) 0.01-1 mSv: El beneficio es para la Sociedad y no para el individuo. No se requiere información, entrenamiento o vigilancia individual pero sí existe una evaluación de las dosis para verificación.

- El grupo de trabajo de ICRP que trata el tema de la exclusión de la legislación, reco-

- mienda excluir situaciones de exposición a radiación que no puedan ser razonablemente sometidas a control: radiación cósmica a nivel del suelo, radionucleídos de origen natural en el cuerpo humano, y cualquier otra situación de exposición que el legislador juzgue que no puede ser controlada

- Los niveles de exclusión o de exención genérica recomendados son:

- i) Para radionucleídos artificiales: <1Bq/kg para emisores alfa y <10 Bq/kg para emisores beta/gamma;

- ii) Para radionucleídos naturales en materiales (excepto materiales de construcción): < 1000 Bq/kg para los cabezas de serie 238-U y 232-Th y < 10.000 Bq/kg para 40K;

- iii) Para materiales de construcción: se puede considerar una restricción a la suma de las concentraciones de 238-U, 232-Th y 40-K, y las implicaciones radiológicas deben ser cuidadosamente analizadas.

- Asimismo, se recomienda la exención para:

- i) Dispositivos que emitan radiación en accidentes de un máximo de 5 keV y un máximo de 1 mSv/h a 0,1 m desde cualquier superficie del dispositivo;

- ii) Radionucleídos con concentraciones de actividad menores a las especificadas por FAO o OMS para alimentos y agua de bebida, y por el OIEA para mercancías no comestibles, para fuentes de radiación y para el transporte de materiales.

- Está previsto que en verano de 2006 esté terminado el borrador de las recomendaciones y se ponga para consulta en la web de ICRP (<http://www.icrp.org/>). En noviembre de 2006 se prevé tener la última versión del documento, que se publicaría en 2007.

- Tras la intervención de Lars-Erik Holm, se presentó para cada uno de los 5 Comités de ICRP las actividades más relevantes que están llevando a cabo.

- El Dr. Julian Preston, Presidente del Comité 1 sobre "Efectos de la radiación", resaltó que una de las actividades de este Comité en los últimos años ha sido la elaboración del documento de base, para apoyar las Recomendaciones del 2006, titulado "Biological and Epidemiological Information on Health Risks Attributable to Ionising Radiation: A Summary of Judgments for the Purposes of Radiological Protection of Humans", que actualmente está en fase de revisión. Adicionalmente, se han creado diversos grupos de trabajo dentro del Comité para abordar los temas: i) Reacciones tisulares, en el que se considerarán tanto

los efectos de dosis altas, en particular en el contexto de radioterapia, y las evidencias de un aumento del riesgo a dosis bajas; ii) Riesgo de cáncer para emisores alfa, revisándose la información relativa al riesgo asociado con radón y otros emisores alfa; iii) Radiobiología de células madre, al ser éstas un blanco celular para el desarrollo de cáncer con las implicaciones que ello podría tener en protección radiológica; iv) Revisión de epidemiología, abarcando tanto exposiciones medioambientales, como ocupacionales y médicas; v) Revisión de diversas áreas biológicas como son los efectos hereditarios; los efectos de la radiación diferentes al cáncer y la radiobiología.

El Prof. Christian Streffer, Presidente del Comité 2 sobre "Dosis de exposiciones a radiación", no pudo estar presente en la jornada por lo que la presentación de las actividades de este Comité la realizó el Dr. Jack Valentin, Secretario científico de ICRP. El Comité 2 ha trabajado en la elaboración del documento base sobre magnitudes dosimétricas, para apoyar las Recomendaciones 2006. En relación a los grupos de trabajo del Comité 2, estos se centran en los temas: i) INDOS – DOCAL: nuevos coeficientes de dosis, guías para la interpretación de los resultados obtenidos en los bioensayos; ii) Maniqués de referencia basados en "Voxel": adaptación de los voxels de personas reales a los tamaños de la persona de referencia; bases para los coeficientes de transferencia; iii) Exposición de tripulaciones aéreas: selección de datos de referencia para fines legales; iv) Dosimetría biológica.

La Dra. Claire Cousins, Presidenta del Comité 3 sobre "Protección en medicina", comenzó su presentación destacando el gran número de publicaciones realizadas por este Comité en los últimos cinco años. Éstas han sido: Publicación 84: Embarazo y radiación en medicina (Prof. F. Mettler); Publicación 85: Evitando las lesiones producidas por radiación en procedimientos médicos intervencionistas (Dr. C. Sharp); Publicación 86: Prevención de accidentes en pacientes sometidos a terapia con radiaciones (Dr. P. Ortiz-López); Publicación 87: Manejo de la dosis al paciente en tomografía computerizada (Dr. M. Rehani); Publicación 93: Manejo de la dosis al paciente en radiología digital (Prof. E. Vano); Publicación 94: Liberación de pacientes tras terapia con radionucleidos no encapsulados (Dr. K. Harding); Publicación

97: Prevención de accidentes de altas tasas de dosis en braquiterapia (Dr. L. Pinillos-Ashton); Publicación 98: Aspectos de seguridad radiológica en braquiterapia para cáncer de próstata utilizando fuentes de implantación permanente (Prof. J.M. Cosset). Además en la actualidad el Comité 3 tiene grupos de trabajo en los siguientes temas: Protección radiológica para cardiólogos que realizan procedimientos guiados por fluoroscopia (Dr. C. Cousins); Manejo de la dosis al paciente en tomografía computerizada con multi detectores (Dr. M. Rehani); Formación y autorización para los profesionales médicos que utilizan radiaciones en diagnóstico (Prof. E. Vano); Protección radiológica en radiología pediátrica (Prof. H. Ringertz); Exposiciones médico-legales (Dr. C. Sharp); Protección radiológica en medicina, actualización de la publicación 73.

La Dra. Annie Sugier, presidenta del Comité 4 sobre "Aplicación de las recomendaciones de ICRP", no pudo estar presente en la jornada, siendo el Dr. Holo el que presentó las actividades de este Comité. Se resaltó el trabajo de apoyo a la Comisión Principal en la elaboración de las recomendaciones 2006. Se comentaron también los distintos grupos de trabajo existentes en el comité: Optimización (2005-2006); Individuo representativo de la población (2005-2006) en el cual ha participado David Cancio; Protección de las poblaciones durante las emergencias; Protección de la población que vive en territorios contaminados, grupo de trabajo en el que participa Eduardo Gallego; NORM, que cuenta con la participación de Pedro Carboneras. El Comité 4 también da apoyo a otros Comités de ICRP, como por ejemplo en el caso del grupo de trabajo del Comité 2 sobre vuelos espaciales; o al grupo de trabajo sobre exposiciones médico-legales del Comité 3.

Se destaca especialmente que la próxima reunión del Comité 4 será en Madrid del 11 al 15 de septiembre próximo.

La última presentación de la jornada corrió a cargo del Prof. Jan Pentreath, Presidente del recientemente creado Comité 5 sobre "Protección del medio ambiente". El Prof. Pentreath explicó la necesidad de que exista este Comité dentro de ICRP, en base a hechos recientes relacionados con la protección del medio ambiente como son, entre otros, la creciente necesidad de demostrar de forma explícita que el medio ambiente es-

tá adecuadamente protegido de los efectos de la radiación, o la necesidad de que exista una consistencia en las aproximaciones reguladoras utilizadas en distintas industrias y en diferentes países. Recordó también que la creación de este Comité no se debe a que haya nuevos datos o preocupación sobre los efectos de la radiación en el medio ambiente. El trabajo que tiene previsto realizar este Comité en el periodo 2005-2009, dará lugar a tres documentos: i) Manual de animales y plantas de referencia (RAPs), previsto para 2007; ii) Factores de ponderación de la radiación y aspectos relacionados, previsto para 2009; iii) Interfase entre la "aproximación RAP" y otras aproximaciones para la protección del medio ambiente, previsto para 2009. Con estos trabajos se pretende demostrar de forma explícita la protección del medio ambiente, tener una base científica más inclusiva y comprensiva para temas de radiobiología. Además se proporcionará la base para evaluar el impacto en las personas y el medio ambiente de las centrales nucleares para compararlas con otras fuentes de energía.

Una vez finalizadas las presentaciones de todos los miembros de ICRP, se abrió un turno de preguntas para que todos los asistentes que lo desearan plantearan sus dudas, sugerencias o "reticencias" en relación con las nuevas recomendaciones de ICRP 2006.

La Jornada fue clausurada por D<sup>a</sup> Milagros Couchoud Gregori, Secretaria General del CIEMAT y el Dr. Lars-Erik Holm, Presidente de la ICRP.

Tras la jornada hubo un "vino español" para todos los asistentes a la jornada, en el que hubo posibilidad de hablar no sólo con los distintos miembros de la Comisión Principal de la ICRP sino también con otros profesionales de la protección radiológica que habían asistido a la jornada desde distintos puntos de España.

*David Cancio  
Organizador de la Jornada.*

## Seminario del Comité 4 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica

En la semana del 11 al 15 de septiembre el Comité 4 de la ICRP celebrará su reunión anual en las instalaciones del CIEMAT, en Madrid. Asistirán, además de sus miembros,

observadores de varias Instituciones internacionales OIEA, NEA/OECD; IRPA, ILO, WHO, etc.

En la reunión se tratarán especialmente las nuevas recomendaciones y los documentos de base producidos en el Comité, los avances de los Grupos de Trabajo sobre emergencias y rehabilitación de territorios contaminados, radiación natural (NORM), radón y exposición ocupacional.

Coincidiendo con la presencia de los miembros de ICRP y observadores en Madrid, la SEPR y el Departamento de Medio Ambiente del CIEMAT han organizado un Seminario el día 15 de septiembre a las 12:00 horas, en el Salón de Actos del CIEMAT.

El seminario tratará las "Novedades sobre las nuevas recomendaciones de la ICRP y avances en los desarrollos sobre su aplicación". En él participarán Annie Sugier, Presidenta del Comité 4 y los Presidentes de los Grupos de Trabajo.

Al finalizar el Seminario se ofrecerá un Vino Español para todos los asistentes.

*Comité de Redacción*

Resumen de la Jornada sobre  
**Avances en Dosimetría y Control de Calidad en Radiología Intervencionista: El Programa Europeo SENTINEL**

La Jornada tuvo lugar en el Hospital Clínico San Carlos de Madrid el 21 de abril de 2006 en sesión abierta, seguida de una reunión del Grupo de Trabajo y la sesión de prácticas del día 22 (que estaban restringidas a los miembros del Programa SENTINEL).

La Jornada fue inaugurada por la Directora General de Calidad y Acreditación de la Consejería de Salud de la Comunidad de Madrid (Dra. E. Borrego) y la Dirección del Hospital Clínico San Carlos.

La Jornada comenzó con la intervención del Jefe de la Sección de Radiología Intervencionista del Hospital Clínico San Carlos (Dr. J.J. Gallego) que realizó una exposición sobre Procedimientos en Ra-



diología Intervencionista. A continuación se contó con la participación de la Sociedad Española de Radiología Vasculare Intervencionista (SERVEI) cuyo representante (Dr. J. Urbano) junto con el Prof. E. Vañó, expusieron los primeros resultados de una evaluación de dosis a pacientes y personal en radiología intervencionista realizada en una muestra de centros a nivel nacional. Tras una pausa tuvieron lugar las siguientes presentaciones: Introducción a la Acción Coordinada Europea SENTINEL (E. Vañó), Detectores y Medidas en Radiología Intervencionista (J. Harvinen) Dosimetría a Pacientes (R. Padovani) y Control de Calidad en Radiología Intervencionista (C. Prieto). La jornada finalizó con una sesión de discusión y una evaluación de la actividad formativa realizada por los asistentes.

A la sesión pública asistieron 34 personas (16 de ellas miembros del consorcio SENTINEL, representando a 7 países).

En la pagina web de la Sociedad ([www.sepr.es](http://www.sepr.es), en la sección Publicaciones – Otras publicaciones – Jornada Programa Europeo SENTINEL) están disponibles en formato PDF las presentaciones realizadas en la jornada así como una presentación del contenido de la sesión de prácticas.

*Prof. Eliseo Vañó  
 Investigador Principal del grupo español en SENTINEL*

**2ª Jornadas Técnicas sobre Emergencias en Instalaciones Radiactivas Hospitalarias**

Durante los días 1 y 2 de junio de 2006, han tenido lugar en el Hospital Santa Creu i San Pau de Barcelona las 2ª Jornadas Técnicas sobre Emergencias en Instalaciones Radiactivas Hospitalarias, organizadas por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), en colaboración con el Consejo de Seguridad Nuclear, ENRESA y el Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.

Las Jornadas se han desarrollado con una estructura similar a las organizadas el pasado año en el Hospital Ramón y Cajal y el Hospital Universitario La Paz de Madrid.

Los ponentes de las Jornadas procedían de diferentes hospitales de Cataluña y de Cuenca, de los Mossos d'Esquadra, de Bomberos de Barcelona, de la Dirección General de Emergencias de la Generalitat de Cataluña, de la Unidad Técnica de Protección Radio-



lógica de ACPRO, de la SEPR, del SCAR de la Generalitat de Cataluña y del Consejo de Seguridad Nuclear.

A las Jornadas asistieron unas setenta personas procedentes de diferentes servicios, asistenciales y no asistenciales, de hospitales de Cataluña y otras Comunidades Autónomas, y de otras organizaciones que probablemente deberían intervenir en caso de emergencia radiológica. Es de destacar la nutrida participación de personal procedente de servicios hospitalarios no ligados directamente con la aplicación de las radiaciones ionizantes pero que podrían verse involucrado en la respuesta ante una emergencia en una instalación radiactiva hospitalaria, como es el caso del personal de los servicios de prevención y salud laboral, de medicina preventiva, de seguridad y de mantenimiento.

Del desarrollo de las Jornadas y de los debates que tuvieron lugar pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- El gran interés suscitado por las Jornadas, especialmente entre el personal de los servicios no relacionados directamente con las aplicaciones de las radiaciones ionizantes, como muestra el número de asistentes que superó con creces las previsiones de los organizadores.

- Las reiteradas referencias de los asistentes a la necesidad de incrementar las actuaciones formativas y de entrenamiento, mediante cursillos, ejercicios y simulacros específicos dirigidos al personal que tenga asignada alguna función en los planes de emergencia radiológica.

- La necesidad de aumentar la coordinación entre los planes de emergencia interior de las instalaciones y el plan de autoprotección del hospital. También la necesidad de coordinación entre todas las organizaciones llamadas a intervenir en caso de emergencia radiológica y de coherencia entre sus respectivos planes de actuación. En concreto se hizo referencia a las actuaciones de los hospitales, servicios de bomberos, Fuerzas

y Cuerpos de Seguridad, servicios de emergencia, CSN, Organos de las CCAA con Acuerdos de Encomienda con el CSN, etc.

- Los planes de emergencia del mismo nivel, especialmente los que requieren la participación de organizaciones externas (Planes de autoprotección de los hospitales, planes de emergencia radiológica de las CCAA, etc.), debería ser lo más parecidos posible entre sí (se utilizó la expresión "deberían hacerse con una misma plantilla") para facilitar la intervención de personal ajeno a la organización del titular de cada plan.

- Los planes de emergencia deberían asegurar que una sola notificación sea suficiente para su activación, incluso que la activación sea a través de una "ventana única", por ejemplo el teléfono "112" de cada CCAA, y que sea desde este servicio, desde donde se active a toda la organización de respuesta.

La SEPR tiene previsto celebrar las 3<sup>er</sup> Jornadas Técnicas sobre Emergencias en Instalaciones Radiactivas Hospitalarias el próximo año 2007 en Andalucía.

Terminar la noticia agradeciendo al Hospital de la Santa Creu i Sant Pau por haber acogido las Jornadas en un maravilloso marco modernista y a la Dra. Montserrat Ribas y al Dr. Josep Baró por el esfuerzo realizado en la organización de las jornadas, que han sido valoradas positivamente por los participantes.

*Comité de Redacción*

## Jornada sobre Protección Radiológica en Instalaciones Radiactivas en la Industria

El pasado 6 de junio tuvo lugar en el salón de actos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid una jornada sobre Protección Radiológica en Instalaciones Radiactivas en la Industria organizada por la SEPR en colaboración con el CSN y ENRESA, cuyos representantes se encargaron del acto de inauguración y bienvenida.

El objetivo de la jornada fue iniciar la primera de una serie de acciones encaminadas a lograr un acercamiento al sector de instalaciones radiactivas industriales, un sector que por razones históricas no ha tenido hasta la fecha una participación activa en las actividades de la SEPR.

Se contó con la presencia como ponentes de profesionales del sector en general y en distintos campos, entre ellos en el de la gammagrafía industrial, el de la medida de densidad y humedad de suelos y el de control de los procesos industriales. El CSN también estuvo presente como ponente proporcionando información sobre la situación actual de las instalaciones radiactivas operativas en España en este campo y sobre la trayectoria



de actuaciones como organismo regulador dentro del mismo.

Hubo también un amplio debate entre los ponentes y el público en el que se expusieron distintos puntos de vista y en el que se ofreció por parte de la SEPR colaboración para crear un foro de las instalaciones radiactivas industriales en el que pudieran estar presentes los distintos sectores interesados cuyo fin fuera canalizar y tratar de dar respuesta a las inquietudes planteadas a lo largo de la jornada.

Con una amplia participación cercana al centenar de personas, fue una jornada muy interesante y se han recibido numerosas muestras de satisfacción por parte de los asistentes a la vez que múltiples sugerencias para seguir trabajando en este sentido a fin de que este sector llegue a tener en la SEPR la presencia que merece.

*Carmen Rueda*



## EL XI CONGRESO AVANZA

La organización del XI Congreso de la SEPR continúa avanzando. Ha sido presentado el cartel anunciador, y está en marcha la definición del programa general, así como la solicitud de ponencias.

Toda la información referente al XI Congreso puede encontrarse en la página electrónica <http://www.sepr11.urv.net>.

### COMITÉ ORGANIZADOR

Presidente: Miguel López Tortosa  
Vicepresidente: Luis Miguel Tobajas Asensio  
Secretario: Francisco González Tardiu  
Vocales: Juan José Morant Echevarne  
Enric Batalla Colomer  
Juan Manuel Gamo Jiménez  
Mercé Ginjaume Egido  
Ildefonso Irún Revest  
María Teresa Ortiz Ramis  
Montserrat Ribas Morales  
Marçal Salvadó Artells

### COMITÉ CIENTÍFICO

Presidenta: Montserrat Ribas Morales  
Secretario: Joan Gultresa Colomer  
Vocales: Juan Pedro Bolívar Raya  
Ángel Fernández Peña  
Oscar González Corral  
María Antonia López  
Lucila Ramos Salvador  
Almudena Real Gallego  
Pedro Ruiz Manzano  
Domingo Sustacha Duo  
Alejandro Úbeda Maeso

Para más información: Secretaría Técnica - Centre Europeu de Convencions s. l.  
Prat de la Ribera 9-bis, 3<sup>er</sup> 3<sup>er</sup> 43201 Reus (Tarragona). [cinta@ceconvencions.com](mailto:cinta@ceconvencions.com)

## La página web de la SEPR



**Recordamos a todos los socios que pueden descargarse gratuitamente la publicación de la SEPR "Manual de Protección en centros de Investigación Biológica". La Junta Directiva de la SEPR ha decidido que se vayan incluyendo en la web todas las publicaciones que la Sociedad ha realizado, para que los socios que lo deseen puedan descargarlas libremente y de forma gratuita en formato pdf.**

**Para poder descargar los documentos y publicaciones de acceso restringido a socios se recuerda que es necesario "identificarse" con el e-mail y la contraseña, la cual corresponde al número de socio. Estos datos fueron enviados por la secretaria de la Sociedad hace algunos meses, pero en caso de no haberlos recibido pueden solicitarlos por correo electrónico a la dirección secretaria.sociedades@medynet.com**

### Top 25 de descargas

Presentamos a continuación los documentos más descargados de la página web de la Sociedad Española de Protección Radiológica (www.sepr.es) durante los últimos 2 meses. Una descarga se determina según la extensión del archivo. En general, las descargas incluyen archivos ejecutables, PDF y otros documentos que no sean imágenes o HTML.

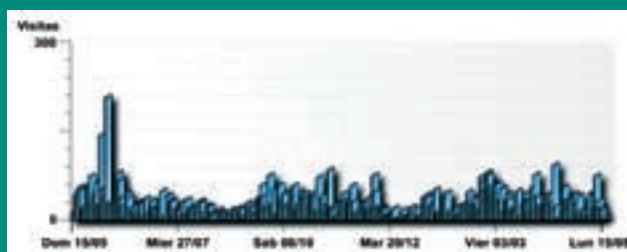
Si aproximadamente un 60% llegan a nuestra página buscando algo, podríamos preguntarnos ¿qué es lo que buscaban?. En la tabla se muestran los 50 términos de búsqueda más comunes que se utilizan para llegar a nosotros.

Parece claro que hay mucha variabilidad en los términos de búsqueda y que los 50 más comunes suponen apenas un 10% de las sesiones con origen externo de la página de la sociedad. En el periodo estudiado se ha llegado externamente a nuestra página utilizando la friolera de casi 60.000 términos de búsqueda distintos.

Este "TOP 25" de descargas varía mucho según el periodo de estudio y hay una gran variabilidad en los documentos que se descargan. Las 25 primeras descargas representan el 58% del total de descargas en dicho periodo.

TOP 25 www.sepr.es (15 Marzo – 15 Mayo 2006)		
Descargas	Visitas	Porcentaje
1. Protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico	1.632	16,77%
2. Revista Radioprotección-No 36	345	3,55%
3. Revista Radioprotección-No 42	280	2,88%
4. Manual general de Protección Radiológica	271	2,79%
5. Revista Radioprotección-No 31	250	2,57%
6. Anuncio PR Paciente Málaga	242	2,49%
7. Revista Radioprotección-No 41	218	2,24%
8. Revista Radioprotección-No 34	212	2,18%
9. Revista Radioprotección-No 40	199	2,05%
10. Documento sobre la mesa de diálogo de la energía nuclear en España	182	1,87%
11. Embarazo y exposiciones médicas-Presentación ICRP 84	166	1,71%
12. Revista Radioprotección-No 37	148	1,52%
13. Resumen y conclusiones de las Jornadas sobre "Modelos de gestión para la participación de los agentes sociales en la toma de decisiones en Protección Radiológica"	147	1,51%
14. Real Decreto 229/2006 sobre el control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas.	143	1,47%
15. Revista Radioprotección-No 30	139	1,43%
16. Revista Radioprotección-No 33	135	1,39%
17. Guía de Seguridad 5.2 (rev. 1) del CSN	133	1,37%
18. Revista Radioprotección-No 38	128	1,32%
19. Estatutos de la confederación de sociedades científicas de España	118	1,21%
20. Revista Radioprotección-No 29	117	1,20%
21. Revista Radioprotección-No 35	113	1,16%
22. Revista Radioprotección-No 39	103	1,06%
23. Convocatoria Jornada SENTINEL	79	0,81%
24. Bases biológicas para normativas de protección antes radiaciones no ionizantes-Ubeda	78	0,80%
25. Resumen reunión ICRP-Ginebra Sep 2005	73	0,75%
<b>Total (25 más descargados):</b>	<b>5.651</b>	<b>58.08 %</b>
<b>Total:</b>	<b>15.320</b>	

Los documentos pdf de los distintos números de la revista Radioprotección ocupan muchos de los primeros puestos de los 25 más descargados. Recordamos que son todos accesibles para socios de la SEPR y de acceso libre para no socios excepto los 4 últimos números de la revista. El primer lugar en las descargas lo ocupa el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico que, a pesar del tiempo que ha pasado desde que se publicó, sigue encabezando de forma destacada las preferencias de descarga. Durante el último año se han realizado 9.204 descargas de este documento con un promedio diario de 25



Sorprende que entre los 25 más descargados de los últimos 2 meses, no aparece la publicación de la SEPR "Manual de Protección en centros de Investigación Biológica", accesible para descarga gratuita de todos los socios. En breve se incluirán otras publicaciones de la Sociedad de acceso libre y gratuito para los socios de la SEPR.



Carlos Prieto  
Coordinador de la página web de la SEPR



# Evaluación del funcionamiento de un servicio de radiología de un hospital venezolano

A. Padrón<sup>(1,2)</sup>, A. Sánchez<sup>(2)</sup>, V. Martínez<sup>(2)</sup> y A. D'Alessandro<sup>(1,3)</sup>

(1)Universidad Simón Bolívar/Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Caracas – Venezuela.

(2)Unidad de Gestión de Tecnología en Salud/Fundación para la Investigación y Desarrollo de la Universidad Simón Bolívar. Caracas – Venezuela.

(3)Universidad Central de Venezuela/Escuela de Medicina Luis Razetti. Caracas – Venezuela.

## RESUMEN

*El propósito de este trabajo es evaluar el funcionamiento del Servicio de Radiología de un hospital Venezolano basados en las Normas Venezolanas para el uso de las radiaciones ionizantes en radiodiagnóstico. Los resultados obtenidos nos demuestran que existe incumplimiento de algunas de las normas. Debido a esto, detallamos una serie de recomendaciones (sobre la dosimetría personal y de área, mantenimiento y calibración de los equipos médicos y sobre la elaboración de manuales de procedimientos) para que la Institución evaluada las tome a consideración con la finalidad de optimizar la actividad del mencionado Servicio.*

## ABSTRACT

*This work's intention is to evaluate the Radiology Service operation of a Venezuelan hospital based on the Venezuelan Norms for the ionizing radiations use in medical diagnostic. The investigation's results show a violation of these norms. Therefore we propose some recommendations (about the personal and area dosimetry, medical equipment maintenance and calibration and the elaboration of procedures manuals) to be considered by the Institution to optimizing the Service's activities.*

## INTRODUCCIÓN

El objetivo central de la Protección Radiológica en el ámbito hospitalario es prevenir ó limitar los efectos biológicos no deseados originados por la exposición a las radiaciones ionizantes tanto en los trabajadores profesionalmente expuestos, como en los pacientes y público en general, evitando limitar de forma innecesaria las prácticas beneficiosas en que se utilicen las radiaciones [1]. En Venezuela el encargado de esta labor es el Físico Médico.

La primera responsabilidad del físico médico es para con el paciente, ya sea propiciando la obtención de

imágenes de buena y consistente calidad, reduciendo así la probabilidad de diagnósticos errados como también disminuyendo el tiempo de exposición a las radiaciones ionizantes.

Entre las funciones fundamentales del físico médico está el establecimiento de políticas y parámetros físicos para la Protección Radiológica y Garantía de Calidad. Para su cumplimiento debe convocar a todos los componentes estructurales del proceso de atención al paciente, incluyendo administradores, médicos, técnicos, enfermeras, ingenieros y físicos médicos para así, con base en este recurso humano, crear

Comités de Protección Radiológica y Garantía de Calidad institucionales que deberán estar presididos por la más alta jerarquía hospitalaria o su delegado, de manera que su funcionamiento sea ágil, dinámico y eficiente [2].

El problema primordial para este trabajo es que no se ha realizado una evaluación previa del Servicio de Radiología, por ende, no se conoce el estado en que la sección se encuentra. Mucho menos si cumple o no con las Normas sobre seguridad radiológica establecidas por la organización venezolana COVENIN. Debido a esto, los objetivos de la evaluación del Servicio son:

- Realizar el inventario de los equipos:
  - Clasificarlos.
  - Etiquetarlos.
  - Evaluar el estado del equipo y de las rutinas de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo.
- Verificación de la Seguridad Radiológica:
  - Normas de Protección Radiológica.
  - Evaluación de Sistemas de Protección existentes.
  - Verificación del Control de Calidad:
    - Revelado.
    - Insumos.
    - Cumplimiento del programa de control de calidad.

Como es bien sabido, en muchos casos el diagnóstico de un paciente depende de la cantidad de información que el médico tratante pueda obtener de las imágenes médicas. El mal funcionamiento del Servicio de Radiología hace posible tener un estudio médico errado del paciente, provocando un mal tratamiento o la no detección de ciertas anomalías. Por ende, se debe garantizar el buen funcionamiento de dicho Servicio.

Sí dicho Servicio no cumple regularmente con sus obligaciones, los pacientes tienen que esperar por su diagnóstico prolongando así su malestar y retardando su tratamiento y recuperación.

### **METODOLOGÍA**

Para poder evaluar el desempeño institucional es necesario conocer las dimensiones que encierra este término. La medición del desempeño puede ser definida como "la medición periódica del progreso hacia objetivos de corto y largo plazo, y el reporte de estos resultados para tomar decisiones en un intento por mejorar el desempeño de los programas". [3]

En función de lo antes mencionado, la metodología propuesta involucra una fase de recopilación de información de los equipos biomédicos (detallando operatividad, mantenimiento y calibración que se les presta), la relación entre los estudios realizados y el número de placas empleadas, datos sobre la función de los diferentes ambientes (oficinas, salas de exámenes, etc.), distribución correcta de espacios y su uso conveniente, observación de señalamientos e información al público de la presencia de radiaciones, verificación de las condiciones externas de los equipos, organización y aterramiento de cables, observación del movimiento de la camilla y el tubo de rayos X, uso de dispositivos y accesorios para protegerse de la radiación, grado de conocimiento en protección radiológica de los técnicos del Servicio y disponibilidad y uso de dosímetros personales.

Para alcanzar tal fin se desarrollaron unas plantillas de evaluación basadas en las normativas venezolanas vigentes en las cuales se evaluaron las estadísticas del Servicio, su infraestructura, su equipamiento médico y el personal del éste.

Mediante la implementación de Plantillas para el Inventario de los Equipos Biomédicos se pudo compilar la información relevante acerca de cada equipo perteneciente al Servicio de Radiología. Estas plantillas no sólo cubren los datos específicos de cada equipo, sino que además permiten hacer una evaluación de la seguridad radiológica referente a cada uno de ellos. Se contó también con el apoyo del personal técnico, radiólogos y de mantenimiento, quienes conjuntamente completaron las preguntas de las plantillas.

Además, dichas plantillas permiten evaluar el grado de capacitación del

personal y el tipo de mantenimiento que se realiza a los equipos. Las planillas se dividen en tres áreas de preguntas:

- Reporte de Equipo Biomédico.
- Mantenimiento.
- Seguridad Radiológica.

Se realizaron entrevistas al personal para conocer en detalle su situación y las necesidades más inmediatas, tanto del personal como del Servicio. Los principales temas que se discutieron se presentan a continuación:

- Abastecimiento de insumos y control de calidad de revelado: químicos y películas.
- Medidas de protección radiológica: dosimetría personal, detectores de radiación en los ambientes, presencia de oficial de protección, cumplimiento de la normativa venezolana vigente.
  - Condiciones de los cuartos oscuros de revelado.
  - Mantenimiento de equipos.
  - Control de embarazo para pacientes de sexo femenino que deban someterse a un estudio radiológico.
  - Condiciones físicas del espacio físico del servicio.
  - Vigilancia.

Para las entrevistas no se dispuso de una planilla o formato. Directamente se le solicitó al personal que enumerarán y explicaran las deficiencias que presenta el servicio, fomentando la discusión de cada punto para poder obtener la mayor cantidad de información posible. Todos aquellos puntos que pudiesen ser corroborados mediante observación fueron verificados para asegurar su exactitud.

### **RESULTADOS**

**Estadísticas del Servicio:** Se investigó sobre el número de exámenes diarios realizados por cada equipo y su interferencia con las actividades del

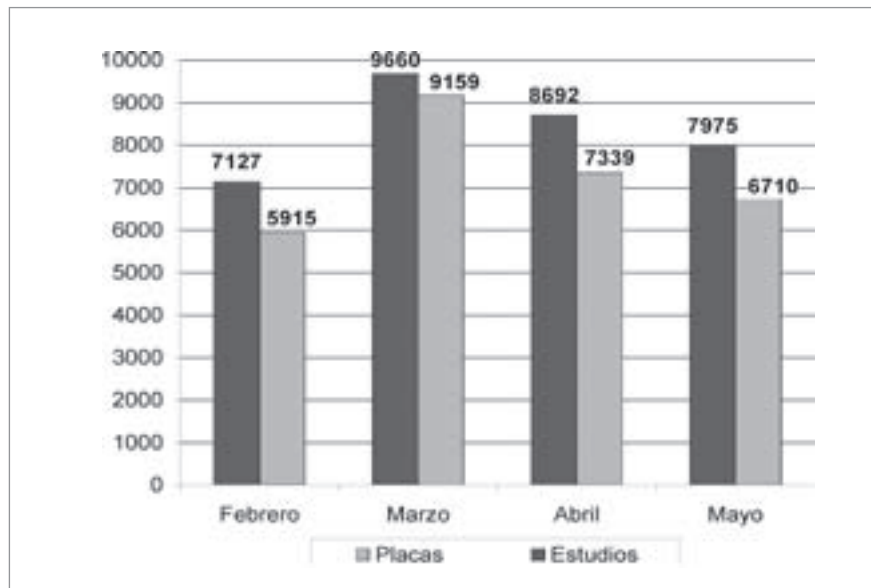


Figura 1. Relación entre el número de Placas y Estudios realizados en el Servicio de Radiología en parte del año 2003

Servicio, es decir, si representan o no un atraso para los pacientes (demanda mayor que la oferta). Sin embargo, la Coordinación de Control de Citas solo pudo proporcionar las estadísticas de la actividad en el Servicio para los meses de febrero a mayo de 2003 para todos los equipos en su totalidad, exceptuando el tomógrafo axial computarizado. La información se muestra en la figura 1. Estas estadísticas consideran el número de estudios y placas de acuerdo a los Servicios principales:

- Consulta Externa.
- Hospitalización.
- Emergencia.
- Otras áreas y centros.
- Estudios de tomografía axial computarizada, que se manejan por separado y se contabilizan individualmente.

Estos datos permiten formar una idea del número de placas promedio que se realizan en la Institución mensualmente y, por ende, el número de disparos. Al

ser esta una Institución de Salud de gran alcance en el dto. Capital, se espera que el número de pacientes atendidos por este Servicio sea elevado (con respecto a otras Instituciones) y esto posiblemente somete al personal a dosis relevantes de radiación si no se toman las medidas de seguridad adecuadas.

Vale destacar que los datos proporcionados por la Institución (figura 1) son insuficientes ya que no contienen información sobre los tipos de estudios realizados y el número de placas necesarias para cada uno de los que nos proporcionarían las herramientas necesarias para obtener la relación de placas dañadas en el Servicio.

**Entrevistas:** Los principales temas que se discutieron se presentan a continuación:

- Abastecimiento de insumos y control de calidad de revelado: químicos y películas:
  - La Institución adquiere mensualmente placas y material de revelado.

- Los químicos no se cambian con la frecuencia requerida.

- Tampoco se lleva un control de las placas dañadas, bien sea porque han sufrido daño antes de haber sido utilizadas o durante la realización del estudio.

- Los pacientes deben realizar dos o más citas para la realización de sus estudios radiológicos debido a la falta de insumos que presenta el Servicio.

• Medidas de protección radiológica: dosimetría personal, detectores de radiación en los ambientes, presencia de oficial de protección, cumplimiento de la normativa:

- El personal operacionalmente expuesto posee dosímetro personal pero no existe ningún organismo o empresa que se encargue de la revisión, calibración y control mensual del mismo.

- No existen detectores de radiación en ninguno de los ambientes y además no existe registro y fecha del estudio realizado para la verificación del blindaje de las paredes y puertas.

- No existe un oficial de protección radiológica, ni comité de protección radiológica ni un Físico Médico en el Servicio.

- El personal ocupacionalmente expuesto no ha realizado el curso de "Emergencia Radiológica" exigido por la Norma Venezolana COVENIN (3299, norma 4.6.1).

• Condiciones de los cuartos oscuros de revelado:

Los cuartos de revelado no poseen lámparas de seguridad. No poseen sistema de extracción de gases, exigido por la Norma COVENIN (218-1: 2000, Anexo B), y los reactivos se almacenan dentro del cuarto junto con las películas, que viola la Norma antes mencionada.

- **Mantenimiento de equipos:**

El tipo de mantenimiento que se le hace a los equipos es correctivo, no se hace mantenimiento preventivo ni predictivo, por lo que tampoco se cumple la Norma COVENIN (218 – 1: 2000, 7).

No se lleva registro de las pruebas realizadas a los equipos (calibración, mantenimiento, etc.) que lo establece la Norma COVENIN 3299 vigente.

- **Control de embarazo para pacientes de sexo femenino que deban someterse a un estudio radiológico:**

No se realiza un control de embarazo en pacientes..

- **Condiciones del espacio físico del servicio:**

- No hay un control de tránsito de pacientes por el Servicio.

- Hay escombros en ciertas salas de exámenes, agujeros en el suelo y aparatos en desuso que ocupan espacio innecesariamente.

- **Vigilancia:**

- No hay suficiente vigilancia en el área de radiología.

- Existe desmantelamiento de algunos equipos.

- **Reportes de Equipos Biomédicos:**

Del inventario de los equipos se obtienen los resultados de la figura 2, relacionados al número de equipos y su estado operativo.

De esta figura puede observarse inmediatamente que el Servicio cuenta con quince (15) equipos adscritos y de los cuales solo cuatro (4) se encuentran no operativos, que son:

- Tres equipos telecomandados.

- Un equipo de ultrasonido.

De los equipos en actividad irregular uno es el mamógrafo, que puede realizar estudios en placas de formato de 18x24cm, pero no es posible obtener una placa en formato de 24x30cm. El compresor no funciona adecuadamente y la compresión de la mama debe

realizarse manualmente. El sistema automático del equipo tampoco funciona y, por lo tanto, el disparo no se corta al miliamperaje deseado. Otro problema grave que presenta este equipo es la falta de definición en la imagen de las placas.

El segundo equipo en actividad irregular es el tomógrafo axial computarizado (TAC). Uno de los principales problemas para este equipo es la falta de un sistema de aire acondicionado independiente. El cuarto de la unidad de tomografía axial computarizada se alimenta del sistema central de aire acondicionado de la Institución el cual presenta fallas recurrentemente. Debido a que el TAC debe mantenerse bajo condiciones ambientales específicas, una falla en el sistema de aire acondicionado representa un riesgo para el funcionamiento de éste.

**Mantenimiento:** La encuesta de mantenimiento se realizó para cada equipo por separado, pero los resultados son los mismos para todos los equipos.

- **Tipo de mantenimiento que reciben los equipos:**

- Preventivo: NO

- Predictivo: NO

- Correctivo: SI

- Frecuencia de mantenimiento:

No existe una frecuencia de mantenimiento, al dañarse un equipo se llama al técnico especialista de la compañía encargada del mantenimiento de éste para su reparación.

**Condiciones Generales:** El Servicio cuenta con las barreras protectoras contra la radiación aunque no se ha realizado estudio de su eficacia. No hay un control de tránsito de pacientes por el Servicio. Las salas de exámenes no poseen lámparas de advertencia

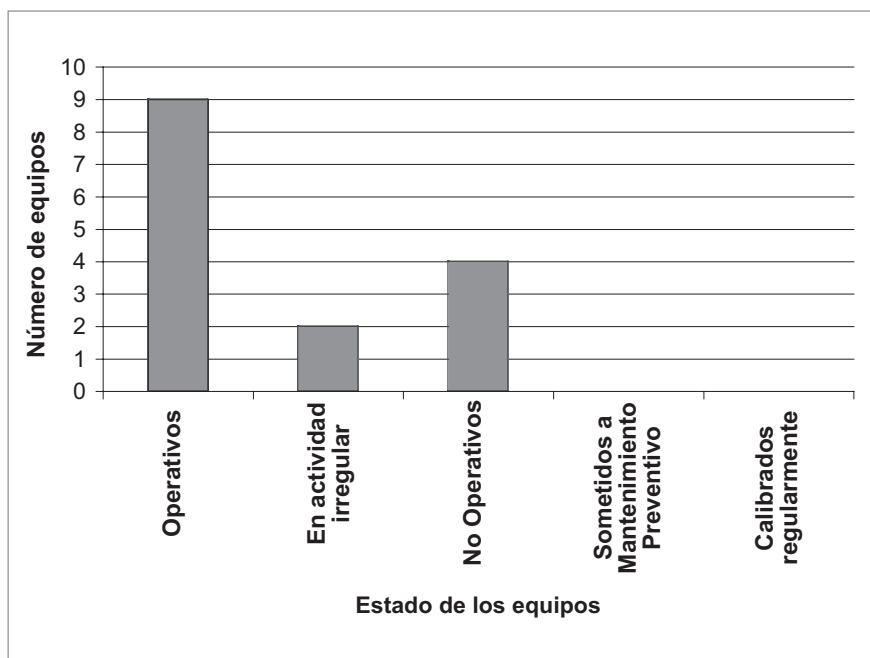


Figura 2. Estados de los Equipos pertenecientes al Servicio de Radiología.



que eviten que personas no autorizadas ingresen durante la realización de un estudio. No existe señalización ni demarcación de las zonas de trabajo ya que no se cuenta con la clasificación de éstas, que viola la Norma Venezolana COVENIN 218 -1.

## CONCLUSIÓN

Mediante el estudio realizado se llegó a la conclusión de que no se cumplen a cabalidad las Normas Venezolanas en cuanto al Uso de las Radiaciones Ionizantes se refiere por parte del Servicio de Radiología. Se debe tomar conciencia de la importancia que tiene este Servicio, en cuanto a los estudios que se realizan en el mismo y sobretodo el riesgo que representa el no acatamiento de las normas de seguridad que requiere el Personal Ocupacionalmente Expuesto.

El Personal Ocupacionalmente Expuesto está altamente calificado, el problema radica en la falta de apoyo económico al Servicio, que produce un incumplimiento de muchas normas que van desde la calidad del revelado de las placas hasta la calibración de los equipos. Por otro lado existen muchos equipos que no trabajan a su eficiencia completa y otros que se sobrecargan.

Se entiende que la situación del país no permite realizar una inversión completa en el Servicio, pero se llama la atención al hecho de que esta área posee un nivel de alto riesgo debido al tiempo de exposición y las dosis que pueda recibir el personal. Por otro lado un buen control de calidad en todo el proceso permite reducir gastos debido a placas innecesarias, y un buen mantenimiento de los equipos (preventivo, predictivo, correctivo) permite reducir gastos en reparacio-

nes solo correctivas que se han podido descubrir con anterioridad. Debido a los resultados arrojados por dicho estudio enumeramos una serie de recomendaciones que deben tomarse a consideración por la Institución evaluada, que son:

- Control y calibración periódica de la dosimetría del Personal Ocupacionalmente Expuesto que está estipulado por la Ley. Esto debe ser realizado por un organismo autorizado.

- Colocación de detectores de radiación en cada uno de los ambientes (Dosimetría de Área).

- Realización de la evaluación del blindaje de las puertas, paredes, y parabanos. El Servicio de Radiología necesita garantizar que se cumplen las normas nacionales vigentes en este aspecto.

- Colocación de lámparas de advertencia tanto en las salas de exámenes como en los cuartos de revelado.

- Conformación de un Comité de Protección Radiológica, cuyas responsabilidades están en la Norma COVENIN (3299) y la Norma COVENIN (218-1: 2000), integrado por al menos:

- El Director Médico de la Institución.

- El Jefe del Servicio de Radiodiagnóstico.

- Un Oficial de Protección Radiológica.

- Un Físico Médico.

- Y, los Técnicos Radiólogos, que ya se encuentran en el servicio.

- Garantizar el abastecimiento de placas e insumos necesarios para la realización de los estudios.

- Realizar la Clasificación, Señalización y Demarcación de las Zonas de Trabajo.

## REFERENCIAS

[1] Carrasco, J. L. Manual de Protección Radiológica (3ra ed.). Hospital Virgen de la Victoria. Málaga, España. 2003.

[2] Asociación Latino Americana de Física Médica, <http://www.alfim.org/>, (06/2003).

[3] Poister, T. Performance Monitoring, Lexington. MA: DC Health and Co. 1983.

[4] COVENIN. Programa de Protección Radiológica, Requisitos. Norma Venezolana COVENIN 3299, 1. Revisión. Venezuela. 1997.

[5] COVENIN. Protección contra las Radiaciones Ionizantes provenientes de las Fuentes Externas usadas en Medicina, Parte 1: Radiodiagnóstico Médico y Odontológico. Norma Venezolana COVENIN 218-1, 1. Revisión. Venezuela. 2000.

[6] COVENIN. Radiaciones Ionizantes. Clasificación, Señalización y Demarcación de las Zonas de Trabajo. Norma Venezolana COVENIN 2257, 1. Revisión. Venezuela, 1995.

[7] Girón, C. Norma Sanitaria para la Autorización y el Control de las Radiaciones Ionizantes en Medicina, Odontología y Veterinaria. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. 2003.

[8] Aguirre, H. Administración de la calidad en la atención médica. Revista Médica del IMSS de México, 35 (4), 257-264. 1997.

[9] Organización Panamericana de la Salud. Evaluación de la calidad de los servicios de radiodiagnóstico en cinco países latinoamericanos. División de desarrollo de Sistemas y Servicios de Salud, Programa de Medicamentos Esenciales y Tecnología. Washington D.C. 2001.

[10] Sociedad Española de Física Médica. Manual General de Protección Radiológica. <http://www.sefm.es/docs/actsefm/MPRGENERICOMEDIOHOSPITALARIO.pdf>. 2002.

# Cálculo de blindajes para equipos de radiodiagnóstico: NCRP Report No. 147 frente a la Guía de Seguridad 5.11 del CSN

S. Fernández Cerezo, P. Ruiz Manzano, M.A. Rivas Ballarín,  
M. Canellas Anoz, J.A. Font Gómez, A. García Romero, J. Sánchez Jiménez

Servicio de física y protección radiológica.  
Hospital Clínico Universitario 'Lozano Blesa'. Zaragoza.

## RESUMEN

El National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP) ha publicado recientemente el documento NCRP Report No. 147 que propone una nueva metodología para el cálculo de blindajes de salas de radiodiagnóstico.

La principal novedad que incorpora este documento es la utilización de las distribuciones de carga de trabajo en función del  $kV_p$  en el cálculo de blindajes, a diferencia de los métodos que se venían utilizando, que suelen suponer que toda la carga de trabajo se realiza al  $kV_p$  máximo de operación del tubo de rayos X.

En este trabajo se comparan los resultados de los espesores de las barreras obtenidos para una sala de radiodiagnóstico tipo, empleando la nueva metodología propuesta por NCRP y el método recomendado en la guía de seguridad 5.11 del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN).

Los espesores de los blindajes obtenidos siguiendo el nuevo documento de NCRP son notablemente inferiores a los obtenidos con la guía del CSN para todas las barreras calculadas. Para aplicar el nuevo método de NCRP hay que asegurarse de que la distribución de carga de trabajo empleada en el cálculo es representativa de la actividad desarrollada en la sala para la que se están calculando los blindajes.

## INTRODUCCIÓN

El National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP) ha publicado en el año 2004 el NCRP Report No.147 [1] (en este trabajo NCRP147), titulado 'Structural shielding design for medical x-ray imaging

facilities'. Este documento propone un nuevo método para el cálculo de blindajes en instalaciones de radiodiagnóstico, tanto para salas convencionales, como salas de escopia, salas de TC, mamografía, intervencionismo y densitometría ósea. Este nuevo proce-

dimiento de cálculo sustituye al propuesto para este tipo de instalaciones en el NCRP Report No. 49 [2].

Las principales novedades que se presentan en NCRP147 son:

- Los valores del máximo kerma en el aire permitido tras el blindaje se han

## ABSTRACT

The National Council on Radiation Protection and Measurement (NCRP) has recently published the NCRP Report No. 147. This document provides updated shielding calculation methodologies for diagnostic X-ray facilities.

The concept of workload has probably changed the most. The shielding calculations are performed accounting for the workload distribution as function of the  $kV_p$  for each type of diagnostic x-ray installation. Traditional shielding methods assume that all the workload is performed at a single high operating potential.

In this work we compare the shielding calculation results obtained, for a typical radiographic room, applying the new NCRP methodologies, and the Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) recommendations, published in the CSN security guide 5.11.

The barriers obtained applying the new NCRP report are always thinner than the ones calculated with the CSN guide. The shielding calculations based on the new NCRP methodologies will be correct, if the workload distribution incorporated in the calculation fits the real workload distribution of the radiographic room.



reducido para adaptarse a los límites de dosis propuestos por el documento de ICRP 60 [3].

- La carga de trabajo de una sala de radiodiagnóstico se da como una distribución en función del  $kV_p$  normalizada por paciente. No se supone que toda la carga de trabajo se realiza al  $kV_p$  máximo de operación del equipo.

- Se actualizan los valores recomendados para los factores de ocupación y de uso.

- El cálculo de blindajes para las radiaciones secundarias se realiza de forma simultánea para la radiación dispersa y la de fuga.

- Para calcular el espesor de la barrera a partir de la transmisión máxima permitida al blindaje, se proponen dos métodos, bien mediante tablas, o bien mediante una expresión analítica.

### **CÁLCULO DE BLINDAJES SEGÚN EL NCRP REPORT No. 147**

A continuación se hace un resumen del procedimiento de cálculo de blindajes propuesto en NCRP147 para salas convencionales y de escopía de radiodiagnóstico.

#### **Definiciones**

- **Kerma limitante<sup>1</sup>(P)**: Es el máximo kerma en aire que podrá medirse tras la barrera a la semana. Se distingue entre:

- **Área controlada**: Son las zonas donde se encuentran los trabajadores expuestos y que no son de libre acceso por parte del público. El kerma en aire máximo admisible es de 0.1 mGy/semana.

- **Área no controlada**: Son las zonas de acceso libre donde se puede encontrar

tratar público o trabajadores expuestos. El kerma en aire máximo admisible es de 0.02 mGy/semana.

- **Distancia al área ocupada (d)**: Distancia desde la fuente de radiación a los órganos sensibles de la persona expuesta. Esta distancia se toma como la mínima distancia desde la fuente a cada una de las paredes, más 0.3 m para las paredes laterales y más 0.5 m para el techo. En el caso del suelo, se recomienda añadir a la distancia de la fuente a la barrera la cantidad resultante de la diferencia entre la altura del techo de la sala bajo el suelo menos 1.7 m, que será la distancia más cercana a la fuente de radiación a la que se puedan encontrar los órganos sensibles de la persona expuesta.

- **Factor de ocupación (T)**: Fracción media del tiempo que el individuo más expuesto está presente tras la barrera mientras el haz de rayos X está activo. Si se hace la hipótesis conservadora de que el haz de rayos X está operativo de forma constante durante toda la semana, el factor de ocupación es la fracción de las horas de trabajo a la semana que una persona ocuparía el área, promediadas a lo largo del año. Por ejemplo, un factor de ocupación de 1/40 asignado a una zona, implicaría que un individuo pasaría en promedio 1 hora a la semana en dicha área durante todo un año para una jornada laboral de 40 horas a la semana. En caso de que no se disponga de suficiente información para poder evaluar el factor de ocupación de una sala, se pueden utilizar los valores dados en la Tabla I de modo orientativo.

- **Carga de trabajo (W)**: Integral en el tiempo de la corriente de tubo de rayos X. Se suele calcular por semanas y se da en mA min.  $W_{norm}$  es la carga de trabajo promediada por paciente. Si  $N$

es el número de pacientes examinados,

$$W_{tot} = N W_{norm}$$

Tradicionalmente se ha venido suponiendo que todas las exploraciones se realizaban al  $kV_p$  máximo de operación del tubo. En el cálculo de blindajes influye mucho más la distribución de la carga de trabajo en función del  $kV_p$  que la magnitud de la misma porque la atenuación de las barreras depende fuertemente del  $kV_p$  y menos de la carga de trabajo. Además, como el rendimiento de los tubos de rayos X aumenta con el  $kV_p$ , la incorporación en el cálculo de la distribución de la carga de trabajo en función del  $kV_p$  trae como consecuencia que el rendimiento efectivo del equipo sea menor que si el cálculo se realiza suponiendo que toda la carga de trabajo se realiza a un único  $kV_p$  elevado.

NCRP147 proporciona distribuciones de la carga de trabajo en función del  $kV_p$  para distintos tipos de salas de radiodiagnóstico. Estas distribuciones se han determinado a partir del estudio de las cargas de trabajo de varias salas de radiodiagnóstico en EE.UU. por el *Task Group 9* de la AAPM [4]. En concreto, para determinar la distribución de carga de trabajo representativa de una sala de radiodiagnóstico convencional, se recogieron datos de siete salas de siete instituciones diferentes, con un total de 755 pacientes examinados y 2.479 exploraciones. Se da una distribución para cada uno de los siguientes tipos de salas: sala convencional (bucky de pared), sala convencional (suelo/otras barreras), sala convencional (todas las barreras), sala de tórax, sala R&F (escopía), sala R&F (grafía), sala de mamografía, sala de angiografía cardiaca, sala de angiografía periférica y sala de TC. La carga

<sup>1</sup>En el documento NCRP147 se denomina a esta magnitud *shielding desing goal*. Nosotros hemos decidido denominar a esta magnitud *kerma limitante*.

Lugar	T
Oficinas de secretaría, laboratorios, farmacias y otros lugares de trabajo ocupados de forma permanente. Áreas de recepción, salas de espera con asistente, zonas de juego de niños, salas de rayos X adyacentes, zona de lectura de películas, controles de enfermería y de salas de rayos X.	1
Salas de tratamiento o de examen de pacientes.	1/2
Pasillos, habitaciones de pacientes, salas de descanso del personal y vestuarios.	1/5
Puertas de pasillos.	1/8
Servicios, salas de almacén, zonas exteriores con bancos, salas de espera sin asistentes	1/20
Zonas exteriores con peatones y tráfico rodado, zonas de aparcamiento sin vigilante, áticos, escaleras, ascensores no atendidos.	1/40

*Cuando se usen factores de ocupación bajos en salas adyacentes a una sala de exploración con rayos X, hay que tener en cuenta que el factor de ocupación de una sala puede cambiar notablemente a lo largo del tiempo, requiriendo un mayor blindaje del inicialmente previsto, si no se tiene esto en cuenta.*

Tabla I. Factores de ocupación (T) recomendados si no se dispone de datos para evaluarlos [1].

Barrera	Factor de uso (U)	Tipo de sala
Suelo	0.89	Suelo/otras barreras
Pared de cross-table	0.09	Suelo/otras barreras
Pared en general	0.02	Suelo/otras barreras
Pared del bucky de pared	1.00	Bucky de pared

Tabla II: Factores de uso para haces primarios en una sala de radiología convencional, U [1].

Aplicación	x <sub>pre</sub> (mm)		
	Plomo	Hormigón	Acero
Receptor de imagen en la mesa o pared: chasis + rejilla + soportes del receptor de imagen	0.85	72	7
Cross-table (rejilla + chasis)	0.3	30	2

*Como se ignora la atenuación producida por el paciente, no es necesario tener en cuenta las variaciones de atenuación de los diferentes sistemas de imagen.*

Tabla III: Espesores equivalentes de blindaje debido al sistema receptor de imagen, x<sub>pre</sub> [1].

de trabajo completa de una sala convencional será la que el documento denomina sala convencional (todas las barreras), que será igual a la suma de las cargas de trabajo de la sala convencional (bucky de pared) y la sala convencional (suelo/otras barreras). La distribución de carga de trabajo aso-

ciada a la sala convencional (todas las barreras) sólo se usa en cálculos de barreras secundarias. En el ejemplo que se presenta, se verá que esta distinción tiene sus ventajas en el cálculo de blindajes.

- **Factor de uso (U):** Fracción de la carga de trabajo del haz primario que

es dirigida hacia una barrera primaria dada. Se puede utilizar como guía para determinar estos factores la Tabla II.

### Cálculo de blindajes

El procedimiento de cálculo es distinto para las barreras primarias y las secundarias.

#### Barreras primarias

Una barrera primaria es la que está diseñada para atenuar el haz primario de forma que tras ella no se supere el nivel de kerma limitante, P. Hay barreras primarias en salas de radiodiagnóstico convencionales con bucky de pared o de mesa y en salas de tórax. No así en las salas de mamografía, telemandos, angiografía y TC, donde todas las barreras son secundarias. Tradicionalmente se ha venido suponiendo que las paredes y el suelo donde impacta el haz de rayos X son las barreras primarias. Esto es una posición bastante conservadora, ya que el haz





primario intercepta al paciente y al sistema de imagen, lo que produce una atenuación significativa del haz de radiación. En la Tabla III se dan los espesores equivalentes a distintos materiales de la atenuación producida por el sistema receptor de imagen, que se puede tener en cuenta en el cálculo de blindajes.

El procedimiento de cálculo de los espesores de barreras primarias queda descrito por las siguientes ecuaciones:

$$K_p^1 = \sum_{kV_p} K_w^1(kV_p) W_{norm}(kV_p) \quad (1)$$

$$K_p(0) = \frac{K_p^1 N U}{d_p^2} \quad (2)$$

$$B_p(x_{barrera}) = \frac{P}{T K_p(0)} \quad (3)$$

$$x_{barrera} = \frac{1}{\alpha \gamma} \ln \left[ \frac{\left( \frac{1}{B_p} \right)^\gamma + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right] \quad (4)$$

donde:

- $K_w^1(kV_p)$ : Kerma en aire del haz primario por unidad de carga de trabajo ( $mGy \text{ mA}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ) a un metro de distancia del foco emisor de rayos X. Es el denominado rendimiento del tubo de rayos X a cada  $kV_p$ .

- $K_p^1$ : Kerma en aire a un metro de la fuente de rayos X por paciente para una distribución de carga de trabajo dada por  $W_{norm}(kV_p)$  en ausencia de blindaje.

- $K_p(0)$ : Kerma total en aire a la distancia  $d_p$  corregido por el factor de uso,  $U$ .

- $B_p(x_{barrera})$ : Transmisión máxima permitida al blindaje para no superar el valor máximo del kerma en aire permitido,  $P$ , corregido por el factor de ocupación,  $T$ .

- $N$ : Es el número promedio de pacientes examinados a la semana.

- $\alpha, \beta, \gamma$ : Parámetros característicos de la atenuación del material utilizado como blindaje. Los valores de estos parámetros dependen tanto del tipo de material como del tipo de sala de

radiodiagnóstico, ya que la atenuación de un material depende de la distribución energética del haz de rayos X. En los apéndices de NCRP147 se dan los valores de estos parámetros para distintos materiales en función del tipo de sala y del  $kV_p$ .

En caso de no disponer de suficientes datos para evaluar  $K_w^1(kV_p)$  y  $W_{norm}(kV_p)$ , se pueden utilizar los valores de datos en la Tabla IV.

#### Barreras secundarias

Las barreras secundarias son las que limitan el kerma en aire debido a la radiación dispersa y de fuga generada por la unidad de rayos X a unos valores aceptables.

La radiación dispersa se debe a los fotones dispersados por el paciente y otros objetos en el camino del haz primario. La intensidad de la radiación dispersa aumenta con la intensidad y área del haz útil. La radiación de fuga es la generada en el ánodo del tubo de rayos X y que se transmite a través de la carcasa del tubo. Los fabricantes

Distribución de carga de trabajo	Carga de trabajo total por paciente $W_{norm}$ (mA min/paciente)	Kerma en aire de radiación primaria por paciente a $d_p = 1 \text{ m}$ $K_p^1$ (mGy/paciente)	Número de pacientes explorados por semana laboral de 40 horas	
			Media	Elevada carga de trabajo
Sala convencional (todas las barreras) <sup>o</sup>	2.5	7.4	240	320
Sala convencional (bucky de pared)	0.6	2.3	120	160
Sala convencional (suelo/otras barreras)	1.9	5.2	120	160
Sala de tórax	0.22	1.2	200	400

<sup>o</sup> Sala convencional (todas las barreras) = sala convencional (bucky de pared) + sala convencional (suelo/otras barreras)

Tabla IV: Kerma en aire de la radiación primaria a un metro del foco emisor de rayos X,  $K_p^1$ , para las cargas de trabajo normalizadas por paciente indicadas,  $W_{norm}$ . No se ha tenido en cuenta la atenuación producida por el paciente y el sistema receptor de imagen. Se da también el número promedio de pacientes explorados por jornada laboral de 40 horas semanales,  $N$  [1].

están actualmente obligados a que la radiación de fuga no supere los 0.876 mGy/h a 1 m a la máxima potencia de trabajo del tubo.

**Radiación de fuga:** El kerma en el aire debido a la radiación de fuga se puede estimar suponiendo que la intensidad de la radiación de fuga es igual a la de la radiación primaria en ausencia de coraza en el tubo. Las corazas de los tubos suelen tener un espesor de 2.3 mm Pb para limitar la radiación de fuga a valores aceptables. Así, el kerma en aire debido a la radiación de fuga es el que correspondería al haz primario atenuado por la carcasa del tubo. En la Tabla V se dan los valores del kerma en aire debido a la radiación de fuga a un metro normalizado por paciente para distintas distribuciones de carga de trabajo. En equipos cuyo potencial máximo de operación sea inferior a 150 kVp, las carcasas pueden tener espesores inferiores a 2.3 mm Pb, en estas condiciones los valores dados en la Tabla V se pueden seguir utilizando.

El valor del kerma en el aire debido a la radiación de fuga,  $K_L(x)$ , tras atravesar un espesor  $x$  de blindaje está dado:

$$K_L(x) = \sum_{kV_p} K_L(x, kV_p) = \sum_{kV_p} \frac{\dot{K}_{lim} kV_p^2 B_{coraza}(kV_p) W(kV_p) \exp\left[\frac{-\ln 2 x}{HVL(kV_p)}\right]}{kV_{pmax}^2 B_{coraza}(kV_{pmax}) I_{max} d_L^2} \quad (5)$$

donde:

- $\dot{K}_{lim}$ : Tasa de kerma en aire a un metro de la radiación de fuga que atraviesa la coraza del tubo al kilovoltaje máximo,  $kV_{pmax}$  e intensidad máxima de trabajo del tubo,  $I_{max}$ .
- $B_{coraza}(kV_p)$ : Transmisión de la radiación de fuga producida a través de la coraza al kilovoltaje,  $kV_p$ .
- $W(kV_p)$ : Distribución de carga de trabajo total en función del  $kV_p$ .

- $d_L$ : Distancia desde el punto de emisión de los rayos X al punto de cálculo (véase la Figura 1).

**Radiación dispersa:** La magnitud del kerma en el aire de la radiación dispersa depende del ángulo de dispersión, de la intensidad y energía del haz primario, tamaño y forma del paciente, y de la disposición del haz sobre el paciente. Se supone que la intensidad de la radiación dispersa es proporcional al área del haz de radiación primaria y al inverso del cuadrado de la distancia al punto de emisión de rayos X.

El valor del kerma en el aire debido a la radiación dispersa,  $K_S(x, \theta)$ , tras atravesar un blindaje de espesor,  $x$ , y con ángulo de dispersión,  $\theta$ , está dado:

$$K_S(x, \theta) = \sum_{kV_p} K_S(x, kV_p, \theta) = \sum_{kV_p} \frac{K_W^1(kV_p) W(kV_p) a_1(\theta, kV_p) \times 10^{-6} F}{d_S^2 d_F^2} B(x, kV_p) \quad (6)$$

donde:

- $B(x, kV_p)$ : Transmisión de una barrera de espesor  $x$  a la radiación dispersa generada por el tubo de rayos X operando al kilovoltaje  $kV_p$ .
- $a_1(\theta, kV_p)$ : Fracción del kerma en el aire a un metro de la radiación prima-

ria que es dispersada al ángulo  $\theta$ , al kilovoltaje de operación,  $kV_p$ .

- $\theta$ : Ángulo de dispersión. Es el ángulo que forma la dirección de incidencia del haz de radiación primaria con la recta que une el punto de dispersión con el punto de cálculo (véase la Figura 1).
- $d_S$ : Distancia desde el punto de dispersión al punto de cálculo (véase la Figura 1).

- $F$ : Tamaño del campo a la distancia  $d_F$ .

- $d_F$ : Distancia desde la fuente de rayos X al receptor de imagen.

El kerma en aire de la radiación secundaria será la suma de las componentes debidas a la radiación dispersa y a la de fuga,

$$K_{sec}(x) = K_S(x) + K_L(x) \quad (7)$$

La transmisión máxima de la barrera, para que tras ella no se supere el nivel de diseño de dosis  $P$ , será

$$B_{sec}(x_{barrera}) = \frac{P}{T K_{sec}(0)} \quad (8)$$

donde  $K_{sec}(0)$  es el kerma en aire debido a la radiación secundaria en ausencia de todo blindaje. El espesor de

la barrera,  $x_{barrera}$ , se puede evaluar mediante las tablas dadas en los apéndices de NCRP147 o mediante la misma expresión analítica dada para el cálculo del espesor de las barreras primarias, la ecuación 4. Los valores de los parámetros que se sustituyan en esta ecuación habrá que tomarlos de las tablas que proporcionan los valores de los parámetros para la radiación secundaria, que son diferentes de los correspondientes a las barreras de radiación primaria.

En la Tabla V se da el kerma en aire a un metro debido a radiación dispersa, de fuga y la secundaria total, para distintas distribuciones de carga de trabajo y normalizada por paciente. La transmisión de la barrera, para no superar el valor de kerma limitante,  $P$ , se puede determinar a partir de los valores dados en dicha tabla y de la expresión,



$$B_{\text{sec}}(x_{\text{barrera}}) = \frac{P}{T N} \frac{1}{\frac{K_L^1}{d_L^2} + \frac{K_S^1}{d_S^2}} \quad (9)$$

### EJEMPLO DE APLICACIÓN: Cálculo de blindajes en una sala convencional de radiodiagnóstico

Se presenta uno de los ejemplos de cálculo de blindajes dados en NCRP147 para una sala convencional de radiodiagnóstico, y los resultados que se obtienen para la misma sala aplicando la guía de seguridad del CSN 5.11 [5] (en este documento CSN5.11), que viene siendo la metodología estándar de cálculo en nuestro país. Estos últimos resultados se han obtenido empleando la hoja de cálculo implementada en nuestro servicio que incorpora las recomendaciones de CSN5.11. Esta hoja de cálculo está disponible de forma libre en la página web: <http://www.hcu-lblesa.es/fpro/documentos.html>.

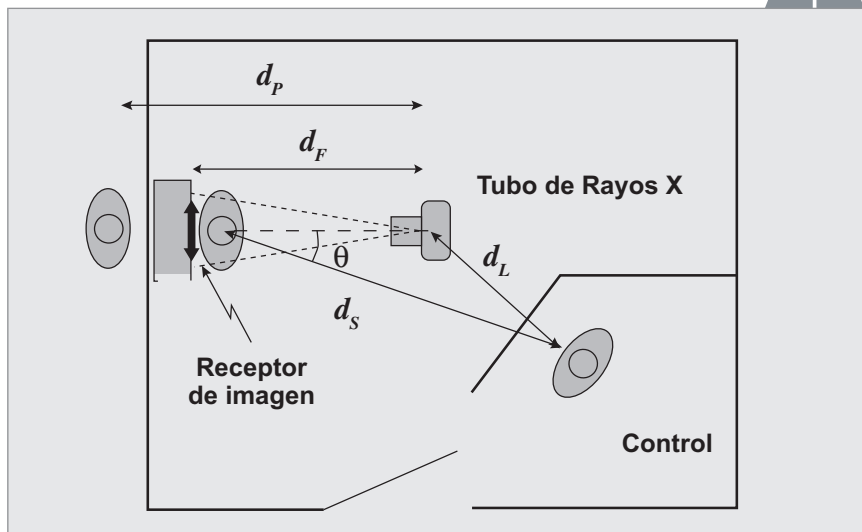


Figura 1: Representación de las distancias implicadas en el cálculo de barreras secundarias y primarias [1].

Los cálculos se realizaron para la sala de radiodiagnóstico de la Figura 2 y teniendo en cuenta que el número de pacientes promedio explorados a la semana es de 125.

#### Cálculo según NCRP Report No. 147

Se supone que la carga de trabajo de esta sala se distribuye como la de una sala de rayos convencional de NCRP147. Según dicho documento las

áreas expuestas a la radiación primaria son: la oficina bajo la sala de rayos, y la sala de descanso de personal adyacente a la pared que soporta el bucky de pared. El resto de áreas están expuestas a radiación secundaria. En la Figura 3 se representa la distribución de carga de trabajo normalizada por paciente para una sala de rayos convencional (suelo/otras barreras) de NCRP147.

Tipo de sala	W <sub>norm</sub> (mA min/ paciente)	F (cm <sup>2</sup> )	d <sub>F</sub> (m)	Kerma en aire (mGy/paciente) a 1 m				
				Fuga	Dispersa lateral	Secundaria lateral Total (K <sup>1</sup> <sub>sec</sub> ) <sup>b</sup>	Dispersa 135°	Secundaria 135° total (K <sup>1</sup> <sub>sec</sub> ) <sup>c</sup>
Sala convencional (todas las barreras)	2.5	1.000	1.00	5.3 × 10 <sup>-4</sup>	3.4 × 10 <sup>-2</sup>	3.4 × 10 <sup>-2</sup>	4.8 × 10 <sup>-2</sup>	4.9 × 10 <sup>-2</sup>
Sala convencional (bucky pared)	0.6	1.535 <sup>a</sup>	1.83	3.9 × 10 <sup>-4</sup>	4.9 × 10 <sup>-3</sup>	5.3 × 10 <sup>-3</sup>	6.9 × 10 <sup>-3</sup>	7.3 × 10 <sup>-3</sup>
Sala convencional (suelo/otras paredes)	1.9	1.000	1.00	1.4 × 10 <sup>-4</sup>	2.3 × 10 <sup>-2</sup>	2.3 × 10 <sup>-2</sup>	3.3 × 10 <sup>-2</sup>	3.3 × 10 <sup>-2</sup>

<sup>a</sup> Área de un campo 36 cm x 43 cm.

<sup>b</sup> Kerma en el aire de radiación de fuga más dispersa lateral.

<sup>c</sup> Kerma en el aire de radiación de fuga más dispersa a 135°.

Tabla V: Kerma en aire de la radiación secundaria con d<sub>s</sub> = d<sub>L</sub> = 1 m, para las distintas distribuciones de carga de trabajo indicadas. El tamaño de campo F se da a la distancia d<sub>p</sub>. La radiación dispersa lateral se calcula a 90°. En los cálculos de la radiación de fuga se ha supuesto que a 1 m de la coraza del tubo de rayos X la dosis de radiación es de 0.876 mGy/h (100 mR/h) para = 150 kV y 3.3 mA [1].

**Suelo de la sala**

El área bajo la sala de rayos es una zona no controlada con un valor de kerma limitante  $P = 0.02 \text{ mGy/semana}$  y con factor de ocupación  $T = 1$ . Esta área estará irradiada por la radiación primaria dirigida hacia el receptor de imagen, así como por radiación secundaria.

**Barrera primaria**

De la Tabla IV se tiene que el kerma a un metro por paciente a la semana para una sala convencional (suelo/otras barreras) es de  $5.2 \text{ mGy}$ . El factor de uso según la Tabla II sería de  $0.89$ . Tomaremos  $U = 1$ , para ser más conservadores. El kerma en el aire debido a la radiación primaria en ausencia de todo blindaje a  $4.1 \text{ m}$  de la fuente de rayos X es

$$K_p(0) = \frac{5.2 \text{ mGy/paciente} \times 125 \text{ pacientes/semana} \times 1}{(4.1 \text{ m})^2} = 39 \text{ mGy/semana}$$

La transmisión máxima permitida a la barrera deberá ser:

$$B_p(x_{barrera} + x_{pre}) = \frac{0.02 \text{ mGy/semana}}{1 \times 39 \text{ mGy/semana}} = 5.1 \times 10^{-4}$$

Bien sustituyendo en la ecuación 4 los parámetros que caracterizan la transmisión del hormigón, o bien utilizando las tablas de la transmisión del hormigón, se tiene que se requiere un espesor de  $107 \text{ mm}$  de este material. La atenuación producida por la mesa y el sistema de imagen es según la Tabla III equivalente a  $72 \text{ mm}$  de hormigón. Luego  $x_{barrera} = 107 \text{ mm} - 72 \text{ mm} = 35 \text{ mm}$  de hormigón, equivalentes a  $0.55 \text{ mm}$  de plomo.

**Barrera secundaria**

La parte del suelo hacia la que no se dirige el haz primario es una barrera secundaria para la radiación procedente de los disparos sobre el bucky de pared y de mesa. Se supone que  $d_s = d_L = d_{sec} = 3 \text{ m}$  (distancia del paciente a las personas en la sala bajo el suelo). De la Tabla V se tiene que el kerma en el aire de radiación secundaria por paciente a un metro, suponiendo dispersión a  $90^\circ$ , es  $3.4 \times 10^{-2} \text{ mGy}$ . Entonces el kerma en aire debido a la radiación secundaria para  $125 \text{ pacientes/semana}$  es

$$K_{sec}(0) = \frac{3.4 \times 10^{-2} \text{ mGy/paciente} \times 125 \text{ pacientes/semana}}{(3 \text{ m})^2} = 0.47 \text{ mGy/semana}$$

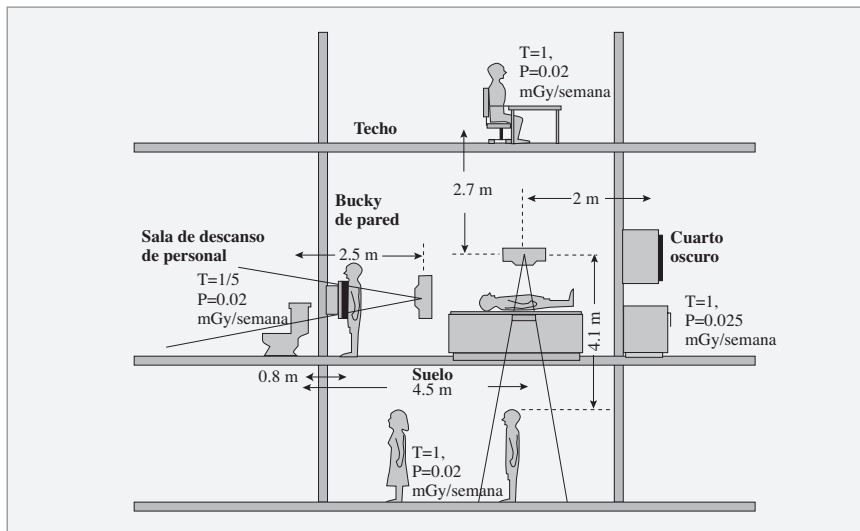


Figura 2: Sala convencional de radiodiagnóstico para la que se realiza el cálculo de blindajes [1].

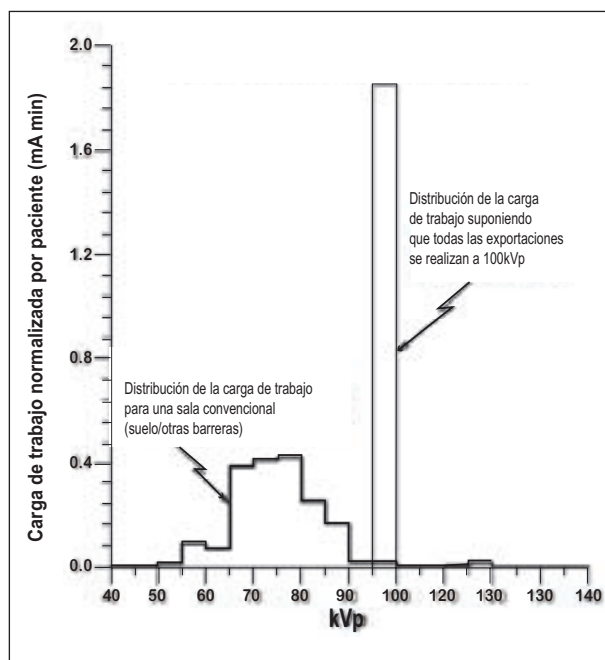


Figura 3: Distribución de la carga de trabajo en función del kVp normalizada por paciente, para una sala convencional de radiodiagnóstico (pared/otras barreras) [1].

Para reducir este valor de kerma en aire a los valores de diseño de la barrera se requiere que ésta no tenga una transmisión superior a

$$B_{sec}(x_{barrera}) = \frac{0.02 \text{ mGy/semana}}{1 \times 0.47 \text{ mGy/semana}} = 4.3 \times 10^{-2}$$



que según las tablas o la expresión analítica dadas para evaluar el espesor de la barrera resulta  $x_{barrera} = 33$  mm de hormigón. Por tanto, los 35 mm necesarios para la radiación primaria serán suficientes para atenuar la radiación secundaria.

### Techo de la sala

Se trata de una zona no controlada ( $P = 0.02$  mGy/semana) con factor de ocupación  $T = 1$ . Es una barrera secun-

daria pura. Aunque  $d_L = 2.7$  m y  $d_s = 3.5$  m, supondremos que  $d_L = d_s = 2.7$  m. Tomando el mayor valor del kerma en aire debido a la radiación dispersa, se tienen  $4.9 \times 10^2$  mGy/paciente para la distribución de carga de trabajo de una sala convencional (todas las barreras). El kerma en el aire en ausencia de blindaje para 125 pacientes/semana es

$$K_{sec}(0) = \frac{4.9 \times 10^2 \text{ mGy/paciente} \times 125 \text{ pacientes/semana}}{(2.7\text{m})^2} = 0.84 \text{ mGy/semana}$$

Para reducir esta cantidad a 0.02 mGy/semana, se requiere una barrera secundaria con una transmisión

$$B_{sec}(x_{barrera}) = \frac{0.02 \text{ mGy/semana}}{1 \times 0.84 \text{ mGy/semana}} = 2.4 \times 10^{-2}$$

A partir de las tablas o de la expresión analítica para el cálculo de los espesores de las barreras secundarias, se tiene que la barrera habrá de tener un espesor de 44 mm de hormigón,

Parámetros	Barrera	Suelo	Sala de descanso de personal	Cuarto oscuro		Techo	
		Primaria	Primaria	Secundaria Dispersa	Secundaria Fuga	Secundaria Dispersa	Secundaria Fuga
Tipo de barrera		Primaria	Primaria	Secundaria Dispersa	Secundaria Fuga	Secundaria Dispersa	Secundaria Fuga
$U$		3/4	1/4	1		1	
$T$		1	1/5	1		1	
$H_w$ (mSv/semana)		0.02	0.02	0.025		0.02	
$\Gamma$ (mSv mA <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )		11.1	11.1	11.1		11.1	
$W$ (mA min)		312.5	312.5	321.5		312.5	
$Q_h$ (mA min)		-	-	-	240	-	240
$f$		-	-	-	0.68	-	0.68
CHR		-	-	-	0.27	-	0.27
$d_p$ (m)		4.1	2.5	1	-	1	-
$d_s$ (m)		-	-	2	-	2.7	-
$d_L$ (m)		-	-	-	2	-	2.7
$S$ (cm <sup>2</sup> )		-	-	1000	-	1000	-
$\alpha$		-	-	0.002	-	0.002	-
$B$		$1.2 \times 10^{-4}$	$7.2 \times 10^{-4}$	$5.6 \times 10^{-3}$	0.11	$8.2 \times 10^{-3}$	0.16
$x_{barrera}$ (mm Pb)		<b>2.5</b>	<b>1.7</b>	<b>1.3</b>		<b>1.2</b>	
$x_{barrera}$ (cm Hormigón $\rho = 2.3 \text{ g/cm}^3$ )		<b>19</b>	<b>14</b>	<b>11</b>		<b>11</b>	

Tabla VI: Resultados del cálculo de blindajes. Magnitudes y parámetros utilizados en el ejemplo de cálculo de blindajes según el método recomendado en CSN5.11.

equivalentes a 0.5 mm de plomo. Este cálculo se ha hecho siendo conservadores, ya que se ha tomado como distancia de dispersión la distancia del tubo de rayos X al paciente, y no desde el paciente a la barrera.

**Sala de descanso de personal**

El área tras el bucky de pared es una sala de descanso de personal con factor de ocupación  $T = 1/5$ . Como puede haber personal que ocupe esta sala que no sean trabajadores expuestos, será una zona no controlada, con nivel de diseño  $P = 0.02$  mGy/semana.

Barrera primaria

El kerma en el aire de radiación primaria a 2.5 m de la posición del tubo para una sala convencional (bucky de pared) es a partir de la Tabla IV<sup>2</sup>

$$K_p(0) = \frac{2.3 \text{ mGy / paciente} \times 125 \text{ pacientes / semana} \times 1}{(2.5 \text{ m})^2} = 46 \text{ mGy / semana}$$

Resultando que el blindaje requerido para la barrera primaria ha de tener una transmisión no superior a,

$$B_p(x_{barrera} + x_{pre}) = \frac{0.02 \text{ mGy / semana}}{1/5 \times 46 \text{ mGy / semana}} = 2.2 \times 10^{-3}$$

A partir de las tablas o las expresiones analíticas que dan los espesores de las barreras primarias para conseguir la atenuación requerida, se tiene que el espesor de la barrera ha de ser de 1.3 mm de plomo. La atenuación producida por un sistema de imagen típico montado en la pared es equiva-

lente a 0.85 mm de plomo según la Tabla III. Por tanto, el blindaje requerido, adicional al inherente al sistema de imagen, será de 0.45 mm Pb, equivalentes a 34 mm de hormigón.

Barrera secundaria

Esta sala recibirá radiación secundaria procedente de la radiación que no impacte sobre el bucky de pared. Hay dos fuentes de radiación dispersa y de fuga a considerar. Una es la radiación secundaria procedente de las exploraciones realizadas sobre la mesa. La otra es la radiación secundaria de las exposiciones realizadas sobre el bucky de pared.

La radiación secundaria procedente de las exposiciones realizadas sobre la mesa se puede deducir de la Tabla V, suponiendo dispersión lateral y la

distribución de carga de trabajo correspondiente a la sala convencional (suelo/otras barreras) con  $d_{sec} = 4.5$  m,

$$K_{sec}(0) = \frac{2.3 \times 10^{-2} \text{ mSv / paciente} \times 125 \text{ pacientes / semana}}{(4.5 \text{ m})^2} = 0.14 \text{ mGy / semana}$$

La radiación de fuga y dispersa debida a las exposiciones realizadas sobre el bucky de pared deben ser consideradas de forma separada, ya que las distancias implicadas en cada uno de los cálculos son muy diferentes. Sea  $d_S = 0.8$  m y  $d_L = 2.5$  m. A partir de la Tabla V se tiene que la dosis equivalente en ausencia de blindaje sería,

$$K_{sec}(0) = \left( \frac{4.9 \times 10^{-3} \text{ mGy / paciente}}{(0.8 \text{ m})^2} + \frac{3.9 \times 10^{-4} \text{ mGy / paciente}}{(2.5 \text{ m})^2} \right) \times 125 \text{ pacientes / semana}$$

$$K_{sec}(0) = 0.96 + 0.008 = 0.97 \text{ mGy / semana.}$$

A este valor de dosis habrá que sumar el que habíamos calculado previamente debida a la radiación dispersa proveniente de los disparos efectuados sobre la mesa,

$$K_{sec}(0) = 0.97 + 0.14 = 1.11 \text{ mGy / semana}$$

La barrera deberá tener una atenuación no inferior a,

$$B_{sec}(x_{barrera}) = \frac{0.02 \text{ mGy / semana}}{1/5 \times 1.11 \text{ mGy / semana}} = 9.1 \times 10^{-2}$$

Adoptando la posición más conservadora, se supone que esta radiación será atenuada como la más penetrante, que corresponde a la distribución de trabajo de una sala convencional (bucky de pared). Para la cual se requiere una barrera de 0.35 mm Pb o 30 mm de hormigón. Por tanto, la barrera calculada para la radiación primaria es también válida para la radiación secundaria.

**Cuarto oscuro**

Cuando se calcula el blindaje de un cuarto oscuro el factor limitante del espesor del blindaje suele ser el fondo de radiación que pueden tolerar las

películas almacenadas en él, mas que la dosis que pueda recibir el personal que trabaje en dicha sala. El límite de kerma en aire recomendado para las películas no expuestas guardadas en cajas es de 0.1 mGy durante el periodo de almacenamiento. Suponiendo que las películas permanecen almacenadas un mes, se tiene que el kerma

<sup>2</sup>Como se utiliza en el cálculo la distribución de carga de trabajo de una sala convencional (bucky de pared), el factor de uso es para esta barrera 1. Si se hubiera utilizado la distribución asociada a una sala convencional (todas las barreras) el factor de uso no sería unidad. El cálculo es preferible hacerlo con la distribución de carga de trabajo (bucky de pared) porque es más representativa de los  $kV_p$  a los que se efectúan las exploraciones sobre la barrera que se está calculando.



en aire no ha de superar los 0.025 mGy/semana en dicha sala.

Si sobre la pared que separa la sala de rayos del cuarto oscuro no se realiza ninguna exploración, sobre dicha pared sólo incidirá radiación secundaria. Por simplicidad, se supone que toda la radiación secundaria está generada por el tubo de rayos X disparando sobre la mesa a una distancia de 2 m. La distribución de carga de trabajo correspondiente a una sala convencional (todas las barreras) es apropiada para este caso, teniéndose

$$K_{\text{sec}}(0) = \frac{3.4 \times 10^{-2} \text{ mGy} / \text{paciente} \times 125 \text{ pacientes} / \text{semana}}{(2 \text{ m})^2} = 1.1 \text{ mGy} / \text{semana}$$

La barrera requerirá una transmisión no superior a,

$$B_{\text{sec}}(x_{\text{barrera}}) = \frac{0.025 \text{ mGy} / \text{semana}}{1 \times 1.1 \text{ mGy} / \text{semana}} = 2.3 \times 10^{-2}$$

lo que se consigue con una barrera de 0.5 mm de plomo, equivalentes a aproximadamente 50 mm de hormigón.

### **Cálculo según la guía de seguridad 5.11 del CSN**

A continuación se presentan los resultados de los espesores de los blindajes que se obtienen para la sala de la Figura 2 cuando se calculan según el método propuesto en CSN5.11.

Cabe destacar que CSN5.11 a diferencia de NCRP147:

- No utiliza distribuciones de carga de trabajo en función del  $kV_p$ . Realiza el cálculo suponiendo que las exploraciones se realizan al  $kV_p$  máximo de operación del tubo.

- Las cargas de trabajo empleadas en el cálculo son independientes del número de pacientes. Utiliza como carga de trabajo la que se estima que tiene lugar al  $kV_p$  máximo de operación del tubo de rayos X redondeada al alza.

- No tiene en cuenta la atenuación producida por el sistema receptor de imagen.

- Las barreras se clasifican en primarias y secundarias. Si una barrera es primaria no se evalúa el blindaje requerido para la radiación secundaria que pudiera llegarle.

- Las componentes de la radiación secundaria, de fuga y dispersa, se evalúan por separado.

- La transmisión de las barreras para la radiación secundaria se supone que es igual que para la radiación primaria.

Los resultados que hemos obtenido con nuestra hoja de cálculo se presentan en la Tabla VI. En el cálculo de cada una de las barreras se ha supuesto que toda la carga de trabajo se realiza a 125  $kV_p$ . El resto de magnitudes y parámetros de los que depende el cálculo de blindajes se dan en la Tabla VI. El rendimiento del equipo es el correspondiente a un tubo de rayos X con 3 mm de filtración de Al trabajando a 125  $kV_p$  según CSN5.11. Se ha tomado como carga de trabajo la dada en la Tabla IV para una sala convencional (todas las barreras). Esta carga de trabajo está normalizada por paciente, así para determinar la carga de trabajo total hemos multiplicado dicho valor por 125, el número de pacientes explorados a la semana. No se ha utilizado la carga de trabajo propuesta por CSN5.11 para este tipo de sala, con el objetivo de que los cálculos efectuados con uno y otro método difirieran en lo menos posible en los valores de los parámetros y magnitudes comunes a ambos métodos. No obstante hay que señalar, que los resultados no son muy diferentes si se utilizan las cargas de trabajo recomendadas por

CSN5.11, ya que el espesor de las barreras necesarias se ve mucho más influenciado por la distribución energética del haz que por el valor de la carga de trabajo total.

### **DISCUSIÓN**

En la Tabla VII se comparan los espesores de las barreras calculadas con el método propuesto en NCRP147 y en CSN5.11. A priori es llamativa la gran diferencia que hay en los espesores que se obtienen con uno y otro método, pero cuando se tienen en cuenta las hipótesis en las que se basan uno y otro cálculo se comprenden las grandes diferencias en los resultados.

Los espesores obtenidos en NCRP147 son, en todos los casos, inferiores a los que resultan de la aplicación de la guía CSN5.11, ya que las hipótesis de dicha guía son mucho más conservadoras. Los factores que más influyen en la reducción de los espesores calculados con el método de NCRP147, son la consideración en el cálculo de la distribución de carga de trabajo en función del  $kV_p$ , y el tener en cuenta la atenuación producida por el sistema receptor de imagen en las barreras primarias.

En el ejemplo presentado el espesor de la barrera de la sala de descanso del personal obtenido con uno y otro método serían del mismo orden de magnitud si no se tuviera en cuenta en el cálculo efectuado con NCRP147 la atenuación producida por el sistema receptor de imagen (véase la Tabla VII).

La incorporación en el cálculo de las distribuciones de carga de trabajo en función del  $kV_p$  implica una reducción de los espesores de blindajes necesarios ya que la atenuación de los materiales depende fuertemente del  $kV_p$ , así como el rendimiento de los tubos de

Barrera	$X_{barrera}$			
	NCRP147		CSN5.11	
	mm Pb <sup>a</sup>	cm hormigón <sup>a</sup> ( $\rho = 2.3 \text{ g/cm}^3$ )	mm Pb	cm hormigón ( $\rho = 2.3 \text{ g/cm}^3$ )
Suelo de la sala	0.6 (1.4)	3.5 (10.7)	2.5	19
Techo de la sala	0.5	4.4	1.2	11
Sala de descanso de personal	0.5 (1.3)	3.4 (10.6)	1.7	14
Cuarto oscuro	0.5	4.5	1.3	11

<sup>a</sup>Entre paréntesis se dan los espesores del blindaje necesarios si no se tiene en cuenta la atenuación producida por el sistema receptor de imagen.

Tabla VII: Comparación de los espesores de las barreras obtenidos para la sala de radiodiagnóstico de la Figura 2, aplicando NCRP147 y CSN5.11.

rayos X. Al tener en cuenta en el cálculo la distribución de  $kV_p$  de trabajo del equipo, la carga de trabajo efectuada a los  $kV_p$  bajos contribuye a disminuir el rendimiento y  $kV_p$  promedio de operación del equipo, con la consecuente disminución de espesor de los blindajes requeridos. Además hay que señalar que la curva de rendimiento del tubo de rayos X de NCRP147 da valores inferiores a los de los valores que hemos utilizado para el cálculo siguiendo CSN5.11. Por ejemplo, para 125  $kV_p$ , NCRP147 da un valor de  $K'_w$  del orden de 7  $mGy \text{ mA}^{-1} \text{ min}^{-1}$  y CSN 5.11 para una filtración de 3 mm Al da como rendimiento a un metro 11.1  $mSv \text{ mA}^{-1} \text{ min}^{-1}$ .

Para esta sala en concreto, la aplicación del método propuesto en NCRP147, supondría que no sería necesario plomar la sala si las paredes de la sala tuvieran el espesor de hormigón suficiente para asegurar el blindaje correcto de la sala.

**CONCLUSIONES**

El documento publicado recientemente por NCRP, el NCRP Report No.147, presenta un nuevo procedimiento de cálculo de blindajes que trata de realizar hipótesis menos conservadoras y

más realistas que los métodos que se vienen utilizando.

Este nuevo método incorpora como principal novedad que tiene en cuenta en el cálculo, la distribución de la carga de trabajo normalizada por paciente en función del  $kV_p$ , a diferencia de los métodos clásicos, que suponen que toda la carga de trabajo se realiza al  $kV_p$  máximo de operación del tubo de rayos X. Antes de utilizar para el cálculo de los blindajes de una instalación las distribuciones de carga de trabajo dadas en este nuevo documento de la NCRP, hay que asegurarse que éstas son representativas de la instalación que se esté calculando. Como la distribución de  $kV_p$  al que se realizan los estudios es la magnitud que más influye en el espesor de los blindajes requeridos, si en una sala en particular la distribución de carga de trabajo estuviera desplazada hacia  $kV_p$  más elevados que los de la distribución empleada en el cálculo, se estarían subestimando los espesores de los blindajes necesarios.

Una novedad del nuevo documento de NCRP147 que podría ser de aplicación inmediata a nuestros cálculos de blindajes sería empezar a tener en cuenta la atenuación producida por el sistema receptor de imagen, que es muy notable.

En el caso que hemos estudiado la aplicación de esta nueva metodología trae como consecuencia un blindaje con mucho menor espesor que el que se obtiene realizando el cálculo habitual, siguiendo la guía de seguridad 5.11 del CSN, con la consecuente reducción de coste de la construcción de la instalación. En la práctica puede darse el caso que los espesores de plomo determinados con NCRP147 no se encuentren comercialmente y haya que utilizar espesores mayores que los requeridos.

**REFERENCIAS**

[1] Structural shielding design for medical X-ray imaging facilities. NCRP Report No. 147. EE.UU. Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurement, 2004.

[2] Structural shielding design and evaluation for medical use of X rays and gamma rays of energies up to 10 MeV. NCRP Report No. 49. EE.UU. Bethesda: National Council on Radiation Protection and Measurement, 1976.

[3] 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Gran Bretaña. Exeter: de International Commission on Radiological Protection, 1991.

[4] Simpkin, D. J., 'Evaluation of NCRP Report No. 49: assumptions on workloads and use factors in diagnostic radiology facilities'. Med. Phys. 23(14), 1996.

[5] Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico. Guía de seguridad nº 5.11 del CSN. Madrid: Consejo de Seguridad Nuclear, 1990.



El objeto de este estudio es analizar el alcance de los cambios introducidos por el nuevo Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes (1) (RPSRI), respecto a la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos, no desde la óptica de la atención médica, sino desde la crítica jurídica, con especial consideración del régimen transitorio previsto.

# Comentarios a la regulación de la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos

Luis A. Fernández Regalado - CIEMAT

El anterior RPSRI (2), en su Artículo 40, encargaba la vigilancia médica de los trabajadores profesionalmente expuestos a un servicio médico especializado, debidamente autorizado, previa intervención del Consejo de Seguridad Nuclear. Sin embargo, el nuevo RPSRI, en su Artículo 39, basa la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos en los principios generales de medicina del trabajo y en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (3) (LPRL) y Reglamentos que la desarrollan. Ello nos lleva al Reglamento de los Servicios de Prevención, que prevé protocolos específicos del Ministerio de Sanidad y Consumo a los que se someterá la vigilancia de la salud de los trabajadores. El Real Decreto 39/1997 (4), de 17 de enero, aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. En su Artículo 37.3.c), se señala que la vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a factores de riesgo a los que esté expuesto el trabajador. El Ministerio de Sanidad y Consumo ha publicado el protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica frente a Radiaciones Ionizantes que deja sin efecto la guía 7.4 que se menciona en el Artículo 40 del anterior RPSRI, expresamente derogado por el nuevo.

Se ha optado, por tanto, por un nuevo sistema de vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos, basado, en los principios generales de la LPRL, que entroniza la acción preventiva como principal pauta de actuación. Hemos de partir de la base de que el nuevo régimen protege mejor la salud de los trabajadores expuestos puesto que esta es la única justificación posible para un cambio normativo de este tipo. El nuevo RPSRI deriva de una directiva comunitaria, la 96/29 del Consejo, de 13 de mayo de 1996, en cuyo Artículo 30 se señala que la vigilancia médica de los trabajadores expuestos se basará en los principios que rigen en general la medicina del trabajo. Hasta la entrada en vigor del Real Decreto 783/2001, que aprueba el nuevo RPSRI, la medicina del trabajo de los trabajadores profesionalmente expuestos estaba represen-

tada por los Servicios Médicos Especializados, obligatorios en el anterior RPSRI, y la transposición al derecho interno de la citada directiva, permitía, por la libertad que ofrece este tipo de técnicas legislativas, mantener los Servicios Médicos Especializados.

Simultáneamente se regula en el nuevo RPSRI un régimen transitorio en la Disposición Transitoria 3a, que contiene dos párrafos distintos, uno referido a la continuidad de la vigilancia de los trabajadores expuestos por los Servicios Médicos Especializados autorizados conforme al anterior RPSRI, y otro referido a la continuidad de los expedientes de autorización de Servicios Médicos Especializados, iniciados con anterioridad a la entrada en vigor del nuevo RPSRI. Ambos apartados encuentran justificación en la necesaria seguridad jurídica que exige continuidad en la regulación existente, evitando cambios bruscos en el tratamiento de la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos. Sin embargo pueden hacerse dos críticas a la mencionada Disposición Transitoria 3a. Una por omisión y la otra por comisión. La primera porque se omite una fecha límite a la validez de los Servicios Médicos Especializados. Efectivamente, como hemos dicho la seguridad jurídica exige que los Servicios Médicos Especializados preexistentes continúen realizando la vigilancia de los trabajadores expuestos, pero no de forma indefinida, sino durante el tiempo que la norma estimase prudente, para, en un momento posterior, exigir la sustitución de los Servicios Médicos Especializados por los servicios de prevención, con funciones de vigilancia y control de la salud de los trabajadores, regulados por la LPRL y normas de desarrollo. Al no existir un plazo para esta sustitución, se condena a los trabajadores expuestos que cuenten con Servicios Médicos Especializados, a someterse a una vigilancia menor de su salud, de forma indefinida. En este caso, la búsqueda de seguridad jurídica se torna en mayor inseguridad. Si el nuevo RPSRI apuesta por un sistema de vigilancia sanita-

ria de los trabajadores expuestos, basado en la LPRL, ¿Por qué no exige su implantación para todos los trabajadores expuestos en un plazo razonable?

La segunda crítica anunciada, se refiere al segundo párrafo de la Disposición Transitoria 3a que hace mención a la continuidad de los expedientes de autorización de los Servicios Médicos Especializados iniciados conforme al antiguo RPSRI. Al igual que sucede en el primer párrafo de la Disposición Transitoria 3a, la seguridad jurídica justifica la continuidad de los expedientes preiniciados, pero la consecuencia es que, tras la entrada en vigor del nuevo RPSRI, pueden convivir dos sistemas diferentes de vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos, ambos autorizados con posterioridad a la mencionada entrada en vigor, si bien con un expediente iniciado con anterioridad.

El nuevo RPSRI, como hemos visto, modifica la regulación de la vigilancia sanitaria de los trabajadores expuestos, acercándola a los principios de la LPRL, que son comunes a todos los trabajadores, pero lo hace de una forma tan timorata, que podría decirse que falta convencimiento respecto a los efectos positivos de la nueva regulación sobre la salud de los trabajadores. Quizá habría sido más prudente, mantener el criterio del Artículo 40 del antiguo RPSRI, hasta que la LPRL, y sus normas de desarrollo, hubiesen encontrado la madurez deseada en materia de protección contra radiaciones ionizantes.

En cualquier caso, deberían ponerse de acuerdo el CSN y el Ministerio de Sanidad, para modificar el nuevo RPSRI y establecer plazos y condiciones de vigencia de la actividad de los SME.

## REFERENCIAS

1. Real Decreto 783/2001, de 6 de julio
2. Real Decreto 53/1992, de 24 de enero. (Derogado)
3. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
4. Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención.

# NOTICIAS

## de ESPAÑA

### Estudio epidemiológico CSN-Instituto de Salud Carlos III

El Ministerio de Sanidad y Consumo, a través del Instituto de Salud Carlos III, y el Consejo de Seguridad Nuclear han firmado un convenio para la realización de un estudio epidemiológico, que investigue el posible efecto de la exposición a las radiaciones ionizantes sobre la salud de la población en las proximidades de las instalaciones nucleares y las radiactivas del ciclo de combustible nuclear.

El nuevo estudio complementa otros anteriores realizados por el Centro Nacional de Epidemiología del propio Instituto de Salud Carlos III a finales de la década pasada sobre las mismas áreas de influencia de las instalaciones. Incluirá, además, en su alcance otras zonas en las que no existen instalaciones, pero en las que se producen diferentes niveles de exposición de la población a radiaciones ionizantes de origen natural.

Como principales novedades, el nuevo estudio incluirá la actualización de los datos que reflejan el posible impacto en la salud, medido a través del estudio de la mortalidad por cáncer, e incorporará información sobre las dosis de exposición de las personas a las radiaciones procedentes tanto de las instalaciones mencionadas como de origen natural. Para ello, el Consejo de Seguridad Nuclear suministrará al Instituto de Salud Carlos III las estimaciones dosimétricas de la población en todo el período del estudio, que se extenderá desde 1975 hasta 2003.

El proyecto viene a satisfacer la demanda social suscitada en las cercanías de las instalaciones, que tuvo reflejo en dos resoluciones del Congreso de los Diputados y en solicitudes de grupos como la Asociación que agrupa a las autoridades municipales de las localidades próximas a las centrales nucleares (AMAC) y asociaciones ecologistas.

El estudio se completará en algo menos de tres años, previéndose la entrega del informe final en febrero de 2009, e incluirá más de 500 municipios, entre otros, a todos los que se encuentran en el entorno de 30 Km. alrededor de las plantas nucleares. Tal y como se insta en la Proposición no de Ley aprobada el 9 de diciembre de 2005 por el Congreso de los Diputados, se constituirá un Comité

Consultivo en el que, junto a las instituciones promotoras participarán representantes de las Comunidades Autónomas, expertos independientes, entidades ecologistas y otras entidades con intereses legítimos relacionados con la presencia de estas instalaciones.

*Comité de redacción.*

### Los residuos radiactivos son parte de la solución no el problema de la energía nuclear

El día 4 de mayo en la revista de Internet noticias@madrimasd.org aparecía el artículo, firmado por Ricardo Manso Casado de ENRESA, "los residuos radiactivos son parte de la solución, no el problema de la energía nuclear". En él se argumenta que la gestión que se lleva a cabo de los residuos radiactivos, generados en las centrales nucleares, es garantía de eficacia medioambiental de esta fuente de energía, en contra de lo comúnmente argumentado.

En el artículo se refleja que, la nuclear, es la única forma de producción de electricidad que controla y trata la totalidad de los residuos que genera. Aun más, es la actividad humana que con mayor rigor gestiona sus materiales de desecho al objeto de que no causen daño ni a las personas ni al medio ambiente.

Una de las causas de esta situación se halla en que, en la década de los 60 del siglo XX, la sociedad asume como valor la conservación del medio y, en ese contexto, se desarrolla la tecnología nuclear de múltiples aplicaciones y particularmente la destinada a la obtención de electricidad, lo que conduce a tomar soluciones fiables para el tratamiento de los residuos radiactivos que la actividad genera.

*Comité de redacción.*

### Conclusiones de la sesión de clausura de la Mesa de Diálogo sobre la evolución de la energía nuclear en España

La Sesión de Clausura de la Mesa de Diálogo se celebró el día 17 de mayo entre

las 16:00 y las 19:00 horas. La Presidencia formuló una propuesta de conclusiones que fueron por lo general bien aceptadas, si bien se formularon comentarios, que la Presidencia indicó tendría en cuenta en su informe final. Las conclusiones de la Mesa serán transmitidas a la Presidencia del Gobierno y posiblemente consideradas en el próximo Discurso parlamentario sobre el Estado de la nación. En efecto el tema fue específicamente considerado por el Diputado Joan Herrera, quien volvió a repetir la necesidad de establecer el programa de cese de la operación de las centrales nucleares. El Presidente del Gobierno prometió que tal programa de cese será establecido antes de que finalice la legislatura presente.

Existe acuerdo en que se construya un Almacén Temporal Centralizado para los combustibles gastados y residuos de relaboración. Se puso énfasis en que la decisión no se debe retrasar y se reconoció que la decisión deberá tener un amplio consenso político, institucional y social, tanto nacional como local. Se anunció la constitución de una Comisión interministerial para desarrollar la metodología del trabajo a realizar para alcanzar el consenso político y social deseado. El Representante de Castilla y León expresó la buena disposición de tal Comunidad a participar en los diálogos que pudieran existir sobre tal decisión. Los partidos de extrema izquierda y las instituciones ecologistas siguieron insistiendo en que la decisión del ATC debe estar vinculada a un programa de cese de la explotación de las centrales.

Existe acuerdo en que debe promoverse la información al público y la participación de los agentes sociales en el proceso de toma de decisiones de aquellos aspectos nucleares que tengan especial sensibilidad social. Se pone como referencia la ley del Convenio de Aarhus, ya promulgada, pero también se menciona el desarrollo de procedimientos específicos adecuados que completen dicho Convenio. La Presidencia pidió que se transmitiese a la sociedad información relevante sobre el funcionamiento de las instalaciones nucleares, en particular sobre los incidentes y sucesos anormales. Por parte de la Mesa se hizo notar a la Presidencia la importancia de que tengan éxito los procesos de información y participación del público y se pidió que los partidos de extrema izquierda y las organizaciones ecologistas sean receptivos a estos procesos.

Se reconoce que el régimen jurídico nuclear de España se basa sobre principios reconocidos internacionalmente, pero la Presidencia añadió que era necesario revisar algunos de

los instrumentos legales y completar el marco legislativo. Se informó que la proposición de ley sobre la modificación de la ley de Creación del Consejo ha pasado la fase de recepción de enmiendas y comienza la de comparecencias. Se añadió que el trámite parlamentario podrá conducir a una proposición de ley que garantice la independencia efectiva del Organismo, refuerce su transparencia y eficacia y estimule el funcionamiento colegiado. La Mesa hizo notar la importancia de estos últimos requisitos, que quedan en entredicho en algunos de los artículos de la mencionada proposición de ley.

Hay diferencias, aunque más próximas que al principio, en la forma de cubrir la demanda eléctrica del país. Aunque la apuesta principal se dirige a las energías renovables, no se renuncia a priori a ninguna otra tecnología. Se reconoce que la reducción progresiva de la energía nuclear debe disponer antes de una alternativa. Las organizaciones ecologistas indicaron que esa alternativa ya existe y que basta desarrollar las energías renovables, pero añadieron que se deberá hacer de forma híbrida para superar la intermitencia del viento y del sol. Ecologistas en Acción admitieron que las centrales nucleares cesen su explotación cuando alcancen los treinta años, pero Greenpeace no fijó fecha. Por otro lado, se informó que la Junta de Extremadura aprobó en su día una moción de cese de la central nuclear de Almaraz cuando caduque la autorización de explotación actual y también se mencionaron los deseos de que cesen Garoña y Trillo.

La propuesta no descarta nuevas opciones nucleares, si bien condicionadas a la mejora de la seguridad, la disminución del coste de la inversión y el tiempo de construcción, la generación de menos residuos y la reducción de los riesgos de la proliferación. Por parte de la Mesa se discutió la idoneidad de algunos de dichos requisitos explicando que los reactores que ofrece la industria nuclear han ya aumentado su seguridad y que la reducción sustancial de residuos sólo se conseguirá con ciclos de combustible cerrado. Por otro lado, ya se había explicado en su día que en España no existían riesgos específicos de proliferación. Sin embargo, estas ideas, junto con la afirmación de que la tecnología nuclear actual no está madura y es peligrosa, expuesta con gran autoridad en una de las ponencias, constituyó la base de los argumentos en contra de la renovación nuclear.

Se acepta que la discusión nuclear debe comenzar con una discusión profunda sobre las fuentes de energía primaria. Por ello, la Presidencia propuso la continuidad de un debate sobre este aspecto, que podría ayudar al Gobierno a satisfacer la obligación estatutaria de redactar en 2007 un nuevo plan que incluya los sectores del gas y de la electricidad y que cubra el periodo 2007-2017, contemple las consideraciones y orientaciones de la Unión Europea, la situación en ese periodo de las centrales nucleares y las potencialidades de las energías renovables. El plan pasará al Congreso para su potencial conversión en un instrumento jurídico vinculante. La propuesta tuvo una razonable aceptación.

*Agustín Alonso  
Miembro de la Mesa de Diálogo*

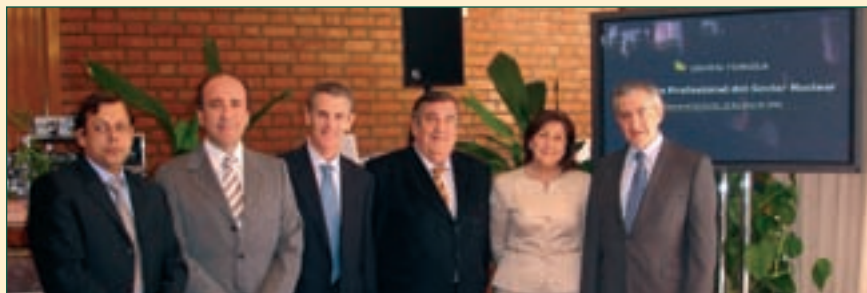
### UNION FENOSA convoca a profesionales del sector en la central nuclear José Cabrera

La central nuclear José Cabrera acogió un encuentro profesional del Sector Nuclear, convocado por UNION FENOSA, con motivo de la terminación de la fase de explotación comercial de la central nuclear José Cabrera y la nueva etapa que se abre en el emplazamiento energético de Zorita. Al acto, celebrado el pasado 20 de Abril de 2006, asistieron más de 200 personas de diferentes instituciones y compañías. En concreto, contó con la presencia de autoridades del Congreso, del Senado, del Ministerio de Industria, Turismo y Energía, de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, del Consejo de Seguridad

Nuclear, Alcaldes de las localidades próximas a la central, profesionales ligados a la central en sus diferentes etapas, empresas eléctricas, compañías de servicios y de ingeniería y suministradores, incluyendo el suministrador principal de la central, Westinghouse.

El Presidente de UNION FENOSA, Pedro López Jiménez, fue el responsable de inaugurar este encuentro profesional, que repasó la historia de la central desde sus orígenes. Además, presentó el final de la explotación comercial de José Cabrera como el inicio de una nueva etapa para el emplazamiento de Zorita, considerado de interés energético y de carácter estratégico para UNION FENOSA. Este emplazamiento, en el que está previsto construir a medio plazo una planta de ciclo combinado, se considera adecuado para acomodar una nueva central nuclear, si se dan en un futuro próximo las circunstancias necesarias.

A continuación, Pedro López dio paso a los diferentes ponentes que expusieron su experiencia al público asistente. La intervención de la Presidenta del Consejo de Seguridad Nuclear, María Teresa Estevan Bolea, que no pudo asistir al acto, fue leída por el Presidente del Comité de Energía Nuclear de UNESA y Director General de Iberdrola Generación, Francisco Martínez Córcoles. Seguidamente, el Alcalde de Almonacid de Zorita, Gabriel Ruiz del Olmo, expuso su sentir en representación de la corporación municipal en la que se encuentra ubicado el emplazamiento de la central. Por último, el público asistió a la ponencia de Covadonga Pastrana, Delegada de Industria de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. El propio Presidente de UNION FENOSA dio por finalizado el



*En la fotografía, tomada en la Residencia de la central, lugar de celebración del Encuentro Profesional, se pueden ver de izquierda a derecha, Pablo Díaz, Director de la Central, Víctor Sola, Director de Generación Nuclear de UFG, José Luis Zapata, Director General de UFG, Pedro López Jiménez, Presidente de UNION FENOSA, María Teresa Domínguez, Presidenta de la SNE, y Honorato López Isla, Vicepresidente Primero Consejero Delegado de UNION FENOSA.*

Encuentro, no sin antes dar paso a la proyección de un vídeo conmemorativo de la fase de explotación comercial de José Cabrera entre 1968 y 2006.

*Comité de redacción.*

### Autorización del PIMIC

El Plan Integrado para la Mejora de las Instalaciones del CIEMAT, PIMIC, se puso en marcha en el año 2000, con el fin de desmantelar las instalaciones paradas y obsoletas, descontaminar zonas y terrenos con contaminación residual, modernizar edificios e instalaciones y mejorar las infraestructuras generales del Centro.

- El PIMIC está dividido en dos proyectos: Rehabilitación a cargo del CIEMAT, y Desmantelamiento desarrollado por ENRESA, con un director común perteneciente al CIEMAT
- Las actuaciones de descontaminación y limpieza más significativas se llevan a cabo en las instalaciones y espacios siguientes: Reactor experimental JEN-1 (IN-01), Planta de almacenamiento de residuos líquidos radiactivos (IN-07), Planta de acondicionamiento de los residuos líquidos radiactivos (IR-16), Planta piloto de reproceso de combustibles irradiados M-1 (IR-18), Planta de desarrollo de elementos combustibles para reactores de investigación (IN-03), Celdas calientes metalúrgicas IN-04, Laboratorio de metrología de radionucleidos (IR-13A) y

- y desarrollo formado por un conjunto de laboratorios e instalaciones convencionales, junto con algunas instalaciones radiactivas reguladas.
- Al día de hoy, y dentro del proyecto de Rehabilitación se han generado y caracterizado 180 m<sup>3</sup> de tierras y escombros débilmente contaminados que se encuentran almacenados transitoriamente en varios edificios del CIEMAT.

### Iberinco en el jrc-ispra de Italia

- En marzo de 2006 la Comisión Europea adjudicó a Iberinco un contrato para la asistencia técnica al servicio de protección radiológica de las instalaciones nucleares experimentales del Centro Europeo de Investigación JRC-ISPR "Provision of Radiation Protection Assistance (RPA)" tras ganar un concurso internacional.
- IBERINCO ha desplazado a las instalaciones del ISPR un equipo de trabajo formado por un conjunto de 14 personas que se encargará principalmente de las actividades de protección radiológica operacional durante

CANTIDADES DE RESIDUOS PREVISTAS		
Materiales		
Chatarras, lodos, sedimentos, resinas, grafito, escarificado y metales		
Tipo de residuos	Toneladas	Destino
Residuos radiactivos (muy baja y media actividad)	100	El Cabril
Residuos convencionales (incluidos los desclasificados)	220	Vertederos
Terrenos, escombros y hormigón		
Tipo de residuos	Toneladas	Destino
Residuos (muy baja y media actividad)	200	El Cabril
Residuos convencionales (incluidos los desclasificados)	5.000	Vertedero



Terrenos contaminados (Zonas de "El Montecillo" y "La Lenteja")

### Principales instalaciones a desmantelar

Para sistematizar el proceso de limpieza radiológica se ha dividido el CIEMAT en 28 parcelas, de las que 18 están ya rehabilitadas, dos en curso de rehabilitación, cuatro pendientes de desmantelamiento, incluyendo sus terrenos y zonas de influencia y cuatro en proceso de caracterización radiológica.

En el momento actual, se han recibido las autorizaciones y permisos preceptivos por parte del Ministerio de Medio Ambiente, Consejo de Seguridad Nuclear y Ayuntamiento de Madrid, por lo que en Junio próximo darán comienzo los trabajos de desmantelamiento de las instalaciones del ciclo del combustible (IR-16, IN-07, IR-18, IN-01), toda vez que ya están preparadas los espacios e instalaciones auxiliares previas para caracterizar, acondicionar y almacenar transitoriamente los residuos radiactivos y desclasificados que se generen en dichas operaciones.

- El inventario y cantidad de radioisótopos previstos son:
- Uranio, Radio, Americio, Plutonio, Cesio y Estroncio.

### Cronograma

El proyecto, que se desarrolla de acuerdo al programa establecido, se prolongará hasta el año 2009, en que el CIEMAT se habrá convertido en un centro de investigación



- la fase previa al desmantelamiento de las instalaciones y el control radiológico de los residuos radiactivos generados. IBERINCO aportará su ya dilatada experiencia en este tipo de trabajo tanto en la fase operativa de las instalaciones nucleares como en el período de desmantelamiento.
- Este contrato que tiene una duración estimada de 4 años y un valor de 5 millones de euros, constituye una inmejorable oportunidad para incrementar la presencia de IBERINCO en Europa en actividades directamente relacionadas con el desmantelamiento de instalaciones nucleares.

*José Luis Díaz.  
Comité de redacción.*

# NOTICIAS

## de l M U N D O

### Segundo Congreso Europeo de la IRPA "Protección radiológica: del conocimiento a la acción"

Del 15 al 19 de mayo de 2006, ha tenido lugar en París el Segundo Congreso Europeo de la International Radiation Protection Association (IRPA).

La SEPR ha estado muy bien representada en el congreso, tanto por el número de asistentes, como por la participación en el Comité Científico de dos de sus socios, Leopoldo Arranz y Eduardo Gallego. A esto hay que añadir que Xavier Ortega y David Cancio fueron presidentes de las Sesiones Técnicas "Dosimetría e Instrumentación" y "Protección Radiológica del Público y el Medio Ambiente. Radón", respectivamente; Leopoldo Arranz fue Co-Presidente de la Sesión Técnica "Protección Radiológica y Sociedad". Eliseo Vañó fue Presidente del panel "Protección Radiológica en Medicina" y Eduardo Gallego Co-Presidente del panel "Protección Radiológica y sociedad". Por último, Eugenio Gil impartió un curso de refresco sobre "Fuentes huérfanas. Extendiendo la protección radiológica fuera del marco regulador".

El Congreso reunió a un total de 672 expertos en protección radiológica de 50 países. Hay que hacer notar que **España ha sido el quinto país en número de representantes, con 39 participantes.**

El número total de trabajos recibidos fue de 560, de los cuales 84 fueron expuestos en presentaciones orales y 472 en formato póster. Los trabajos recibidos se asignaron a una de las diez áreas temáticas que formaron el programa científico del congreso. A continuación se resumen los principales aspectos tratados en cada una de esas áreas temáticas, tomando como base el documento elaborado por el presidente del comité científico, el Dr. Bourguignon.

#### 1. Biología de la radiación y efectos

Este área temática trató temas de radiobiología, incluyendo desde la interacción de la radiación con los componentes celulares, el daño en el ADN radioinducido y su repara-

ción, a los efectos no dirigidos de la radiación. En esta área temática también se presentaron diversos estudios epidemiológicos.

En relación a los niveles de daño en el DNA inducidos por radiación ionizante (RI), se resaltó que algunas de las lesiones inducidas en el ADN parecen ser bastante específicas de las RI: Lesiones agrupadas o LMDS (sitios con daño múltiple localizado) pero no son tan frecuentes como inicialmente se pensaba.

En lo relativo al daño y reparación del DNA, se sabe que estos procesos varían con las dosis recibidas, poniéndose de manifiesto que la extrapolación de los efectos de dosis altas a dosis bajas no responde a las reacciones de las células a la RI.

Entre los efectos no dirigidos de la radiación, se habló de: respuesta adaptativa; efectos circunstanciales; inestabilidad genómica; hipersensibilidad a dosis bajas y respuesta celular temprana muy rápida. Planteándose las siguientes cuestiones, aún sin contestar: ¿Será necesaria una revisión de las estimaciones de riesgo de cáncer?, ¿Será válido aplicar el modelo lineal sin umbral en la región de dosis bajas?, ¿Podrían estos efectos explicar los mecanismos para el desarrollo de enfermedades distintas al cáncer?. Se postuló la teoría de que los efectos no dirigidos podrían tener un papel protector in vivo.

Respecto a nuevas aproximaciones metodológicas para estudiar los efectos de dosis bajas de radiación, se resaltó que el uso de los "microarrays" ha permitido estudiar el efecto de la radiación en la expresión génica, observándose que con diferentes dosis y tasas de dosis se inducen diferentes familias de genes. Además, existen datos de que dosis bajas inducen genes específicos relacionados con homeostasis, estrés, señalización, citoesqueleto, síntesis de RNA, función de membrana y transporte.

En relación a la sensibilidad individual a radiación y sus implicaciones en la práctica médica, se sabe que el 5% de los pacientes de radioterapia muestran hipersensibilidad a radiación. Antes de poder realizar ensayos genéticos para determinar la sensibilidad de los individuos a radiación, es imprescindible llegar a un consenso internacional sobre un principio de no discriminación genética;

en el trabajo, la investigación médica debe limitarse a conocer el estado de salud del trabajador y estos ensayos sólo se usarán para detectar anomalías producidas por exposición a agentes genotóxicos.

Se presentó un trabajo sobre los mecanismos de alteraciones en el sistema inmune por RI, en el que se planteó que la exposición a radiación podría producir una inmunosupresión o una inmunopromoción del cáncer. Entre los mecanismos que podrían estar implicados se encuentran: apoptosis; mutaciones TCR; modificación del balance Th1-Th2; efectos circunstanciales e inestabilidad genómica; cambio a favor de un perfil inflamatorio; aceleración de un envejecimiento inmunológico; modificación de la presentación de antígenos; autoinmunidad; alteración de la homeostasis inmunológica.

Entre los estudios epidemiológicos presentados destacan: Estimación de riesgo de cáncer de tiroides en Ucrania y Bielorrusia, tras el accidente de Chernobyl; Análisis de riesgo de neoplasias malignas secundarias tras cáncer en niños tratados con radioterapia: correlación con la dosis integral; Caracterización de la incidencia de mortalidad por cáncer en trabajadores de contratos de la industria nuclear francesa; y Riesgo de enfermedades circulatorias en un estudio de trabajadores de minas de uranio alemanes.

#### 2. Dosimetría e instrumentación

En este área temática se recalcó que la calibración sigue siendo crítica en dosimetría así como la evaluación de las incertidumbres. Además, existe un consenso de que las intercomparaciones son necesarias para alcanzar estándares internacionales; asegurar un seguimiento internacional y mejorar las incertidumbres de las medidas.

Entre las presentaciones realizadas, se trató el tema de la determinación exacta de la dosis, un aspecto clave para la protección radiológica (PR). El reto es la optimización de las medidas de dosis ocupacionales, para lo cual hacen falta más cálculos y modelización que nueva instrumentación. Se desatacó la necesidad de una evaluación rutinaria de dosimetría interna para determinar riesgo. Se presentaron diversos trabajos sobre programas nacionales de garantía de calidad y control de calidad: TLD en Portugal; control de calidad de calibradores de dosis en Suiza; programa de dosimetría externa personal en Malasia y la base de datos CERN de dosimetría externa

En relación a los aspectos especiales de dosimetría presentados, destacan: i) El desarrollo

de dosimetría espacial y de vuelos comerciales: combinación de TLD y CR-39 ó TEPC (detectores de silicón 3D); ii) Dosimetría de haz "bremsstrahlung" para radioterapia con detectores de trazas; iii) Dosis de fotones y neutrones en el personal que utiliza dispositivos de medida de humedad y densidad en compañías de construcción; iv) Uso de sistemas de exploración con rayos X para pasajeros y controles de carga: justificación (terrorismo, contrabando), dosimetría Hp(10) y H\*(10), privacidad; v) Dosimetría de hadrones, leptones, fotones en aceleradores y reactores de alta energía; vi) Dosis a piel tras contaminación externa.

Por último, en cuanto a las nuevas aplicaciones de la dosimetría biológica, se presentaron trabajos sobre el uso de técnicas citogenéticas para evaluar dosis en trabajadores de radiología intervencionista; el uso de dosimetría EPR para evaluar fondo de radiación en la región de los Urales o el uso de mFISH y FISH 3 para evaluar translocaciones en pacientes de radioterapia. También se hizo mención a los requerimientos para el proceso de acreditación de la dosimetría biológica

### 3. Protección radiológica ocupacional

Dentro de este epígrafe se agruparon temas que iban desde la PR ocupacional en gestión y cultura de la seguridad, en las industrias no nucleares, en el ciclo del combustible, en los aceleradores, hasta la PR ocupacional en la fusión.

Hay que hacer mención a la presentación sobre los programas internacionales en protección ocupacional del OIEA y del ILO. En la misma se habló de la nueva colección de seguridad sobre NORMs que el OIEA tiene en preparación; de la asistencia técnica de este organismo a los países, del bloque de formación para formadores del OIEA y del plan de acción OIEA/ILO en PR ocupacional.

Se presentaron cinco trabajos en los cuales se evaluaba la exposición de trabajadores de diversas industrias NORM a la radiación natural. En seis presentaciones se hacía referencia a la responsabilidad que tienen los operadores en el desarrollo de la PR. Así mismo, se presentó la red de información global sobre exposición ocupacional (ISOE), esta es una herramienta útil para la comparación y optimización de las dosis y el intercambio y análisis de datos.

Para cerrar este área hubo una sesión dedicada a la optimización de la PR en la fase



*Ponentes de la Sesión sobre Protección Radiológica y Sociedad, entre los que podemos ver a Eduardo Gallego, socio de la SEPR.*

de diseño de nuevas grandes instalaciones y equipos. Aquí se presentaron trabajos de la instalación de fusión nuclear ITER, de los aceleradores LHC Y CNGS del CERN, sobre sincrotrones de tercera generación, del reactor europeo presurizado y de los láseres de alta intensidad.

### 4. Protección radiológica en medicina

Dentro de éste área, Cousin presentó la PR en radiología intervencionista. Las conclusiones que podemos resaltar son: en este momento y debido a la expansión de estas técnicas, el número y la complejidad de los procedimientos se está incrementando, se están estableciendo procedimientos para nuevos órganos y se aplican también en pacientes jóvenes. Médicos no radiólogos se están formando en procedimientos intervencionistas y o no tienen o tienen una formación muy escasa en PR, los equipos deberían ser los apropiados para cada uno de los procedimientos ya que las dosis individuales a los pacientes y a los trabajadores son altas. En estos momentos hay una necesidad urgente de formación para el personal.

Hubo dos presentaciones relacionadas con el estado de la PR en radiología digital, campo en el que se está dando un impresionante cambio tecnológico y en el que existe la posibilidad real de disminuir las dosis al paciente, pero también un riesgo real de incrementarlas sin beneficios para el paciente ya que las imágenes son siempre buenas y la técnica fácil de utilizar. Aquí también pueden darse altas dosis en el personal y se pone de manifiesto la urgente necesidad de formar a los trabajadores. También se mencionaron los proyectos europeos de calidad de imagen y gestión de dosis en radiología digital: DIMOND III y SENTINEL. Desde esta tribuna se hizo un llamamiento a la industria para que ofrezcan mejor información para optimizar y estandarizar las dosis al paciente.

La presentación sobre PR en tomografía computarizada (CT) y tomografía por emisión de positrones (PET/CT), trató de las nuevas aplicaciones de estas dos técnicas: la endoscopia virtual y la angiografía. Se comentó el incremento que se está produciendo en la auto-prescripción de estas técnicas y de la posibilidad real de un incremento en las dosis al paciente en general debidas a la falta de conocimiento de prescriptores y profesionales, por ello debería de reforzarse el criterio de justificación. Una vez más se puso de manifiesto las altas dosis que puede recibir el personal y la necesidad urgente de formación.

Hubo una presentación sobre PR en radioterapia, en la que se dio como dato inicial que aproximadamente el 50% de todos los cánceres son tratados con esta técnica. En este campo se ha avanzado, consiguiéndose técnicas que incrementan la dosis en el tumor y preservan los tejidos circundantes. Se ha producido un incremento de incidentes y un posible incremento significativo del volumen de tejidos sanos que han recibido dosis de entre 3 y 4 Gy. También se mencionó la posibilidad de aparición de cánceres secundarios en niños y de la necesidad de tener en cuenta la sensibilidad individual de los pacientes. El objetivo debe ser un beneficio médico real en equilibrio con las desventajas.

Se presentó el efecto que ha tenido la Directiva Europea sobre exposiciones médicas y dosis al paciente. Con esta Directiva se han podido identificar referencias erróneas y optimizar las dosis que reciben los pacientes. Se cuestiona que la dosis colectiva total debida a las exposiciones médicas pueda ser reducida, debido al uso más frecuente de CT y PET donde las dosis individuales son grandes. Parece que la directiva ha conseguido romper "la moda" de utilizar en la práctica privada la CT como herramienta de chequeo o criba para la detección de cánceres. Se presentaron niveles de referencia para diagnósticos en Francia.



Eugenio Gil, una vez finalizado el curso de refresco que impartió en el congreso sobre "Fuentes huérfanas. Extendiendo la protección radiológica fuera del marco regulador".

Por último hubo tres sesiones sobre: evaluación de dosis al paciente en radiología, protección de los trabajadores en medicina nuclear y protección a los trabajadores.

### 5. Protección radiológica del público y del medio ambiente

Dentro de este epígrafe, el tema más tratado ha sido el radón, que es el responsable de las mayores dosis debidas a la radiactividad natural. La epidemiología ha mostrado que el radón es responsable de la aparición de cánceres de pulmón. Para el caso de la contaminación interna debida a los hijos del radón, es necesario aumentar el conocimiento de la microdistribución, así como conocer la transferencia real y la biodisponibilidad. Hay que destacar que, según algunos estudios, el radón podría ser responsable de algunas enfermedades degenerativas como la Esclerosis múltiple, el Alzheimer o el Parkinson, y sería la acumulación de  $^{210}\text{Po}$  y  $^{210}\text{Pb}$  en el cerebro la responsable de ello. Todos estos puntos llevan a la reflexión sobre la necesidad de nueva experimentación.

También sobre radón se desarrollo una segunda sesión en la que se trataron los temas: i) medida y estudios teóricos de la distribución de radón y los aerosoles en viviendas; ii) Necesidad de equilibrar los costes asociados a la mitigación de este gas en interiores y las dosis evitadas; iii) Evaluación retrospectiva de la exposición al radón.

Bajo la denominación de otros contaminantes se presentaron trabajos sobre: el impacto sobre el medio, la medida y monitorización de contaminantes, medidas de muy bajo nivel, biodisponibilidad de contaminantes y la necesidad de nuevos estudios experimentales.

El desarrollo de técnicas de optimización fue el tema de otra de las sesiones, que agrupó trabajos sobre tasa de excreción de Th y sus hijos; solubilidad en fluidos corporales de U y Th; técnicas biomoleculares; la utilización del ICPMS en la mejora de medidas de  $^{99}\text{Tc}$ ; monitorización en tiempo real de  $^3\text{H}$ ; dosimetría retrospectiva en dientes; y el uso de organismos de referencia en la investigación de la bioacumulación y efectos biológicos en terrenos contaminados con U.

La última sesión de este tema fue dedicada al seguimiento de contaminaciones específicas como la industria de fosfatos en Bélgica, el  $^{239}\text{Pu}$  en trabajadores de Mayak,  $^{137}\text{Cs}$  en patatas en Croacia, industrias NORM de petrolero, carbón cenizas volante y cemento, NORM en aguas de Rumania, Austria e Irán, y el extenso programa de vigilancia de Sellafield.

### 6. Gestión de residuos y desmantelamiento

El desmantelamiento es una actividad que está en crecimiento dentro del campo nuclear, por ello deberían de ser de interés creciente los aspectos de PR relativos a ella. Sin embargo, hay que hacer notar que han sido muy pocos los trabajos presentados en relación con este tema. Los proyectos de desmantelamiento permiten una eficiente preparación del trabajo, las características de las instalaciones son fijas y no hay una presión externa de producir restricciones. Los trabajos que se han presentado tenían como temas fundamentales las posibilidades de optimización (ALARA) y el desarrollo de nuevas metodologías de cartografía de radiaciones acopladas con programas de modelización, así como procedimientos específicos desarrollados para algunos proyectos de desmantelamiento.

En la sesión de gestión de residuos se presentaron algunos ejemplos de gestión de residuos no nucleares en Finlandia y de la disposición de residuos NORM procedentes del desmantelamiento de plataformas en el mar del Norte. También se puso de manifiesto la necesidad de prestar atención a la transferencia a las futuras generaciones y la salvaguardia del patrimonio, que hace necesario combinar aspectos técnicos y sociales. Asociado a estos últimos aspectos se presentó

el dialogo con los grupos interesados a favor de la gestión sostenible, citándose como ejemplo el proyecto COWAM.

### 7. Incidentes y accidentes

Dentro de esta área temática las presentaciones se agruparon en gestión de accidentes nucleares, gestión en la fase post-accidente, nuevas estrategias terapéuticas y prevención de accidentes.

En la sesión de gestión de accidentes nucleares, se presentó un ejercicio de evaluación nacional de Holanda, los escenarios de referencia para los planes de emergencia en Suiza y una propuesta para llegar a un consenso internacional de información al público para el desarrollo de un lenguaje común y no ambiguo de comunicación de los riesgos de la radiación. Por último hubo una presentación sobre las lecciones aprendidas del accidente de Chernobyl con el fin de aprovechar la experiencia sobre consecuencias medioambientales y sociales y aplicarlas a la preparación de planes de emergencia.

Incluidos en la gestión post accidente se presentaron el ejercicio INEX 3 enfocado a la planificación y rehabilitación; el resultado de los programas ETHOS Y CORE en un distrito de Bielorrusia para la evaluación de la contaminación a todo el cuerpo en niños y productos alimenticios contaminados; y la aplicación de la iniciativa FARMING en Bélgica con el compromiso de los grupos interesados en los sucesos de contaminación radiactiva de la cadena alimentaria.

Dentro de las nuevas estrategias terapéuticas se presentó un tratamiento para el síndrome hematópoyético con citoquinas y el uso de células madre en el tratamiento de piel necrosada. Por último, se hizo referencia la red europea TIARA, para la identificación de tratamientos efectivos en caso de dispersión malintencionada de radionucleidos.

### 8. Radiaciones no ionizantes

En lo relativo a teléfonos móviles, se presentó la red MONIT, una red de estaciones remotas autónomas de prueba y programa de sondeo electromagnético, desarrollada en Portugal en áreas públicas, para llegar a la gente y reducir su preocupación sobre los teléfonos móviles. Todas las medidas realizadas estaban por debajo de los niveles seguros. Está disponible en internet.

Respecto a las líneas eléctricas de alta tensión, se trataron temas relacionados con las topologías de procedimientos de medida de los

campos electromagnéticos, la modelización de los campos magnéticos inducidos en el caso de MRI, y la necesidad de hacer análisis de seguridad y protección relacionado con campos 4T para investigación humana.

En cuanto a radiación UV, se trató el tema de la protección frente radiación UV, en particular para las manos del trabajador. En la elección de los guantes desechables el material es más importante que el grosor o el color, algunos guantes no proporcionan la protección adecuada contra UV. Respecto a la radiación láser, se recordó que no hay que contar con el reflejo del parpadeo como un método de protección de la radiación láser, ya que sólo funciona en un 16.7 % de la población.

### 9. El sistema de protección radiológica y su regulación

En una presentación titulada "Regular o no regular", se planteó la cuestión de cuando es necesario aplicar la regulación al control de la exposición a radiaciones ionizantes y cuando el control regulador no está garantizado. Se trataron los temas de extensión de practicas y fuentes; exclusión de exposiciones y desclasificación de materiales. El éxito de la regulación depende de la calidad de dialogo entre las autoridades y la gestión de operación de los operadores.

Se planteó el tema del "individuo representativo" para la evaluación de la dosis al público que no puede ser medida de forma directa, como sustitución del concepto de "grupo crítico". El objetivo es caracterizar un individuo, bien hipotético o específico, cuya dosis pueda utilizarse para determinar la conformidad con las restricciones de dosis relevantes. Los requerimientos pasan por la estimación de dosis que debe considerar todas las vías de exposición relevantes y la distribución especial de radionucleidos para asegurar que la persona que recibe la dosis más alta está incluida. Los datos de los hábitos deben ser razonables, sostenibles y homogéneos, y los coeficientes de dosis deben aplicarse por grupos de edad específicos.

En relación al principio de optimización, la ICRP propone optimizar el nivel de protección alcanzado por debajo de las restricciones de dosis relacionados con las fuentes, independientemente de la nueva clasificación de situación de exposición: normal, emergencia o existente.

También se trató el problema de los trabajadores externos. Es necesaria la revisión de la Directiva 90/641/EURATOM, ya que

- la Directiva 96/29/Euratom ha cambiado
- la definición de la persona natural o legal responsable de las áreas controladas. En Europa hay 100.000 trabajadores externos. La revisión es necesaria para que pueda existir un plan y contenido uniforme de los pasaportes radiológicos y un sistema europeo de registro de dosis; también es necesario para temas de formación y educación en PR.

- Respecto a la PR del medio ambiente, se planteó que las aproximaciones conceptuales para la protección del medio ambiente están asentadas: la protección de especies no humanas contra RI es conceptualmente similar a la protección del medio ambiente frente a químicos peligrosos. Aún existen muchas "lagunas" en el conocimiento científico sobre la dosimetría de la biota y el impacto de las RI en los organismos vivos.

- Relativo a temas de formación y educación, se presentó la Red Europea para Educación y Formación en PR (ENETRAP), que es un proyecto para establecer una infraestructura de educación y formación en PR, esencial para combatir el descenso en expertos y asegurar la continuidad de un conocimiento en PR de alto nivel. Es necesario armonizar los programas de formación combinando el conocimiento teórico y la práctica de la PR.

### 10. Protección radiológica: política y sociedad

- En este área temática se presento un trabajo sobre el debate italiano sobre energía nuclear durante el periodo posterior al accidente de Chernobyl. Se resaltó que la comunicación es difícil y esto destruye la capacidad real de los expertos (no están preparados) y las instituciones para manejar la emergencia, aumentado por la falta de información, las incertidumbres y las informaciones contradictorias. También son aspectos importantes el posicionamiento ideológico de los expertos, el amplio conflicto de valores y concepciones y el papel de los medios de comunicación.

- Se presentó un trabajo sobre el proceso de rehabilitación post-Chernobyl en los territorios afectados, donde ha habido un compromiso activo tanto de los expertos como de la población. Centrarse en acciones que den resultados tangibles ha dado lugar mejoras sostenibles en la calidad de vida. Se han establecido relaciones más próximas y productivas de los expertos y de la población con los profesionales y las autoridades. Gracias a ello las autoridades empiezan a recuperar la confianza de los grupos interesados.

- Se realizaron varias presentaciones sobre la participación de grupos interesados en la toma de decisiones en PR. Se resaltó que la realización de redes locales es una buena vía de favorecer el compromiso de los grupos interesados con la PR. Entre las palabras clave que deben cumplir las redes para ser exitosas están: conexiones personales y comunicación, entusiasmo, flexibilidad, eficiencia colectiva. Las redes internacionales (ISOE, ALARA...) son muy exitosas.

- Eduardo Gallego, hizo una presentación de los resultados y conclusiones del Seminario de "Stakeholders" organizado por la SERP en Salamanca en 2005. El seminario de Salamanca definió los procesos y herramientas para el compromiso de los grupos interesados. Sin embargo, son necesarios más seminarios para lanzar acciones futuras, especialmente a nivel de la IRPA, y para diseminar "la cultura del compromiso de los grupos interesados" entre los profesionales de PR. La experiencia del Reino Unido ha mostrado una pérdida general de la confianza en los políticos y gobernantes y los intentos para que el público se comprometiera no han tenido éxito. El proyecto piloto de PR de Montbéliard (Francia), está realizando una aproximación global a la PR, considerando exposiciones ocupacionales, del público y médicas, en una comunidad urbana grande. También realizan importantes acciones en educación en PR en las universidades y para el público.

- En otra presentación se llamó la atención sobre el hecho de que existe una demanda social de una democracia participativa. Para lograr soluciones sostenibles que aumenten la seguridad y confianza del público, los temas complejos de PR necesitan: la intervención de múltiples agentes sociales; el dialogo entre científicos, expertos y el público general; y la transparencia en el proceso de toma de decisiones. Son necesarios mecanismos y herramientas para escuchar y equilibrar las diferentes opiniones y un cambio de las actitudes y comportamientos dirigidos a alcanzar una mayor transparencia y apertura a puntos de vista y experiencias más amplias de los grupos interesados.

- Por último, se trató el tema de la comunicación de riesgos, destacándose que hay un área de conflicto entre temas radiológicos, sociales y de percepción. Las diferentes partes implicadas deben amoldar su manera de pensar y su lenguaje a los requerimientos de los demás, y usar un lenguaje preciso. Existen las mismas dificultades en el caso de la



participación de grupos interesados en temas de radiaciones no ionizantes.

Durante el congreso también se realizaron **9 cursos de refresco**, que trataron los temas:

1. Respuesta celular a dosis bajas de radiaciones ionizantes: ¿Que nos dicen de la hipótesis lineal sin umbral?

2. ¿Qué está sucediendo en dosimetría externa e interna?

3. Fuentes huérfanas. Extendiendo la protección radiológica fuera del marco regulador.

4. Dosimetría biológica.

5. Retos, problemas y soluciones para la protección radiológica en actividades de desmantelamiento.

6. Radiofrecuencia: Bases para los límites de exposición.

7. Aplicación de niveles de referencia diagnósticos en prácticas médicas.

8. Planificación y preparación ante actos malévolos.

9. Protección radiológica del medio ambiente bajo el prisma del nuevo concepto de protección radiológica de especies no humanas.

En el Congreso se concluyó que la protección radiológica ha hecho grandes progresos y actualmente nuevos temas de interés están en mente. La protección radiológica tiene un desafío en todos los campos que han sido revisados. Las Sociedades de protección radiológica europeas pueden asumir los retos.

Comité de Redacción

## Consecuencias del accidente de Chernobyl 20 años después

El pasado mes de abril se cumplieron 20 años del accidente de Chernobyl, el más grave jamás ocurrido en la industria nuclear. Durante la realización de una prueba, el reactor se llevó a una condición inestable no verificable, lo que produjo explosiones y fuego. A pesar del valiente esfuerzo de los bomberos y otros servicios de emergencia de la central, durante 10 días se liberaron grandes cantidades de material radiactivo. Al no existir un edificio de contención, la totalidad del inventario de gases nobles y una gran parte de los elementos volátiles como el yodo y el cesio se dispersaron en la atmósfera. Debido a las condiciones climáticas (dirección del viento, precipitaciones, etc.) el patrón de contaminación fue muy irregular y un área

de cerca de 150.000 Km<sup>2</sup> en Bielorrusia, Ucrania y Rusia sufrió una contaminación radiactiva importante.

El accidente provocó la muerte de 49 de personas que participaron en la emergencia (liquidadores). Las consecuencias en la población local son incalculables. Se evacuó a toda la población en un radio de 30 Km alrededor de la central. En 1986, 116.000 personas fueron obligadas a abandonar sus casas, y en años posteriores otras 220.000 personas fueron también forzadas a ello. La experiencia fue tremendamente traumática, unido a una sensación de abandono por parte de los afectados.

Desde 1990, se detectó un aumento en la incidencia de cáncer de tiroides en individuos que sufrieron la irradiación siendo niños. El mayor aumento se encontró en aquellas personas que tenían menos de 4 años de edad en el momento de la irradiación. Sólo un pequeño porcentaje de las personas con cáncer de tiroides ha fallecido. La experiencia de Bielorrusia ha mostrado que la gente que padece cáncer de tiroides tiene cerca de un 99% de posibilidades de supervivencia. Es difícil probar científicamente otros efectos sobre la salud producidos a raíz del accidente. Esto no significa que no haya aumentado la incidencia de otros cánceres o de efectos hereditarios, sino que no es posible diferenciarlos de los que ocurren de forma natural. Un factor limitante de los estudios epidemiológicos en estas poblaciones, son la mala situación económica vivida en las regiones afectadas tras el colapso de la antigua Unión Soviética, lo que conllevó a un empeoramiento de los medios para el cuidado de la salud y por tanto a un descenso en la esperanza de vida media de estas poblaciones.

Durante los 20 años transcurridos desde el accidente, han sido numerosísimos los documentos publicados sobre el accidente y sus consecuencias en la salud de las personas y el medio ambiente. Coincidiendo con el 20 aniversario, también han sido muchas las instituciones que han publicado informes o han organizado conferencias revisando el estado del conocimiento sobre las consecuencias del accidente.

Una revisión exhaustiva de todo lo publicado sobre el tema está fuera del alcance de esta noticia. Desde aquí pretendemos únicamente acercar a los lectores de Radioprotección algunos de los documentos más relevantes publicados por organismos internacionales como la OIEA, instituciones nacionales y grupos ecologistas.

La OIEA en su serie "Radiological Assessment Reports", ha publicado en abril de 2006 el informe "Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience". El informe ha sido elaborado por el grupo de expertos sobre medioambiente (EGE) del Foro de Chernobyl de las Naciones Unidas. En él, se presentan los hallazgos y recomendaciones en relación a los efectos del accidente en el medio ambiente. El documento puede descargarse en [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1239\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1239_web.pdf)

La OMS ha publicado en abril de 2006 el informe "Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes", que es el resultado de una serie de reuniones de expertos, en el que se describen los principales efectos sobre la salud de las personas del accidente. El informe está disponible en formato pdf en la dirección:

[http://www.who.int/ionizing\\_radiation/chernobyl/who\\_chernobyl\\_report\\_2006.pdf](http://www.who.int/ionizing_radiation/chernobyl/who_chernobyl_report_2006.pdf)

También se han realizado estudios del impacto que el accidente de Chernobyl podría tener en la salud de las poblaciones europeas. En este sentido, la IARC (International Agency for Research on Cancer) de la Organización de Naciones Unidas, ha publicado el documento "The Cancer Burden from Chernobyl in Europe" (<http://www.iarc.fr/chernobyl/briefing.php>), en el que se resumen los aspectos y conclusiones más relevantes del trabajo realizado por Cardis y col., publicado en el International Journal of Cancer en abril de 2006, "Estimates of the Cancer Burden in Europe from Radioactive Fallout from the Chernobyl Accident". El documento de la IARC, concluye que a excepción del cáncer de tiroides en las regiones más contaminadas tras el accidente, la tendencia de incidencia de cáncer y mortalidad en Europa no muestra en la actualidad un aumento en las tasas de cáncer, que puedan ser claramente atribuidas a la radiación procedente de Chernobyl. El pasado 28 de abril, la Dra Cardis participó en una jornada organizada por el CSN en colaboración con la SEPR, como se informa en otra noticia de este número de Radioprotección. Aunque no era el objetivo de la jornada, la Dra. Cardis tuvo la deferencia de hacer una pequeña presentación sobre el estudio de posibles efectos del accidente de Chernobyl en la incidencia de cáncer en Europa, del que ella es primer autor. En su presentación, la Dra. Cardis resaltó que el número de cánceres que pueden esperarse como consecuencia del accidente

de Chernobyl, sólo representan una mínima fracción de los cientos de millones de casos de cáncer que se esperan en Europa en los próximos años, debidos a otras causas no relacionadas con la radiación.

El Centro de energía nuclear de Bélgica, el SCK-CEN, ha publicado en abril de este año un informe en el que se describe el accidente y los efectos producidos sobre la salud de las personas de las zonas afectadas. Además, y a pesar de que en Bélgica no tuvo un gran impacto el accidente, en cuanto a niveles de contaminación se refiere, en el informe se explica como este accidente afectó a la organización de los planes de emergencia nucleares de Bélgica. Por ejemplo a raíz del accidente se implantó en Bélgica la red de medidas TELERAD para realizar un control permanente de los niveles de radiactividad. También ha fundado la Agencia Federal para el Control Nuclear (FANC) con objeto de centralizar las competencias relacionadas con protección radiológica. El informe se puede descargar en la dirección [http://www.sckcen.be/sckcen\\_en/publications/brochures/tsjernobyl/20jaar/tsjernobyl20\\_EN.pdf](http://www.sckcen.be/sckcen_en/publications/brochures/tsjernobyl/20jaar/tsjernobyl20_EN.pdf)

El Partido Verde/EFA en el Parlamento Europeo también ha publicado un informe, en el que se ponen en entredicho los datos publicados por los organismos internacionales como la OIEA y la OMS sobre los efectos para la salud del accidente de Chernobyl. En el informe se asegura que las cifras recogidas en estos informes en relación a los casos de cáncer y las estimaciones para futuro son muy inferiores a las reales. Entre sus conclusiones mencionan que 2/3 de la dosis colectiva de Chernobyl se distribuyó a poblaciones fuera de Bielorrusia, Ucrania y Rusia, especialmente en Europa del Este, por lo que solicitan que se realicen estudios en esos países. En el documento, como corresponde a la ideología de sus autores, se argumenta la necesidad de una postura antinuclear. El documento se puede descargar en formato pdf en la dirección [http://www.greens-efa.org/cms/topics/dokbin/118/118499.the\\_other\\_report\\_on\\_chernobyl\\_torch@en.pdf](http://www.greens-efa.org/cms/topics/dokbin/118/118499.the_other_report_on_chernobyl_torch@en.pdf)

Por último, comentar un informe centrado en el papel que los grupos interesados deben jugar en la toma de decisiones tras situaciones como la acontecida en Chernobyl. Dicho informe, elaborado por el Comité sobre Protección Radiológica y Salud Pública (CRPPH) de la Agencia de Energía Nuclear (NEA) fue publicado en abril de 2006 con el título

- "Stakeholders and radiological protection: Lessons from Chernobyl after 20 years". En dicho informe se pretende demostrar como una disciplina técnica, como es la protección radiológica, puede ajustarse para ser más eficaz a la hora de dar cobertura a las necesidades de la gente corriente obligada a vivir en circunstancias extraordinarias. En el Nº 47 de Radioprotección (página 68) se dio información más extensa sobre este informe.

Comité de Redacción

### La IRPA renueva su página web

- La *International Radiation Protection Association* (IRPA), a la que pertenece la Sociedad Española de Protección Radiológica, ha renovado su página web. Además de toda la información existente en la antigua página, se han incorporado algunas secciones novedosas, habiéndose también aumentado su flexibilidad lo que permitirá una actualización más fluida de sus contenidos.



- La nueva página web incluye un apartado de enlaces que proporciona conexión directa con diversos sitios web que ofrecen un amplio rango de recursos para los profesionales de la protección radiológica. Dentro de la información a la que se puede acceder a través de estos enlaces cabe destacar la relacionada con los estándares y la regulación en protección radiológica, guías para todos los aspectos relacionados con la medida de radiación, datos de decaimiento isotópico, tabla de nucleidos, diversos recursos para realizar cálculos de aplicación en protección radiológica, programas informáticos, y mucho más.

La nueva página sigue manteniendo la dirección [www.irpa.net](http://www.irpa.net).

Comité de Redacción

### Grupo de Trabajo de EURATOM para la revisión del Título VII de las Normas Básicas Europeas referidas a Radiación Natural (NORM)

- Teniendo en cuenta la próxima revisión de las Normas Básicas de Protección europeas (92/29/EURATOM), el Grupo de Expertos asesor de la Comisión Europea en temas de protección radiológica ha decidido crear un Grupo de Trabajo específico para encargarse de la exposición a radiación natural. La prioridad se ha focalizado hasta ahora en los materiales radiactivos naturales conocidos por las siglas derivadas del idioma inglés NORM (Normally Occurring Radioactive Materials).

El Grupo se ha reunido en dos ocasiones y ha analizado el contenido actual del Título VII de las Normas a la luz de la experiencia recogida en Europa, las diferentes Guías producidas en la CE para desarrollarlas así como las puestas al día o en progreso por parte de la ICRP y el OIEA.

La idea básica es que se ha aprendido mucho, pero la Norma ha dejado demasiada flexibilidad a las autoridades de los países y en la formulación de requisitos de protección pueden producirse diferentes aproximaciones o interpretaciones contrarias a la necesaria armonización dentro de la Unión Europea.

Con la experiencia obtenida hasta el momento, las ideas apuntan a simplificar y sobre todo a clarificar las acciones de protección necesarias tanto para las autoridades como para los responsables de las actividades. Uno de los aspectos importantes es proporcionar valores cuantitativos hasta donde sea posible, identificar las actividades industriales concretas en las cuales se ha identificado pueden existir dosis significativas e incluso abordar los problemas relacionados con las vigilancias y la dosimetría.

El Grupo ha elaborado un informe que será sometido a consideración del Grupo de Expertos en su próxima reunión y el trabajo continuará con las opiniones y consensos que se hayan obtenido.

David Cancio.  
Miembro del Grupo de Trabajo.

### Nueva web del Congreso Internacional IRPA 12

- La Sociedad argentina de protección radiológica acoge el 12 Congreso Internacional

de la IRPA (International Radiation Protection Association) que se celebrará en Buenos Aires en octubre de 2008.



El Congreso se centrará en tres áreas principales:

- La epistemología de la radiación, es decir los métodos, la validación y el alcance del conocimiento actual sobre las ciencias físicas y biológicas en relación con los efectos de la exposición a radiación.

- El paradigma de la protección radiológica, es decir el modelo conceptual para mantener a las personas a salvo de los efectos perjudiciales para la salud que puede provocar la exposición a radiación.

- La práctica de la protección radiológica, es decir la aplicación y uso actual de los planes y metodologías de protección radiológica por parte de los profesionales y las industrias que hacen uso de la radiación.

Para más información sobre IRPA-12 visitar la web <http://www.irpa12.org.ar/>

*Comité de redacción*

## El Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica, UNSCEAR, celebra su 50 Aniversario

Del 14 al 23 de marzo de 1956 tuvo lugar en Nueva York la primera sesión del Comité Científico de las Naciones Unidas sobre los Efectos de la Radiación Atómica (UNSCEAR).

Los dos primeros informes de UNSCEAR para la Asamblea General de Naciones Unidas, en 1958 y 1962, resumieron el conocimiento existente en aquella época sobre la exposición a radiación de humanos. Estos informes constituyeron la base para el Tratado firmado en 1963, que llevó a prohibir los ensayos de bombas nucleares en la atmósfera.

A lo largo de los años, UNSCEAR se ha convertido en la autoridad oficial a nivel internacional en lo relativo a los niveles de expo-

sición y los efectos de la radiación ionizante, procedentes tanto de fuentes naturales como artificiales ya sean utilizadas para fines pacíficos o para fines militares.

Entre los hallazgos y actividades de UNSCEAR se incluyen:

- El reconocimiento de que las exposiciones asociadas con diagnóstico médico y terapia son globalmente el principal componente de la exposición a radiación artificial. El Comité revisa y evalúa de forma sistemática los niveles globales y las tendencias de las exposiciones médicas, así como exposiciones del público y los trabajadores, a todas las fuentes de radiación ionizante.

- Evalúa de forma regular las evidencias sobre los efectos en la salud inducidos por radiación a partir de los estudios de los supervivientes de las bombas de Japón en 1945 y de otros grupos expuestos. También revisa los avances en el conocimiento científico de los mecanismos biológicos por los que la radiación puede producir efectos en la salud. Estas evaluaciones proporcionan la base científica para las evaluaciones del riesgo y el establecimiento de los estándares de protección a nivel internacional.

- Participa en la evaluación de las consecuencias radiológicas del accidente de Chernobyl, ocurrido en 1986. El Comité también participa en el trabajo realizado en el Foro Chernobyl, con el objeto de contribuir a la estrategia de recuperación de las Naciones Unidas.

- Publica periódicamente informes que influyen en los programas de gobiernos y de instituciones internacionales, tales como el Organismo Internacional de la Energía Atómica, la Organización Internacional de Trabajo, la Organización Mundial de la Salud y la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

Desde sus inicios, la comunidad internacional ha tenido en buena consideración los informes de UNSCEAR. Para los próximos años UNSCEAR tiene planeado revisar temas relativos a los riesgos del radón, estudios epidemiológicos de radiación y efectos carcinogénicos y no carcinogénicos y respuestas celulares a exposición a radiación. La próxima revisión para la Asamblea General será en 2007.

El mandato de UNSCEAR dentro del sistema de Naciones Unidas está restringido a evaluar los niveles y efectos de las radiaciones ionizantes. No aborda los beneficios de la tecnología nuclear o materias relacionadas con la protección, ya que estas son tareas de otros organismos internacionales. Esto hace que las responsabilidades del Comité

se centren en temas científicos y no estén relacionados con desarrollos políticos. UNSCEAR se enorgullece de su independencia y objetividad científica.

En la actualidad, los miembros del Comité pertenecen a 21 países, trabajando todos ellos para Naciones Unidas. Más de 50 organizaciones nacionales y diversas organizaciones internacionales están involucradas en este trabajo.

Como parte de las actividades de la celebración del 50 Aniversario de UNSCEAR, se pueden descargar gratuitamente en su web (<http://www.unscear.org/unscear/index.html>) todas las publicaciones realizadas por este organismo desde 1958.

*Comité de Redacción*

## Un comité británico de expertos recomienda que no se construyan casas en las proximidades de líneas de alta tensión

Un panel consultivo del Gobierno en el Reino Unido, el SAGE o Stakeholder Advisory Group experto en Campos electromagnéticos (CEM) de frecuencias extremadamente bajas recomienda que no se construyan viviendas en las proximidades de líneas de alta tensión, debido a la posible relación entre la exposición a los CEM emitidos por las líneas y un incremento en el índice de leucemia en niños. Dos informes del SAGE que serán publicados en junio de este año presentarán las recomendaciones sobre la proximidad a las líneas, tanto en las casas de nueva construcción como en las existentes. Los informes incluirán consejos sobre el cableado eléctrico en el interior de las viviendas. El grupo de expertos asesores fue constituido por el Departamento de Salud en octubre de 2004, después de la publicación de un estudio del Dr. Draper. El estudio (ver, <http://www.rkpartnership.co.uk/sage/>) encontró una asociación estadística entre leucemia en niños y la distancia que mediaba entre líneas de alta tensión y las viviendas de los niños en el momento de su nacimiento. El estudio, además, mostró indicios de que el potencial riesgo de leucemia se extendía a distancias superiores a las esperadas según publicaciones previas. Sin embargo, aunque esta investigación encontró la mencionada asociación estadística, la falta de un mecanismo aceptado de interacción

biológica para CEM tan débiles impide a los autores establecer una relación causal entre leucemia y proximidad a líneas. De hecho, aunque la potencial asociación está aceptada internacionalmente, aún muchos científicos son escépticos ya que encuentran limitaciones a estos estudios epidemiológicos.

El grupo de expertos incluye a representantes del Departamento de Salud, de la Red Eléctrica Nacional, de la Agencia de Protección de Salud, de la Oficina del Diputado del Primer Ministro y del Consejo de Préstamos e Hipotecas. Entre los miembros se incluyen también académicos de las Universidades de Bristol y Nottingham Trent, así como varios representantes de grupos ecologistas o vecinales. Alasdair Philips, del grupo de consumidores Powerwatch y miembro del SAGE, ha declarado que una gran mayoría de los implicados en los informes esta a favor de la recomendación de medidas de precaución. Al comienzo de este verano dos subgrupos del SAGE, analizarán la distribución de electricidad y el transporte eléctrico y comenzarán a preparar los informes.

Aproximadamente 130.000 casas podrían perder entre el 10 por ciento y un cuarto de su precio de reventa si los ministros toman en consideración el consejo de este comité establecido por el Departamento de Salud. El borrador de uno de los informes, redactado en marzo, expresa la opción preferida del SAGE: detener la construcción de casas cerca de líneas de alta tensión y prohibir la instalación de nuevas líneas de energía cerca de casas ya existentes.

Los representantes de la Red Eléctrica Nacional y de Ofgen, el regulador de la industria, están a favor de la recomendación de que las nuevas casas no deberían ser construidas dentro de una distancia específica a las líneas - probablemente 230 pies (70 metros) - Otros miembros del grupo, incluyendo el citado Mr. Philips, insisten en que las medidas estén basadas exclusivamente en casas expuestas a un cierto nivel de CEM.

Un portavoz del Departamento de Salud declaró: "Hemos estado siguiendo estrechamente el desarrollo de las investigaciones durante muchos años y no hay ninguna nueva evidencia que sugiera una asociación entre cánceres de infancia y líneas de energía eléctrica (...). Sin embargo, entendemos que se requiere más investigación."

"Los ministros considerarán las recomendaciones del grupo."

M<sup>o</sup> Ángeles Trillo Ruiz

## Fallece John Dunster, uno de los pioneros de la protección radiológica

La comunidad británica e internacional de protección radiológica ha perdido a uno de sus pioneros con la muerte de John Dunster el pasado 23 de abril.

Tras ser ayudante de Dirección del *Radiological Protection Board* (NRPB) del Reino Unido y posteriormente Subdirector General del *Health and Safety Executive*, volvió al NRPB como su Director en 1982, cargo que ocupó hasta 1987. Durante este tiempo participó en la toma de decisiones posteriores al accidente de Chernobyl de 1986.

En el ámbito internacional, ha sido miembro de Comités científicos y técnicos de EURATOM; del Comité Científico Consultor de la OIEA; y colaboró con la Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (ICRU). También fue representante del Reino Unido en UNSCEAR durante 10 años.

Además de su pasión por el NRPB y su independencia, John era un apasionado de la ICRP. En 1959 se incorpora a la Comi-

sión como miembro del Comité V, encargado del "Manejo de isótopos radiactivos y almacenamiento de residuos radiactivos", pasando en 1962 a formar parte del reestructurado Comité 4 sobre "Aplicación de las recomendaciones de la Comisión", del que fue miembro hasta 1977, año en el que entra a formar parte de la Comisión Principal de ICRP. John, junto con Dan Beninson y Bo Lindell dominaron el desarrollo de la filosofía de protección radiológica. El resultado fueron las Recomendaciones de la Publicación 60 de ICRP de 1990, de las que el Dunster fue autor principal. Dichas recomendaciones siguen siendo la base de los actuales estándares de seguridad a nivel nacional e internacional. Fue elegido Miembro Emérito de ICRP en 1997 y siguió contribuyendo de forma activa en el desarrollo de los borradores de documentos elaborados por ICRP hasta el último momento.

La rapidez con la que pensaba y hablaba John se atemperaba con su completa honestidad, su modesta personalidad y su generosa lealtad y hospitalidad. Nuestro recuerdo y agradecimiento a uno de los pioneros de la protección radiológica.

Comité de Redacción

# PUBLICACIONES

## Publicaciones OIEA

### **Regulatory and Management Approaches for the Control of Environmental Residues Containing Naturally Occurring Radioactive Material (NORM)**

IAEA TECDOC Series No. 1484

Esta publicación contiene las presentaciones de la reunión técnica que tuvo lugar en Viena del 6 al 10 de diciembre de 2004 y la discusión posterior. Además, incluye de los documentos generados en una reunión similar que realizada en el año 2002. Este documento presenta una revisión de la situación actual de la regulación y gestión de



los residuos NORM en varios de los Estados Miembros. Como conclusión de lo tratado en la reunión, se aportan una serie de recomendaciones para ser tenidas en cuenta a la hora de gestionar en el futuro este tipo de residuos.

ISBN 92-0-113305-7, English. Publicado en enero de 2006. Tamaño del documento 1660 KB.

Documento descargable en: [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te\\_1484\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1484_web.pdf)

### **Nuclear Medicine Resources Manual**

Proporciona una guía sobre muchos aspectos de la práctica de Medicina Nuclear, incluyendo formación, entrenamiento, instalaciones y equipamiento, sistemas de calidad y práctica clínica y farmacéutica. El manual ha sido escrito pensando en la rutina clínica y proporciona consejos que pueden ayudar, tanto a centros de nueva creación como a otros mas desarrollados. Será de interés para

médicos nucleares, docentes, gerentes de centros de diagnóstico, físico-médicos, técnicos especialistas, radiofarmacéuticos, enfermeros especializados, y para las personas relacionadas con sistemas de calidad en salud pública.



ISBN 92-0-107504-9, English. Publicado el 27 de febrero de 2006. Tamaño del documento 4198 KB  
Documento descargable en:  
[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1198_web.pdf) Full Text, (File

**Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and their Remediation: Twenty Years of Experience Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group "Environment" (EGE)**

*Radiological Assessment Reports*

La explosión el 26 de abril de 1986 de la central nuclear de Chernobyl, dio como resultado una liberación de material radiactivo sin precedentes y unas graves consecuencias para el público y el medio ambiente. Aunque el accidente ocurrió hace dos décadas, la controversia sobre el impacto real del desastre todavía está vigente. Por ello, la OIEA, en cooperación con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas, el Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas, la Organización Mundial de la Salud y el Banco Mundial, así como las autoridades competentes de Bielorrusia, la Federación Rusa y Ucrania, establecieron el Chernobyl forum en 2003. La misión de este foro era generar una "declaración consensuada autorizada" sobre las consecuencias y los efectos en la salud atribuibles a la exposición



ción a la radiación debida al accidente, así como aportar consejo sobre la remediación medio ambiental y programas especiales de salud, sugiriendo áreas donde se requerirán estudios posteriores. Este documento recoge todos los resultados y las recomendaciones del Chernobyl Forum sobre los efectos medioambientales del accidente.

ISBN 92-0-114705-8, English. Publicado el 11 de abril de 2006. Tamaño del documento 9396 KB.  
Documento descargable en:  
[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1239\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1239_web.pdf)

**Management of Problematic Waste and Material Generated During the Decommissioning of Nuclear Facilities**

*Technical Reports Series No. 441*

El desmantelamiento de viejas instalaciones nucleares, puede introducir numerosos problemas asociados con la gestión de los residuos de ciertos materiales específicos, que no solo son de naturaleza radiactiva sino que también tienen toxicidad química, otras propiedades peligrosas o características complicadas. Materiales como asbestos, berilio, cadmio, mercurio, plomo y PCBs deben de ser tenidos en cuenta ya que pudieron ser utilizados en el pasado en la construcción de la instalación. Este documento describe numerosas formas específicas de materiales y residuos que pueden generarse durante el desmantelamiento de viejas instalaciones nucleares y un resumen de las opciones de gestión para los mismos.

ISBN 92-0-104605-7, English. Publicado el 23 de Enero de 2006. Tamaño del documento 2115 KB.  
Documento descargable en:  
Enlace [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS441\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS441_web.pdf)

**Radiological Protection Issues in Endovascular Use of Radiation Sources**

*IAEA TECDOC Series No. 1488*

La aplicación endovascular de fuentes de radiación es una de las modalidades de tratamiento para la prevención de reestenosis después de intervenciones coronarias percutáneas y periféricas. El procedimiento es altamente interdisciplinario involucrando al menos a un intervencionista (cardiólogo, radiólogo

o cirujano) un oncólogo y un radiofísico. Esta publicación señala la necesidad de distribuir información sobre los incidentes o sucesos que puedan ocasionar radiación indebida a pacientes y personal de operación, para prevenirlos.

ISBN 92-0-100606-3, English. Publicado el 8 de marzo de 2006. Tamaño del documento 572 KB.  
Documento descargable en:  
[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te\\_1488\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1488_web.pdf)



**ICRP**

**ICRP PUBLICATION 98  
Radiation Aspects Of  
Brachytherapy For Prostate Cancer**

El uso de implantes radiactivos permanentes (semillas de I-125 ó Pd-103 ) para tratar selectivamente pacientes de cáncer de próstata se ha incrementado en todo el mundo en los últimos quince años. Se estima que más de 50000 pacientes son tratados de esta forma cada año en el mundo. Esta técnica de braquiterapia comporta temas de seguridad que necesitan recomendaciones específicas de la ICRP, y en este informe se han revisado todos los datos en relación a las dosis recibidas por las personas próximas a los pacientes después de la implantación, la posibilidad de pérdida de semillas, la posibilidad de cremación de cadáveres con implantes, se dan recomendaciones para intervenciones de pacientes portadores de semillas o implantes, etc. Se concluye que el beneficio demostrado por esta técnica supera con mucho el muy moderado riesgo de cáncer radioinducido.

ISBN: 0-08-044659-0, 50 paginas, fecha publicación: 2006

**NEA/OCDE**

**The Process of Regulatory  
Authorisation**

Este documento ha sido elaborado por el Grupo de Expertos sobre Aplicación Regulatoria y Autorización (EGRA) del CRPPH (Comité de Protección Radiológica y salud pública)

Los gobiernos y las autoridades reguladoras son los responsables para la definición del control regulador y las condiciones que deberían ser aplicadas a las fuentes radiactivas o situación de exposición a las radiaciones, con el fin de proteger al público, los trabajadores y el medio ambiente. Aunque algunos países utilizan diferentes políticas y aproximaciones estructuradas para cumplir con estas responsabilidades, las recomendaciones del ICRP son utilizadas como punto de partida para la protección. Mientras la ICRP revisa sus recomendaciones, la NEA a través del CRPPH ha enfocado su esfuerzo desarrollando el concepto de "proceso de autorización reglamentaria" que se describe en el documento.

NEA#05372, ISBN: 92-64-01078-5. English. Publicado el 14 de febrero de 06. Documento descargable en: <http://www.nea.fr/html/rp/reports/2006/nea5372-authorisation.pdf>

### **Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants**

*Fourth ISOE European Symposium, Lyon, France 24-26 March 2004*

El Sistema de Información de Exposición Ocupacional (ISOE) es el único programa mundial de protección de los trabajadores de centrales nucleares. Incluye una gran red para el intercambio de experiencias en el área de la gestión de la exposición ocupacional y una gran base de datos mundial. Cada año el Symposium ISOE ofrece un foro para la protección radiológica de los profesionales de la industria nuclear, los operadores y las autoridades reguladoras para intercambiar información y experiencia práctica.

NEA#06069, ISBN: 92-64-01036-X. English. Publicado el 26 de octubre de 2006

### **NCRP**

#### **Report No. 150 - Extrapolation of Radiation-Induced Cancer Risks from Nonhuman Experimental Systems to Humans**

Se trata de una revisión de temas asociados con la extrapolación de riesgos de cáncer radioinducido desde sistemas experimentales no humanos a humanos. Los principios básicos de los efectos de la radiación a niveles molecular y celular se examinan en

profundidad desde la comparación entre varias especies, incluyendo la especie humana.

La estimación de riesgos se realiza tomando como punto de partida un nivel del efecto observado en función de la dosis al órgano. Los principales sistemas se consideran individualmente. Los modelos de extrapolación se revisan y se tienen en cuenta exposiciones internas y externas.

#### **Report No. 151 - Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities**

La finalidad de un blindaje es limitar las exposiciones a niveles aceptables. Este informe presenta recomendaciones e información técnica relacionada con el diseño de instalaciones de blindajes estructurales para instalaciones de radioterapia de megavoltaje. Esta información complementa las recomendaciones del informe 49 de NCRP (1976) y los informes NCRP 51 (1977) y NCRP 79 (1984) teniendo en cuenta tensiones de aceleración superiores a 10 MV y los factores que deben ser considerados en la selección de materiales de blindaje apropiados, ocupándose también del tratamiento de neutrones.

De interés tanto para especialistas en PR como para arquitectos, administradores de hospitales y profesionales relacionados con la planificación de nuevas instalaciones de radioterapia.

### **Radiation Protection**

#### **Radiation Protection 143 Radioactivity effluents from nuclear power stations and nuclear fuel reprocessing sites in the European Union, 1999-2003**

Este documento abarca las centrales nucleares de mayores de 50 MW y las plantas de reprocesado de la Unión Europea anteriores a la incorporación de los últimos Estados para alcanzar los 25 miembros en 2004. Se aportan datos de los efluentes gaseosos y líquidos descargados entre los años 1999 y el 2003 expresados en GBq/anuales. Los datos se presentan de acuerdo con las categorías de los radionucleidos definidos en las Recomendaciones de la Comisión 2004/2/EURATOM.

Documento descargable en:

[http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/143\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/publication/doc/143_en.pdf)

## CONVOCATORIAS

"más información en [www.sepr.es](http://www.sepr.es)"

### **JULIO**

#### **5th International Workshop Natural Radiation and Environment**

Del 3 al 7 de julio de 2006 en Valladolid. Más información en [http://www.uva.es/natural\\_radiation](http://www.uva.es/natural_radiation)

### **AGOSTO**

#### **CAARI 2006: 19th International Conference on the Application of Accelerators in Research and Industry**

Del 20 al 25 de agosto de 2006 en Texas EE.UU. Más información en <http://www.caari2006.com/>

#### **35th Annual Meeting of European Radiation Research Society**

Del 22 al 25 de agosto de 2006 en Kiev, Ucrania. Más información en <http://www.err2006.org.ua/>

#### **IX Conferencia Internacional y XIX Congreso Nacional sobre Dosimetría de Estado Sólido**

Del 29 de agosto al 1 de septiembre de 2006, Unidad Politécnica para el Desarrollo y la Competitividad Empresarial del Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México, D.F.

### **SEPTIEMBRE**

#### **Curso superior de protección radiológica**

Del 11 de septiembre al 15 de diciembre de 2006 en el CIEMAT. Madrid. Más información en <http://www.ciemat.es>

### **OCTUBRE**

#### **Simposium Internacional sobre protección radiológica del paciente**

Del 2 al 4 de octubre de 2006 en Málaga, España. Más información en <http://www.siprp06.es/>

• **Workshop on Internal Dosimetry of Radionuclides: Occupational, Public and Medical Exposure**

Del 2 al 5 de octubre de 2006, Montpellier, Francia. Más información en <http://montpellier2006.irsn.org/>

• **32a Reunión Anual de la Sociedad Nuclear Española**

Del 4 al 6 de octubre de 2006 Tarragona. Más información en <http://www.sne.org.es>

• **4th Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields**

Del 16 al 20 de octubre de 2006 en Creta, Grecia. Más información en <http://imm.demokritos.gr/bioeffects>



**Necesidades Prioritarias de Investigación en Valoración de Riesgos de Campos Electromagnéticos sobre la Salud**

La Acción Coordinada EMF-NET del 6th Programa Marco de la Comisión Europea ha elaborado un resumen (<http://emf-net.isib.cnr.it>, publicado en abril de 2006) sobre las necesidades prioritarias de investigación en campos electromagnéticos (CEM). El resumen se basa en informes recientes, entre ellos: El Informe EMF-NET sobre Necesidades de Investigación, de agosto de 2005; la Agenda de Investigación en Radiofrecuencias de la Organización Mundial de la Salud (OMS), de enero de 2006 y la Agenda de Investigación en Campos Magnéticos Estáticos de la OMS, de marzo de 2006.

- **CEM de Radiofrecuencia (RF):**

(1) Estudios cohorte prospectivos de larga duración en usuarios de teléfonos móviles.

(2) Estudios epidemiológicos de riesgos cerebrales y de tumores del sistema nervioso central asociados con exposiciones de RF en niños y adolescentes.

(3) Estudios sobre efectos de exposiciones prolongadas de RF en animales inmaduros.

- **CEM de Frecuencias Extremadamente Bajas (ELF, en inglés):**

• **II Simposium Internacional de Imagen digital en radiología y su entorno**

Del 18 al 20 de octubre de 2006 en el Hotel Las Arenas Balneario Resort de Valencia.

**NOVIEMBRE**

• **International Conference on Quality Assurance and New Techniques in Radiation Medicine**

Del 13 al 15 de noviembre de 2006, Viena, Austria. Más información en <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Meetings/Announcements.asp?ConfID=146>

(1) Estudios teóricos, in vitro, y en animales sobre mecanismos biológicos y biofísicos plausibles dirigidos a aclarar los resultados de estudios epidemiológicos en cáncer.

(2) Estudios epidemiológicos sobre poblaciones expuestas a CEM-ELF altos, usando diseños menos propensos a selección tendenciosa, y llevados a cabo solo después de conocer si son factibles, mediante una previa investigación minuciosa.

- **Campos Magnéticos Estáticos:**

(1) Estudios sobre carcinogénesis, genotoxicidad, desarrollo embrionario y efectos en neuroconducta considerando individuos altamente expuestos, como operadores de equipos de resonancia magnética en hospitales.

- **CEM de Frecuencias Intermedias:**

(1) Estudios sobre identificación y evaluación de exposiciones elevadas en zonas ambientales/ocupacionales.

(2) Estudios de laboratorio (carcinogénesis, genotoxicidad y neuroconducta); Estudios epidemiológicos (cáncer, recién nacidos.)

- **Valoración de Exposiciones a CEM:**

(1) Desarrollo de equipos de medida para campos magnéticos estáticos y mejora de los equipos actuales de medida de RF. Para valoración de riesgos en salud, evaluación de estrategias de medida en exposiciones no-homogéneas, teniendo en cuenta los parámetros: frecuencia, tiempo real y espacial. (Necesidad particular de implementación de la directiva europea 2004/40/EC, de regulación de exposiciones en trabajadores, para un rápido desarrollo y diseminación de nuevas tecnologías, para estudios epidemiológicos informativos.)

(En cursiva: Aquellos estudios de menor prioridad).

**Defining the genetic component of thyroid cancer risk at low doses (GENRISK-T)**

El Consorcio GENRISK-T utilizará el cáncer de tiroides radioinducido como paradigma para comenzar a descifrar los componentes y mecanismos responsables del riesgo genético de cánceres inducidos por radiación. El proyecto tiene los siguientes objetivos científicos, técnicos y de innovación específicos:

1. Cuantificar e identificar los componentes genéticos que contribuyen al riesgo de desarrollar cáncer de tiroides.

2. Establecer un modelo con base biológica de los mecanismos genéticos que son causa fundamental del cáncer de tiroides inducido por radiación.

3. Desarrollo de modelos de ratón genéticamente modificados que muestren una sensibilidad aumentada al desarrollo de cáncer de tiroides radioinducido.

4. Generar modelos de riesgo para cáncer de tiroides tras exposición a dosis bajas.

El cáncer de tiroides es un problema de salud pública serio en poblaciones con riesgo de exposición a radionucleidos que se depositan en el tejido tiroideo (yodo radiactivo). El proyecto combinará la experiencia en análisis genético, radiobiología, modelos animales de cáncer inducido por radiación, bancos de tumores, biología del cáncer, genética molecular, histopatología, citogenética y modelización matemática del riesgo, para avanzar en el entendimiento del papel del riesgo individual en protección radiológica.

Destacar que uno de los objetivos del proyecto es desarrollar de un modelo de ratón sensible a cáncer de tiroides inducido por radiación a dosis bajas.

El proyecto europeo GENRISK-T ha sido recientemente aprobado dentro del VI Programa Marco de Investigación de la Unión Europea y está previsto que comience a mediados del año 2006, teniendo una duración de 3 años.

En el proyecto participan 9 centros de investigación europeos: Forschungszentrum fuer Umwelt und Gesundheit (GSF) de Alemania; University of Swansea del Reino Unido; Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) de Francia; Imperial College London del Reino Unido; Memorial Cancer Center and Institute of Oncology (MSC) de Polonia; University of Naples de Italia; SCK-CEN de Bélgica y el grupo de Radiobiología del CIEMAT de España.

Almudena Real  
Participante del proyecto GENRISK-T

M<sup>o</sup> Ángeles Trillo.

# NORMAS DE PUBLICACIÓN

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 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".

Todas las contribuciones se harán en castellano y se enviarán por correo electrónico a la dirección: [redaccionpr@gruposenda.net](mailto:redaccionpr@gruposenda.net)

o por correo postal a:

SENDA Editorial.

Revista **RADIOPROTECCION**

C/Isla de Saipán, 47. 28035 MADRID.



## 1. ORIGINALES

Los artículos deberán cumplir las siguientes normas técnicas:

- 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 copias 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.



# Socios colaboradores de la SEPR



ASOCIACIÓN NUCLEAR  
ASCÓ - VANDELÓS II, A.I.E.

