

RADIOPROTECCION

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCION RADIOLOGICA

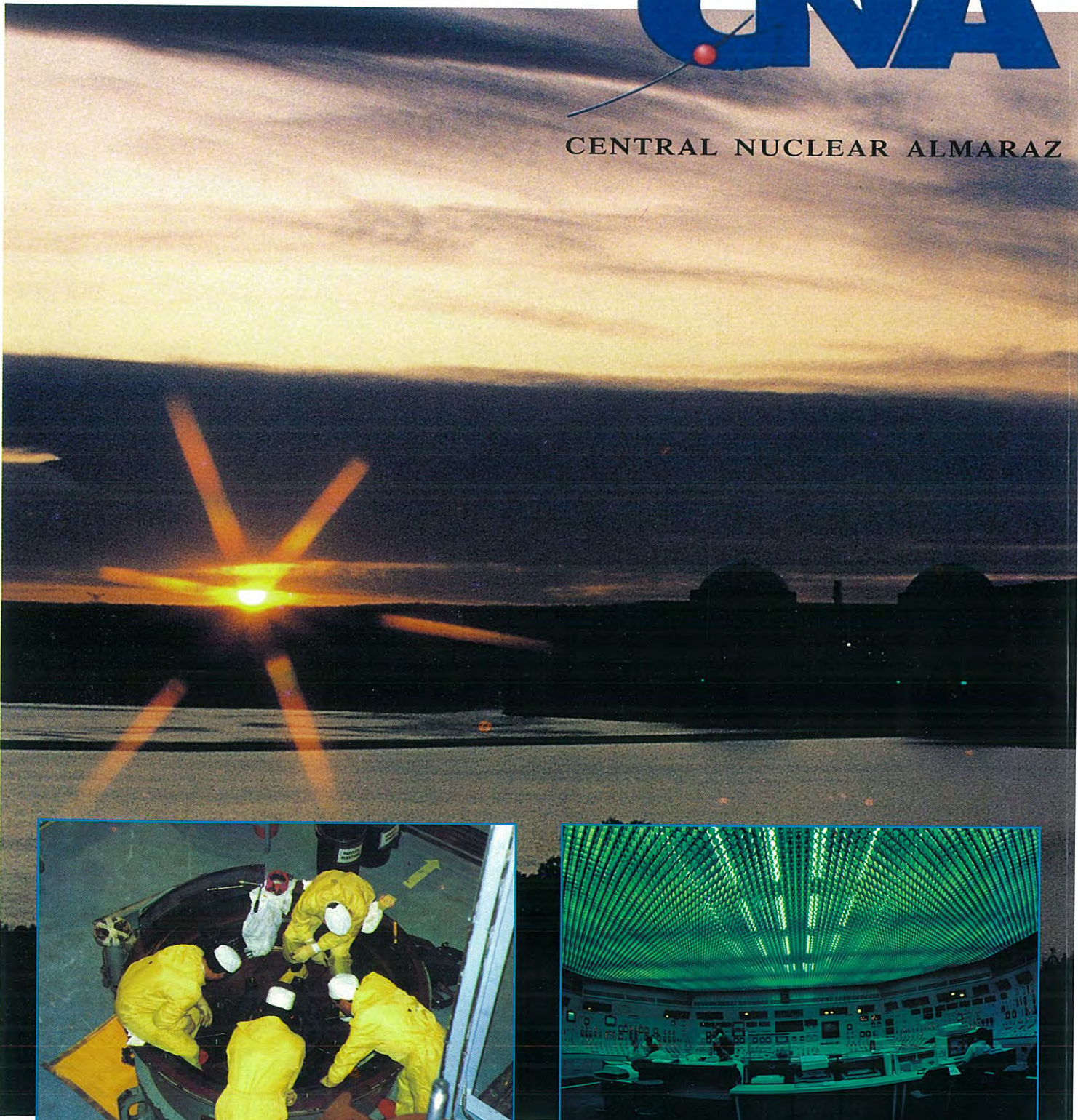


- ✓ **RECUPERACIÓN AMBIENTAL POST-ACCIDENTE NUCLEAR.**
*Criteria y estrategias.
Aplicación a un caso ejemplo en el escenario Chernobyl*
- ✓ **Estudio piloto de CONTROL DE CALIDAD en RADIODIAGNÓSTICO de hospitales en Ciudad HABANA. Resultados DOSIMÉTRICOS**
- ✓ **Reunión de los COMITÉS 1 y 2 de ICRP. Oxford. Septiembre 1997**
- ✓ **ENTREVISTA: Opiniones recogidas durante la CONFERENCIA OIEA/OMS (Sevilla)**

Nº 17 • Vol. VI • 1998



CENTRAL NUCLEAR ALMARAZ





RADIOPROTECCION

REVISTA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
PROTECCION RADIOLOGICA
Nº 17. Vol. VI • 1998

Director: Emilio Iranzo

Comité de Redacción

Coordinadora: M^a Luisa España
Antonio López Romero, Eduardo Sollet y Alicia Martínez.

Comité Científico

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

Edita SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
PROTECCION RADIOLOGICA
(S.E.P.R.)
C/ Apolonio Morales, 27 • 28036 Madrid

Junta Directiva de la S.E.P.R.

Presidente: Eduardo Sollet
Vicepresidente: Xavier Ortega
Vicepresidente (Congreso 1998):
Montserrat Ribas
Vicepresidente (Asuntos Especiales):
Leopoldo Arranz
Secretario: Manuel Fdez. Bordes
Tesorero: José Pío Carmena
Vocales:
Ignacio Amor
David Cancio
Antonio López
Cristina Núñez
de Villavicencio

Realización y Publicidad

EDICOMPLET, S.A.
Apolonio Morales, 27 • 28036 Madrid
Tel: 91 - 350.49.17 • Fax: 91 - 350.76.52

Imprime DGB
Distribuye JARPA

Suscripción anual: 6.000 pts.
Número suelto: 2.000 pts.
Ejemplar gratuito para los miembros de la
Sociedad Española de Protección
Radiológica (SEPR)

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

Depósito Legal: 17158
ISSN: 1133-1747

SUMARIO

✓ Editorial	5
✓ Colaboraciones	7
• RECUPERACIÓN AMBIENTAL	7
“Recuperación ambiental post-accidente nuclear. Criterios y estrategias. Aplicación a un caso ejemplo en el escenario Chernobyl” <i>J. Gutiérrez, C. Vázquez</i>	
• CONTROL DE CALIDAD	16
“Estudio piloto de control de calidad en radiodiagnóstico de hospitales de Ciudad Habana. Resultados dosimétricos en las radiografías de tórax pósterio-anterior y columna lumbosacra lateral” <i>D.G. Sáez, M. Borroto, M. Mesa, L. del Risco, C. Borrás</i>	
✓ Contribución invitada	27
“Reunión de los Comités 1 y 2 de ICRP. Oxford. Septiembre 1997” <i>C. Muirhead, J. Stahler, F. Fry</i>	
✓ Entrevista	36
“Opiniones recogidas durante la Conferencia OIEA/ OMS (Sevilla)”	
✓ Opinión	38
✓ Noticias S.E.P.R.	41
✓ Informaciones de interés	48
✓ Información del Grupo Iberoamericano	61
✓ Publicaciones	64
✓ Convocatorias	66

SOCIOS COLABORADORES SEPR



*Gracias a todos
por vuestro apoyo*

Ante el Congreso de Barcelona

L

a aparición de este número de la revista de la SEPR se sitúa en el prolegómeno de un acontecimiento del máximo

interés para nuestra Sociedad, cual es el desarrollo del VII Congreso, a celebrar en Barcelona durante el mes de mayo próximo. En esta edición de 1998, el marco del Palacio de Congresos de la Ciudad Condal albergará asimismo un encuentro con las sociedades francesas e italiana en torno al tema central de la Dosimetría, que tiene el carácter de Congreso Regional de la Asociación Internacional de Protección Radiológica (IRPA).

El desarrollo de nuestros Congresos es la ocasión única para el encuentro o el reencuentro, cada dos años, de los asociados provenientes de todos los lugares de la geografía española y de los

diversos campos profesionales en los que se desenvuelven las actividades de la Protección Radiológica. Es la oportunidad idónea para pulsar el estado de los conocimientos y de las prácticas adquiridas por nuestros profesionales, y en esta edición de compararlos con nuestros colegas franceses e italianos.

La cita de cada Congreso de la SEPR es también un momento de evaluación de las actividades llevadas a cabo en los dos últimos años por la Sociedad bajo el impulso de una Junta Directiva saliente que ha de rendir cuentas de su gestión. La Asamblea debe expresar y adoptar las iniciativas que crea conveniente para la acometida de nuevos retos para el futuro.

Aunque la reflexión sobre la gestión se efectuará con detalle en la Asamblea General a celebrar en Barcelona, la Junta Directiva saliente quiere aprovechar este número de RADIOPROTECCION para

señalar de forma sintética algunos puntos derivados de su gestión y de sus reflexiones más recientes.

1. En el ámbito de la estructura organizativa la resolución de la Asamblea de Córdoba ha conducido a la Junta Directiva a impulsar una nueva estructura funcional, aprobada en Asamblea Extraordinaria, basada en fomentar una mayor participación. La creación de Sectores de actividad y Comisiones ha de permitir un mayor apoyo a la gestión de la nueva Junta Directiva.

2. El conjunto de actividades técnicas y científicas se ha planificado anualmente desde la Junta Directiva, atendiendo a las iniciativas surgidas. Asimismo, se ha estructurado su financiación estable, mediante ayudas institucionales, que garantizan la cobertura económica de futuras actuaciones.

3. El medio de difusión por excelencia, la revista

RADIOPROTECCIÓN, ha cubierto una etapa fundamental de desarrollo y consolidación de la misma que ha estado apoyada en el esfuerzo extraordinario de su Director y del equipo de Redacción. En el nuevo período que se abre deberá profesionalizarse más su gestión y consolidar su financiación, incrementado su conexión institucional con la Sociedad. Por otra parte, la puesta en marcha inminente de una página Web de la Sociedad y la apertura de varias direcciones de correo electrónico, ampliará las vías de comunicación con los asociados y abrirá mucho más el conjunto de sus actividades al exterior.

4. La proyección al exterior de la Sociedad se ha venido concretando principalmente en los siguientes elementos:

– Implicación de la Sociedad en el Grupo de colaboración con Latinoamérica (GRIAPA), impulsado por la Universidad de Extremadura.

– Actuaciones en el marco de la preparación de la Candidatura de España para la organización de IRPA-11 en Madrid en el año 2004.

– Relación con las sociedades francesa e italiana para la organización del Congreso de Barcelona.

La cita de Barcelona debe posibilitar el análisis de todos esos puntos, la expresión de las inquietudes de los

asociados y, como toda organización viva, debe proceder a renovar en gran medida su Junta Directiva dando entrada a nuevos vocales y a una nueva Dirección que hagan posible que nuestra Sociedad de Protección Radiológica se adapte sin sobresaltos, pero con decisión, a los nuevos retos y necesidades sociales y profesionales en continua evolución. Por ello, es el momento oportuno de proponer candidaturas en lista cerrada para la renovación de la Junta Directiva en la que se elegirán el Vicepresidente, el Tesorero y tres Vocales.



RECUPERACIÓN AMBIENTAL POST-ACCIDENTE NUCLEAR. CRITERIOS Y ESTRATEGIAS. APLICACIÓN A UN CASO EJEMPLO EN EL ESCENARIO CHERNOBYL



El presente trabajo se enmarca en el campo de la protección radiológica de las llamadas situaciones “de facto”, en las cuales el riesgo radiológico solo puede reducirse mediante algún tipo de intervención. El artículo trata específicamente de los aspectos relacionados con la recuperación del medio contaminado como consecuencia de un accidente nuclear. Tras describir la metodología y los criterios utilizados en el análisis de estrategias de intervención, se describe también el modelo informático desarrollado al respecto y sus principales módulos. Finalmente se plantea un ejercicio basado en un caso ejemplo del escenario Chernobyl en el que se aplica la metodología propuesta.

This paper is framed in the field of radiological protection dealing with so called “de facto” situations. Therefore, it aims at situations where the radiological risk can only be reduced by some type of intervention. Specifically, the paper focusses on the aspects involved in environmental restoration of contaminated areas as a consequence of nuclear accidents. After describing the methodology and criteria used in analysing the intervention strategy, the computer model which implements the methodology and its main components are also described. Finally, a case study from the Chernobyl scenario is shown as an example where the proposed methodology can be applied.

José Gutiérrez,
Carmen Vázquez
CIEMAT, Departamento
de Impacto Ambiental
de la Energía.



INTRODUCCIÓN

La Protección Radiológica (PR) ha desarrollado durante las últimas décadas un único y elaborado sistema de conceptos, principios y técnicas para la prevención y el control de riesgos radiológicos. Este marco conceptual, propuesto por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) y también desarrollado por organizaciones intergubernamentales internacionales como OIEA, CE y NEA/OCDE, es hoy día universalmente aceptado.

Pero la PR es un campo dinámico donde aún permanecen abiertos un determinado número de temas prácticos y conceptuales. Uno de estos temas lo constituye, sin duda, la adaptación del sistema general para cubrir adecuadamente las llamadas situaciones *de facto*, las cuales suponen exposición crónica a las radiaciones debido a la presencia de fuentes de radiactividad natural en el medio, contaminación radiactiva causada por accidentes o antiguas prácticas mal reguladas.

En estas situaciones el riesgo radiológico solo puede reducirse mediante intervención, la cual debe justificarse y optimizarse. Ejemplos como el accidente de Chernobyl y la exposición al radón en interiores de edificios son suficientemente ilustrativos de la importancia creciente de la Protección Radiológica por Intervención y de la necesidad de atender a su propia e individualizada problemática.

En este trabajo se consideran únicamente las situaciones de contaminación

ambiental radiactiva causadas por accidente nuclear y dentro de ellas los aspectos dirigidos a la recuperación del medio contaminado. Para ello se describen los criterios utilizados en el desarrollo de estrategias de intervención y en las metodologías para su optimización, conjuntamente con un ejemplo de aplicación en el escenario Chernobyl.

METODOLOGÍA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

Tras la ocurrencia de un accidente nuclear, la intervención puede clasificarse en las siguientes tres fases: I) acciones de emergencia inmediatas debidas a que uno o más límites de intervención genéricos, previamente establecidos e internacionalmente aceptados, han sido sobrepasados, II) acciones de remedio tendentes a reducir el tiempo de aplicación de restricciones preestablecidas y III) acciones de remedio sobre entornos no restringidos, diseñadas para reducir los riesgos radiológicos y recuperar dichos entornos (vuelta a la normalidad) en el menor tiempo posible.

La metodología que se describe en el presente trabajo solo tiene que ver con las fases segunda y tercera citadas e identifica dos ramas de actividad sobre las que se basa el análisis de las estrategias. La primera está referida al escenario de intervención, su caracterización y la evaluación de los impactos radiológicos

a través de todas las vías de exposición posibles. A nuestros efectos, un escenario viene definido como la unidad temporal y espacial sobre la que una intervención puede efectuarse sin interferencias significativas del exterior. La segunda está relacionada con los procedimientos de descontaminación, acciones de remedio o contramedidas y su aplicación al escenario.

La rama de actividad relativa al **escenario de intervención** requiere las siguientes acciones:

- definición del escenario desde el punto de vista geográfico y socio-económico
- caracterización de los parámetros físico-químicos necesarios en la modelización del comportamiento de los radionucleidos componentes de la contaminación.
- cálculo del impacto radiológico procedente de los diferentes componentes del escenario, considerando cada radionucleido y cada vía de exposición, integrado para periodos de tiempo comparables a los de la eficacia de las contramedidas aplicables. Este cálculo requiere la aplicación de modelos radiológicos y dosimétricos.
- clasificación de los componentes del escenario en elementos de intervención (EI) preliminares, caracterizados por un valor representativo de su impacto radiológico

y rango de variabilidad debido a la incertidumbre asociada a los parámetros y modelos.

- localización de los EI en un Sistema de Información Geográfica (SIG) para hacer posible la evaluación de la actividad de los radionucleidos presentes en cada uno de ellos.
- selección del valor o valores apropiados de la dosis colectiva (valor alfa), en orden a poder realizar análisis coste-beneficio.

Los procedimientos de descontaminación o contramedidas son aquellas acciones aplicadas para reducir el riesgo radiológico debido a la radiactividad existente en el escenario, mediante descontaminación o cualquier otro procedimiento que evite dosis a la población. La rama de actividad relacionada con los procedimientos de descontaminación y su interrelación con el escenario incluye las siguientes tareas:

- selección de las contramedidas que puedan ser aplicables sobre cada EI identificado; cada contramedida debe caracterizarse mediante una serie de información técnica que incluye tanto la descripción general de la técnica, la maquinaria, cualificación y número de operarios requeridos, como su campo de aplicación.
- identificación de las características de los EI que pueden tener influencia sobre el resultado de la aplicación de cada contramedida. Esto

debe conducir a la selección final de los EI.

- cuantificación de la eficiencia de cada contramedida o técnica de descontaminación sobre todos los EI a los que pueda aplicarse.
- cuantificación de todos los elementos de coste implicados, incluyendo residuos generados, su tratamiento y gestión, así como todos los factores positivos o negativos que tienen influencia en la aplicación de la contramedida; no deben olvidarse aquí el cálculo del impacto radiológico sobre los trabajadores que aplican la contramedida, los impactos no radiológicos sobre los EI, etc.
- establecimiento de niveles específicos de intervención para contramedida seleccionada sobre cada EI. Por debajo de este nivel la contramedida no estaría justificada sobre la base de un análisis coste-beneficio.

Las dos ramas de trabajo descritas pueden desarrollarse para todos los escenarios potenciales de resultar contaminados accidentalmente, antes de que el accidente pueda ocurrir. Para cada sistema EI-radionucleido-contramedida pueden calcularse, con anterioridad, los niveles de intervención específicos, de manera que cuando la distribución real de contaminación sea conocida, sea posible la selección de contramedidas justificadas allí donde el nivel de conta-

minación sea superior al correspondiente nivel específico de intervención previamente calculado. Las contramedidas justificadas pueden clasificarse de acuerdo a su correspondiente beneficio neto (coste-beneficio) o con respecto a cualquier otro criterio de optimización.

En el caso de que no se haya identificado previamente un valor de dosis colectiva (valor alfa), todas las contramedidas tienen que ser incluidas en el proceso de optimización. Este proceso utilizará, como criterios, alguna combinación particular de los factores de evaluación previamente cuantificados, tales como los niveles de actividad residual en alimentos, las dosis individuales evitadas, el coste de la dosis colectiva ponderada por algún factor relacionado con el nivel de dosis individuales, etc. El criterio más simple para la decisión es la realización de un análisis coste-eficacia, representando la relación entre la dosis colectiva evitada y el valor monetario de todos los efectos positivos y negativos derivados de la intervención. Esta relación proporciona un hipotético coste del Sv.persona (unidad de dosis colectiva) evitado para cada opción o contramedida aplicable. El resultado será una clasificación de todas las posibilidades de intervención.

La elaboración de la estrategia de intervención decidirá la combinación más aconsejable de contramedidas disponibles, considerando el uso más eficaz de los recursos y todas las posibles restricciones. Estas restricciones pueden ser técnicas, como por ejemplo la disponibilidad de tiempo, equipos o recursos



humanos, restricciones de presupuesto o restricciones legales, como el establecimiento de actividades máximas para cultivos, dosis individuales máximas para algún grupo de población, tasa de dosis máxima en diversas localizaciones, restricciones de mercado, etc. Todas estas restricciones pueden modificar la decisión final.

MODELIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA

De acuerdo con la aproximación metodológica previamente descrita y para su aplicación en un proyecto multinacional de la UE, en colaboración con los países de la antigua URSS, se desarrolló un modelo matemático, programado en dBase IV usando una estructura modular, cuyos principales módulos se describen brevemente a continuación:

Módulo Escenario

Su finalidad es manejar modelos y bases de datos dirigidos a la evaluación del impacto radiológico en el escenario sobre el que tendrá lugar la intervención. El módulo está subdividido en dos submódulos: escenarios urbanos y agrícolas. La primera etapa en ambos casos es categorizar el escenario en elementos de intervención (EI).

En el caso de escenarios urbanos, los cuales están representados en una base de datos principal, las entradas de información permitirán: i) elegir la combina-

ción más aconsejable de componentes urbanos contenidos en la base de datos principal, ii) distribuir la población por edades y actividades, iii) aplicar factores de aplicación específicos para cada grupo de población establecido sobre cada uno de los componentes urbanos, iv) asignar un valor representativo de la tasa de exposición sobre suelos no perturbados y v) aplicar restricciones legales a las tasas de dosis sobre diferentes localizaciones. Los datos de salida comprenderán: i) la tasa de kerma procedente de cada EI, ii) la tasa de dosis en cada grupo de población, procedente de cada EI, iii) la dosis colectiva procedente de cada EI y el porcentaje correspondiente a cada grupo de población (valores integrados sobre diferentes periodos) y iv) el periodo de tiempo prohibido para el uso del EI en el escenario.

Los escenarios agrícolas están tipificados en una estructura de árbol que permite identificar y caracterizar todas las posibles vías de exposición al hombre cuyo origen sea el depósito inicial de radiactividad sobre un suelo agrícola o seminatural. Cada opción lleva a un EI caracterizado por sus rendimientos y transferencias específicas para los radionucleidos más significativos. Nuevas opciones sobre cada EI previamente caracterizado (primarios) proporcionarán nuevos EI (secundarios) hasta que se produzca la irradiación externa del individuo o la ingestión por el individuo de los radionucleidos contaminantes. La base de datos creada permite calcular la actividad como una función del tiempo o integrar la actividad sobre algunos periodos

preestablecidos, para cada uno de los EI secundarios. El impacto radiológico sobre el hombre puede calcularse para todas las vías de exposición, teniendo en cuenta todos los EI secundarios obtenidos a partir del origen seleccionado. Las bases de datos que contienen los EI agrícolas se actualizan cada vez que un nuevo EI primario o vía de transferencia es incorporada. Para cada EI secundario, la salida de información será su actividad específica y el número posible de años que su uso estará prohibido. Si se tienen en cuenta todas las vías de exposición procedentes de los EI primarios, el resultado es el impacto radiológico al hombre, en forma de tasa de dosis integrada sobre cualquier periodo.

Módulo de Contramedidas

Este módulo contiene tres bases de datos relacionadas, una de ellas principal que incluye todas las contramedidas agrícolas y urbanas y sus necesarias especificaciones técnicas y otras dos subsidiarias relativas, una a los costes del material fungible y la otra a la cantidad de estos usados en cada contramedida. La lista de especificaciones técnicas incluye, entre otros, los siguientes factores: eficiencia de la descontaminación, coste de la inversión en equipos, esfuerzo humano requerido, fungible necesitado y volumen y actividad de los residuos generados.

La eficiencia de una contramedida se ha expresado en términos de reducción de actividad, reducción de la tasa de

dosis externa y reducción de la tasa de dosis interna. En los escenarios agrícolas, la reducción de actividad implica tanto la reducción de dosis externas como internas. Cuando la eficiencia se expresa solo en términos de reducción de la dosis externa, significa que la actividad sobre el suelo sigue siendo la misma, aunque la posición del receptor se ha modificado con respecto a la superficie del suelo; en este caso no se considera la vía de ingestión. Finalmente, la eficiencia expresada en términos de reducción de dosis internas puede deberse a reducción de actividad o a cambios de posición, aunque también puede significar que el factor de transferencia de la actividad ha cambiado.

Los cambios potenciales del valor económico de los EI, debidos a la aplicación sobre ellos de alguna contramedida, han de tenerse en cuenta como parte del coste total del procedimiento; esto es especialmente aplicable a los EI agrícolas. Otro factor a incluir en el coste total del procedimiento, en particular en el caso de contramedidas agrícolas, es el tiempo sin producción después de la aplicación de alguna contramedida.

Módulo Intervención

Este módulo está enfocado a la evaluación del comportamiento individual de cada pareja EI-contramedida. Las restricciones de tipo legal, aplicables a los factores radiológicos, se tienen en cuenta en este módulo y los tiempos de restricción han sido calculados con y sin aplicación

de contramedidas. Como datos de entrada es posible decidir la evaluación completa para todas las contramedidas aplicables a todos o alguno de los EI existentes en el escenario. También es posible introducir un valor monetario para la unidad de dosis colectiva y valores para las restricciones radiológicas.

Las salidas de información incluyen el conjunto de resultados de los factores de evaluación para cada sistema EI-contramedida-radionucleido:

- dosis colectiva evitada (externa, interna y total), integrada sobre el periodo de eficacia de la contramedida
- dosis media individual anual evitada, externa e interna para cada grupo de población definido
- dosis colectiva a los trabajadores encargados de la aplicación de la contramedida
- coste del procedimiento, residuos generados, cambios en la productividad y coste total de cada contramedida

TABLA I
Ejercicio de intervención. Descripción general

- Asentamiento rural dedicado a producción leche.
- Contaminación heterogénea de Cs-137 y Sr-90.
- Escenario de intervención inicialmente evacuado.
- Un año después se plantea la posibilidad de descontaminación y retorno de la población

TABLA II
Ejercicio de intervención. Opciones de evaluación

Tiempo de integración	Infinito
Factor de descuento anual	0,04
Valor dosis colectiva	8.000 US\$/Sv-p
Radionucleidos	Cs-137, Sr-90
Depósito inicial seco	
Factor de permanencia en vivienda	0,4
Factor de permanencia en el entorno vivienda	0,2
Habitantes por vivienda	4



TABLA III
Ejercicio de intervención. Caracterización radiológica

Categorización según depósito				
Categoría	Nivel de depósito representativo		Superficie de pastizal (ha)	N ^a viviendas rurales
	Cs-137 (kBq/m ²)	Sr-90 (kBq/m ²)		
1	7,5	0,7	10	3
2	30,0	3,0	20	4
3	75,0	7,5	20	6
4	300,0	30,0	12	3
5	750,0	75,0	8	2
6	3000,0	300,0	4	1
7	7500,0	750,0	2	1

- nivel de intervención específico y beneficio neto (en el caso de que un valor monetario preestablecido para la dosis colectiva haya sido incorporado)
- valor monetario para la unidad de dosis colectiva evitada en los análisis costo-eficacia
- periodo de restricción condicionado por las restricciones radiológicas, con y sin la aplicación de contramedidas
- actividad y dosis residual después de la aplicación de la contramedida

Módulo Estrategia

Su objetivo es comparar, bajo diferentes criterios, la respuesta de los procedimientos de intervención, ya individualmente evaluados para cada EI particular y el nivel real de depósito de radionucleido. Como información de entrada puede introducirse los criterios seleccionados para la optimización y las restricciones no radiológicas que puedan ser de aplicación, tales como restricción de presupuesto. Los criterios de optimización deben representarse mediante una expresión matemática que combine uno o varios factores de evaluación, tal como fueron obtenidos en el módulo de intervención descrito anteriormente. La información de salida está constituida por la estrategia de descontaminación optimizada, seleccionando el mejor método para cada EI y ordenando todas las opciones urbanas y agrícolas de acuerdo con los criterios seleccionados.

TABLA IV
Ejercicio de intervención. Vías de exposición y elementos de intervención

Vía	EI Nivel 0	EI Nivel 1	EI Nivel 2	EI Nivel 3	Receptor
Irradiación ex.	Pastizal				Hombre
Ingestión	Pastizal	Vaca	Leche		Hombre
Ingestión	Pastizal	Vaca	Leche	Queso	Hombre
Irradiación ex.	Tejados				Hombre
Irradiación ex.	Paredes				Hombre
Irradiación ex.	Suelo				Hombre

APLICACIÓN A UN CASO EJEMPLO. RESULTADOS

La metodología de análisis descrita ha sido aplicada a escenarios concretos del área contaminada por el accidente de Chernobyl. Se plantea aquí un ejercicio sobre un asentamiento rural dedicado a la producción de leche, utilizando básicamente una serie de pastizales naturales, afectado por una contaminación ambiental con una distribución de depósito muy heterogénea (Tabla 1). Los factores que determinan las opciones de evaluación se ofrecen en la Tabla 2, en la que, entre otros factores puede verse que los radionucleidos considerados mas significativos son el Cs-137 y el Sr-90, el primero tanto desde el punto de vista de la irradiación externa como a través de la cadena alimentaria y el segundo por la última de las vías citadas. La población se distribuye en viviendas unifamiliares

TABLA V
Ejercicio de intervención. Cálculo del impacto unitario

		Sv-persona/kBq/ha
Pastizal	Irradiación externa	0,4E-8
	Cs-137 en leche	0,3E-6
	Sr-90 en leche	0,2E-6
	Cs-137 en queso	0,2E-5
	Sr-90 en queso	02,E-4
		Sv-persona . Bq¹ . mm²/vivienda
Vivienda rural	Paredes	2,27E-5
	Tejados	4,90E-5
	Suelo	1,14E-3

de ladrillo, dispersas sobre el área de asentamiento y, por tanto, con niveles de depósito muy diferentes.

La caracterización radiológica del escenario en función del depósito

radiactivo, en siete categorías o rangos, se presenta en la Tabla 3, junto con el número de hectáreas dedicadas a pastizal y el número de viviendas en cada una de las categorías. La Tabla 4 muestra las vías de exposición consideradas en la

TABLA VI
Ejercicio de intervención. Cálculo del impacto global (\$)

Categoría	Vías de exposición				
	Ingestión		Irradiación externa		
	Leche	Queso	Paredes	Tejados	Suelos
1	1942	95	0,2	1	11
2	15434	762	1	5	59
3	38834	1905	4	175	223
4	93202	4571	8	35	446
5	155337	7618	13	58	743
6	262162	14512	26	116	1487
7	388342	19045	65	291	3719



TABLA VII
Ejercicio de intervención. Acciones correctoras aplicables

Elementos de intervención	Contramedida	Costo	NIE
Pastizal	Cortacésped	2025 \$/ha	186 kBq/m ²
Pastizal	Arado profundo	825 \$/ha	76 kBq/m ²
Queso	Variante fabricación	0,00025 \$/l	2,5 Bq/l
Paredes	Agua a presión	0,2 \$/m ²	3203 Bq/m ²
Tejados	Agua a presión	1 \$/m ²	3511 Bq/m ²
Suelo	Volteo manual	1 \$/m ²	2049 Bq/m ²

evaluación y los correspondientes elementos de intervención en cada una de las vías. Las Tablas 5 y 6 presentan los

resultados del impacto expresados respectivamente en términos dosimétricos y económicos, mientras que en la Tabla 7

TABLA VIII
Ejercicio de intervención. Estrategia

- Restricciones
 - Fabricación de queso
 - Leche requerida según demanda de queso (1): 80000
 - Niveles de intervención legales:
 - Para reubicación (mSv/mes): 30
 - Para reasentamiento permanente (Sv/vida): 1
 - Para Cs-137 en leche (kBq/l): 1
 - Para Sr-90 en leche (kBq/l): 0,1
 - Disponibilidad presupuestaria: 25000 \$
- Criterios de optimización
 - Mayor eficiencia por unidad de coste cumpliendo restricciones

pueden verse las acciones correctoras aplicables a cada elemento de intervención, junto con su costo y el valor deducido del nivel de intervención por encima del cual estaría justificada su aplicación. Las medidas correctoras que han sido analizadas son:

- en el pastizal, retirada de la capa superficial del suelo y almacenamiento en la misma parcela o, de modo alternativo, una modalidad de arado que entierra en profundidad esta misma capa superficial; se ha analizado también la eficiencia de la fabricación normal y modificada de queso.
- en el entorno urbano se analizan agua a presión sobre suelos o paredes y enterramiento manual de la capa superficial del suelo en el corral.

La estrategia seguida, respecto a las restricciones a tener en cuenta dentro del escenario de intervención propuesto y los criterios usados en la optimización, se resume en la Tabla 8, lo que finalmente conduce a los resultados de la aplicación de la metodología descrita, que se reflejan en la Tabla 9 con la selección de contramedidas a aplicar, ordenadas para conseguir una intervención óptima.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es parte de un proyecto de investigación multinacional realizado en el marco de un Acuerdo entre la UE y las Repúblicas de Rusia, Bielorrú-

TABLA IX
Ejercicio de intervención - Resultados

Categoría	Eficiencia/ Coste	EI - Contramedida	Costo Individual (\$)	Costo Acumulado (\$)
7	218,4	Pastizal - arado (queso)	1655	1655
	1621,2	Queso - variante fabricación	5	1660
6	72,8	Pastizal - arado (queso)	3310	4970
	672,5	Queso - variante fabricación	10	4980
5	20,9	Pastizal - arado	6600	11580
4	7,8	Pastizal - arado	9900	21480
7	2,7	Suelo -volteo manual	750	22230
3	1,2	Pastizal - arado	16500	
7	1,1	Tejado - agua a presión	58	
7	1,0	Paredes - agua a presión	13	
6	0,5	Suelo - volteo manual	750	

sia, y Ucrania y ha estado parcialmente financiado por la CE y ENRESA.

REFERENCIAS

- IAEA. SS 97. Principles and Techniques for Post-Accident Assessment and Recovery in a Contaminated Environment in a Nuclear Facility. 1991
- J. Gutiérrez, C. Vázquez. Diseño de estrategias de intervención. V Congreso de la SEPR. Santiago de Compostela. Abril 1994.
- J. Gutiérrez, C. Vázquez. Intervention strategies for the recovery of radioactive contaminated environments. International Workshop on Scientific Bases for Decision Making after Radioactive Contamination of an Urban Environment. Río de Janeiro. Agosto 1994.
- IAEA. SS 109. Intervention Criteria in a Nuclear or Radiation Emergency. 1994.
- C.Vázquez et al. Optimization of intervention strategies for the recovery of radioactively contaminated environments. Application to a case study: Savichi and Kirov (Belarus). Final Report to the E.C.(CIE-MAT-IMA-52F21-03-95).
- Strategies of decontamination. Final report. Editors P.Hubert et al. EUR 16530. 1996.
- C.Vázquez et al. CEC-CHECIR ECP4. Optimization of intervention strategies for the recovery of radioactive contaminated environments. EUR 16544 EN (ISSN 1018-5593) pp 495-499. 1996.
- J. Gutiérrez, C. Vázquez. Aproximación conceptual y funcional al diseño de estrategias de intervención para la recuperación ambiental tras accidente nuclear grave. IAEA International Conference. Sevilla. Noviembre 1997.



ESTUDIO PILOTO DE CONTROL DE CALIDAD EN RADIODIAGNÓSTICO DE HOSPITALES DE CIUDAD HABANA. RESULTADOS DOSIMÉTRICOS EN LAS RADIOGRAFÍAS DE TÓRAX PÓSTERO-ANTERIOR Y COLUMNA LUMBOSACRA LATERAL

David G. Sáez Núñez

Lic. en Física

Marisela

Borroto Valdés

Lic. en Física

Miguel

Mesa Hernández

Ing. Nuclear

Lilian del Risco Reyna

Ing. Físico

Cari Borrás*

DSc., FACR

Centro de Control Estatal
de Equipos Médicos.

*Organización

Panamericana de la

Salud. Oficina Regional

de la Organización

Mundial de la Salud

E

l trabajo presenta los resultados de un estudio piloto de control de calidad en radiodiagnóstico realizado en 10 hospitales de Ciudad de la Habana, Cuba. El estudio incluyó determinaciones dosimétricas en dos proyecciones radiográficas de uso frecuente: tórax póstero-anterior y columna lumbosacra lateral. Se evaluaron un total de 21 equipos de rayos X y 12 cuartos oscuros. Se describen las deficiencias encontradas relacionadas con el proceso de revelado, así como otros problemas asociados al cuarto oscuro. En el caso de los equipos, los problemas más

significativos fueron la falta de reproducibilidad y linealidad del rendimiento del generador y la no coincidencia del campo de radiación con el luminoso. Se registró gran variabilidad de las dosis de entrada para un mismo tipo de paciente. Se calcularon las dosis en órganos y la dosis efectiva para cada proyección radiográfica, para un paciente de referencia. Se puso en práctica un plan de medidas para la superación de las deficiencias. Se decidió desarrollar un programa nacional de control de calidad en radiología diagnóstica.

This paper presents the results of a quality control pilot study in diagnostic radiology carried out in 10 hospitals of Havana City, Cuba. The study included dosimetric determinations for two common radiographic projections: posterior-anterior chest and lateral lumbosacral spine. A total of 21 x-ray units and 12 dark rooms were evaluated. The deficiencies related to film processing, as well as other problems associated with the dark room are presented. The most significant problems related to equipment were: the lack of reproducibility and linearity of the x-ray generator and the non-coincidence of radiation and light fields. A great variability of the entrance surface dose for the same type of patient was recorded. Organ doses and effective dose for each radiographic projection were calculated for a reference patient. A plan of corrective actions to solve the deficiencies was implemented. It was decided to develop a national quality control program in diagnostic radiology.

INTRODUCCIÓN

Cuba cuenta con más de 2000 equipos de rayos X diagnósticos; sin embargo, no existen en ningún servicio de radiología del país programas de garantía de calidad que aseguren que las imágenes producidas proporcionan la información diagnóstica adecuada, a bajo costo y con la mínima exposición del paciente a la radiación.

En 1992, con la creación del Centro de Control Estatal de Equipos Médicos (CCEEM) y con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para las Américas, el Ministerio de Salud Pública de Cuba comenzó a acometer la tarea del control de calidad en radiodiagnóstico, a nivel nacional.

El presente trabajo muestra los resultados de un estudio piloto de control de calidad iniciado en 1994 y completado en 1996, realizado en los servicios de radiología de 10 hospitales de Ciudad de la Habana. Este estudio tenía como objetivo general, caracterizar el estado de los equipos de radiografía y el proceso de revelado para obtener una panorámica de dicha situación y establecer las bases para la futura implementación de un programa nacional de control de calidad en radiodiagnóstico.

Como resultado de este proyecto se esperaba, también, poner en práctica un conjunto de pruebas ampliamente documentadas (1-6) y establecer límites de tolerancia para las mismas. Además, se incluyeron determinaciones de dosis en dos exploraciones radiográficas de uso frecuente: tórax póstero-anterior (tórax PA) y columna lumbosacra lateral (CLS-LAT).

MATERIALES

En el estudio se evaluaron un total de 21 equipos de rayos X y 12 cuartos oscuros de 10 hospitales de importancia de la capital. De los equipos evaluados, seis fueron E.I. Seldix 550; nueve, Siemens del modelo Heliophos correspondientes a las series 4E, 5S y 5E; cuatro, Philips; de éstos: tres Medio 30 y uno DL42, y dos equipos Dualix de CGR. Del total de equipos, 14 tenían menos de diez años de uso y el resto entre 10-24 años, siendo todos monofásicos.

En la realización de las pruebas se utilizaron los siguientes equipos: sensitómetro de color dual de X-Rite Incorporated, modelo 333; densitómetro digital Victoreen 07-423, de Nuclear Associates; dosímetro RadCal-MDH 10x15, con la cámara de ionización de propósito general 10x5-6, de RadCal Corporation; kilo-



voltímetro digital RMI-230, de Radiation Measurements Incorporated (RMI); filtros calibrados de aluminio RMI-115A; así como otros dispositivos necesarios (cronómetro, termómetro, etc.).

Pruebas realizadas. Límites de tolerancia

- *Cuarto oscuro:*

La inspección visual del cuarto oscuro consistió en una evaluación cualitativa de las condiciones de distribución, organización y limpieza del mismo, incluyéndose la verificación de la limpieza de los tanques con los reactivos químicos y la frecuencia de sus cambios. De igual manera se procedió con la hermeticidad. Además, se verificó la potencia de las bombillas de seguridad, que estuvieran situadas a 1 metro como mínimo del puesto de trabajo y el uso de filtros de luz adecuados. Se midió la temperatura de los reactivos del revelado y se establecieron como aceptables aquellas temperaturas entre 15-25 °C.

Para evaluar si las condiciones de iluminación del cuarto oscuro eran las adecuadas, durante el tiempo de descarga de un chasis y el procesamiento de la película, se midió el tiempo en minutos, -denominado aquí tiempo seguro de maniobra- (TSM) para el cual se comienza a visualizar la silueta de una moneda sobre una película expuesta a las condiciones de iluminación existentes en el cuarto oscuro. Se consideró aceptable un TSM de 3 minutos (3).

El estudio sensitométrico se efectuó sólo para aquella marca de película radiográfica de mayor abundancia en cada hospital.

El estado y nivel de iluminación general de los negatoscopios se evaluó visualmente.

- *Equipo de rayos X:*

La Tabla I muestra un resumen de las pruebas realizadas a los equipos y sus tolerancias. A continuación se explican cada una de éstas.

La exactitud del potencial se comprobó para dos valores nominales, uno entre 70-80 kVp (kVp1) y el otro para un valor próximo a 100 kVp (kVp2). Se aceptaron discrepancias de hasta un 10%. El coeficiente de variación, en por ciento, fue el indicador elegido para el análisis de la reproducibilidad del potencial. La tolerancia se estableció en un 5%.

El valor de la capa hemirreductora (CHR) se calculó por interpolación logarítmica de la curva de atenuación de la exposición medida a 80 kVp. El valor mínimo exigido fue de 2.3 mm Al para generadores monofásicos (2,4).

La reproducibilidad del rendimiento del generador se midió según (5) para un valor de tensión pico de 80 kVp o valor más próximo, considerándose aceptables, para cada combinación de factores técnicos seleccionados, aquellos valores del coeficiente de variación de la exposición menores del 10%.

La linealidad del rendimiento del generador (mR/mAs) se determinó para valores nominales de corriente del tubo conti-

TABLA I: Pruebas realizadas a los equipos y sus tolerancias

PRUEBA	TOLERANCIA
1. Comprobaciones del Potencial:	
1.1. Exactitud	< ± 10%
1.2. Reproducibilidad	< ± 5%
2. Capa Hemirreductora (CHR):	
– Generador monofásico	≥ 2,3 mm Al
– Generador trifásico	≥ 2,7 mm Al
3. Consistencia del Generador:	
3.1. Reproducibilidad del rendimiento	< ± 10%
3.2. Linealidad del rendimiento	< 0,1
4. Sistema de Colimación:	
4.1. Coincidencia campos radiación/luminoso	< 2% DFP
4.2. Discrepancia entre centros	< 2% DFP
5. Perpendicularidad Columna del Tubo/Mesa Radiológica	< 2% DFM

DFP: distancia foco-película. DFM: distancia foco-mesa a la que se coloca la marca.

guos. El coeficiente de linealidad se calculó según (5), tomándose como aceptables aquellos resultados menores que 0.1.

En el análisis de la coincidencia del campo de radiación con el campo luminoso se tuvieron en cuenta dos aspectos. Primero, se midieron las discrepancias entre los bordes de ambos campos definidos en una película radiográfica expuesta donde previamente se delimitó el campo de luz. La suma de las discrepancias entre los bordes de los campos para cada eje, por separado y sin importar el signo, se decidió no debía superar el 2% de la distancia foco-película (DFP) utilizada (2). Seguidamente, se midió el desplazamiento del centro del campo de radiación con respecto al centro del campo luminoso, aceptándose como tolerables aquellos desplazamientos inferiores al 2% de DFP.

La alineación mecánica del tubo de rayos X con respecto al receptor de imagen se evaluó a partir de la perpendicularidad existente entre el tubo y la superficie de la mesa, comprobándose en tres posiciones sobre la misma. Para esto, se varió la distancia foco-mesa (DFM) con respecto a una marca situada sobre la mesa. El desplazamiento fue medido y dividido entre la DFM para la cual se situó la marca, debiendo ser dicho resultado menor que el 2% de DFM.

- *Evaluaciones dosimétricas:*

Se realizaron determinaciones de dosis para un paciente adulto de referencia en 2 proyecciones de uso frecuente: tórax PA y CLS-LAT. Además, se incluyeron

estas mismas determinaciones para otros dos espesores diferentes.

Las magnitudes dosimétricas determinadas fueron la dosis de entrada en superficie por radiografía individual (7), la dosis en órgano y la dosis efectiva (8). Estas dos últimas se seleccionaron como indicadores más cercanamente relacionados con el riesgo radiológico (8-10).

Para la determinación de la dosis de entrada se midió la exposición en aire-libre con electrómetro y cámara de ionización, reproduciendo las condiciones de exposición para un paciente de referencia de aproximadamente 70 kg de masa corporal, con 23 cm de espesor en la proyección de tórax PA y 30 cm en la de CLS-LAT. Estos espesores son el resultado de más de 1300 mediciones realizadas en pacientes adultos cubanos de ambos sexos para el caso de tórax PA y de aproximadamente 500 mediciones para CLS-LAT. Las determinaciones de dosis para los otros dos espesores corresponden, aproximadamente, a los percentiles del 90% de la distribución de espesores medidos en cada proyección.

La dosis de entrada se calculó como kerma de entrada a partir de la exposición medida, el factor de conversión de exposición a kerma en aire de 8.76 mGyR^{-1} y el factor de retrodispersión del tejido, este último según la calidad de la radiación y el tamaño del campo a la entrada. Los factores de retrodispersión se tomaron de los datos publicados para un maniquí antropométrico matemático

(7). La calidad de la radiación se determinó mediante la CHR para el potencial usado en cada proyección radiográfica según el espesor.

Para el cálculo de las dosis en órganos se utilizó una copia del programa XDose, cuya dosimetría está basada en el método de Monte Carlo descrito en el Reporte 186 del National Radiological Protection Board del Reino Unido (NRPB-R186). Dicho programa también ofrece el resultado de la dosis efectiva, utilizando los factores de ponderación de los tejidos w_r recomendados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (CIPR) (8).

La exposición en aire-libre fue medida en nueve de los diez hospitales donde se realizaron las pruebas de control de calidad para la proyección de tórax PA (17 equipos) y en ocho de dichos hospitales para la proyección de CLS-LAT (15 equipos).

RESULTADOS

- *Cuarto oscuro:*

La Tabla II muestra un resumen de los resultados de las pruebas realizadas en los cuartos oscuros.

Como se observa, en sólo dos instituciones el proceso es automático. Se encontró una gran variabilidad en las marcas de los líquidos revelador y fijador así como incompatibilidad de éstos con respecto a las películas radiográficas, cuya respuesta espectral, además, no



coincidía en ocasiones con la de las pantallas. El recambio de los reactivos químicos, que debía ser como mínimo semanal, se aplazaba con frecuencia por falta de suministros.

Se halló que en ocho de los cuartos oscuros el trabajo se realizaba a temperatura ambiente por falta de climatización. Las temperaturas del revelador oscilaron entre 23-29°C, obteniéndose temperaturas por encima de la máxima tolerable en más de la mitad de los cuartos. Además, en ninguno había control de temperatura y el tiempo de revelado se determinaba visualmente a criterio del técnico.

La inspección de la hermeticidad descubrió que existían problemas de entrada de luz en algunos cuartos. Por otra parte, se detectó que en cinco cuartos las bombillas de seguridad no eran las recomendadas por el fabricante y su potencia era mayor de 25 W, a lo que se sumaba que con frecuencia se hallaban situadas a menos de 1 m del puesto de trabajo. De aquí el resultado de que se obtuvieron TSM inferiores a tres minutos en la mitad de los cuartos oscuros y en tres de éstos, inferiores incluso a 1 minuto.

La sensitometría mostró que la densidad óptica (DO) del velo más base de las películas se encontraba entre 0.16-0.39 DO, observándose que en cuatro instituciones este valor era mayor que 0.25 DO. En la inspección visual de 67 negatoscopios se determinó que sólo el 56.7% presentaba buena iluminación, el 13.4% era regular y el 29.9% no se consideró aceptable.

TABLA II: Resultados de las evaluaciones en los cuartos oscuros

Hosp.	CO	Rev.	Herm.	Bombillas		Filtro	TSM min	T°C revelado	DO (Velo+base)
				<25W	a 1m				
1	1	M	B	Sí	Sí	R	6	27	0,21
	2	M	M	Sí	Sí	R	<1	27	NR
2	3	M	B	Sí	Sí	R	5	29	0,23
3	4	M	B	No	No	R	<1	24	0,16
4	5	M	B	No	No	R	5	25	0,16
	6	M	B	No	Sí	R	2	23	NR
5	7	A	B	No	No	B	6	25	0,28
6	8	M	B	Sí	Sí	B	3	26	0,39
7	9	M	M	No	Sí	R	<1	28	0,19
8	10	A	M	No	Sí	R	2	25	0,20
9	11	M	B	Sí	No	B	2	29	0,30
10	12	M	M	No	Sí	R	6	27	0,26

Hosp.: identificador del hospital. CO: identificador del cuarto oscuro.

Rev.: modo de revelado, M manual, A automático.

Herm.: hermeticidad, B buena, M Mala.

Filtro: estado del filtro de la luz de seguridad,

R regular, B bueno. TSM: tiempo seguro de maniobra con las luces de seguridad.

DO: densidad óptica. NR: prueba no realizada

- *Equipo de rayos X:*

La Tabla III muestra un resumen de los resultados de las pruebas realizadas a los equipos.

En las comprobaciones realizadas al potencial, la exactitud resultó el parámetro más afectado, observándose inexacti-

tudes del potencial en casi un tercio de los equipos evaluados; sin embargo, la reproducibilidad se encontraba dentro de un 3% en todos estos equipos, valor incluso inferior a la tolerancia establecida. Lamentablemente, la comprobación del potencial no se realizó en todos los equipos, con lo que se hubiera dispuesto

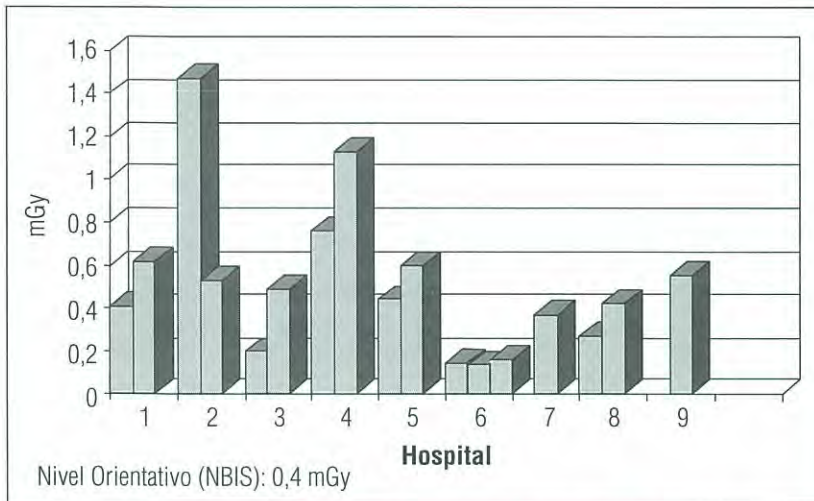


Figura 1. Distribución de la dosis de entrada por equipo y hospital para la radiografía de tórax PA y el paciente de referencia.

de un mayor número de datos para emitir conclusiones.

no cumplieron con el mínimo valor aceptado para la CHR.

Se comprobó la ausencia de la filtración regulada en aquellos equipos que

Los resultados de la reproducibilidad del rendimiento (prueba 3.1) que se pre-

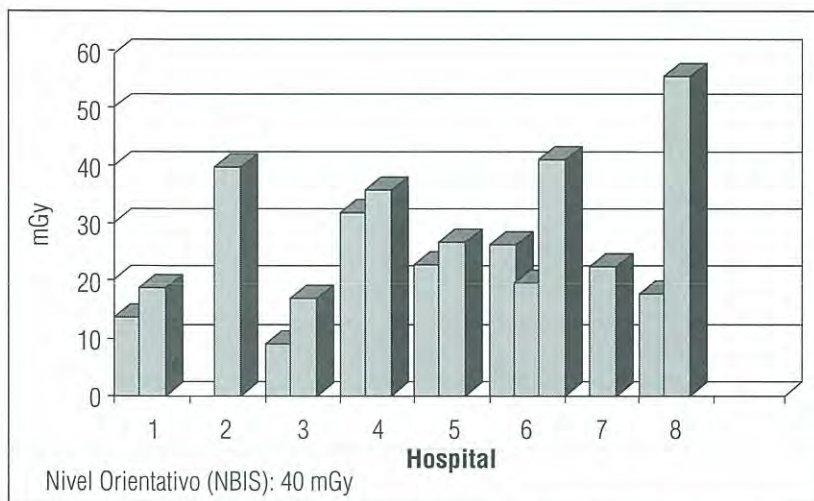


Figura 2. Distribución de la dosis de entrada por equipo y hospital para la radiografía de CLS-LAT y el paciente de referencia.

sentan corresponden al caso más crítico que se encontró por equipo para esta prueba.

La no linealidad del rendimiento del generador, junto a los problemas del sistema de colimación, constituyeron las principales afectaciones encontradas en los equipos. La Tabla III presenta también los resultados más críticos para estas pruebas.

En la misma se observa que más de la mitad de los equipos presentaron falta de linealidad en el rendimiento del generador. En un número igual de equipos se observaron incongruencias entre los bordes de los campos de radiación y luminoso superiores al 2% de DFP, y en cuatro de éstos, se hallaron además discrepancias inaceptables entre los centros de ambos campos. Por otra parte, ocho equipos no disponían de escalas indicadoras de distancia confiables y cuatro presentaban falta de perpendicularidad entre el tubo y la mesa.

• *Evaluaciones dosimétricas:*

La tabla IV muestra el promedio y el rango de las dosis de entrada por equipo, calculadas en función de los parámetros técnicos utilizados en cada institución (kVp, mAs, etc) para los tres espesores seleccionados.

Las figuras 1 y 2 muestran las dosis de entrada por equipo y hospital para el paciente de referencia, resaltándose el valor del nivel orientativo de las Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación



TABLA III: Resultados de las pruebas realizadas por equipo
Cada prueba se encuentra identificada con la numeración de la Tabla I

	Potencial				CHR mm Al	Consistencia del generador		Sistema de Colimación			
Identificador de la prueba según Tabla I											
Eq ↓	1,1 kVp ₁	1,2 kVp ₁	1,1 kVp ₂	1,2 kVp ₂	2	3,1	3,2	4,1	4,2	5	NPE
1	-20	0,3	-19	0,4	1,75	5,2	0,05	0,4	0,7	1,2	3
2	NR	NR	NR	NR	1,70	6,4	0,13	4,0	5,2	3,3	5
3	-5,1	1,7	-4,4	0,1	2,33	3,6	0,03	3,7	1,6	3,0	2
4	-0,5	2,2	+13	4,3	2,83	0,6	0,07	4,0	0,5	1,5	2
5	+1,7	1,2	+4,9	1,5	3,50	67,4	0,30	2,0	1,3	1,5	3
6	+6,3	0,2	-0,7	0,3	2,91	26,7	0,25	0,5	1,1	0,5	2
7	NR	NR	NR	NR	1,87	0,4	0,14	2,7	1,4	0,5	3
8	-10	0,2	-8,2	0,2	2,95	0,4	0,28	1,4	0,6	0,6	2
9	-17	0,5	-17	0,5	2,52	1,7	0,31	2,0	1,0	2,1	5
10	+18	0,2	+13	0,3	3,27	0,7	0,04	2,3	0,5	0,5	3
11	+0,5	0,4	-0,7	0,4	2,46	1,6	0,10	1,2	0,4	0,3	1
12	+3,0	0,2	+1,6	0,2	2,78	0,8	0,03	1,0	0,3	1,1	0
13	-10	0,1	-0,9	0,0	2,83	2,6	0,18	0,4	0,7	0,3	2
14	+5,0	0,2	+4,1	0,4	2,75	1,6	0,08	2,4	1,8	0,4	1
15	+0,4	0,1	+1,7	0,1	2,49	2,8	0,30	1,1	0,7	0,8	1
16	+3,6	0,1	+8,6	0,2	3,15	12,9	0,30	0,9	2,1	0,5	3
17	NR	NR	NR	NR	1,89	8,8	0,06	5,4	3,1	2,0	4
18	NR	NR	NR	NR	NR	10	0,05	1,0	0,5	0,9	1
19	-0,6	0,2	-4,1	0,1	2,69	4,6	0,29	3,0	1,9	NR	2
20	-3,9	0,2	-3,6	0,1	2,89	3,9	0,06	4,0	2,1	1,9	2
21	-6,9	0,6	-8,7	1,3	1,94	0,8	0,19	3,0	0,9	NR	3
NE P	5	0	4	0	5	4	12	12	4	4	

Eq.: identificador del equipo. NR: prueba no realizada. NPE: número de pruebas que no pasa el equipo.

NEP: número de equipos que no pasan la prueba.

Todos los resultados están expresados en por ciento a excepción de los correspondientes a la prueba 2, que es el valor de la CHR en mm de Al y los de la prueba 3,1 que corresponden al resultado del coeficiente de linealidad.

TABLA IV: Distribución de la dosis de entrada en superficie (mGy) por radiografía individual según el espesor del paciente

Espesor (cm)	Media	C.V.	Min.	1er cuarto	3er cuarto	Max.	Max./Min.
TÓRAX PA							
18	0,38	0,84	0,10	0,17	0,41	1,38	13,8
23	0,51	0,69	0,14	0,23	0,61	1,47	10,5
28	0,70	0,59	0,21	0,43	0,81	1,73	8,2
COLUMNA LUMBOSACRA LAT							
25	16,3	0,44	2,6	11,5	22,4	28	10,8
30	26	0,48	8,8	17,1	35,6	55,1	6,3
35	40,2	0,48	15,9	27,1	50,7	91,3	5,7

C.V.: coeficiente de variación. Min.: valor mínimo. Max.: valor máximo. Max./Min.: relación máximo-mínimo.

Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación (11) correspondiente a cada uno de los estudios para facilitar la comparación.

Finalmente, la tabla V presenta el promedio de las dosis en órgano y de la dosis efectiva resultantes para cada proyección radiográfica.

DISCUSIÓN

- *Pruebas de control de calidad:*

Para cada institución se emitieron recomendaciones específicas, empezando por aquellas que pudieron ser puestas en efecto de inmediato por la administración de cada hospital, ya que

correspondían a deficiencias que se resolvieron localmente por ser de fácil solución, como fueron en los cuartos oscuros: los problemas de hermeticidad, la inadecuada filtración de las luces de seguridad y su colocación a la distancia estipulada.

La no compatibilidad espectral entre películas y pantallas, así como la diferencia existente entre los fabricantes de los reactivos para el revelado y las películas, dentro de una misma institución, y la gran variabilidad en las marcas de estos insumos en general, se puso en conocimiento de las autoridades nacionales encargadas de estos suministros. Un saldo positivo a la terminación de este proyecto, fue la evidencia

de que actualmente se están comprando películas y reactivos, para radiografía, a una única firma productora. Esto se pudo constatar en un estudio piloto posterior que se realizó en ocho policlínicos, también de la capital, donde en todos se empleaban películas y reactivos de compra reciente a una misma firma productora. Sin embargo, esto no soluciona del todo el problema, porque la respuesta espectral de muchas de las pantallas no es compatible con la de las películas que se están comprando, sumado al deterioro físico que presentan.

Las deficiencias encontradas en los negatoscopios se debieron a una inadecuada limpieza de los mismos, así como a la falta del número de tubos fluorescentes requeridos y/o a una inadecuada potencia de éstos. El estado general presentado por estos dispositivos demostró la falta de atención que a los mismos se les concedía, lo cual se resaltó en cada hospital, lográndose una sensibilización a la necesidad de cuidado y mantenimiento de estos dispositivos. No obstante, es válido señalar que al no contarse con un equipo para la evaluación cuantitativa de la iluminación de los mismos, no se pudieron alcanzar resultados más objetivos.

Los resultados obtenidos para los equipos (tabla III) son suficientemente ilustrativos del estado técnico de los mismos. Todos los equipos, a excepción de uno, superaron el criterio de tolerancia de alguna de las pruebas



realizadas, lo cual demostró la importancia y necesidad de estos controles con el objetivo de garantizar una adecuada calibración de los mismos y/o facilitar las acciones correctivas. Los resultados individualizados por equipo se pusieron en conocimiento de los especialistas de electromedicina encargados de su reparación y mantenimiento, quienes resaltaron la importancia de los resultados informados, ya que sirvieron de base para las acciones correctivas.

Tras la culminación del proyecto, se realizó un taller organizado por el CCEEM y auspiciado por la OPS, que contó con los participantes de cada hospital, representaciones de las Sociedades Cubanas de Radiología y de Técnicos Radiólogos, del Centro Nacional de Electromedicina y de la propia OPS, donde se debatieron los resultados y las medidas para la solución de las deficiencias encontradas.

Por su parte, el CCEEM puso en conocimiento de la dirección del Ministerio de Salud Pública los resultados del proyecto, estableciendo un plan de inspección para el seguimiento de las medidas indicadas en cada institución.

La realización de este proyecto propició además, el estrechamiento de los vínculos entre quienes tienen a cargo la inspección de los equipos emisores de radiaciones a nivel nacional (CCEEM) y quienes tienen la responsabilidad de su mantenimiento y reparación, relación que ya está aportando sus frutos. Por

ejemplo, en evaluaciones posteriores, como la mencionada de los ocho policlínicos de la capital, el personal de electromedicina ha ido reparando los equipos a medida (y no después) que el personal del CCEEM iba identificando los problemas.

- *Evaluaciones dosimétricas:*

Los resultados de la tabla IV muestran una alta fluctuación en las dosis impartidas a un mismo paciente en función del equipo, su estado de obsolescencia y mantenimiento y la técnica utilizada. Esto se observa en los valores de los coeficientes de variación y en el amplio rango de las dosis; además, la relación máximo/mínimo indica que esta fluctuación puede llegar a ser hasta de un orden de magnitud. En nuestro caso, las principales fuentes de esta variabilidad fueron la dispersión encontrada en la calidad de la radiación y en los restantes factores electrotécnicos empleados (kVp, mAs), a lo que se añadieron, las diferencias por el estado de obsolescencia y mantenimiento de los equipos y el resto de las deficiencias señaladas en la cadena del sistema radiográfico; como por ejemplo, la incompatibilidad espectral entre pantallas y películas, la no uniformidad entre películas y reactivos químicos, etc. Factores todos, que obligaban a los técnicos de rayos X a ajustar los procedimientos técnicos, con el objetivo de mantener el resultado deseado en la emulsión radiográfica.

La distribución de las dosis de entrada por equipo y hospital para el paciente de

referencia (figuras 1 y 2) ilustra lo antes dicho.

En la figura 1 se observa, además, que en la radiografía de tórax PA, más de la mitad de los equipos imparten una dosis de entrada superior al nivel orientativo de las NBIS (11). De la figura 2 se observa, sin embargo, que en el caso de CLS-LAT, sólo un quinto de los equipos imparten una dosis de entrada superior al nivel orientativo de las NBIS. El alto valor de dosis de entrada en superficie en el caso de radiografía de tórax se debe a que se usan técnicas de potencial bajo. Podría recomendarse el cambio a técnica de alto potencial, de acuerdo con pautas internacionales (12), pero el cambio de técnica (de 72 a 120 kVp por ejemplo) para reducir la dosis, no se puede llevar a cabo sin evaluar simultáneamente cómo el cambio de imagen (menos contraste y más latitud) va a afectar la capacidad de diagnóstico del radiólogo.

Por falta de patrones o maniqués de resolución, las evaluaciones de la calidad de imagen no se realizaron en este trabajo, pero como resultado de este estudio piloto ya se han incorporado en el protocolo definitivo. Tal como se plantea en las NBIS (11), la evaluación de la calidad de imagen es esencial para determinar si la dosis impartida es la suficiente o no para proporcionar la información diagnóstica útil y, a la vez, garantizar la protección optimizada de los pacientes manteniendo niveles apropiados de buena práctica.

TABLA V: Dosis en órganos y Dosis efectiva promedios por radiografía individual para el paciente de referencia

Dosis en órganos (mGy)			
Organos	Tórax PA	CLS-LAT derecha	CLS-LAT izquierda
Ovarios	0,001	0,895	0,869
Testículos	*	0,006	0,007
Pulmones	0,192	0,008	0,009
Estómago	0,041	0,272	0,044
Colon	0,001	0,792	0,065
Médula ósea roja	0,056	0,335	0,334
Tiroides	0,014	*	*
Mamas	0,033	*	*
Esófago	0,083	0,013	0,006
Hígado	0,084	0,028	0,470
Vejiga	*	0,077	0,079
Piel	0,047	0,467	0,468
Téjido óseo	0,125	0,322	0,322
Remanente	0,120	0,660	0,700
Dosis Efectiva (mSv)	0,054	0,306	0,212

*dosis <0,0005 mGy

Finalmente, las dosis efectivas y las dosis en órganos (tabla V) constituyen datos de importancia para radioprotección, que podrán ser tenidos en cuenta para estimaciones de dosis colectivas y evaluaciones futuras de riesgo radiológico.

CONCLUSIONES

Este estudio piloto sirvió para asimilar criterios de calidad de experiencia internacional, que se validaron en las condiciones del país, estableciéndose, en prin-

cipio, los rangos de tolerancias para cada una de las pruebas realizadas.

Se obtuvo una panorámica del estado de las instalaciones de radiología diagnóstica de 10 hospitales de la capital, identificándose las principales causas que afectan la calidad del proceso radiográfico de dichas instituciones. Los resultados del estudio se pusieron en conocimiento de las administraciones de cada hospital y de la dirección del Ministerio de Salud Pública y constituyeron informaciones de utilidad en las que se basaron las acciones correctivas para la solución de los problemas.

Se recomendó, en particular, que las autoridades encargadas de los suministros realicen una adecuada distribución de películas y reactivos químicos de manera que se garantice, al menos, para cada institución, una distribución compatible, evitándose los problemas de revelado asociados a esta situación. Se recomendó, además, que cada marca de películas y de reactivos que se compren en el país sean previamente estudiados y se dictamine su adecuación y se ha continuado insistiendo en la necesidad de sustituir las pantallas actualmente en uso, para lo cual las administraciones de las instituciones deberán incluir este renglón entre las prioridades de insumos a comprar. Todas estas recomendaciones se han puesto en conocimiento de las autoridades correspondientes.

Se recomendó la realización de un estudio nacional de dosis en pacientes y calidad de imagen con el objetivo de



establecer, conjuntamente con las Sociedades de Radiología y de Técnicos Radiólogos, los niveles orientativos para dosis de entrada en radiografía diagnóstica.

Los resultados obtenidos justificaron el desarrollo de un programa nacional de control de calidad, que ya se ha iniciado, y del que esperamos informar en un futuro próximo. Dicho programa incluirá la medición sistemática de las dosis de entrada para aquellos estudios que más contribuyen a la dosis efectiva colectiva, así como evaluaciones de calidad de imagen.

REFERENCIAS

1. Organización Panamericana de la Salud. Garantía de calidad en radiodiagnóstico. Washington DC: OPS; 1984. (Publicación Científica 469).
2. National Council On Radiation Protection and Measurements. Quality assurance for diagnostic imaging. Bethesda MD: NCRP Report No.99; 1988.
3. International Society of Radiographers and Radiological Technicians. Quality control handbook for technicians in radiography using simple x-ray equipment and manual film processing; 1988.
4. American Association of Physicists in Medicine. Basic quality control in diagnostic radiology. AAPM Report No.4; 1981.
5. Hendee WR and Rossi RP. Food and Drug Administration. Bureau of Radiological Health. Quality assurance for radiographic x-ray units and associated equipment. U.S Department of Health, Education and Welfare. Rockville Maryland. HEW Publication: FDA 79-8094; 1979.
6. Burkhart RL. Food and Drug Administration. Center for Devices and Radiological Health. A Basic quality assurance program for small diagnostic facilities. U.S Department of Health and Human Service. Rockville Maryland HHS Publication: FDA 83-8218; 1983.
7. National Radiological Protection Board. National protocol for patient dose measurement in diagnostic radiology. Prepared by dosimetry working party of the institute of physical sciences in medicine. NRPB; 1992.
8. International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Pergamon Press: Annals of ICRP, 1991; Publication 60.
9. International Commission on Radiological Protection. Protection of the patient in diagnostic radiology. Pergamon Press: Annals of ICRP, 1982; Publication 34.
10. Organización Panamericana de la Salud. Protección del paciente en radiodiagnóstico. Cuaderno Técnico No.3, Washington D.C., 1987.
11. International Atomic Energy Agency. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for safety of radiation sources. Vienna: IAEA Safety Series No.115; 1996.
12. Holm T. Palmer P.E.S. Lehtinen E., Organización Mundial de la Salud. Manual de técnica radiográfica. Sistema Radiológico Básico de la Organización Mundial de la Salud Ginebra 1986; 29-49.



REUNIÓN DE LOS COMITÉS 1 Y 2 DE ICRP. OXFORD. SEPTIEMBRE 1997



En la reunión celebrada el pasado mes de septiembre, en Oxford, por la Comisión Principal y los cuatro Comités de la ICRP se establecieron sus respectivos programas de trabajo para los próximos cuatro años. En el número anterior de RADIOPROTECCIÓN publicamos la información resumida del Presidente de la Comisión Principal sobre las resoluciones tomadas, así como las correspondientes a los Comités 3 y 4. En este número se completa la información con las resoluciones tomadas por los Comités 1 y 2.

C. Muirhead
Comité 1 ICRP.
John Stahler, Frances Fry.
Comité 2 ICRP.
National Radiological
Protection Board. Chilton.
Reino Unido.

In the meeting held last September in Oxford by the Main Commission and the four Committees of the ICRP, they established their respective work programs for the next four years. In the previous number of RADIOPROTECCIÓN, we published the summarized information of the President of the Main Commission on the resolutions adopted as well as those corresponding to Committees 3 and 4. In this number, the information is completed with the resolutions made by Committees 1 and 2.

COMITÉ 1

El Comité 1 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica se reunió en Oxford, al mismo tiempo que la Comisión Principal, para completar el trabajo de los Grupos de Trabajo existentes y para establecer otros nuevos.

Este era el primer encuentro del nuevo Comité. Roger Cox, como presidente, dio la bienvenida a los nuevos miembros (Alex Akleyev, Colin Muirhead y Kang Wei). Antes de discutir el plan de trabajo de las cuatro horas siguientes, se examinaron dos informes preparados por los Grupos de Trabajo, a lo largo del anterior Programa de cuatro años. Un informe, realizado por el Grupo de Trabajo de Susceptibilidad Genética y Cáncer (presidido por Cox), había sido estudiado por la Comisión en su reunión previa en Albuquerque. Las discusiones en Oxford se limitaron a aspectos editoriales y se espera que el informe sea publicado en un corto período de tiempo. Sankaranarayanan (Sankar) dio una visión general del borrador del informe preparado por otro Grupo de Trabajo sobre Estimaciones de Riesgo para Enfermedades Multifactoriales, del que él es presidente. Se estuvo de acuerdo en que, después de revisarlo y actualizarlo, el informe se podrá pasar a la Comisión Principal para que sea considerado en su reunión de primavera de 1998.

Nuevos Grupos de Trabajo

Se propusieron tres Grupos de Trabajo. Uno abordará estimaciones de riesgo

de cáncer inducido por radiación, en vista del continuo interés en este tema y de la posibilidad de que la Comisión Principal le pida consejo al Comité, a su debido tiempo. Se pensó que era importante sintetizar la información de epidemiología, radiobiología e investigación básica, que haya surgido desde que se realizó la publicación 60 de la ICRP. Además, el Grupo de Trabajo tendrá como objetivo complementar las revisiones descriptivas sobre riesgo de cáncer a dosis bajas, que están preparando UNSCEAR y NCRP, haciendo énfasis en la modelización y la cuantificación de las incertidumbres. Charles Land presidirá el Grupo de Trabajo y los miembros serán convocados en breve, con la intención de reunirse durante 1998 para elaborar unos objetivos detallados.

Otro Grupo de Trabajo propuesto examinará los efectos de la radiación en el embrión/feto, cubriendo tanto efectos deterministas como estocásticos. En concreto, en nombre del Comité 2 (que junto con el Comité 1 discute los puntos de interés común durante la reunión), se hará un intento de estimar los factores de ponderación de los tejidos asociados con exposiciones *in útero*. Christian Streffer presidirá el Grupo de Trabajo y los miembros serán convocados para una reunión en 1998. A petición del Comité 3, una acción específica para el primer año de trabajo del grupo es desarrollar un comentario detallado sobre la revisión realizada por Doll y Wakeford (*Br J Radiol* 1997; 70: 130-39) sobre estudios de irradiación prenatal y cáncer en niños.

El tercer Grupo de Trabajo sugerido examinará las bases biológicas para calcular los factores de ponderación de la radiación. Un aspecto central de este trabajo sería revisar los valores de EBR (Eficacia Biológica Relativa), con énfasis en neutrones y protones. El Grupo de Trabajo estará presidido por Michael Fry.

En su reunión subsecuente, la Comisión Principal aprobó los dos primeros de estos Grupos de Trabajo. En vista de las opiniones expresadas por la Comisión Principal, el Comité 1 volverá a formular los objetivos del tercer Grupo de Trabajo.

Agrupaciones de Trabajo

Algunas de las Agrupaciones de Trabajo están fundadas alrededor del trabajo con el que el Comité ha estado comprometido durante una serie de años. Por ejemplo, en reuniones anteriores se ha considerado la revisión de las publicaciones epidemiológicas. Hubo una discusión detallada en esta reunión de los trabajos relacionados con, por ejemplo, los supervivientes de las bombas atómicas en Japón, estudios en la antigua Unión Soviética relacionados con exposiciones procedentes del accidente de Chernobyl y los Urales del Sur, radón en las viviendas, irradiación *in útero*, y estudios relacionados con instalaciones nucleares. Se reconoció la continuada importancia de estas revisiones y se decidió que el Epidemiological Working Party (presidido por Roy Shore) realice comentarios breves sobre estudios seleccionados anual-

mente y se encargue de aspectos de incertidumbres en el riesgo de cáncer, que no estén cubiertos por otras Agrupaciones de Trabajo o Grupos de Trabajo.

Durante varios años, los aspectos relacionados con la dosimetría de los supervivientes de las bombas atómicas de Japón —en particular, las estimaciones de las dosis de neutrones en Hiroshima— han atraído la atención. Albrecht Kellerer dirigirá la Agrupación de Trabajo que informará sobre avances en este área y sus implicaciones. También se considerarán dosimetrías biológicas y físicas realizadas en otras poblaciones irradiadas, así como incertidumbres sobre las células y tejidos diana y aspectos de cantidades y unidades de radiación, no considerados en otros lugares por el Comité. En particular, se actualizará un trabajo sobre emisores Auger para ser considerado por el Comité 2.

En las discusiones sobre los estudios experimentales relevantes para la carcinogénesis, se estuvo de acuerdo en que parecía coherente revisar los datos biológicos básicos dentro de una única Agrupación de Trabajo. En la reunión no se identificaron nuevos datos cuantitativos de importancia en carcinogénesis animal, pero se destacaron algunos estudios potencialmente útiles que se están realizando en la actualidad. Se consideró que las observaciones de inestabilidad genética no podían, en la actualidad, equipararse con carcinogénesis; se mantendrá una cierta vigilancia de este tema, así como de la respuesta adaptativa. La Agrupación de Trabajo (presidida por

Jack Little) también estudiará los efectos de dosis y tasas de dosis, radiobiología celular (incluyendo, en primera instancia, riesgo en células de pulmón y hueso), mutagénesis en la reparación del DNA y respuestas cromosómicas, y susceptibilidad genética a cáncer en animales.

Aunque los efectos de la radiación y las consecuencias de la susceptibilidad genética a cáncer han sido recientemente consideradas por Agrupaciones de Trabajo del Comité, se pensó que la revisión continuada de estos temas es crítica. Sankaranarayanan, que presidirá la Agrupación de Trabajo asociado, perfiló las aproximaciones que proporcionarían unas bases genéticas y moleculares más acertadas para la estimación del riesgo en enfermedades Mendelianas. La Agrupación de Trabajo también considerará estimaciones de enfermedades dominantes (prevalence) y estudios de epidemiología molecular.

Los datos sobre la interacción entre radiación y productos químicos, que pudieran ser relevantes para la carcinogénesis, parecen proporcionar en la actualidad poca información nueva para estimar efectos interactivos. Julian Preston presidirá la Agrupación de Trabajo que continuará revisando este tema y que considerará mecanismos de carcinogénesis inducida por radiación y productos químicos. Una acción específica es producir un informe que compare los procedimientos para estimar riesgos asociados con productos químicos y radiación.

Se discutieron nuevos datos sobre efectos deterministas, tales como ensa-

yos predictivos para una hiper-reacción a la radioterapia. Jolyon Hendry presidirá la Agrupación de Trabajo que mantendrá vigilada este área y que, por petición del Comité 4, considerará aspectos relacionados con efectos deterministas después de irradiación crónica.

Conclusión

Esta fue una reunión con éxito, no sólo planeando nuevos trabajos, sino también por la oportunidad que supuso para los miembros de los distintos comités —algunos de los cuales acaban de unirse a la comisión— el juntarse en el agradable emplazamiento alrededor de Keble College. El Comité 1 se reunirá en septiembre de 1998, en Boston, EE.UU.

COMITÉ 2

El Comité 2 de ICRP tiene la responsabilidad de establecer normas secundarias para radiación externa e incorporaciones internas de radionucleidos basadas en los límites de dosis recomendados por la Comisión. A continuación se presenta un resumen del programa de trabajo del Comité para el periodo 1997-2001, que fue revisado en la reunión celebrada en Oxford.

Coeficientes de dosis para miembros del público y trabajadores

Durante los últimos años el Comité ha desarrollado un cierto número de

informes dando coeficientes de dosis de ingestión e inhalación para miembros del público, para una selección de radionucleidos de 31 elementos [1-4]. Estos informes, preparados por Grupos de Trabajo en Dosimetría Interna (INDOS) y en Cálculos de Dosis (DOCAL) están resumidos en la Tabla que se presenta, y han sido descritos en artículos en anteriores Boletines (Nº 172, 1995; Nº 184, 1996). También se ha publicado un informe resumen (Publicación 72) [5] en el que se daba una compilación de los coeficientes de dosis efectiva dados en anteriores informes. Adicionalmente, este informe da coeficientes de dosis para radionucleidos de 60 elementos, para los que no están desarrollados modelos dependientes de la edad. Los modelos biocinéticos usados para estos elementos adicionales son los dados para adultos en la Publicación 30, y se han tenido en cuenta solamente cambios en el peso y en las dosis relativas al material en las vías de excreción. Por tanto, los coeficientes de dosis deben usarse con precaución para infantes y niños. Estos coeficientes de dosis están también dados en los International Basic Safety Standards [6] y en la nueva Directiva de EURATOM [7].

Los coeficientes de dosis para trabajadores, basados en modelos biocinéticos y dosimétricos revisados, han sido publicados en la Publicación 68 [8]. Muchos de estos modelos revisados estaban basados fisiológicamente y desarrollados para interpretaciones de bioensayos, así

como para cálculos de dosis. Una reunión de trabajo del Comité 2, con miembros del Comité 4 (con responsabilidad para las aplicaciones prácticas de las recomendaciones de la Comisión) ha preparado una revisión de la Publicación 54 [9]. Este informe da la información necesaria para interpretar los datos de bioensayos, que sean consistentes con los nuevos modelos biocinéticos y dosimétricos. El informe dará información sólo para los radionucleidos seleccionados de un rango limitado de elementos considerados de mayor importancia para la protección radiológica en el lugar de trabajo. La Comisión ha aprobado su publicación, que se hará a finales de 1997. La reunión de trabajo está preparando también un CD-ROM para facilitar la interpretación de los datos de bioensayos.

Las Publicaciones 68 y 72 dan solamente dosis efectiva comprometida y en el caso de inhalación cubren solamente la inhalación de aerosoles de $1\mu\text{m}$ y $5\mu\text{m}$ de AMAD (diámetro aerodinámico medio); tamaños de partículas por defecto para miembros del público y trabajadores respectivamente. Ahora se está desarrollando un CD-ROM que incluirá los coeficientes de dosis por inhalación para un rango de tamaño de partículas (0.001, 0.003, 0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1, 3, 5 y $10\mu\text{m}$ de AMAD), así como coeficientes de dosis por ingestión para varias fracciones de absorción, valores de f_i . Se darán las dosis equivalentes para tejidos incluyendo aquéllos con factores de ponderación específicos, w_i y dosis efectivas

para un rango de tiempos de integración (1, 7, 30 días, 1, 5, 10, 20, 30 y 45 años) junto con dosis equivalentes comprometidas y dosis efectivas comprometidas. El CD-ROM incluirá modelos biocinéticos para los elementos, así como los textos relevantes de las Publicaciones 68 y 72. Se espera que el CD-ROM esté publicado al principio de 1998 después de que se hayan realizado los controles de calidad.

Una tarea a largo plazo para INDOS y DOCAL es la revisión completa de las Publicaciones 30 y 54. El objetivo es una revisión de los modelos biocinéticos y dosimétricos usados para trabajadores adultos, y dar la información en un único documento, que sea apropiado para dosimetría y para interpretaciones de bioensayos, mejor que en documentos separados como en la actualidad. El trabajo en esta revisión se llevará a cabo hasta el final del presente Comité, y no se espera su publicación hasta al menos dentro de cuatro años. En este tiempo, INDOS preparará un Documento Técnico, en colaboración con European Late Effects Project Group (EULEP) y European Radiation Dosimetry Group (EURADOS) que nos dará una guía práctica en la aplicación del Modelo Humano del Tracto Respiratorio [10] para materiales específicos y circunstancias de exposición. El informe incluirá ejemplos de cálculos de dosis para radionucleidos en residuos industriales, basados en datos humanos anuales, y será un preámbulo esencial para la revisión de la Publicación 30.

Coefficientes de dosis para el embrión, feto y recién nacido

Está en preparación un informe que dará coeficientes de dosis para el embrión y el feto como consecuencia de la ingesta de radionucleidos por la madre. Incluirá datos de los 31 elementos dados en las Publicaciones 56, 67, 69, y 71 (Tabla) y será aplicable a miembros del público y a trabajadores. En el desarrollo de modelos biocinéticos, se han utilizado tres aproximaciones. Se han dado modelos específicos de aquellos elementos de los que se disponía de suficiente información. Esto es, por ejemplo, agua tritiada, cesio, yodo y alcalinotérreos. Para aquellos de los que se disponía sólo de información limitada, se ha utilizado un modelo genérico basado en información para concentraciones relativas de radionúclidos en los tejidos fetal y materno obtenidos principalmente de estudios en animales. Como parte del desarrollo necesario para este informe DOCAL se están desarrollando modelos que permitirán el cálculo de dosis, en los tejidos embrionario y fetal, relativas a radionúclidos depositados en los tejidos del embrión/feto, en la placenta o en la madre. Para dar datos que puedan utilizarse para un rango de posibles escenarios de ingestión, se darán coeficientes de dosis para incorporaciones agudas y crónicas de la madre en varios momentos, antes de la concepción o durante el embarazo. Los coeficientes de dosis por ingestión se darán para un rango de posibles valores de f_i , mientras que los coeficientes de dosis por inhalación se

Resumen de Publicaciones sobre Coeficientes de Dosis para Miembros del Público y Trabajadores por Incorporación de Radionucleidos						
COEFICIENTES DE DOSIS (Sv Bq ⁻¹)						
	PUBLICO ^a					TRABA- DORES
Publicación ICRP	56 ^b	67 ^c	69 ^d	71 ^e	72 ^f	68 ^g
Parte de la publicación ICRP	1	2	3	4	5	na
Coeficiente de dosis por ingestión	+	+	+	-	+	+
Modelo para el tracto gastrointestinal ^h	30	30	30	30	30	30
Coeficientes de dosis por inhalación	+	-	-	+	+	+
Modelo para el tracto respiratorio ^h	30	na	na	66	66	66
Factores de ponderación de los tejidos ^h	26	60	60	60	60	60

^a Coeficientes de dosis por grupos de edad (3 meses, 1-, 5-, 10- y 15-años y adultos).
^b Para los radioisótopos de H, C, Sr, Zr, Nb, Ru, I, Cs, Ce, Pu, Am y Np.
^c Para los radioisótopos de S, Co, Ni, Zn, Mo, Tc, Ag, Te, Ba, Pb, Po y Ra (actualización de modelos para Sr, Pu, Am, Np).
^d Para los radioisótopos de Fe, Sb, Se, Th y U.
^e Para los radioisótopos de los elementos de las partes 1, 2 y 3, más Ca y Cm.
^f Recopilación de los coeficientes de dosis para radionucleidos de las partes 1-4, más radionucleidos de 60 elementos adicionales de la Publicación 30.
^g Coeficientes de dosis para elementos/radionucleidos de la Publicación 72.
^h Número de la Publicación ICRP.
[±] Coeficientes de dosis dadas/no dadas en el informe.
 na no aplicable.

darán para aerosoles de 1 y 5 µm de AMAD.

Para exposiciones agudas, la ingestión de radionúclidos tendrá que producirse al comienzo de las semanas 1, 5, 10, 15, 25 y 35 del embarazo y a los 6 meses y 2 años y medio antes de la concepción. Para exposiciones crónicas, la ingestión

tendrá que producirse durante el año del embarazo, comenzando a partir de la concepción y por 1 año o 5 años antes de la concepción. Este rango de escenarios de ingestión conllevaría dosis para la descendencia que se calcularían para cualquier modelo de ingestión por la madre. Las dosis equivalentes para la fecha del nacimiento se darán para el

cerebro a partir de las 8 -15 semanas de gestación, y para el tejido que haya recibido la mayor dosis. La dosis efectiva en el momento del nacimiento se dará también usando los valores de w_i recomendados por ICRP en la Publicación 60. Aunque estos valores no son estrictamente apropiados para exposiciones en útero, se han utilizado cuando no se disponía de factores de ponderación alternativos, y el cálculo de dosis efectiva da una cantidad útil para comparación con las dosis para el adulto de referencia. Se darán también las dosis efectivas (para 70 años de edad) recibidas después del nacimiento, junto con la dosis efectiva total comprometida (antes y después del nacimiento) recibida por la descendencia. Se espera que el informe esté listo para su publicación a finales de 1998.

Se tienen que desarrollar modelos para la transferencia de radionucleidos a la leche materna, y para permitir el cálculo de coeficientes de dosis por ingestión por la descendencia. El obtener los coeficientes de dosis para la descendencia puede tener un impacto potencial en las recomendaciones para los niveles máximos de radionúclidos en los productos comestibles. El programa de trabajo incluye: fijar la transferencia de radionúclidos a la leche materna como consecuencia de la incorporación por la madre; determinar los valores de f , para la ingestión por el recién nacido de radionúclidos en la leche (los valores apropiados de f , pueden ser mayores que aquéllos adoptados para niños de 3 meses ya que es conocido que la fracción de absorción cae rápidamente en las primeras semanas y meses de

vida); y el cálculo de los coeficientes de dosis para la transferencia, a través de la leche materna, al recién nacido.

Modelo dosimétrico para el tracto alimentario humano

Se ha creado un Grupo de Trabajo bajo la Presidencia de Henri Métivier para desarrollar un nuevo modelo de Tracto Alimentario Humano (TAH). El programa de trabajo incluye: definición de las regiones anatómicas necesarias para dosimetría; revisión y evaluación de la información relacionada con la edad en el movimiento de materiales a través del tracto alimentario, incluyendo la boca y el esófago; la posible retención en la pared intestinal y absorción por diferentes regiones; establecimiento de parámetros de referencia para los parámetros biocinéticos y anatómicos a varias edades; y consideraciones de las incertidumbres en los cálculos de dosis.

Coefficientes de dosis para radiación externa

El Comité discutió la validez de los coeficientes de dosis para radiación externa por materiales radiactivos en el aire y en el terreno. Existen una serie de datos; éstos están principalmente en forma de informes nacionales o, en el caso de partículas β , en informes de la Comisión Internacional de Unidades y Medidas de Radiación (ICRU). El Comité

consideró que sería útil para ICRP dar recomendaciones y, puesto que muchos de los datos ya existen, se podría hacer sin un gran esfuerzo adicional y en un periodo de tiempo razonable. Se estuvo de acuerdo en que los coeficientes de conversión para fotones y electrones se solicitaron para inmersión en aire en una nube semiinfinita, y para depósitos en la superficie del terreno y a determinadas profundidades. El Comité no desea entrar en discusión sobre recomendaciones para la distribución de radionúclidos con la profundidad del terreno, de forma que la intención es presentar coeficientes de conversión para determinadas profundidades y así posibilitar al usuario la selección de los valores apropiados o combinaciones de valores.

Se propuso (y se acordó por la Comisión) que se crease un Grupo de Trabajo (EXDOS) bajo la Presidencia de Herwig Paretzke para preparar un informe de dosis efectiva y en órganos debida a radiación externa por fotones emitidos por radionucleidos en aire y en el terreno. Se espera que el trabajo esté finalizado dentro de aproximadamente 18 meses.

Fiabilidad de los coeficientes de dosis externa

Miembros del Comité han participado en el Grupo de Trabajo conjunto ICRP/ICRU sobre coeficientes de conversión para su utilización en protección radiológica contra la radiación externa (publicación 74 de ICRP, publicación 57 de ICRU) [11, 12]. Se consi-

deró la pregunta sobre si el Comité debería considerar la fiabilidad de estos coeficientes de conversión. En términos cualitativos, los datos para los fotones eran más fiables que para los neutrones, quizás a causa de las diferentes propuestas efectuadas para agrupar los neutrones en bandas de energía. Las principales preguntas son:

- Cuál es la fiabilidad de los códigos de Monte Carlo, los datos físicos y los fantomas.
- Cuál es la variabilidad de los coeficientes de dosis debida a los diferentes tamaños y masas de los individuos y a las diferencias específicas debidas al género y la edad.
- Los coeficientes de conversión calculados para las geometrías estándar (AP, PA, LAT, ROT, ISO) son suficientes para describir todas las condiciones de irradiación.

En la Acción Concertada de la Comunidad Europea por EURADOS se está trabajando sobre estos asuntos. Se decidió que, más bien que iniciar el trabajo en el Comité, el presidente de EURADOS debería contribuir en el trabajo de EXDOS para asesorar sobre estos problemas. Sin embargo, se consideró que la cuestión sobre irradiación parcial del organismo merecía una atención más urgente y por ello se asignó a EXDOS su atención preferente.

También se consideró un cierto número de asuntos dosimétricos que han surgido durante la preparación de la publi-

cación 74 de la ICRP, incluyendo el diferente tratamiento para los tejidos "restantes" en el cálculo de la dosis efectiva para radiación externa y para la procedente de los radionucleidos incorporados, así como los factores de ponderación de la radiación, W_R . El Comité estuvo de acuerdo en que éste y otros asuntos eran importantes y deberían mantenerse en revisión.

Otros asuntos

El Comité mantiene en revisión una serie de asuntos que son relevantes para su trabajo.

Dosis debidas a los radionucleidos que se depositan en los huesos

Un Grupo de Trabajo participe en el Comité 1 (que cubre los efectos de la radiación) está revisando la información sobre el cálculo de dosis debida a los radionucleidos que se depositan en los huesos. Para el esqueleto, las dosis se calculan actualmente para las células que se encuentran en los 10 μm del endotelio de la superficie de los huesos. Recientemente, se ha obtenido información que indica que las células sensibles para la inducción de tumores óseos están presentes no solamente en la superficie endotelial de los huesos, sino también en la médula ósea y en la matriz del hueso. Se están revisando estos datos en el contexto de los datos experimentales y epidemiológicos sobre la inducción de tumores óseos. El interés está centrado

en la información sobre la localización de las células sensibles en el esqueleto para el cálculo de dosis y la estimación del riesgo.

Fiabilidad de los coeficientes de dosis

Se está preparando un documento sobre la fiabilidad de los coeficientes de dosis para el público. El interés está centrado en la revisión de los valores de los parámetros utilizados en los modelos dosimétricos y biocinéticos para un determinado rango de elementos y en el examen de cómo las incertidumbres en los modelos influyen en la fiabilidad de las estimaciones puntuales de la dosis efectiva comprometida y, en consecuencia, del detrimento de la radiación. El informe examinará "inter alia" la variabilidad en los estudios humanos, las dificultades para extrapolar los resultados de los experimentos con animales al hombre y la relevancia de los estudios de solubilidad in vitro. El enfoque del informe está dirigido a examinar cómo influyen en la dosis efectiva las incertidumbres en los modelos dosimétricos y biocinéticos para ingestión, inhalación y actividad sistémica. También considerará las incertidumbres en el desarrollo de los coeficientes de dosis para el embrión y el feto e identificará áreas de trabajo futuras.

Fantomas

El fantoma utilizado actualmente para los cálculos de dosis es el MIRD que

representa al organismo como un conjunto de formas geométricas. DOCAL está considerando la cuestión de desarrollar fantasmas más reales para los cálculos de dosis basados, bien sobre fantasmas voxel derivados de datos procedentes de figuraciones médicas, o fantasmas matemáticos mejorados y desarrollados utilizando procedimientos constructores con geometrías sólidas. Estos cubrirían un rango de edades y tendrían mayor flexibilidad de utilización. En especial, si se identifican con órganos adicionales para los que sea necesario cálculo de dosis, podrían ser incorporados fácilmente en el fantoma. Se piensa que se tardará algunos años en disponer de una familia de fantasmas de referencia.

Monitoreo de heridas

Hasta la fecha, la IRCP no ha asesorado sobre la interpretación de los datos del monitoreo de heridas consecuentes a accidentes que implican radionucleidos. Los modelos biocinéticos que se han desarrollado para varios radionucleidos son, sin embargo, aplicables a los compuestos solubles; de cualquier depósito en las heridas, que entran en la circulación sanguínea. El Comité 2 ha considerado la necesidad de dar asesoramiento sobre las dosis procedentes del material depositado en las heridas. El Comité Nacional de Estados Unidos sobre Protección Radiológica y Medidas (NCRP) ha establecido recientemente un Comité para revisar el problema de la contaminación de heri-

das. La ICRP, por ahora, seguirá el trabajo de este Comité.

Radón

El modelo de tracto respiratorio humano no es fácilmente aplicable, en la actualidad, a la dosimetría y estimación del riesgo para exposiciones al radón y sus productos de desintegración. Los temas son complejos e influenciados por los valores de referencia adoptados para el depósito y eliminación en el sistema respiratorio, así como por los factores de ponderación de la radiación, W_R para irradiación por partículas alfa de los pulmones y la dosis y el factor de eficacia de la tasa de dosis (DDREF). En la actualidad, los límites de exposición del radón recomendados por la ICRP¹³ están basados en las relaciones dosis-respuesta procedentes de estudios epidemiológicos. Los Comités 1 y 2 están revisando los planteamientos dosimétricos y epidemiológicos para estimar las consecuencias de exposición al radón con la finalidad de armonizar los dos planteamientos.

REFERENCIAS

1. ICRP. Age-dependent Dose to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 1. ICRP Publication 56. Ann. ICRP, 20, No.2 (1989).
2. ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 2, Ingestion Dose Coefficients. ICRP Publication 67. Ann. ICRP, 23, Nos. 3/4 (1993).
3. ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 3, Ingestion Dose Coefficients. ICRP Publication 69. Ann. ICRP, 25, No.1 (1995).
4. ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 4, Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 71. Ann. ICRP, 25, Nos. 3/4 (1995).
5. ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5, Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients. ICRP Publication 72. Ann. ICRP, 26, No.1 (1996).
6. IAEA. International Basic Safety Standards for Protection against Ionising Radiation and for the Safety of Radioactive Sources. Jointly sponsored by FAO, IAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO, WHO, IAEA Safety Series No.115 (1996).
7. EU. Council Directive of the European Union Laying Down the Basic Safety Standards for the Protection of the Health of Workers and the General Public Against the Dangers Arising from Ionizing Radiation (1996).
8. ICRP. Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 68. Ann. ICRP, 24, No.9 (1994).
9. ICRP. Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers: Design and

- Interpretation. ICRP Publication 54. Ann. ICRP, 19, Nos.1-3 (1988).
10. ICRP. Human respiratory tract model for radiological protection. ICRP Publication 66. Ann. ICRP, 24, Nos. 3/4 (1995).
11. ICRP. Conversion coefficients for use in radiological protection against external radiation. ICRP Publication 74. Ann. ICRP, 26, Nos. 3/4 (1995).
12. ICRU. Conversion coefficients for use in radiological protection against external radiation. ICRP Report 57. International Commission on Radiation Units and Measurements, Bethesda, Maryland (1997).
13. ICRP. Protection Against Radon-222 at Home and at Work. ICRP Publication 65. Ann. ICRP, 23, No.2 (1993).
14. ICRP. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30, Part 1. Ann. ICRP, 2, Nos. 3/4 (1979).
15. ICRP. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30, Part 2. Ann. ICRP, 4, Nos.3/4 (1980).
16. ICRP. Limits for Intakes of Radionuclides by Workers. ICRP Publication 30, Part 3 (including addendum to Parts 1 and 2). Ann. ICRP, 6, Nos.2/3 (1981).
17. ICRP. Annual Limits on Intake of Radionuclides by Workers Based on the 1990 Recommendations. ICRP Publication 61. Ann. ICRP, 21, No.4 (1991).
18. ICRP. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 26. Ann. ICRP, 1, No.3 (1987).
19. ICRP. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 60. Ann. ICRP, 21, Nos.1-3 (1991).





Opiniones recogidas durante la Conferencia OIEA/OMS (Sevilla)

Durante el desarrollo de los distintos foros y mesas redondas de la Conferencia Internacional sobre Bajas Dosis de Radiación, sus Efectos Biológicos y su Control Regulador, celebrada en Sevilla, se estableció un amplio debate entre los participantes sobre los fundamentos, tendencias y criterios de aplicación de las últimas recomendaciones de la ICRP-60 sobre la protección de las personas a las radiaciones ionizantes.

En los últimos días de la Conferencia, la revista **RADIOPROTECCION** quiso recoger las opiniones de personas de reconocida relevancia en el campo de la Protección Radiológica, formulando cuatro cuestiones básicas que resumen la controversia suscitada por dichas recomendaciones y las tendencias futuras de su aplicación. Estas personas fueron Roger Clarke, Presidente de ICRP, Jack Sinnaeve, Jefe de Área de Protección Radiológica-DG XII, CE, Burton G. Bennett, Secretario de UNSCEAR, y Annie Sugier, Directora Delegada de Protección del Instituto de Protección y Seguridad Nuclear de Francia (IPSN) y miembro del Comité 4 de ICRP.

En su opinión, ¿cuál es el aspecto más controvertido de la Protección Radiológica que esta Conferencia debería tratar de clarificar?

–**Roger Clarke (RC)**: Parece que las últimas técnicas en biología molecular, incluyendo FISH, demuestran inequívocamente, que la rotura doble de las cadenas del DNA que ocasiona la radiación ionizante, es diferente en naturaleza de las ocasionadas por otros agentes endógenos. Por tanto, parece que la radiación daña de forma esencialmente única y este daño se puede producir tras un único evento.

–**Jack Sinnaeve (JS)**: La Conferencia podría servir para aclarar la pregunta: en términos de dosis acumulada a lo largo de toda una vida, ¿qué es una dosis baja, 100 mSv o 300 mSv? Un consenso en estas cifras ayudaría a cerrar el debate.

–**Burton G. Bennett (BB)**: El punto más controvertido es cómo aplicar los resultados objetivos de la evaluación de riesgos a un sistema subjetivo de gestión de los mismos que sea convenientemente cauteloso y protector en relación con los beneficios que se obtienen del uso de las radiaciones y los costes empleados en prevenir las exposiciones.

La biología de la radiación muestra claramente la naturaleza del proceso que da lugar al daño radiológico que, si no se repara o si se repara con errores, puede, después de una exposición, dar lugar a efectos perjudiciales.

La epidemiología indica que hay un aumento del riesgo radiológico (muerte

por cáncer radioinducido) a partir de dosis del orden de 50-200 mSv.

La ciencia está convencida de que los riesgos persisten hasta el nivel más bajo de dosis, aunque las dificultades estadísticas no siempre permiten distinguir efectos específicos de entre los de aparición espontánea de similar naturaleza.

Incertidumbres y problemas de extrapolación hasta los niveles más bajos de dosis contribuyen a la dificultad de la gestión de riesgos a pesar de que la ciencia que subyace bajo esta evaluación de riesgos radiológicos esté bien establecida.

–**Annie Sugier (AS)**: Hasta ahora, los resultados de los experimentos llevados a cabo en las respuestas adaptativas llevan a la conclusión de que tales respuestas no son relevantes a niveles de exposición muy bajos, los cuales son más habituales en exposiciones ocupacionales y medioambientales. Los rangos para la dosis adaptativa y la dosis condicionante (challenge dose), así como las escalas de tiempo, son estrechas. Por otra parte, no todas las experiencias llevadas a cabo conducen a resultados positivos.

–**¿Cree que a partir de esta Conferencia se va a dar por cerrado el debate sobre la validez o no del modelo lineal sin umbral utilizado para estimar los riesgos de las radiaciones ionizantes?**

–**RC**: No, porque algunas personas continuarán insistiendo en ello debido a temas tales como, por ejemplo, la limpieza de terrenos contaminados. La opinión de estos grupos es que un umbral

resolvería el problema de la aceptabilidad pública y reduciría los costes asociados.

–**JS:** No, pero en el presente, la hipótesis LNT es la única utilizable con fines reguladores.

–**BB:** No se cerrará el debate si se va a él con puntos de vista preconcebidos. La firme base científica actual continuará desarrollándose a pesar de que seguirán siendo inevitables las incertidumbres. Lo más razonable es tratar de forma cautelosa a los agentes carcinogénicos como son las radiaciones ionizantes. La suposición lineal sin umbral es una base juiciosa y bien establecida para la evaluación de riesgos.

–**AS:** Probablemente no, ya que hay en marcha importantes programas en el campo de la radiobiología y se pueden esperar nuevos desarrollos en 5 ó 10 años. No obstante, se demostró la solidez de la LNT así como la importancia primaria de la epidemiología para obtener información útil respecto a los efectos de bajas dosis de radiación ionizante.

–Qué nuevo asunto cree usted que esta Conferencia va a aportar al conocimiento actual de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes?

–**RC:** En primer lugar, el tema al que he aludido en la primera pregunta. La radiación daña al DNA. No se conoce todavía cómo da cuenta la célula de este daño (mediante su promoción, por apoptosis,...), pero existe la posibilidad de que la reparación no esté libre de errores y, por tanto, no se puede rechazar la probabilidad de que al final ese daño se convierta en un tumor.

–**JS:** Los resultados de los nuevos estudios a nivel molecular-celular, así como el tema de la susceptibilidad individual.

–**BB:** Las conferencias no aumentan el conocimiento científico, pero permiten establecer un diálogo para oír las opiniones con más aceptación. Se puede poner en cuestión nuestros puntos de vista para así verificar que son racionales y objetivos.

–**AS:** En relación con la importancia de la epidemiología, a la cual me he referido anteriormente, considero que un punto esencial es una definición clara de los criterios que se deben satisfacer para que un estudio epidemiológico en bajas dosis sea informativo (entre ellos estimaciones de dosis individuales precisas y exactas así como informaciones adecuadas en las confusiones y modificaciones de los riesgos).

–Cree usted que de la Conferencia se va a derivar una base sólida y consensuada sobre los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes y la estimación de riesgos, para mantener una deseada estabilidad de la regulación por lo menos durante los próximos 25 años?

–**RC:** No es de esperar que se produzca tal estabilidad durante un periodo de tiempo tan largo. Es de esperar que las actuales estimaciones de riesgos permanezcan estables durante al menos otros 5 años. Sin embargo, lo que sí puede cambiar es la consideración del público sobre los niveles de riesgo que son aceptables y, aún así, aunque las estimaciones de riesgos permanezcan constantes, los límites y restricciones de dosis pueden verse reducidos a

causa de mayores demandas de protección.

–**JS:** Esto dependerá principalmente de los resultados de los estudios indicados en la segunda respuesta, pero, en cualquier caso, se necesitará continuar con los estudios epidemiológicos, con más consideración sobre poblaciones expuestas a dosis fraccionadas de bajas a medias. Salvo evidencia científica inequívoca, el actual sistema regulador no se debería modificar hasta, por ejemplo, el año 2015, quince años después de que se haya transpuesto a los países miembros la Directiva de la UE sobre las Normas Básicas de Protección Radiológica.

–**BB:** En el momento presente, los resultados radiobiológicos con consistentes con las últimas estimaciones de riesgos. Los niveles de dosis para los que se observan efectos significativos están siendo empujados a la baja, lo más plausible de acuerdo con los datos actuales, es que la frecuencia de efectos aumenta con la dosis sin umbral aparente. Probablemente no exista para ningún otro tóxico ambiental una evaluación de sus efectos soportada por una base científica más firme. La continuación de estudios específicos debería conducir a la mejora del conocimiento de los mecanismos básicos y a reducir las incertidumbres de las evaluaciones de riesgos.

–**AS:** Las conclusiones expuestas por cada uno de los presidentes de los diferentes foros basadas en las presentaciones y en otras comunicaciones invitadas, representan una clara identificación de las principales opiniones consensuadas en los recientes desarrollos científicos y su pequeño impacto en el sistema regulador.



La calidad de vida aumenta con la seguridad radiológica

M. Perelló

Físico. Diplomado en Ingeniería y Seguridad Nuclear

Cumplidas ya mis “bodas de plata” con la seguridad nuclear y la protección radiológica y reflexionando sobre las ventajas del uso pacífico de la energía nuclear, tanto en el uso industrial como en la medicina nuclear, he llegado a la conclusión de que todo ese aspecto positivo es mucho mayor en la calidad de vida de las personas, si se cuida y controla que todo el uso se haga con la debida seguridad radiológica. Porque así lo creo, seguidamente se ponen varios puntos cuya reflexión lleva, fácilmente, al título de estas líneas:

1. La aplicación de la energía nuclear es mucho más antigua de lo que supone la sociedad. Lo que es más moderno es el conocimiento de que pueda hacer incluso mucho daño. Razones de interés político han “alentado” más a los científicos que presentaban sus proyectos de investigación con más posibilidades de éxito. Y eso era ofrecer a los políticos algo que podía aumentar su poder. Todo ello permitió a los científicos proseguir sus investigaciones con los medios económicos necesarios, obteniéndose los grandes éxitos, de todos conocidos, en los campos de la fisión y de la fusión. Pero enseguida resultó que los políticos hicieron evidente su uso armamentístico y su gran poder destructivo. La sorpresa de los científicos fue tanta que muchos no sólo han manifestado el arrepentimiento por su colaboración, sino que hasta han llegado a la enfermedad.

2. En el caso de las armas nucleares, la influencia del factor humano tiene dos aspectos claramente distintos: el de los *investigadores*, que tan directamente han influido en el progreso de la ciencia, y el de los *políticos*, que han utilizado los avances científicos con fines bélicos, aumentando su poder con daño, concretamente, con daño radiológico.

3. Afortunadamente, en el año 1955, un político de primerísima fila inauguró en Ginebra (Suiza) el Congreso Internacional

“Atoms For Peace”, gesto simbólico frente a la sociedad mundial, porque realmente Estados Unidos “permitió” ya en el año 1946, en su “Atomic Energy Act”, la aplicación industrial de la energía nuclear, y en 1951 ya habían conseguido la primera energía eléctrica de origen nuclear, mediante un reactor de los llamados *rápidos* (EBR-1). En aquel congreso, varios técnicos pusieron de manifiesto la necesidad de dedicar especial atención a las disciplinas de seguridad nuclear y protección radiológica, pues aunque de forma más o menos implícita se había tenido en cuenta en todos los proyectos nucleares en curso, había una parte muy importante de estas disciplinas que no había sido aún analizada con la suficiente vastedad, y que ahora resulta necesaria y del mayor interés. El “paralelismo” existente entre la energía nuclear de uso bélico y la de uso industrial es tan grande como la diferencia existente entre explotar y explotar el ingenio nuclear que se realice, pero el público generalmente opina negativamente antes de pensar en la gran diferencia existente, aunque ello suponga una pérdida importante en su *calidad de vida*.

4. Las perspectivas económicas de la industria nuclear eran grandes y esto no escapó a las multinacionales que pronto ofrecieron sus proyectos nucleares, especialmente los de producción de energía eléctrica, haciendo hincapié en su interés económico, de medio ambiente y de seguridad nuclear y protección radiológica. No obstante, los gobiernos vieron la necesidad de crear *organismos reguladores* para que, antes de conceder las autorizaciones y los oportunos permisos, se pudiera evaluar la documentación técnica presentada en apoyo de la solicitud de las mismas, fundamentalmente desde el punto de vista de la seguridad nuclear y de la protección radiológica de las personas, animales, vegetales y materiales medioambientales. Así nacieron organismos reguladores nacionales como la actual Nuclear Regulatory Commission (NRC), de Estados Unidos; la Direction de Sûreté des Installations Nucleaires (DSIN), de Fran-

cia; el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), de España; etc., y a nivel mundial el Organismo Internacional de Energía Atómica (O.I.E.A.), de Viena.

5. Con el fin de dar una idea sobre el elevado grado de responsabilidad de los organismos reguladores, seguidamente se van a citar las principales funciones del correspondiente organismo español, es decir, del Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), según su Ley de creación:

- A. Proponer la reglamentación necesaria sobre seguridad nuclear y protección radiológica.
- B. Hacer las evaluaciones técnicas necesarias para las autorizaciones previas, de construcción, de puesta en marcha, de explotación y de clausura.
- C. Inspeccionar y/o auditar las fases que conllevan las distintas etapas referidas anteriormente en B.
- D. Asesorar a las autoridades (Parlamento, Tribunal de Justicia, Gobierno, Comunidades Autónomas, etc.) que lo requieran y en particular el CSN debe participar en la elaboración de los planes de emergencia nuclear y en los de protección física de las instalaciones nucleares y radiactivas.
- E. El CSN debe informar a la opinión pública siempre que le sea solicitado por los cauces establecidos y por iniciativa propia cuando lo considere necesario.

6. Las naciones con economía suficiente y con empresas de adecuado nivel tecnológico, ponen en marcha programas nucleares, con más o menos amplitud según el "poder" de los políticos que gobiernan. Desgraciadamente, en ningún país el desarrollo de esta industria ha dependido de la seguridad radiológica, y sí del interés político del gobierno de turno. Si realmente el interés político no estuviera por encima del interés de la *seguridad* no serían explicables accidentes tan graves como el de Chernobil, donde el fallo principal, por tratarse de una violación voluntaria, fue el del operador que inhibió un sistema de seguridad existente en la instalación. Este fue un caso donde se evidenció que el operador no alcanzaba el mínimo psíquico necesario. Además, en este reactor y en el de su tipo (RBKM o grafito-agua en

ebullición), existían importantes errores técnicos e incluso en diseño, como se ha demostrado posteriormente.

7. El tiempo pasa y el accidente de Chernobil fue en 1986 y, teóricamente, la preocupación internacional por las instalaciones nucleares de los países del Este de Europa es grande, pero las acciones de los organismos internacionales (O.I.E.A.; O.C.D.E.; U.E., ...) son lentas y ante ello empieza a ser urgente la necesidad de inventar pronto el llamado "paraguas radiológico", para protegerse de las radiaciones provocadas por operadores que actúan irresponsablemente, y no perder calidad de vida viviendo en un ambiente con riesgo radiológico indebido.

8. Cuando el tipo de industria requiere un nivel tecnológico alto, y países que no lo alcanzan quieren hacer uso de ella, la diferencia se subsana con dinero, solicitando grandes garantías, incluso en horas de funcionamiento. Pero recuérdese que, si bien la falta de nivel tecnológico se puede subsanar con dinero, no es así cuando se trata del factor humano, y éste adolece de la deficiencia de no alcanzar el nivel mínimo técnico-psíquico requerido por el órgano regulador correspondiente. El gasto de dinero se puede mitigar cuando el nivel tecnológico del país crece y puede aumentarse su participación en la construcción. En España, la autorización correspondiente siempre exigió al titular una participación de la industria nacional. En el caso concreto de la última central nuclear que ha entrado en funcionamiento, esa participación fue superior al ochenta por ciento.

9. En los accidentes nucleares considerados más graves, siempre ha existido algún fallo humano importante y además la falta no parece recaer principalmente en la ausencia de conocimientos técnicos de los operadores. En el aspecto de la influencia del factor humano existen más razones psicológicas que técnicas, por ello se considera que en las instalaciones nucleares y radiactivas los accidentes más importantes tienen lugar porque el factor humano no ha superado el mínimo técnico-psíquico necesario y éste no es subsanable con dinero, como el nivel tecnológico. Evidentemente, quienes operan en este tipo de instalaciones han de superar un nivel mínimo. Para intensificar la fuerza de esta afirmación recordemos que



ya un Presidente del Organismo Regulador de los Estados Unidos (N.R.C.), en una conferencia sobre factores humanos, dijo que este factor era la clave ("key") de la seguridad nuclear y, por consiguiente, de la protección radiológica.

10. Se ha escrito mucho, y parte de ello por personas muy autorizadas, sobre la importancia del factor humano en quienes intervienen en el proyecto, en el periodo de construcción, en la duración de la explotación y en todo el proceso de clausura de las instalaciones nucleares y radiactivas. Pero no tanto sobre la importancia de dicho factor en las personas que forman los organismos que tienen la responsabilidad de controlar la seguridad nuclear, la protección radiológica y la concesión de las licencias a las personas que pueden operar las instalaciones nucleares y radiactivas (entre las que están los rayos-X). Esas instalaciones, como es bien sabido, han hecho mucho en favor de la sociedad al mejorar su calidad de vida en general y, concretamente, su salud personal. Pero estas instalaciones también encierran un mal potencial que se puede aumentar si los operadores, supervisores, jefes de servicio de protección contra las radiaciones y quienes los autorizan legalmente no superan el mínimo necesario, no sólo técnico-psíquico, sino con la deontología profesional requerida, pues los accidentes son posibles e incluso cuando técnicamente se consideran muy poco probables, y sólo la componente psíquica puede mitigar sus consecuencias.

11. Se sabe también que, por lo general, en los accidentes nucleares casi siempre ha existido algún fallo humano. Además, la causa principal no suele ser por defecto tecnológico, ni ocasionada por intervención de personal sin licencia, pese a la existencia de errores importantes de diseño. La opinión pública, con todo el respeto que merece, está altamente influenciada por el conocimiento de los efectos radiológicos desastrosos de la energía nuclear y es, por tanto, lógica la dificultad de hacer comprender al gran público las ventajas existentes en la industria nuclear, tras un riguroso análisis coste-beneficio y los estudios epidemiológicos necesarios. Por mucha información que se facilite, ésta parece siempre insuficiente, realmente lo que necesita el

público en general es tener la suficiente credibilidad en el Organismo Regulador responsable del control de la seguridad radiológica del país.

12. En todos los países donde se hace uso de la industria nuclear existe un Ente de Derecho Público en quien el Gobierno delega la responsabilidad técnico-administrativa de controlar "el bien hacer" en el emplazamiento, proyecto, construcción, explotación y clausura de las instalaciones nucleares. Algunos Organismos Reguladores conceden también los permisos o *licencias* necesarios a las personas que van a actuar como operador, supervisor o jefe del servicio de protección contra las radiaciones de tales instalaciones, tras unos exámenes técnicos y psíquicos que demuestren superar el nivel mínimo necesario.

13. Hace algún tiempo la calidad se medía por la bondad del producto. Posteriormente, se añadió la responsabilidad profesional del trabajador. Hoy día resulta imprescindible considerar también el grado de credibilidad en los organismos de control. Desgraciadamente, en el campo nuclear existen unos principios muy negativos. La opinión pública duda de las ventajas del uso pacífico de la energía nuclear, y sólo le queda la confianza en las instituciones oficiales responsables de su control. De ahí la necesidad de extremar el rigor de sus actuaciones, para que éstas no sólo lo parezcan, sino que además lo sean. Como se ha demostrado en varias encuestas, la opinión pública española es anti-nuclear, pues teme mucho a todo lo que "suena" a radiactivo, porque la ignorancia engendra temores y además no se tiene la suficiente credibilidad en las empresas y entidades responsables del "bien hacer" en la explotación y control de la industria nuclear y radiactiva.

14. A modo de conclusión se puede decir que la influencia de la seguridad radiológica en el aumento de la calidad de vida sólo es positiva si se cumple la reglamentación correspondiente, las normas específicas y, además, se tiene la credibilidad suficiente en el Organismo Regulador responsable de la vigilancia y el control de las instalaciones, pues todo país puede subsanar sus deficiencias tecnológicas con dinero, pero el factor humano no es subsanable sólo con dinero.

PREVENCIÓN DE RIESGOS DURANTE EL EMBARAZO Y EL PERIODO DE LACTANCIA

La SEPR, consciente de los riesgos psíquicos y físicos que puede tener una mujer embarazada a la que se ha sometido a una exploración o tratamiento médico con radiaciones ionizantes, sin que se le advirtiera de los riesgos que podía tener su futuro hijo, inició un proyecto, con el objetivo de prevenir la irradiación injustificada o inadvertida a la mujer embarazada y reducir los riesgos de efectos radioinducidos al embrión/ feto.

En colaboración con las Sociedades científicas de Radiología Médica (SERAM) y de Medicina Nuclear (SEMN), se elaboraron dos carteles informativos, uno para cada especialidad, ya que en Medicina Nuclear había que añadir la advertencia para el caso de la paciente en período de lactancia.

Dichos carteles fueron diseñados por Jorge Arranz, de forma altruista, y fueron realizados gracias a la aportación económica de la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo, que apoyó, desde el primer momento, esta iniciativa. A ellos, nuestro reconocimiento y agradecimiento.

Está prevista la difusión de los carteles por toda España con el objetivo de que



estén expuestos en todas las salas de espera de las instalaciones radiológicas y de Medicina Nuclear, privadas y públicas.

La SEPR se encargará de su difusión en los hospitales públicos y la SERAM y la SEMN en las clínicas o instituciones privadas.

Junto con los carteles se enviará, a todos los médicos, una información sobre los factores de riesgo de la exposición prenatal y los criterios a seguir, para facilitar el análisis antes de tomar cualquier decisión. Este informe, actualmente en fase de estudio, será



breve y sencillo y su texto estará consensuado y avalado por las tres Sociedades.

Todos los socios están invitados a participar en este proyecto y podrán solicitar a nuestra Secretaría, gratuitamente, el número de carteles que necesiten. Si se obtienen fondos suficientes de las Consejerías de Salud de las Comunidades Autónomas bilingües, se podrían realizar los carteles en otras lenguas para facilitar su difusión.

Leopoldo Arranz



LA SEPR, CANDIDATA PARA ORGANIZAR EL IRPA 11

La SEPR ha decidido presentar la candidatura para organizar el 11º Congreso Mundial de la Asociación Internacional de Protección Radiológica, en el año 2004, en Madrid.

Aunque todavía queda tiempo por delante, el comité organizador ha empezado a trabajar en este sentido. Ha elaborado un cartel de propaganda, ha establecido varios contactos con las autoridades regulatorias y municipales, ha visitado el Palacio de Exposiciones y Congresos, y está actualmente preparando una página WEB para la difusión internacional de la candidatura.

Aprovechando la reunión de la Junta Directiva de la IRPA en Barcelona (con ocasión del Congreso Regional IRPA "IV

Congreso de Protección Radiológica de Países Europeos del Mediterráneo Occidental y VII Congreso Nacional"), el Presidente de la IRPA, el Dr. K.E. Duftschmid, acompañado por el Secretario General, el Dr. Chris Huyskens, y el vocal Dr. D. David Cancio, se trasladarán a Madrid el día 28 de mayo de 1998, en compañía de D. Eduardo Sollet, Presidente de la SEPR, y del Dr. Leopoldo Arranz, Presidente del Comité Organizador. Serán recibidos por D. Juan M. Kindelán, Presidente del Consejo de Seguridad Nuclear, y el Dr. Simón Viñals, Concejal Delegado de



Sanidad y Consumo del Ayuntamiento de Madrid, para que conozcan el apoyo institucional a esta candidatura. Posteriormente, visitarán el Palacio de Exposiciones y Congresos para aportar su opinión sobre las necesidades organizativas.

Leopoldo Arranz

CALENDARIO ELECTORAL DE RENOVACIÓN DE LA JUNTA DIRECTIVA

En la Asamblea General, a celebrar el día 27 de mayo de 1998, en Barcelona, tendrá lugar la renovación de cargos de la actual Junta Directiva.

Los cargos a renovar son:

1. Vicepresidente.

2. Secretario General.
3. Tres vocales.

De acuerdo con el Art. 13 de los Estatutos de la Sociedad Española de Protección Radiológica, las candidaturas han de ser propuestas a la Junta Directiva con un mes de anticipación a la fecha anunciada para la Asamblea General, es

decir, antes del 27 de abril próximo. A partir de esta fecha, y al menos quince días antes de la citada Asamblea, la Junta Directiva comunicará a los socios las candidaturas validadas.

Las candidaturas son cerradas y su aceptación y elección están sujetas a los Art. 13 y 14 de los Estatutos.

ELECCIÓN DE LA SEDE DEL PRÓXIMO CONGRESO DE LA SEPR

La Junta Directiva ha recibido la petición de un grupo de socios de la Comunidad Canaria para la celebración del VIII Congreso de la SEPR del año 2000 en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria. Esta solicitud está sien-

do estudiada por la Junta Directiva con el fin de realizar una propuesta formal a los socios durante la próxima Asamblea General.

Se recuerda que, independientemente

de que esta candidatura sea elegida o no, la Asamblea General elegirá la sede del próximo Congreso de la SEPR y el Presidente de su Comité Organizador pasará a formar parte de la Junta Directiva como Vicepresidente del Congreso.

LA SEPR, EN INTERNET

La Sociedad Española de Protección Radiológica dispondrá, en un futuro inmediato, de un servicio de información pública en Internet. En sus páginas Web se ofrecerá amplia información genérica relativa a la propia Sociedad.

Aparecerá información actualizada de las noticias relacionadas con la SEPR y

temas técnicos de interés para todos los socios. También se reflejarán las publicaciones elaboradas y el modo de conseguirlas, así como direcciones de interés e intercambio.

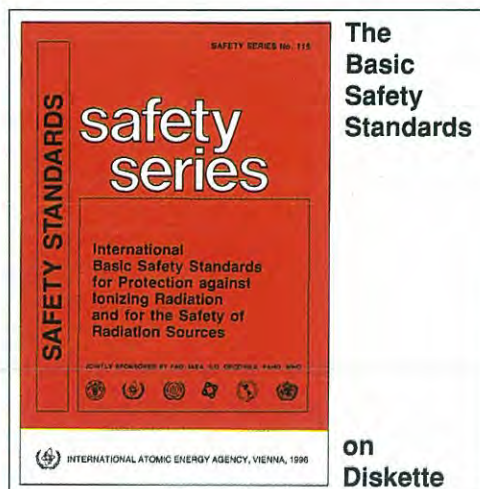
Dispondremos de varias direcciones de correo electrónico, que permitirán una comunicación más fluida entre los miembros de la SEPR.

La dirección para conectarse se dará a conocer en el Congreso de Barcelona (27-29 de mayo) y también se comunicará en el próximo número de la revista RADIOPROTECCIÓN.

Queremos animaros a utilizar este servicio de la SEPR y esperamos vuestros comentarios para la mejora de su desarrollo.

SAFETY SERIES, DISPONIBLE EN DISKETTE

La IAEA acaba de editar en diskette el nº 115 del Safety Series, "International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources". Este documento en diskette se encuentra disponible en la Secretaría de la SEPR para aquellos socios que lo soliciten.





IV CONGRESO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE PAÍSES
EUROPEOS DEL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

VII CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

BARCELONA

27-29 de mayo de 1998

DOSIMÉTRIE
DOSIMETRÍA
DOSIMETRIA



The International Radiation
Protection Association (IRPA)
Regional IRPA Congress



Société Française
de Radioprotection



Sociedad Española
de Protección Radiológica



Asociación Italiana
di Protezione contro le Radiazioni



European
Commission

Secretaría: AOPC

Edif. Colón - Av. Drassanes, 6-8, 19º 5º / E-08001 Barcelona
Tel. (34 3) 302 75 41 • Fax (34 3) 301 12 55

VII CONGRESO NACIONAL de la SEPR

	Martes 26	Miércoles 27	Jueves 28		Viernes 29	
08.00 - 09.00			Curso de refresco Brosed, A. - Madrid			
09.00 - 11.00		Acto Inaugural	S3 Dosimetría interna y efectos biológicos de las radiaciones.	S4 Técnicas dosimétricas.	S5 Dosimetría y control de calidad.	S6 Dosimetría ambiental.
		PL1 SESIÓN PLENARIA Duftschmid, K.E. IRPA President				
11.00 - 11.30		Pausa - Café Exposición Comercial	Pausa - Café Exposición Comercial		Pausa - Café Exposición Comercial	
11.30 - 13.30		PL2 SESIÓN PLENARIA Incertidumbres en Dosimetría Guibelalde, E. - Madrid Granados, C.E. - Madrid Toni, M.P. - Italia	PL3 MESA REDONDA Dosimetría de los trabajadores Amor, I. - Madrid Thezé, C. - Francia Osimani, C. - Italia		PL4 SESIÓN PLENARIA Delgado, A.- Madrid	
				Acto de Clausura		
13.30 - 15.30		Almuerzo	Almuerzo			
15.30 - 17.30	Entrega de documentaciones	S1 Dosimetría de los pacientes.	S2 Dosimetría de los trabajadores.	PI PR del público PR de los trabajadores PR del medio ambiente Formación en PR		
17.30 - 19.00		Asamblea SEPR				
	Recepción en el Palau de la Generalitat de Catalunya 20.00hrs.	Visita y recepción en la Fundació Miró 20.30hrs.	Visita y cena oficial en el Aquàrium 21.00hrs.			

PL1: SESIÓN PLENARIA: PRESENT STATE-OF-THE-ART-AND FUTURE TRENDS IN DOSIMETRY.
Duftschmid, K.E., IRPA President. Vienna. Austria.

PL2: SESIÓN PLENARIA: INCERTIDUMBRES EN DOSIMETRÍA.
Guibelalde, E., Profesor titular de Física Médica. Universidad Complutense de Madrid. España.
Granados, C.E., Madrid. España.
Toni, M.P., Instituto di Metrologia delle Radiazioni Ionizzanti, ENEA. Roma. Italia.

PL3: MESA REDONDA: DOSIMETRÍA DE LOS TRABAJADORES.
Amor, I., CSN. Madrid. España.
Thezé, C., EDF/EPN/DSRE. Saint Denis. France.
Osimani, C., CCR Ispra-AIRP. Ispra. Italia.

PL4: SESIÓN PLENARIA: NUEVAS NECESIDADES EXPERIMENTALES EN DOSIMETRÍA DE RADIACIONES.
Delgado, A., CIEMAT. Madrid. España.



INFORMACIÓN general

FECHA Y SEDE

El Congreso se celebrará del 27 al 29 de Mayo de 1998 en el Palau de Congressos de Barcelona.

PALAU DE CONGRESSOS DE BARCELONA

Av. María Cristina, s/n
E-08004 Barcelona

SECRETARIA DEL CONGRESO

Para cualquier información referente al programa científico, inscripciones, reservas de alojamiento, actos sociales y exposición comercial:

AOPC

Edif. Colón
Av. Drassanes, 6-8, 19º
E-08001 Barcelona
Tel. (34 3) 302 75 41 - Fax. (34 3) 301 12 55
e-mail: aopc@ncsa.es

IDIOMA OFICIAL

Los idiomas oficiales son Español, Francés e Italiano. Habrá traducción simultánea en todas las sesiones.

EXPOSICIÓN COMERCIAL

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

CUOTAS DE INSCRIPCIÓN

	Hasta el 31 de Marzo de 1998	A partir del 1 de Abril de 1998
1	52.000,-PTA	52.000,-PTA
2	62.000,-PTA	72.000,-PTA
3	26.000,-PTA	36.000,-PTA

1. Socios SEPR / SFRP / AIRP
2. No Socios
3. Acompañantes



Palau de Congressos,
Fira de Barcelona.

El formulario de inscripción debe enviarse a la Secretaría (AOPC) antes del 15 de Mayo de 1998. Pasada esta fecha las inscripciones se procesarán en la sede del Congreso.

LA CUOTA DE INSCRIPCIÓN PARA PARTICIPANTES INCLUYE:

- Programa final, número extraordinario de la revista *Radioprotección* y certificado de asistencia.
- Acceso a las sesiones científicas, exposición comercial y área de pósters.
- Cafés durante las pausas.
- Almuerzos de trabajo los días 27 y 28 de Mayo.
- Cena oficial del Congreso y demás actos sociales.

LA CUOTA DE INSCRIPCIÓN PARA ACOMPAÑANTES INCLUYE:

- Acceso a las áreas generales del Congreso y a la exposición comercial.
- Excursiones "Modernismo y Área Olímpica" y "Barrio Gótico y Museo Picasso".
- Cena oficial del Congreso y demás actos sociales.

CURSO DE REFRESCO

Los interesados deberán confirmar su asistencia mediante el formulario de inscripción.

- Socios SEPR / SFRP / AIRP 2.000,-PTA
- No Socios 5.000,-PTA



Claustro,
Palau de la Generalitat
de Catalunya

ACTOS sociales

Los actos sociales descritos a continuación están incluidos en las cuotas de inscripción de los participantes y acompañantes.

Recepción de bienvenida en el Palau de la Generalitat de Catalunya

- Martes, 26 de Mayo de 1998 a las 20.00 horas.

Visita y recepción en la Fundació Miró

- Miércoles, 27 de Mayo de 1998 a las 20.00 horas.

Esta recepción incluye una visita a la exposición de obras cedidas por Joan Miró, su familia y la colección de obras cedidas por Joan Prats. La exposición está formada por 217 pinturas, 153 esculturas y 9 tapices creados por Miró entre 1901 y 1981. La Fundació Miró es un magnífico edificio obra del arquitecto Josep Lluís Sert.

Visita y cena oficial en el Aquàrium de Barcelona

- Jueves, 28 de Mayo de 1998 a las 21.00 horas.

Este centro marino tiene unas dimensiones únicas en Europa, y es uno de los más importantes del mundo por su temática Mediterránea. Sus puertas se abren en exclusiva para la Cena Oficial del Congreso, con la oportunidad de recorrer a su aire este fascinante mundo submarino. La ubicación del Aquàrium dará también a conocer a los participantes un nuevo centro lúdico de la ciudad, el Port Vell que ha permitido que Barcelona esté, más que nunca, abierta al mar. Pueden adquirirse tickets adicionales al precio de 12.000,- PTA por persona en la Secretaría del Congreso.



Port Vell
de Barcelona

INFORME SOBRE LA CONFERENCIA DE BAJAS DOSIS DE RADIACIONES IONIZANTES: EFECTOS BIOLÓGICOS Y CONTROL REGULADOR

OIEA - OMS. Sevilla, 17 - 21 Noviembre, 1997

Los pasados días 17 al 21 de Noviembre se celebró en Sevilla la Conferencia Internacional sobre Bajas Dosis de Radiación, sus Efectos Biológicos y su Control Regulador, organizada por la Organización Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) en cooperación con el UNSCEAR, siendo el organizador local el Consejo de Seguridad Nuclear con la colaboración y patrocinio del CIEMAT, ENRESA, ENUSA, UNESA y la S.E.P.R. y con el apoyo del Hospital Gregorio Marañón, Universidad de Sevilla y el Servicio Andaluz de Salud.

La conferencia se configuró en una sesión de apertura, tres sesiones generales, una mesa redonda, 10 sesiones técnicas y una sesión de clausura. Agrupó a más de 500 expertos de 65 países y 5 organizaciones internacionales [OIEA, OMS, UNSCEAR, ICRP e IARC (International Agency for Research on Cancer)]. Se expusieron más de 120 carteles en la sesión de posters. Las sesiones técnicas se agruparon en tres áreas temáticas sucesivas: la investigación básica, los estudios epidemiológicos y los aspectos reguladores.

La sesión inaugural estuvo presidida por el Presidente de la Junta de Andalucía, D. Manuel Chaves, y la de clausura por el Presidente del Consejo de Segu-

ridad Nuclear, D. Juan Manuel Kindelán y contó con la asistencia del Director General de la Energía y de la Consejera de Sanidad de la Junta.

APERTURA

En la sesión de apertura, el Dr. Hans Blix, Director General del OIEA, indicó que en el desarrollo sostenible del futuro tiene cabida la energía nuclear por ser competitiva, cuidadosa con el medio ambiente y segura, pero para ello es necesario antes finalizar con las pruebas de las armas nucleares y dar un papel fundamental a la protección radiológica, que es y seguirá siendo un pilar básico de las actuaciones del OIEA.

Mencionó también que los avances en el conocimiento sobre la biología molecular y el genoma humano no necesariamente harían la vida más sencilla. A este respecto puntualizó que el tema de la susceptibilidad genética a la radiación va a crear problemas de índole ético, técnico y legal de difícil solución.

El Dr. Nakajima, Director General de la OMS, subrayó que el público necesita información veraz sobre los efectos de las bajas dosis de radiación o, de lo contrario, "los efectos de la radiación" se multiplicarán sin razón.

El presidente del Consejo de Seguridad Nuclear, D. Juan Manuel Kindelán, y presidente de la Conferencia, consideró esencial el debate sobre los resultados de la investigación sobre los efectos de las radiaciones y su necesidad, porque la comunidad internacional debe ponerse de acuerdo en dónde destinar los escasos recursos disponibles en investigación para evitar su dispersión y poder avanzar en este tipo de conocimientos.

El resto de los oradores de la sesión de apertura coincidieron en señalar que cualquier uso de la energía nuclear o de las radiaciones ionizantes, por muy seguro que sea, no será aceptado por el público si antes no se demuestra su seguridad y la protección del medio ambiente.

1ª SESIÓN GENERAL

La primera sesión general se dedicó a establecer los antecedentes conocidos sobre los efectos a la salud de las radiaciones ionizantes.

Exposición a las radiaciones ionizantes

- Las fuentes de exposición de la población a las radiaciones ioni-

zantes son fundamentalmente cuatro: el fondo radiactivo natural, la exposición ocupacional, los usos médicos de la radiación y la exposición ambiental debida a los usos artificiales de las radiaciones (energía nuclear y poso de las pruebas atómicas).

- Los valores promedios por persona y año a nivel mundial son:
 - Fondo radiactivo natural: 2,4 mSv.
 - Usos médicos: 1,1 mSv en países industrializados y 0,3 mSv en promedio mundial.
 - Ocupacional: 1,1 mSv por fuentes artificiales y 1,7 mSv por fuentes naturales.
 - Exposición ambiental: $\leq 0,01$ mSv.

Efectos en el embrión

Sobre los efectos en el embrión los datos actuales son:

- El periodo más crítico lo constituye la exposición entre la 8ª y 15ª semanas después de la concepción.
- El factor de riesgo por exposición de 1 Gy es un aumento del retraso mental en un 40% (en comparación con una frecuencia natural de fondo del 0,8%).
- El factor de riesgo por exposición de 1 Gy es la reducción en 25 a 30 puntos de la curva de coeficientes de inteligencia. No parece haber indicaciones claras de existencia de umbrales para estos efectos.

- Para la exposición entre las semanas 16ª a la 25ª, no se han observado casos de retraso mental severo para exposiciones menores de 0,5 Gy.

Factor DDREF (Factor de Eficacia de la Dosis y Tasa de Dosis)

- El valor más probable para efectos estocásticos oscila entre 2 y 3.
- Para la leucemia el valor es 2.
- Para tumores sólidos el valor es 1.
- Para el cáncer de tiroides, el valor es 3.
- Para el cáncer de mama, el valor oscila entre 1 y 3.
- Para efectos hereditarios, el valor es 3.
- Para radiaciones de alta LET no existe evidencia de la existencia de un factor DDREF lo que implica que el DDREF para estas radiaciones sería igual a la unidad.

Respuesta adaptativa

- A efectos de protección radiológica es prematuro sacar conclusiones sobre un posible efecto protector de pequeñas dosis de radiación, efecto que ha sido observado en experimentos con animales.
- Los posibles mecanismos involucrados en la respuesta adaptativa pueden ser: activación de genes y producción de enzimas, eliminación de radicales tóxicos y activación de la respuesta inmune.

Epidemiología del riesgo del cáncer radioinducido

- Primera fuente de información: Life Span Study (LSS) de los supervivientes japoneses a las bombas atómicas.
- Efectos estadísticamente significativos bien establecidos: todos los cánceres sólidos como grupo, más los cánceres de estómago, colon, hígado, pulmones, mama, ovario, vejiga, tiroides, algunas formas de cáncer de piel y leucemia, pero no para cánceres de recto, páncreas, laringe, útero, próstata, riñón, pelvis renal, linfoma y múltiple mieloma.
- DDREF igual a 2.
- Estimación del riesgo: 6% por Sv (modelo relativo constante de estimación de riesgos).
- La radiación actúa en combinación con otros agentes cancerígenos.
- Persisten a bajas dosis y tasas de dosis incertidumbres en los modelos y mecanismos de inducción.

Presentación del UNSCEAR

Programa de trabajos del UNSCEAR para el futuro:

- En fuentes naturales de exposición, el radón en viviendas.
- En la exposición ambiental por fuentes artificiales, la exposición de Chernobyl.



- En exposiciones médicas, las frecuencias de los exámenes y tratamientos médicos.
- En efectos deterministas, los efectos sobre el desarrollo fetal del cerebro y efectos tardíos en niños (alteración del crecimiento, cambios en el desarrollo, disfunciones orgánicas y retraso intelectual. Determinación de los valores críticos de dosis y su dependencia con la edad).
- En efectos estocásticos, los mecanismos de la carcinogénesis (factores iniciadores, mutaciones y los mecanismos de promoción y progresión).
- En efectos hereditarios (aunque nunca han sido observados en poblaciones expuestas, su consideración proviene de su confirmación directa por estudios en animales) la caracterización de los procesos genéticos y estudios sobre mutaciones.
- En efectos asociados a la dosis y tasa de dosis, efectos de dosis menores de 200 mGy y tasas de dosis menores de 0,1 mGy/min.

Se indicó que no hay nuevos datos que justifiquen una modificación de los actuales factores de estimación de riesgos y se va a seguir investigando sobre los mecanismos de la respuesta adaptativa y sobre los efectos combinados de la radiación y otros agentes cancerígenos.

RESÚMENES DE LAS SESIONES TÉCNICAS

Mecanismos moleculares del efecto de la radiación

En esta sesión se habló de la influencia de la inestabilidad del genoma en el proceso multietapas de aparición de un cáncer radioinducido.

¿Qué es la inestabilidad del genoma?

Se cree que el mecanismo convencional de aparición de un cáncer radioinducido se debe a mutaciones del DNA manifestadas a través de las dos primeras generaciones de células. Sin embargo, estudios en animales han evidenciado que el daño inicial de la radiación puede dar lugar también a un efecto más persistente por el que las mutaciones génicas y cromosómicas aparecen de forma aleatoria a lo largo de muchas más generaciones de células. Este es el fenómeno conocido como inestabilidad del genoma inducido por la radiación.

No hay evidencia todavía de que este fenómeno pueda contribuir a la carcinogénesis de la radiación. Por el contrario, se piensa que el cáncer radioinducido progresa por los mismos mecanismos que el cáncer de aparición espontánea. En cualquier caso no se sabe la importancia del fenómeno sobre los efectos a bajas dosis de radiación.

Otro tema tratado en esta sesión fueron los estudios de cáncer en cultivos de células en los que no hay respuesta

del sistema inmunológico que puede evitar la progresión del cáncer. Hay evidencia de que en el hombre se activa la respuesta del sistema inmunológico para cánceres de origen vírico pero no para los de origen radiológico.

Se discutió también el tipo de radicales químicos que originaban las bajas dosis de radiación. Se dijo que existía evidencia de que la doble rotura de las cadenas del DNA producida por la radiación, implicaba una complejidad química grande y por tanto resultaba más difícil de reparar que la rotura simple del DNA producida que parece ser la que con más frecuencia causan los agentes endógenos.

Finalmente se aventuraron las líneas futuras de investigación: genes y células críticas implicados en el desarrollo de los tumores radioinducidos, interrelación entre el daño al DNA, su reparación y la inducción de cáncer y la influencia de la inestabilidad del genoma en el proceso secuencial de la carcinogénesis.

Respuesta adaptativa

Se presentaron las evidencias en relación con este fenómeno y se indicó que en el proceso están implicadas algunas proteínas, pues si se inhiben la respuesta no aparece.

Se informó que en algunos cultivos de células de linfocitos, pero no en todos, se producía el fenómeno. Una

dosis previa de 1 cGy con una espera de 48 horas seguida de una dosis de 150 cGy daba lugar a la mitad de efectos que una dosis única de 150 cGy.

Los experimentos parecen indicar que existe un rango estrecho de dosis en el que aparece la respuesta adaptativa.

- Si la predosis es menor de 1 cGy no se produce la adaptación.
- Si la predosis está comprendida entre 1 y 5 cGy sí hay adaptación.
- Si la predosis es mayor de 5 cGy no se produce.

No se ha analizado cómo la respuesta adaptativa, si se confirmara su existencia, puede ser tenida en cuenta en la regulación de la protección radiológica, ni si una predosis a una población expuesta, aparte de consideraciones éticas, puede reducir el número de cánceres radioinducidos y por tanto incrementar la supervivencia. No son concluyentes todavía los experimentos con animales, por lo que no se puede decir que sirva para reducir los riesgos de las radiaciones ionizantes.

En cualquier caso, según se comentó en el coloquio, es muy difícil que para el rango de dosis del fondo radiactivo natural ó 5 ó 10 veces mayor, pueda ser tenida en cuenta la respuesta adaptativa, porque para esas dosis, cada célula del cuerpo recibiría al año en promedio el impacto de un fotón y no recibiría el otro hasta el

siguiente año y para entonces es muy probable que la misma célula ya no exista o que el tiempo transcurrido haya hecho olvidar la historia del suceso anterior y dejar sin efecto la respuesta adaptativa.

También se comentó que, aunque la radiación ocasiona mutaciones, su mayor influencia no es sobre su número, sino sobre el sistema de reparación. Se citó, por ejemplo, que los procesos oxidantes ocasionan más de 106 defectos por célula por día, de los que el sistema reparador es capaz de reducir a uno solo.

Efectos hereditarios

Los datos conocidos sobre los efectos hereditarios son:

- La tasa de mutaciones es proporcional a la dosis en el rango 50 mSv - 200 Sv.
- La tasa de mutaciones no es proporcional a la tasa de dosis.
- La tasa de mutaciones es inversamente proporcional a la capacidad de ionización de la radiación.
- El tipo principal de mutación genética radioinducida es la delección de genes (pérdida parcial de genes), en contraste con el tipo de mutaciones originada por otros agentes ambientales.

Son conocidos los efectos genéticos de la radiación desde 1927 pero sólo después de la 2ª Guerra Mundial se les empezó a dar importancia.

Las mutaciones se pueden dividir en tres clases principales, siendo su frecuencia o incidencia la siguiente:

- Mendelianas - 1,25% (ocurren en genes individuales y son predecibles por herencia).
- Cromosómicas - 0,4 %.
- Multifactoriales - 71% (tienen un componente genético pero en ellas influyen factores de otra naturaleza aparte de la radiación).

En efectos hereditarios se utiliza el concepto de Dosis Dobladora DD, que es aquella dosis necesaria para provocar en los individuos de una generación los mismos defectos que los de aparición espontánea.

Aproximadamente la DD tiene el valor de 1 Gy.

El riesgo por unidad de dosis se define como $R = P \times DD \times CM$, siendo P la incidencia natural, y CM el componente mutacional de la respuesta que viene a ser del orden del 2%.

Así, por ejemplo, el riesgo para una dosis de 0,01 Gy en las dos primeras generaciones, puesto que P tiene el valor de 710.000 por cada 106 nacimientos vivos.

$$R = (710.000/1.000.000) \times (1/0,01) \times 0,02 = 142 \text{ por millón de nacimientos para 1 cGy}$$

Es probable que la estimación actual de la Dosis Dobladora sobresti-



me en un factor 2 este riesgo así calculado.

Las líneas futuras de investigación tratarán sobre la influencia de las mutaciones inducidas por la radiación en las enfermedades de origen multifactorial, así como la contribución al riesgo de genes de diferente radiosensibilidad y la importancia de la delección de genes en los efectos hereditarios.

Epidemiología

Los estudios epidemiológicos, aunque con sus limitaciones, son la mejor fuente de información para conocer los efectos de las bajas dosis de radiación.

Estos estudios son fundamentalmente de carácter observacional y no experimental.

Hay cuatro tipos básicos de estudios:

- Ensayos clínicos. Son los únicos de tipo experimental pero no sirven para el estudio de los efectos de la radiaciones.
- Estudios de cohortes. Son de tipo prospectivo o de seguimiento posterior y requieren un gran número de personas.
- Estudios casos-contrroles. Son retrospectivos, requieren un menor número de personas pero tienen la dificultad de la reconstrucción de hechos pasados.
- Estudios ecológicos. Estudios basados en agregación de datos como los de origen geográfico.

La mejor fuente de datos para el estudio de los efectos de las radiaciones sigue siendo la cohorte de los supervivientes de las explosiones atómicas de Japón.

Los cánceres sólidos siguen mejor el modelo de respuesta lineal con la dosis y la leucemia sigue mejor el modelo lineal cuadrático.

Se han establecido con cierta precisión factores de riesgo expresados como Riesgo Relativo (RR) de muerte para una dosis de 1 Gy para los siguientes cánceres radioinducidos:

- Leucemia: 1,3 - 6,2
- Tiroides: 1,6 - 3,1
- Mama: 1,1 - 2,7
- Pulmones: 1,0 - 1,6

No hay asociación de riesgo con la radiación para la leucemia crónica linfocítica.

Los datos que está proporcionando la cohorte de Chernobyl muestran hasta ahora un incremento de la incidencia de cáncer de tiroides en niños de las zonas afectadas, pero no de leucemia.

Para radiaciones con alta LET parece existir un efecto inverso con la tasa de dosis al contrario que con las radiaciones de baja LET en el que el efecto es directo.

Salvo para la leucemia en niños, hacen falta dosis muy grandes para que el cáncer se manifieste en las personas irradiadas.

La radiación no es un agente cancerígeno muy eficaz, al contrario que la dieta, la luz del sol o el tabaco.

Según la última dosimetría de las bombas atómicas, parece que la dosis neutrónica contribuyó poco a la dosis total de los supervivientes, por lo que la mayoría de los efectos observados han sido asociados a la radiación gamma.

Hay en marcha un nuevo estudio para revisar esta dosimetría. Si la revisión confirmara que los neutrones tienen un RBE (Eficacia Biológica Relativa) menor, se podrían reducir los factores de riesgo para la radiación gamma y hasta podría existir algún umbral de dosis.

Los últimos datos sobre mortalidad por cánceres sólidos en la cohorte LSS (supervivientes japoneses) parecen indicar una respuesta supralineal en la región de las bajas dosis con riesgo no nulo en la región 0-50 mSv. La mejor estimación del umbral para estos cánceres es, por tanto, 0.

Para la leucemia, por el contrario, los riesgos están indeterminados por debajo de 200 mSv. El riesgo de leucemia puede hasta presentar un efecto protector por debajo de 200 mSv debido a las incertidumbres estadísticas de los datos.

Los supervivientes no están teniendo unas expectativas de vida superiores a las de los controles.

Las últimas estimaciones de riesgo derivadas del seguimiento del LSS confirman estimaciones anteriores, como las del ICRP de 1991.

Los estudios epidemiológicos que en la actualidad pueden representar la mejor alternativa al LSS para seguir profundizando en el conocimiento de los efectos de las radiaciones ionizantes son los de los trabajadores expuestos que coordina IARC, el de la cohorte de los trabajadores de emergencia de Chernobyl y el de la población de la zona de Mayak en Rusia.

Prácticas e Intervenciones

Un riesgo continuo de muerte para trabajadores de 1 en 100 al año se considera totalmente inaceptable. Un riesgo de 1 en 1000 al año también es inaceptable a no ser que el individuo conozca la situación, obtenga de ella un beneficio y se hayan hecho todos los esfuerzos razonables en reducir el riesgo.

Según ICRP, en general, este riesgo de muerte de 1 en 1000 al año para trabajadores puede ser considerado aceptable y es el que se ha adoptado para establecer una división entre riesgo tolerable e inaceptable.

Para público, un riesgo de 1 en 1.000.000 se considera trivial, mientras que el nivel de riesgo tolerable se situaría en un orden de magnitud mayor. Sin embargo, un riesgo involuntario de

morir de 1 en 10.000 al año no sería probablemente aceptado

Sobre la base de los factores de riesgo de ICRP, 1 mSv/año equivale a un riesgo de muerte del orden de 3 por 100.000 al año, lo que significa un riesgo para toda la vida de morir de cáncer cercano al 0,4%, lo que representa un incremento del 2% de la probabilidad natural de morir de cáncer.

El hecho significativo con las radiaciones no es que el riesgo sea o no sea aceptado por la población, es la actividad o práctica que lo provoca la que es causa de rechazo.

La consideración como prácticas de actividades que suponen la exposición a fuentes naturales debe ser investigada y desarrollada a nivel nacional; para ello se deben elaborar guías de actuación de rango internacional que sirvan de referencia.

No está claro todavía cómo regular de forma práctica las exposiciones potenciales, si restringiendo los riesgos o imponiendo requerimientos técnicos a las fuentes.

¿Cuál es la interpretación del límite de dosis al público?. Es un límite individual. Sin embargo, la actuación reguladora se centra principalmente en la fuente y por tanto la herramienta más eficaz para reducir los riesgos de la fuente es restringir la dosis al público y autorizar límites de vertidos en base a esa restricción.

El principio fundamental en que se basa la intervención es claro, evitar la aparición de efectos deterministas. La intervención se justifica entonces si proporciona más bien que mal en cuyo caso se puede proceder a optimizar su escala y forma de aplicación.

Los niveles de dosis evitada generalmente aceptados para las intervenciones son: 10 mSv para el refugio, 50 mSv para la evacuación y 100 mGy de dosis al tiroides para la profilaxis de yodo.

Para radón en viviendas los niveles ambientales recomendados para la intervención oscilan entre 200-600 Bq/m³.

Estos niveles radiológicos de intervención pueden verse alterados por decisiones de tipo político en cuyo caso pueden perder todo o parte de su valor. En todo caso, y para que la respuesta global de la emergencias sea beneficiosa, los expertos en protección radiológica deben tener capacidad de guiar la actuación de los responsables de la toma de decisiones en estas actividades.

Exposiciones crónicas

Algunos valores de dosis utilizados para definir criterios de intervención en situaciones de exposición crónica son los siguientes:

- Realojamiento según ICRP-63: Dosis de 1 Sv para toda la vida.



- Realojamiento según BSS-115 del OIEA: 30 mSv/mes y una dosis prevista para toda la vida de 1 Sv.
- Radón: 3 - 10 mSv/mes (correspondientes a una concentración en el aire de 200 - 600 Bq/m³).
- Criterio general de intervención en situaciones de exposición crónica: 10 mSv/mes.

Se destacaron las dificultades de interpretación como prácticas o intervenciones y sus niveles de dosis implicados en situaciones de exposición post-accidentes o para la exposición a fuentes naturales como el radón o para la recuperación para uso no restringido de terrenos contaminados.

Por ejemplo, ¿a qué nivel de dosis puede utilizarse un terreno previamente contaminado para que puedan volver a vivir con normalidad sus antiguos moradores?. Claramente el límite de dosis de 1 mSv/año para el público no se aplica. Y si los nuevos moradores nunca han vivido allí anteriormente, ¿aplicaría entonces el valor de 1 mSv/año y se consideraría la actividad como práctica?.

Para intentar dar respuesta a estos temas y no tener que distinguir entre prácticas o intervenciones, se presentaron dos propuestas en los siguientes términos

- *Dosis Controlable*

Es la dosis suma de las contribuciones de dosis a un mismo individuo por

varias fuentes que se puede controlar por cualquier medio. Aplicaría a la dosis recibidas por fuentes terrestres de radiación natural pero no, por ejemplo, a la radiación cósmica.

La dosis controlable depende de su magnitud, del beneficio que saca el individuo de ella y de su facilidad para ser reducida o prevenida. Dosis de cientos de mSv a Sv salvo para salvar vidas o en usos médicos son claramente inaceptables para cualquier individuo y están por tanto fuera del esquema de la dosis controlable.

Los valores más altos de dosis tolerables antes de establecer, sin ningún género de dudas, un control, están en el rango de decenas de mSv/año (10-50 mSv/año) y corresponden a un nivel de riesgo de muerte por cáncer del orden de 10⁻³.

Valores del orden de varios mSv/año, como los del fondo radiactivo natural, con un riesgo asociado de muerte de 10⁻⁴, no son de especial preocupación para la salud de las personas expuestas aunque no por ello no se deban tomar medidas para reducirlas o prevenirlas, sobre todo si las personas expuestas no obtienen de la exposición ningún beneficio.

Dosis del orden de 0,3 mSv/año son también consideradas relevantes para el control de la exposición (máxima dosis al público recomendada por ICRP para la introducción de una nueva fuente) y corresponden a un nivel de riesgo de muerte asociado del orden de 10⁻⁵.

Por último, dosis del orden de 10-30 mSv/año con un riesgo asociado de 10⁻⁶ son totalmente irrelevantes.

Con este esquema de dosis y riesgos asociados, se propuso que el límite de la dosis controlable esté en el orden de 20-30 mSv/año y sea considerado como un Nivel de Acción y no con la consideración de límite.

Si las dosis controlables están por encima de este nivel de acción, hay que actuar para reducirlas.

Si las dosis están por debajo se definirían Niveles de Investigación específicos asociados a la fuente y/o al individuo para reducir las exposiciones.

En este esquema ya no sería necesario distinguir entre prácticas e intervenciones.

- *Exposiciones crónicas*

Para exposiciones crónicas se propuso el siguiente esquema de intervención:

Dosis externas anuales de fondo mayores de 100 mSv implican la intervención bajo cualquier circunstancia.

Dosis externas anuales de fondo entre 10 y 100 mSv deben implicar una reevaluación de la situación y analizar si se requiere una intervención y el alcance de ella.

Dosis externas anuales de fondo inferiores a 10 mSv difícilmente justificarían una intervención salvo que ésta sea muy sencilla.

Mesa redonda sobre Control Regulador e Investigación Científica

En esta Mesa Redonda se trataron varios temas, según se indica a continuación:

- El conocimiento científico es útil para los reguladores pero la protección radiológica no se debe basar únicamente en eso. Los límites de dosis no dependen únicamente de los efectos de la radiación. ¿Es razonable regular con los mismos criterios y aplicar los mismos métodos y técnicas de optimización en países pobres y ricos?
- No es probable que las actuales bases de la protección radiológica vayan a cambiar en un futuro próximo dadas las incertidumbres que existen tanto en los fundamentos biológicos como epidemiológicos.
- No debería ser difícil obtener un consenso internacional para no tener que regular dosis inferiores a 10 mSv/año por su insignificancia radiológica.
- Suecia ha desarrollado un sistema de justificación de las medidas de

protección en función de los recursos necesarios para ello.

Por debajo de 5×10^6 coronas (100 millones de pesetas) se justifican las medidas de protección que tienen como resultado salvar vidas.

Por encima de 25×10^6 coronas las medidas no se justifican a no ser que concurren razones especiales.

Entre ambos valores, las medidas de protección son tanto más urgentes cuanto menor sea su coste.

- La protección radiológica debe distinguir entre un modelo basado en el nivel de conocimientos sobre los efectos de las radiaciones y otro basado en los principios generales de gestión de riesgos. El sistema regulador debe producir un conjunto de normas que estén basadas en estimaciones de riesgos, aunque la firmeza de estas estimaciones pueda ser dudosa debido a sus incertidumbres inherentes.
- Los sistemas reguladores integran no sólo juicios científicos sino también otros de no tan fácil cuantificación como los de índole social, político, industrial, etc. y cuya aplicación en decisiones de optimización pueden tener la misma importancia o más que los de protección radiológica.
- No sólo son los científicos quienes dicen a los reguladores los

riesgos que son tolerables o no. Al final, la opinión del público dicta también y de forma muy importante las decisiones de los reguladores.

- Si los avances en el conocimiento de la causalidad de los efectos de las radiaciones fueran tales que hicieran posible distinguir la huella de la radiación en el daño celular, ¿tendrían que ser distintos los límites de dosis para las personas susceptibles que los del resto de personas expuestas? ¿Sería ético permitir el trabajo con radiaciones a mujeres susceptibles con capacidad de procrear cuando fueran conocidos los efectos que pudiera causar la exposición?.
- ¿Tiene sentido aplicar el concepto de dosis colectiva cuando es utilizado para multiplicar dosis individuales muy pequeñas por un gran número de individuos expuestos para predecir del resultado un número de excesos de casos de cáncer?.

Por otro lado, si cualquier dosis, por muy pequeña que sea, posee una capacidad potencial de daño, es posible a nivel estadístico que en un gran número de personas expuestas a dosis muy pequeñas se pueda manifestar el efecto perjudicial en un número real de casos de cáncer.

Eduardo Sollet



LA DIRECTIVA 97/143/EURATOM: UN PASO ADELANTE EN LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DEL PACIENTE

El pasado 9 de Julio de 1997, se publicó en el Diario Oficial de la C.E. (nº L 180/22) la Directiva 97/143/Euratom del Consejo de 30 de Junio 1997 relativa a la protección de la salud frente a los riesgos derivados de las radiaciones ionizantes en exposiciones médicas, por la que se deroga la Directiva 84/466/Euratom.

Esta Directiva de "protección del paciente" viene a completar la reciente Directiva 96/29/Euratom sobre las normas básicas de Protección Radiológica y concierne exclusivamente al diagnóstico y tratamiento del paciente, investigaciones biomédicas, programas de cribado sanitario y procedimientos médico-legales. Esta Directiva concierne también a las personas que participan en la asistencia y confort de los pacientes que están sometidos a diagnóstico o tratamiento médico.

Entre las novedades más sobresalientes, cabe destacar:

- Se aborda el criterio de Justificación de forma exhaustiva. Tanto el prescriptor como el especialista, para evitar exposiciones innecesarias, procurarán obtener toda la información diagnóstica relevante para planificar la exposición. Si no

se pueden justificar, se deberán prohibir. Asimismo, se prestará especial atención en las exposiciones por razones médico-legales (especialmente cuando no haya un beneficio directo para la salud de la persona sometida a la exposición).

- En relación al criterio de Optimización, la Directiva propone el establecimiento de niveles de referencia en radiodiagnóstico y de la garantía de calidad, incluyendo el control de calidad y la valoración y evaluación de las dosis a pacientes o actividades radiactivas suministradas (ya publicadas en España en RD 2071/1995 y RD 1841/1997). También se hace mención a que los Estados miembros deberán asegurar que se proporcionen, a los pacientes con dosis administradas, instrucciones escritas con objeto de reducir la exposición a las personas en contacto con ellos, especialmente cuando se den de alta.
- La Directiva aborda el tema de las responsabilidades: cada país miembro deberá garantizar que cualquier exposición médica se

efectúe bajo la responsabilidad clínica de un especialista.

- En Radioterapia deberá estar implicado muy directamente un "experto en física médica" (¿tendremos que cambiar el nombre de nuestra recién estrenada especialidad?). En cambio, en Medicina Nuclear, la Directiva dice que deberá estar "disponible", y en Radiodiagnóstico, "implicado" cuando proceda, particularmente para consultas de optimización. En este sentido, la reglamentación española ha ido más allá, lo que, según expertos de la CE, es un claro ejemplo a seguir por los países miembros.
- Lo que queda claro es que "se establecerán protocolos escritos de cada tipo de práctica radiológica estándar para cada equipo", y que los Estados miembros deberán garantizar que los médicos prescriptores dispongan de recomendaciones relativas a los criterios de referencia (incluyendo dosis de radiación).
- Por fin, la Directiva indica que se debe introducir en los progra-

mas básicos de las Facultades de Medicina y Odontología, cursos de Protección Radiológica. Los Estados miembros establecerán los programas de formación adecuados y de formación continuada y reconocerán los correspondientes diplomas o certificaciones, para los médicos especialistas y para los expertos en Física Médica.

- En cuanto al equipamiento, los Estados miembros deberán tener, no sólo un inventario actualizado de las instalaciones radiológicas, sino que éstas deberán pasar las pruebas de aceptación antes de su primer uso, las pruebas de funcionamiento de forma sistemática, y después de cualquier operación importante de mantenimiento. Esto, junto con la implantación de los programas de garantía de calidad, ya está incluido en nuestra legislación. Se deberá prestar atención especial, en este sentido, a los equipos pediátricos, de cribado sanitario, a la radiología intervencionista, al TAC y a la radioterapia.
- La fluoroscopia convencional, sin intensificador de imagen, queda totalmente prohibida. Los exámenes fluoroscópicos deberán realizarse con control de tasa de dosis (salvo circunstancias excepcionales). Todos

los equipos nuevos deberán disponer, cuando sea factible, de un dispositivo que informe sobre la cantidad de radiación producida durante el proceso radiológico.

- Esta Directiva hace hincapié en la protección del embrión/feto durante el embarazo y del lactante en caso de pacientes con dosis administradas. En este sentido, la SEPR, junto con la SERAM y la SEMN, han realizado una campaña de prevención de irradiación injustificada a la embarazada o a la mujer en periodo de lactancia, en colaboración con la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo, informando a cada médico especialista y a los propios pacientes con carteles informativos.
- Hay un apartado para las exposiciones potenciales: los Estados miembros deberán garantizar todas las medidas razonables para reducir la probabilidad y la magnitud de las dosis accidentales. En este sentido, reviste gran importancia el cumplimiento de las instrucciones de trabajo y los protocolos establecidos, así como los programas de garantía de calidad, indicados en anteriores artículos.

- Por último, esta Directiva obliga a que la transposición de dichas normas se hagan por los Estados miembros antes del 13 de Mayo del año 2000, fecha en que, definitivamente, quedará derogada la anterior Directiva del paciente 84/466/Euratom.

En este sentido la UE organiza un Seminario sobre la aplicación de esta Directiva en la que se tratará sobre los problemas de su aplicación. Dicho seminario se realizará en el Salón de Actos del Ministerio de Sanidad y Consumo, el 27 de Abril de 1998, en colaboración con la Dirección General de Salud Pública y la SEPR. Participarán los Colegios de Médicos y Enfermería, la SERAM, la SEMN, la AERO, la SEFM y la AETR. Está prevista la asistencia de 300 especialistas europeos que debatirán todos los aspectos polémicos de esta Directiva para lograr un intercambio de ideas entre las entidades reguladoras de los Estados miembros, los médicos prescriptores, los médicos especialistas, los expertos en radioprotección, y los representantes de la industria y de la CE, sobre la adaptación de las legislaciones de cada país a esta Directiva.

Leopoldo Arranz



REUNIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO SOBRE RESIDUOS RADIACTIVOS DE LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA (ICRP)

En el CIEMAT del 19 al 23 de enero pasado se ha reunido un Grupo de Trabajo del Comité 4 de ICRP.

Este Grupo tiene la tarea de desarrollar un documento sobre las Recomendaciones de Protección Radiológica para ser aplicadas a la disposición final de los residuos radiactivos sólidos de vida larga.

Durante la reunión, el Grupo ha analizado los comentarios realizados por los miembros del Comité 4 después de la discusión de una primera versión en su última reunión de Oxford.

Los miembros del Grupo de Trabajo presentes han sido A. Sugier (IPSN - Francia), Presidenta del Grupo, J. Cooper (NRPB -

Reino Unido), Secretario, y A. Nies (Organismo Regulador - Alemania), M. Federline (NRC - Estados Unidos) y P. Carboneras (ENRESA - España). M. Duncan (AECB - Canadá) no pudo estar presente.



El último día de la reunión se incorporó al Grupo D. Cancio (CIEMAT), miembro a su vez del Comité 4 de ICRP.

El Grupo ha consensuado una nueva versión de las Recomendaciones que será considerada por el Comité 4 en su reunión de junio próximo.

Esta reunión se realizará también en el CIEMAT y está prevista la realización de un Seminario el viernes, día 19 de junio a las 11 horas, abierto al público interesado, donde se darán a conocer los avances en los trabajos entre los cuales se incluye el realizado por este Grupo.

CURSO SOBRE TRANSPORTE DE MATERIAL RADIACTIVO

Del 23 al 27 de marzo de 1998 ha tenido lugar el Curso sobre Transporte de Material Radiactivo, organizado por la Sociedad Española de Protección Radiológica en colaboración con el Instituto de Estudios de la Energía del CIEMAT y UNESA, y con el patrocinio del CSN, ENRESA y ENUSA.

Este curso surgió ante el interés mostrado por los profesionales implicados en cualquier fase de un transporte de material radiactivo en clarificar y profundizar

en la interpretación y aplicación práctica del actual Reglamento Nacional del Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera - TPC (Real Decreto 74/1992 de 31 de enero).

Este curso ha estado dirigido a los profesionales con responsabilidades en materia de transporte de material radiactivo perteneciente a instalaciones nucleares y radiactivas, transportistas, expedidores/receptores de mercancías, comercializadores de sustancias radiacti-

vas y empresas que desplazan equipos radiactivos.

El profesorado del curso ha constado de expertos de la Dirección General de Protección Civil, CSN, Centrales Nucleares, ENRESA, ENUSA, CIEMAT, ETSA, AdQ y Nuclear Ibérica.

El contenido del curso se ha distribuido en los siguientes módulos:

- Marco legal.

- Terminología: Materiales y tipos de bultos.
- Disposiciones administrativas.
- Garantía de Calidad.
- Salida, transporte y recepción de material radiactivo.
- Emergencias.
- Responsabilidades.
- Futura reglamentación.

El curso ha tenido un enfoque teórico-práctico, mediante la realización de ejer-

cicios y casos prácticos de situaciones reales que han debido ser analizados, resueltos y presentados por los asistentes al curso. Para ello, el primer día, los alumnos han sido distribuidos en Grupos de Trabajo y se les ha presentado un caso práctico. A cada miembro de los Grupos de Trabajo se le ha asignado una función relacionada con un transporte de material radiactivo (Organismo Regulador, Garantía de Calidad, Transportista, Expedidor/Receptor, etc.). El viernes por la mañana se

ha dedicado al análisis, resolución y presentación del caso práctico por parte de cada Grupo de Trabajo, estableciéndose a continuación un intercambio de opiniones entre alumnos y profesores y proponiendo finalmente conclusiones a cada escenario.

El curso ha tenido una gran aceptación, lo que ha motivado al Comité Organizador a trabajar en la preparación de una segunda edición para 1999, así como en la edición de un libro con los textos del curso.

ANUNCIO DE VACANTES EN EL OIEA

El Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) ha anunciado una serie de vacantes a las que pueden optar los interesados que cumplan los requisitos exigidos. Información complementaria a la que aquí se refleja, está disponible en la Secretaría de la SEPR.

<p>Título y grado del puesto Supervisor. Análisis Químicos P-4</p> <p>Dependencia orgánica Dependencia de Laboratorio Limpio Laboratorio Analítico de Salvaguardias Laboratorio del OIEA (Seibersdorf) Departamento de Investigaciones e Isótopos</p>	<p>Anuncio de vacante Núm.: 98/004 Fecha: 25 de febrero de 1998 Plazo para presentar solicitudes: 25 de junio de 1998 El candidato debe entrar en funciones el: lo antes posible Lugar de destino: Viena/Seibersdorf Tipo de contrato: duración fija Duración del contrato: tres años Código CCGO: 1.J.02.a.</p>
<p>Título y grado del puesto Ingeniero Nuclear P-4</p> <p>Dependencia orgánica Dependencia de Reactores Refrigerados por Agua Sección de Desarrollo de la Tecnología Nucleoeléctrica División de Energía Nucleoeléctrica Departamento de Energía Nuclear</p>	<p>Anuncio de vacante Núm.: 98/005 Fecha: 25 de febrero de 1998 Plazo para presentar solicitudes: 25 de junio de 1998 El candidato debe entrar en funciones el: lo antes posible Lugar de destino: Viena Tipo de contrato: duración fija Duración del contrato: tres años Código CCGO: 1.B.13</p>
<p>Título y grado del puesto Oficial superior de capacitación P-4</p> <p>Dependencia orgánica Sección de Capacitación en Salvaguardias División de Servicios Técnicos Departamento de Salvaguardias</p>	<p>Anuncio de vacante Núm.: 98/006 Fecha: 25 de febrero de 1998 Plazo para presentar solicitudes: 25 de mayo de 1998 El candidato debe entrar en funciones el: lo antes posible Lugar de destino: Viena Tipo de contrato: duración fija Duración del contrato: tres años Código CCGO: 1.A.06.g</p>
<p>Título y grado del puesto Jefe de la Dependencia del Centro de Información P-3</p> <p>Dependencia orgánica Dependencia del Centro de Información Sección de Enlace con los Usuarios de Computadoras División de Información Científica y Técnica Departamento de Energía Nuclear</p>	<p>Anuncio de vacante Núm.: 98/007 Fecha: 2 de marzo de 1998 Plazo para presentar solicitudes: 2 de julio de 1998 El candidato debe entrar en funciones el: lo antes posible Lugar de destino: Viena Tipo de contrato: duración fija Duración del contrato: tres años Código CCGO: 1.A.05.e</p>



Título y grado del puesto Evaluador de datos de salvaguardias P-3	Anuncio de vacante Núm.: 98/008 Fecha: 2 de marzo de 1998 Plazo para presentar solicitudes: 2 de julio de 1998 El candidato debe entrar en funciones el: lo antes posible Lugar de destino: Viena Tipo de contrato: duración fija Duración del contrato: tres años Código CCGO: 1.M.02.b/1.J.07
Dependencia orgánica Sección de Análisis Estadísticos División de Conceptos y Planificación Departamento de Salvaguardias	
Título y grado del puesto Oficial de compras P-4	Anuncio de vacante Núm.: 98/009 Fecha: 2 de marzo de 1998 Plazo para presentar solicitudes: 2 de junio de 1998 El candidato debe entrar en funciones el: lo antes posible Lugar de destino: Viena Tipo de contrato: duración fija Duración del contrato: tres años Código CCGO: 1.A.09.a
Dependencia orgánica Sección de Servicios de Compras División de Servicios Generales Departamento de Administración	
Título y grado del puesto Jefe de la Dependencia de Servicios para los Lectores P-4	Anuncio de vacante Núm.: 98/010 Fecha: 2 de marzo de 1998 Plazo para presentar solicitudes: 2 de junio de 1998 El candidato debe entrar en funciones el: lo antes posible Lugar de destino: Viena Tipo de contrato: duración fija Duración del contrato: tres años Código CCGO: 1.C.03.c
Dependencia orgánica Dependencia de Servicios para los Lectores Biblioteca del Centro Internacional de Viena (CIV) División de Información Científica y Técnica Departamento de Energía Nuclear	
Título y grado del puesto Químico analítico P-3	Anuncio de vacante Núm.: 98/701 Fecha: 2 de marzo de 1998 Plazo para presentar solicitudes: 2 de junio de 1998 El candidato debe entrar en funciones el: lo antes posible Lugar de destino: Viena/Seibersdorf Tipo de contrato: duración fija Duración del contrato: asistencia temporal dos años Código CCGO: 1.H.08.a/1.J.02.a
Dependencia orgánica Dependencia de Productos Agroquímicos Laboratorio de Agricultura y Biotecnología FAO/OIEA Laboratorios del Organismo Departamento de Investigaciones e Isótopos	

• FLASHES INFORMATIVOS •

■ Creación de la Asociación Uruguaya de Protección y Seguridad Radiológica (AUPROSER)

El pasado día 12 de marzo se creó la Asociación Uruguaya de Protección y Seguridad Radiológica (AUPROSER), que agrupa a profesionales de los campos de la ciencia, tecnología y derecho nuclear, tanto del sector público como privado, que desarrollan su actividad profesional ligada a la protección radiológica.

Entre sus objetivos cabe destacar los siguientes:

- Promover la elaboración de normativa y la aprobación de Tratados y Convenios Internacionales.
- Difundir entre el público la realidad de los usos de las radiaciones ionizantes y fomentar y apoyar programas de formación en protección radiológica y en otras disciplinas.
- Promover y fomentar la comunicación y cooperación entre sus miembros y con profesionales de otros países para mejorar la protección y seguridad radiológicas y difundir sus logros entre la comunidad científica, tecnológica y jurídica.
- Establecer vínculos de comunicación con otras sociedades semejantes regionales e internacionales y promover la utilización pacífica de la energía nuclear más segura y eficiente.

• FLASHES INFORMATIVOS •

La promotora de esta iniciativa que la Sociedad Española de Protección Radiológica apoya y anima con todo cariño es la **Dra. Diva E. Puig**, cuya dirección es la siguiente:

Cerrito, 507 - 2º, escalera 27
Montevideo CP 11000
URUGUAY
Fax: 598-2309 4616
e-mail: divapuig@netgate.com.uy

■ Convenio UEX-ISCTN

El día 12 de octubre de 1997, en un sencillo acto, se firmó un Convenio Internacional de Colaboración Universitaria entre la Universidad de Extremadura y el Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares de Cuba. Dicho convenio fue ratificado por el Dr. D. Fernando Guzmán Martínez, como Rector del Instituto Superior de Ciencias y Tecnología Nucleares y por el Dr. D. César Chapparro Gómez, como Rector Magnífico de la Universidad de Extremadura.

EL GRUPO IBEROAMERICANO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA ES YA UNA REALIDAD

ANTECEDENTES

El 30 de septiembre de 1996 se firmó en la ciudad de Cáceres (España) el Acta de "Constitución del Grupo Iberoamericano de Protección Radiológica" (GRIAPRA), con el objetivo de desarrollar un trabajo cooperativo y de intercambio científico entre las Sociedades de Protección Radiológica de los países de América Latina, El Caribe, España y Portugal.

- Durante los días 10, 11, y 12 de Abril de 1997 tuvo lugar en Guadalajara (México) el segundo encuentro de las Sociedades vinculadas en este proyecto. Allí se tomó, entre otros, el acuerdo de realizar, con ocasión del IV Congreso sobre Seguridad Radiológica y Nuclear (a celebrarse en La Habana entre los días 19-23 del mes de octubre de 1998), un Curso sobre criterios de Protección al Paciente y un Taller sobre Políticas Regulatorias referidas a la Protección del Paciente. Asimismo se organizaron diversos grupos de trabajo, en áreas de interés común, como, por ejemplo, la traducción al castellano del documento ICRP-73 sobre protección radiológica del paciente.



Reunión hispano-cubana en el CPHR, en La Habana (Cuba), el 14 de enero de 1998.

- Siguiendo los acuerdos de estas reuniones y tomando como referencia el Decreto que regula en la Comunidad Autónoma de Extremadura la financiación de proyectos de Cooperación al Desarrollo, se elaboró el proyecto denominado: "Cooperación y desarrollo con Iberoamérica en protección radiológica, hospitalaria y ambiental" que fue aprobado por la Junta de Extremadura en el verano de 1997, para el trienio 1997-99.

REUNIÓN TÉCNICA Nº 1

A mediados de Noviembre de 1997, con ocasión de la celebración en Sevilla de la Conferencia Internacional del OIEA sobre efectos biológicos a bajas dosis, se llevó a cabo, siguiendo los acuerdos de Guadalajara y las pautas

del proyecto de cooperación con Iberoamérica, la primera reunión de trabajo sobre Dosimetría Biológica del GRIAPRA. La reunión tuvo lugar en el Hospital Universitario "Gregorio Marañón" en Madrid unos días antes de la conferencia de Sevilla y tuvo como objetivo fundamental el poner en marcha líneas de trabajo sobre Dosimetría Biológica para ser desarrolladas

en cooperación por las instituciones representadas por los siguientes especialistas participantes: Rafael Herranz (que actuó de coordinador), Pilar Olivares, Mercedes Moreno, del Hospital Gregorio Marañón, Ana González, del Consejo de Seguridad Nuclear, Omar García, del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones (CPHR) de Cuba, Eduardo Medina, Presidente de la Sociedad Peruana de Radioprotección, en representación de Marco Espinoza, del Instituto Peruano de Energía Nuclear, Nora Nasazzi, de la Autoridad Regulatoria Nuclear de Argentina y Helena Gonçalves de la Universidad de Coimbra de Portugal. Participaron también Eduardo Sollet, como presidente de la Sociedad Española de Protección Radiológica, organizadora de la Reunión, y David Cancio, como miembro de su Junta Directiva.

Libro Radioprotección nº 68 de la Comisión Europea "Radioprotección para el transporte de sustancias radiactivas"

ISBN 92-826-7527-0

Luxemburgo, 1997



Entre las actividades encomendadas a la DG XI de la UE, en materia de Protección Radiológica, destaca la organización de seminarios informativos y de formación. Uno de los resultados obtenidos de estos seminarios es la elaboración de material didáctico e informativo para los trabajadores y el público en general.

En relación al transporte de sustancias radiactivas, la Comisión Europea ha editado en 1997 la publicación Radioprotección nº 68 "Radioprotección para el transporte de sustancias radiactivas".

Este documento ha sido elaborado por el Dr. R.M. Guest, profesor del Suffolk College (UK) y especialista en protección radiológica, en estrecha colaboración con

expertos en la materia. Previamente a su edición se realizaron pruebas con grupos restringidos de trabajadores del transporte, que mostraron su utilidad, y fue revisado por el Grupo de Transporte permanente sobre el transporte seguro de materiales radiactivos y el Grupo de Expertos Científicos, establecidos con arreglo al artículo 31 del Tratado Euratom.

Esta publicación consta de 17 capítulos, cubriendo aspectos generales de protección radiológica: definición de radiactividad, propiedades, aplicaciones, efectos biológicos, noción del riesgo, magnitudes y unidades, principios y normas de radioprotección. Específicamente, y en relación al transporte, los capítulos son:

- Fundamentos de protección en operaciones de transporte.
- Aspectos prácticos de transporte y almacenamiento.
- Responsabilidades.
- Accidentes, emergencias y asesoramiento.

Este documento está diseñado para el estudio autodidacta, práctico y flexible, como introducción a un curso sobre la materia.

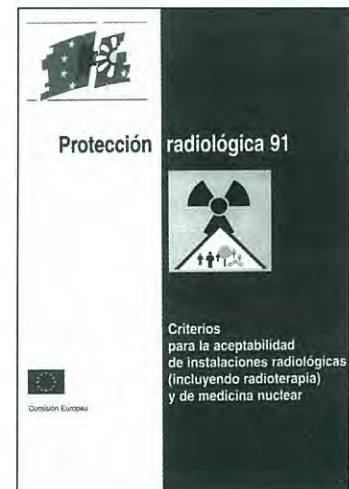
Para cada capítulo se establece cuáles son los objetivos a alcanzar con su estudio, se recogen ejercicios a realizar y preguntas de autocontrol, se reseña la información considerada de importancia, así como la documentación de referencia y la presentación de casos-estudios para su resolución. Para ello se sirve de símbolos de identificación que permiten sacarle el máximo partido al manual.

Teniendo en cuenta su contenido y alcance, este documento de formación se ha entregado a los alumnos del Curso sobre Transporte de Material Radiactivo (CIEMAT, 23 a 27 de marzo de 1998), organizado por la Sociedad Española de Protección Radiológica en colaboración con el Instituto de Estudios de la Energía del CIEMAT y UNESA.

Protección Radiológica 91: Criterios de aceptabilidad de instalaciones radiológicas (incluyendo radioterapia) y de medicina nuclear

ISBN 92-828-1138-7

Luxemburgo 1997



Esta publicación forma parte de una serie de guías técnicas sobre diferentes materias desarrolladas para facilitar la aplicación de la Directiva sobre exposiciones médicas. Tanto la Directiva 96/29/EURATOM, como la 97/43/EURATOM, exigen que los estados miembros establezcan criterios de aceptabilidad de las instalacio-

nes radiológicas (incluidas las de radioterapia) y de las instalaciones de Medicina Nuclear, y el objetivo de esta publicación es especificar normas mínimas de funcionamiento y presentar criterios, que deben considerarse como "niveles de intervención". Se hace especial hincapié en que los criterios propuestos no han de emplearse

como valores recomendados con fines de control de calidad.

Se describen los parámetros físicos con tolerancias de las instalaciones de radiodiagnóstico general, dedicando capítulos específicos con criterios adicionales a radioscopia, tomografía convencional y

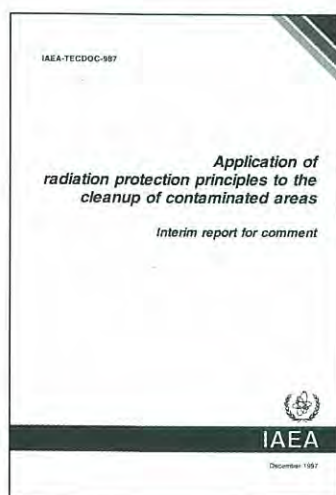
computerizada, así como a radiología dental. En el caso especial de mamografía se ofrece un resumen del informe sobre las Recomendaciones Europeas para la Garantía de Calidad en el Screening Mamográfico. Los capítulos finales se refieren a los criterios sobre instalaciones de Radioterapia y Medicina Nuclear.

Application of radiation protection principles to the cleanup of contaminated areas.

IAEA-TECDOC-987

(Interim report for comments)

December 1997



de ser sometidas a acciones de "limpieza" con vistas a su restauración. El propósito principal del informe es establecer principios radiológicos aplicables en la toma de decisión sobre restauración de áreas contaminadas y proporcionar guías sobre como aplicar los criterios radiológicos a tales situaciones, teniendo en cuenta las recomendaciones existentes del ICRP y del OIEA. Específicamente, el informe tiene como finalidad recomendar rangos de valores numéricos aplicables de manera general, aunque los criterios de restauración que se desarrollan requieren optimizar la protección radiológica.

Las situaciones de contaminación que el informe afronta son las producidas como resultado de actividades humanas y las fuentes consideradas como potenciales objetivos de restauración incluyen tanto áreas terrestres como aguas subterráneas y sedimentos de ríos, lagos y zonas marinas.

Las medidas o acciones remediales consideradas son aquéllas que se diri-

gen a reducir la exposición bien mediante descontaminación o bien mediante el aislamiento o inmovilización de la contaminación. Sin embargo las acciones directamente aplicables a las personas, tales como la reubicación, están excluidas del alcance del informe. Asimismo, aunque en la publicación se discuten factores importantes en el proceso de decisión sobre restauración tales como los económicos, sociales y políticos, el énfasis se pone en los factores radiológicos a considerar en el proceso.

Además de los capítulos conceptuales, de criterios y de recomendación de valores genéricos, el informe presenta varios Apéndices que ilustran, sobre una variedad de ejemplos de situaciones de contaminación, los diferentes factores que han de ser considerados en la justificación y optimización de las acciones de remedio y las consideraciones que afectan a la definición de las condiciones para la "vuelta a la normalidad".

El informe con referencia IAEA-TECDOC-987 y aún en estado de recepción de comentarios, está dirigido a las situaciones de contaminación susceptibles

CONGRESOS Y REUNIONES

• TOP SAFE 98

Valencia, 15-17 Abril 1998
Servicios Empresariales Asociados, S.L. Castelló 46. 28001 Madrid. Tel: 91 576 38 16. Fax: 91 576 62 85.
E-mail: IBM08807@globalnet.es

• RADIATION PROTECTION TRAINING COURSE 98

Londres, 20-24 Abril 1998
Jane Warman. RPTC Secretary. Physics Department. Royal Marsden NHS Trust. Fulham Road. London SW3 6JJ. Tel: 0171 352 8171. Fax: 0171 349 0059.
E-mail: s.evans@icr.ac.uk

• IV CONGRESO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE PAÍSES EUROPEOS DEL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL.

VII CONGRESO DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA
Barcelona, 27-29 Mayo 1998
AOPC. Edif. Colón. Av. Drassanes 6-8, 19°. 08001 Barcelona. Tel: 93 302 75 41. Fax: 93 301 12 12 55.

• 2ND INTERNATIONAL CONFERENCE LONG-TERM HEALTH CONSEQUENCES OF THE CHERNOBYL DISASTER

Kiev, Ucrania, 1-6 Junio 1998
53, Melnikov Str. Kiev 254050 Ukraine. Tel: 380 44 431 9839. Fax: 380 44 431 9794.
E-mail: bazyka@inin.freene.kiev.ua

• INTERNATIONAL CONFERENCE ON COSMIC RADIATION AND AIR CREW EXPOSURE. IMPLEMENTATION OF EUROPEAN REQUIREMENTS IN CIVIL AVIATION

Dublín, 1-3 Julio 1998
Marie Kelly. Radiological Protection Institute Of Ireland. 3 Clonskeagh Square. Clonskeagh Road. Dublin 14. Ireland. Tel: 353 1 269 7766. Fax: 353 1 283 0638.
E-mail: marie@rpii.ie

• INTERNATIONAL CONFERENCE ON TOPICAL ISSUES IN NUCLEAR, RADIATION AND RADIOACTIVE WASTE SAFETY

Viena, 31 Agosto-4 Septiembre 1998
IAEA-CN-73. Wagramerstrasse 5. P.O. Box 100. A-1400 Vienna.

Asutria. Tel: 43 1 20600. Fax: 43 1 20607.

E-mail: official.mail@iaea.org

• POST - EMERGENCY RESPONSE ISSUES CONFERENCE

Washington, 9-11 Septiembre 1998
Sarah Wallis. SciComm, Incorporated 7735 Old Georgetown Road Bethesda, MD 20814. Te: 301 652 1950. Fax: 301 652 7001.
E-mail: EPAConference@sci-comm.com

• INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE SAFETY OF RADIATION SOURCES AND THE SECURITY OF RADIOACTIVE MATERIALS

Dijon, Francia, 14-18 Septiembre 1998
IAEA-CN-70. Wagramerstrasse 5, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria. Tel: 43 1 20600. Fax: 43 1 20607.
E-mail: official.mail@iaea.org. Acreditaciones, dirigirse a: Francisca García López. CIEMAT. Edificio 1. Avda. Complutense 22. 28040 Madrid.

• FIRST EC/ ISDE WORKSHOP ON OCCUPATIONAL

EXPOSURE AT NUCLEAR POWER PLANTS

Malmoe, Suecia, 16-18 Septiembre 1998
J. M. Willemenot, Comisión Europea, DG XI. Tel: 352 43 0136 358. Fax: 352 43 103 6280.
E-mail: jean-marc.willemenor@DG11.cec.be

• IV CONGRESO REGIONAL IRPA SEGURIDAD RADIOLÓGICA Y NUCLEAR

La Habana, Cuba, 19-23 Octubre 1998
Rosario Gil Portela. Emma Proenza Suarez. Agencia de Energía Nuclear. Calle 20. N° 4109, 18A y 47. Miramar. Ciudad de La Habana, Cuba. Tel: 537 22 2524. Fax: 537 24 1188.
E-mail: cien@ceniai.cu

• IRPA 10. THE 10TH INTERNATIONAL CONGRESS OF THE INTERNATIONAL RADIATION PROTECTION ASSOCIATION

Hiroshima, Japón, 14-19 Mayo 2000
Japan Convention Services, Inc. Nippon Press Center Bldg. 2-2-1, Uchisawai-cho, Chiyoda-ku. Tokyo 100, Japan. Tel: 81 3 3508 1214. Fax: 81 3 3508 0820.
E-mail: irpa10@convention.jp

Durante los días **13, 14 y 15** del próximo mes de **noviembre**, la SEFM, en colaboración con la SEPR, tiene previsto celebrar en Madrid un curso sobre

“Control de Calidad de la Instrumentación en Medicina Nuclear”,

coordinado por Pilar López Franco, Marina Téllez y Natividad Ferrer.

Las clases teóricas se celebrarán en el Hospital de La Princesa y las clases prácticas se impartirán en distintos hospitales.

Próximamente, se enviará a todos los socios información más detallada.

EAS
Top Sponsered

EUROPEAN NUCLEAR SOCIETY



SOCIEDAD NUCLEAR ESPAÑOLA

Valencia, Spain, 15-17 April, 1998

ADVANCE PROGRAMME

	TUESDAY, April 14 1998	WEDNESDAY, April 15 1998	THURSDAY, April 16 1998	FRIDAY, April 17 1998
9,00 h	REGISTRATION		PLENARY SESSION 1 Management of Safety and Quality	
9,30 h	OPENING CEREMONY			PLENARY SESSION 2 Looking Forward to Operational Excellence. A Culture Change
10,30 h	EXHIBITION OPENING		COFFEE BREAK	
11,00 h	COFFEE BREAK			COFFEE BREAK
11,30 h	<ul style="list-style-type: none"> PSA Implementation & Applications (1) Safety Culture & Self Assessment (1) DBA Evolution & Emergency Planning (1) RPV & RPV Internals Management Evolution of Radiological Protection Regulation 	POSTER SESSION 1 SPECIAL POSTER SESSION	<ul style="list-style-type: none"> Safety Issues on Advanced Fuel Shutdown Safety Current Issues in Safety Regulations (1) R&D on Accident Phenomenology (1) Cracking, Fatigue & E/C Assessments Decontamination and Waste Treatment Techniques 	POSTER SESSION 2 SPECIAL POSTER SESSION
13,00 h	LUNCH BREAK		LUNCH BREAK	LUNCH BREAK
15,00 h	<ul style="list-style-type: none"> PSA Implementation & Applications (2) Safety Culture & Self Assessment (2) DBA Evolution & Emergency Planning (2) Digital Technology Radiation Dose Reduction Programmes Source Term 	POSTER SESSION 1 SPECIAL POSTER SESSION	<ul style="list-style-type: none"> Human Factors & Safety Performance Operational Experience Feedback (1) Current Issues in Safety Regulations (2) Severe Accident Management (1) Ageing Effects (1) DBA Evolution & Emergency Planning (3) 	POSTER SESSION 2 SPECIAL POSTER SESSION
16,30 h	REGISTRATION	COFFEE BREAK	COFFEE BREAK	COFFEE BREAK
17,00 h	SPECIAL SESSION 1 Evolution of Mechanisms to Improve Safety. New Concepts		SPECIAL SESSION 2 Usefulness of Operating Experience Feedback Programmes	CLOSING CEREMONY
18,30 h	RECEPTION AT THE VALENCIA CITY HALL	CONCERT AT THE CONCERT HALL	OFFICIAL DINNER	CLOSING COCKTAIL

Organising Committee Secretariat:
 SERVICIOS EMPRESARIALES ASOCIADOS, S.L.
 Address: Castelló, 46 - 28001 MADRID - SPAIN.
 Phone: + 34 -1 -576 38 16. Fax + 34 -1 -576 62 85
 E-mail: IBMO8807@globalnet.es

ÍNDICE DE ARTÍCULOS (1997)

Nº 14. 1997

Colaboraciones

Optimización de la protección radiológica: valor monetario del Sv persona para dosis ocupacionales

Diseño de una aplicación informática para el control de calidad de procesadoras automáticas de películas

Medidas para reducir el radón

Contribución invitada

Protección contra las radiaciones: del pasado al futuro

Nº 15. 1997

Colaboraciones

Radiactividad del agua superficial y los sedimentos en la cuenca del Ebro. Utilización del tritio como radiotrazador en el tramo catalán

Resuspensión en suelos contaminados por el accidente de Chernobyl

Personalización del criterio al alta del paciente ingresado para tratamiento ablativo de restos tiroideos con I-131

Contribución invitada

El riesgo de cáncer inducido por la radiación a bajas dosis y tasas de dosis con fines de protección radiológica

Nº 16. 1997

Colaboraciones

Las neuronas son sensibles a los campos magnéticos aplicados en el rango de intensidades de la RMN utilizada con fines de diagnóstico

Polarización de rayos X en diagnóstico médico

Sobreexposición accidental a radiaciones ionizantes: seis años de seguimiento

Contribución invitada

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) y su programa de trabajo para los próximos años

INDICE DE AUTORES (1997)

Aragón del Valle A, *nº 15, 1997*
Azanza MªJ, *nº16, 1997*

Baños Capilla MªC, *nº15, 1997*

Cancio D, *nº16, 1997*
Carmena Servet P, *nº14, 1997*
Clarke R, *nº16, 1997*
Conceição Faisca M, *nº14, 1997*

Espinosa Canal A, *nº15, 1997*

Fernández Soto JM, *nº14, 1997*

Gómez-Espí M, *nº16, 1997*
Guasp P, *nº16, 1997*
Guibelalde del Castillo E, *nº14, 1997*

Herranz Crespo R, *nº16, 1997*

Ilari O, *nº14, 1997*

Manuela M, *nº14, 1997*
Martí Vidal JF, *nº15, 1997*
Martínez Serrano J, *nº15, 1997*
Merillas del Castillo A, *nº14, 1997*
Moreno Domene M, *nº16, 1997*

Olivares Muñoz P, *nº16, 1997*
Ortiz P, *nº16, 1997*

Prieto Rodríguez MªJ, *Nº16, 1997*
Pujol Teres L, *nº15, 1997*

Sánchez Cabeza JA, *nº15, 1997*
Sollet Sañudo E, *nº14, 1997*
Stather JW, *nº15, 1997*

Texeira R, *nº14, 1997*

Vañó Carruana E, *nº14, 1997*



La revista RADIOPROTECCION es el órgano de expresión de la SEPR y su publicación será, al menos, semestral.

Los artículos deben tener relación con la protección radiológica y, en general, con todos los temas que puedan ser de interés para los miembros de la SEPR.

Siempre se acusará recibo de los trabajos recibidos, pero ello no compromete a su publicación. No se mantendrá correspondencia sobre los trabajos, ni se devolverá ningún original recibido.

Los manuscritos serán revisados y evaluados por el Comité Científico.

Los Comités de Redacción y Científico se reservan el derecho de introducir modificaciones de estilo así como de acortar el texto que lo precise, comprometiéndose a respetar el contenido del original.

Los trabajos aceptados son propiedad de la Revista y su reproducción, total o parcial, sólo podrá realizarse previa autorización escrita de la editorial de la Revista.

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 noticias de interés, publicaciones, etc. Se incluirá también una sección de "Cartas al Director".

Todo trabajo o colaboración, se enviará por triplicado, al Comité de Redacción de la Sociedad Española de Protección Radiológica, c/ Apolonio Morales, 27. 28036 MADRID.

1. Originales:

1.1 Los trabajos estarán redactados en español y no pueden tener una extensión mayor de diez (10) folios de 36 líneas cada uno, mecanografiados a doble espacio y numerados correlativamente.

1.2 Los gráficos, dibujos y fotografías o anexos, que acompañan al artículo, no entran en el cómputo de los diez folios.

1.3 Siempre que sea posible se acompañará el texto escrito del correspondiente diskette con la copia en programa de tratamiento de texto en sistema Macintosh. En su defecto, se admite programa "Word Perfect 5.1" o compatible con IBM.

2. Título y Autores:

En el primer folio 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. Resumen y Abstract en inglés

Tendrán una extensión máxima de 150 palabras y deberán estar redactados de forma que den una idea general del artículo.

4. Texto

Estará dividido en las suficientes partes, y ordenado de tal forma, que facilite su lectura y comprensión, ajustándose en lo posible al siguiente esquema:

Introducción, Desarrollo, Resultados y Conclusiones.

5. Referencia Bibliográfica

Al final de todo artículo podrá indicarse, si es el caso, la bibliografía o trabajos consultados.

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

Se utilizarán aquellas que mejor admitan su reproducción.

Las **gráficas** estarán agrupadas al final del texto principal, procurando que la información no se duplique entre sí.

Las **fotografías** se enviarán sobre papel blanco brillante y con un buen contraste. El tamaño serán de 9 x 12 cm.

Los gráficos y las fotografías irán numeradas en números arábigos, de manera correlativa y conjunta, como **figuras**. Se presentarán por separado del texto, dentro de sendos sobres, y los pies de las figuras deben ir mecanografiados en folio aparte.

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

SIEMENS



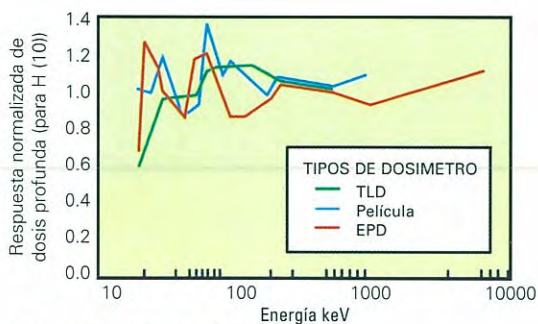
EPD Dosímetro Personal Electrónico

La seguridad nunca ha sido tan sencilla

El nuevo y compacto Dosímetro Personal Electrónico, combina las necesidades de vigilancia con las funciones adicionales de una unidad de alarma.

El desarrollo en colaboración entre Siemens y NRPB, ha dado como resultado el dosímetro EPD, que proporciona información instantánea más precisa y para umbrales más bajos de dosis, que métodos más complejos utilizados hasta ahora.

- Mide rayos X y radiaciones beta y gamma.
- De acuerdo a los últimos valores ICRU, $H_p(10)$, $H_s(0,07)$.
- Alarmas programables, respuesta instantánea e indicación de acuerdo con los criterios ALARA.
- Batería con vida media de al menos doce meses.
- Comunicación con sistemas dosimétricos de registro.



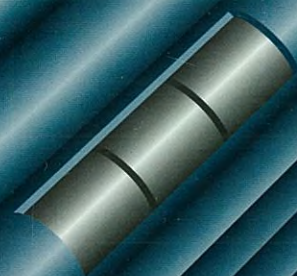
Respuesta comparativa de energía

Siemens, S.A.
División KWU
Ornese, 2 - 28020 Madrid
Tel.: (91) 555 65 00
Fax: (91) 556 68 40

ENERGIA SIN FRONTERAS

Experiencia y calidad al servicio de
las centrales nucleares europeas

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



 **ENUSA**

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