

Impacto radiológico de las fuentes naturales y artificiales de radiación.

El informe UNSCEAR 2008

David Cancio Pérez

Jefe Unidad Protección Radiológica del Público y Medio Ambiente-Departamento de Medio Ambiente-CIEMAT-Madrid, Observador por España en UNSCEAR
david.cancio@ciemat.es

Resumen

Se presentan los resultados del informe del Comité Científico de Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas presentado en el 56^o período de sesiones de julio del 2008 y se comparan los valores obtenidos según los tipos de fuentes naturales o artificiales y de acuerdo con el efecto sobre las personas. Se concluye que el cambio más significativo en la situación entre informes fue el aumento en la exposición médica debido al incremento de los exámenes de tomografía computarizada.

RADIOLOGICAL IMPACT OF ARTIFICIAL AND NATURAL RADIATION SOURCES. UNSCEAR 2008 REPORT

Abstract

The present paper shows the results of the report from the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, presented at the 56th session on July 2008. The values obtained according to the types of natural or artificial sources and their effect on people are compared. It is concluded that the most significant change in the situation has been the increase in medical exposure due to the increase in CT examinations.

Key words: *radiation protection, occupational exposure, natural radioactivity, radiation doses, patients, UNSCEAR, medical personnel.*

Introducción

El Comité Científico de Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR por sus siglas inglés) fue establecido por la Asamblea General en 1955. El Comité tiene el mandato de la ONU para estimar los niveles de todas las fuentes de radiaciones ionizantes y los efectos de la exposición a estas en la salud de los seres humanos y en el medio ambiente. Tiene una Secretaría Científica y consultores que preparan la información, siguiendo las instrucciones del Comité, constituido por los representantes y asesores científicos de los países miembros.

El Comité cada año informa de sus deliberaciones a la Asamblea General y cada cierto tiempo publica sus evaluaciones, incluyendo amplios anexos científicos con toda la información que le ha servido de base para estos. Las evaluaciones se basan en los desarrollos y avances científicos realizados en los países y sus conclusiones, en especial las referidas a los efectos en la salud, constituyen la base científica del sistema de protección radiológica a nivel mundial.

En julio del 2008 el Comité celebró su 56 período de sesiones, donde se aprobaron para su publicación cinco anexos científicos. Los anexos, referidos a las diversas fuentes de irradiación humana fueron aprobados por la Asamblea General en diciembre del 2008 [1].

La información que se presenta se obtuvo de las evaluaciones del Comité, en especial de su Informe a la Asamblea General [2] y de la presentación efectuada por el Secretario Científico de UNSCEAR en el Congreso Internacional IRPA-12 [3].

Fuentes naturales

Para la mayor parte de la población la exposición al fondo natural constituye el principal componente de la irradiación total que se recibe. Si bien las fuentes

son naturales, la acción humana modifica la exposición y se puede ejemplificar con el hecho de vivir en casas o trabajar en sitios cerrados. Los materiales de construcción pueden contener radionúclidos y resulta significativa la concentración del gas radón en los interiores, lo cual conlleva a un aumento del nivel de radiación en comparación con el que se recibiría al aire libre.

El ^{222}Rn o sencillamente denominado radón es un radionúclido producido por la serie radiactiva del uranio y penetra en las viviendas fundamentalmente a través del suelo. Cuando es inhalado sus componentes de desintegración de corto período irradian a los pulmones y al tracto respiratorio.

Los niveles del radón varían enormemente dependiendo de la geología del suelo, del aislamiento y ventilación de las viviendas, climatología y otros factores. El radón constituye alrededor de la mitad de la exposición media a las fuentes naturales.

La radiación cósmica se atenúa con la atmósfera de la Tierra. A nivel del mar representa alrededor del 15% de las dosis totales debidas a las fuentes naturales, en cambio a la altitud de crucero de los aviones comerciales la tasa a la que se recibe se incrementa alrededor de 100 veces.

Todos los materiales contienen radionúclidos y los primordiales son el ^{40}K , ^{238}U y ^{232}Th , los cuales junto a sus productos de desintegración emiten radiaciones.

La exposición externa varía en distintos lugares y estos mismos radionúclidos, junto a otros naturales formados por los rayos cósmicos, también están presentes en los alimentos y llegan a irradiar internamente al cuerpo humano. El principal componente de la exposición interna es el ^{40}K .

En la tabla 1 se presentan las estimaciones medias e individuales debidas a la exposición a todas las fuentes naturales.

Tabla 1. Dosis media anual e intervalos de dosis individuales de radiación ionizante (en mSv)

| Dosis media (mSv) | | Intervalo típico | |
|---|------------|----------------------|--|
| Fuente o tipo de exposición anual mundial de las dosis individuales | | | |
| Fuentes de exposición naturales | | Observaciones | |
| Inhalación (gas radón) | 1,26 | 0,2 – 10 | La dosis es muy superior en algunas viviendas |
| Radiación externa | 0,48 | 0,3 – 1 | La dosis es superior en algunos lugares |
| Ingestión | 0,29 | 0,2 – 1 | |
| Radiación cósmica | 0,39 | 0,3 – 1 | La dosis aumenta con la altitud |
| Total natural | 2,4 | 1 – 13 | Grupos importantes de población reciben entre 10 y 20 mSv |

Fuentes artificiales

Exposiciones debidas a ensayos nucleares militares

Entre los años 1945 a 1980 se efectuaron una serie de ensayos nucleares en distintos emplazamientos especialmente en el hemisferio norte. En total se realizaron 502 ensayos con una energía total de 434 megatoneladas equivalente de TNT.

En la figura 1 se muestra el número total de ensayos realizados. Después de la firma en 1963 del Tratado para la prohibición de pruebas en la atmósfera se realizaron numerosos ensayos subterráneos.

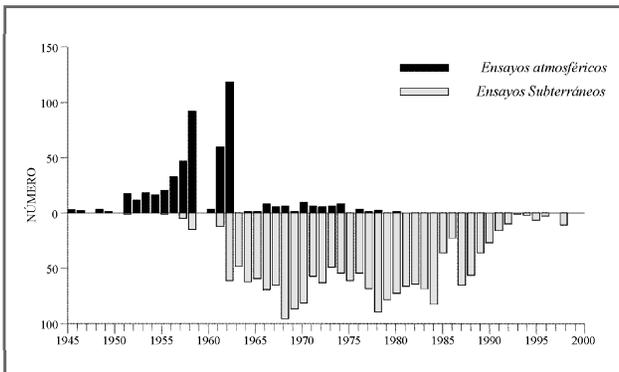


Figura 1. Números de ensayos de armas nucleares.

La estimación de la dosis efectiva anual debida a los ensayos alcanzó un máximo de 0,11 mSv en el año 1963 y disminuyó posteriormente hasta alcanzar el nivel actual de 0,005 mSv, valor que continuará descendiendo lentamente en el futuro debido en gran medida al radionúclido ¹⁴C de largo período de semidesintegración.

Las personas que vivían en las proximidades quedaron más expuestas a la precipitación radiactiva local y pudieron recibir dosis mucho más altas.

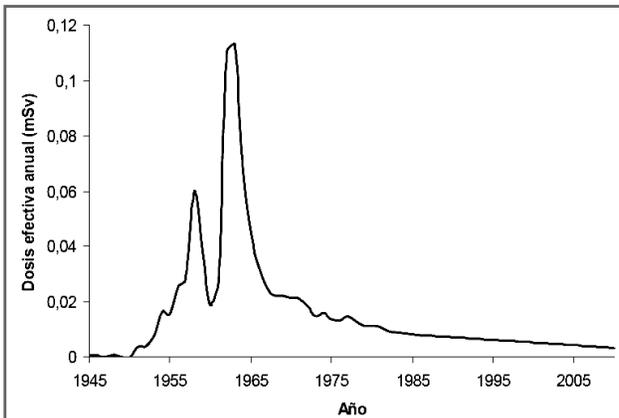


Figura 2. Dosis efectivas anuales por persona debidas a los ensayos nucleares.

Los ensayos nucleares generaron una enorme cantidad de radionúclidos radiactivos que se dispersaron en la atmósfera. No se prevé que los ensayos subterráneos constituyan una fuente de exposición futura, ya que se hallan enterrados a gran profundidad y los radionúclidos están fundidos con las rocas hospedantes.

Las actividades militares, además de los ensayos, han operado en instalaciones en las que se ha procesado material nuclear y por tanto han producido también irradiación en las poblaciones locales.

Un derivado del enriquecimiento del uranio es el uranio empobrecido el cual es menos radiactivo, pero a largo plazo podría ser una fuente de irradiación aunque no se considera significativa.

Exposición de los pacientes en las aplicaciones médicas

El uso de las radiaciones en medicina incluye a la radiología de diagnóstico, la medicina nuclear y la radioterapia. La comparación con otras fuentes tiene sus limitaciones, ya que las dosis que se reciben representan un beneficio directo para el individuo, pueden estar enfermos o tener una edad mayor que la población general. Es necesario indicar que el aumento de la exposición médica se podría asociar probablemente a mejores beneficios para la salud de la población.

Exposición en la radiología de diagnóstico

Desde que se publicó el Informe UNSCEAR 2000, correspondiente al período 1991-1996, se estima que el total de exámenes médicos de diagnóstico se ha incrementado en 50%.

El Comité distribuye los datos según el nivel de atención médica, siendo I el más alto y IV el más bajo basado en el número de habitantes por médico.

En la figura 3 se presenta la frecuencia anual de los exámenes con rayos X de diagnóstico y odontológicos en relación al nivel de atención médica para el período 1997-2007.

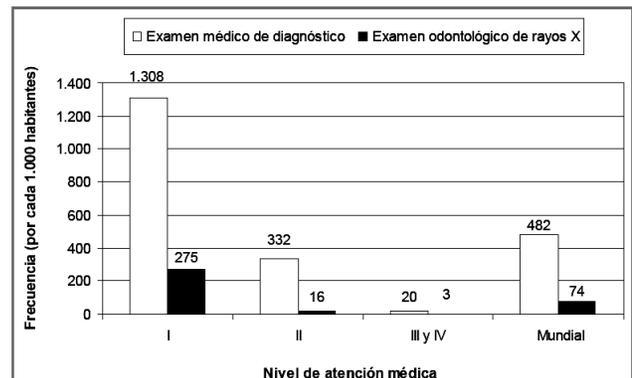


Figura 3. Frecuencia anual media de exámenes médicos.

De la figura se puede deducir que la frecuencia media es 65 veces mayor en los países de nivel I (24% de la población mundial) con respecto a los niveles III y IV (27% de la población mundial), lo cual evidencia las grandes diferencias en cuanto a la atención médica entre diversos países.

En los últimos años, en especial debido a la tomografía computarizada, se ha producido un aumento considerable del número de exámenes en muchos países, pero en especial en los países desarrollados. Para alguno de ellos, por primera vez en toda la historia, tanto las dosis individuales como colectivas son superiores a las recibidas por el fondo de radiación natural que hasta el momento es la más importante.

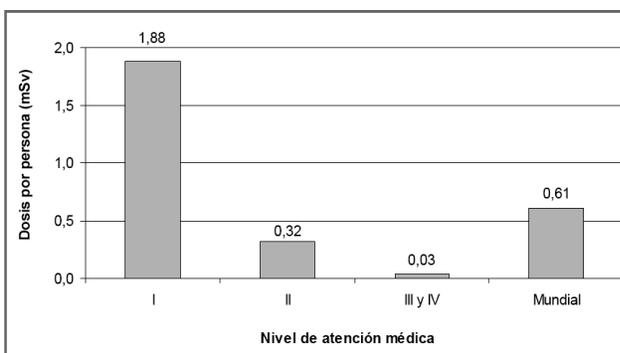


Figura 4. Dosis efectivas medias anuales.

Desde el Informe UNSCEAR 2000 se calcula que las dosis efectivas colectivas debidas a los exámenes de diagnóstico médico han aumentado 70%.

Exposición debida a la medicina nuclear

Con respecto al Informe del 2000 se ha estimado que el incremento de exámenes de medicina nuclear fue menor del 1%. También en estas aplicaciones se demuestran las grandes diferencias en los niveles de atención médica entre los países. En los países de nivel I, es decir los más desarrollados, se produce 90% de todos los exámenes de medicina nuclear.

La exposición médica a las radiaciones es, por amplio margen, la más importante fuente de radiación artificial, representa el 98% del total y es la segunda contribución a las dosis mundiales.

Exposición de la población debida a la producción de energía nuclear

El ciclo del combustible nuclear comprende las etapas de extracción y tratamiento del uranio y su conversión a combustible nuclear, la producción de energía en los reactores, el almacenamiento o

reelaboración del combustible gastado y la gestión de los residuos radiactivos.

La extracción y tratamiento del uranio producen grandes cantidades de materiales residuales como colas de la minería y del tratamiento del mineral para extraer el uranio. Las dosis colectivas anuales en la población local y regional son semejantes a las estimadas anteriormente y oscila entre 50 y 60 Sv por persona.

El funcionamiento de los reactores en su mayoría son del tipo de agua ligera, y proporcionan dosis locales y regionales de unos 75 Sv por persona por año, valor inferior con respecto a las estimaciones anteriores.

El reprocesamiento del combustible solamente ha involucrado alrededor de un tercio del combustible gastado, el cual en su mayoría se mantiene almacenado de forma provisional. Las dosis colectivas anuales siguen oscilando entre 20 y 30 Sv por persona.

Los desechos de actividad baja e intermedia se almacenan en la actualidad de forma definitiva en instalaciones superficiales. Los residuos de alta actividad, lo mismo que el combustible gastado no reprocesado, están transitoriamente almacenados y por tanto las posibles dosis colectivas en su disposición final se basan en modelos de predicción.

En la figura 5 se muestran las dosis colectivas normalizadas con respecto a la producción de energía para la cual contribuyen.

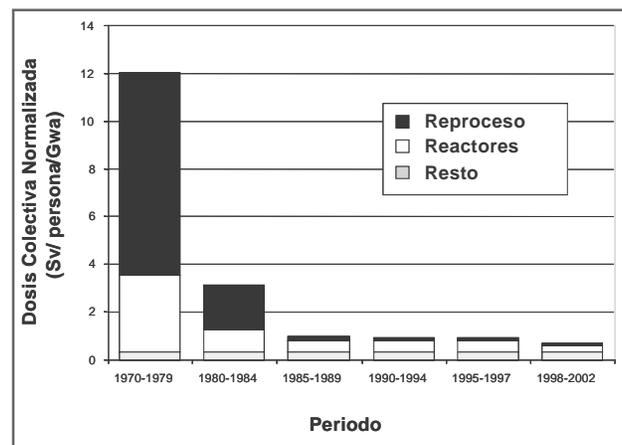


Figura 5. Dosis colectivas normalizadas.

Las dosis anuales recibidas por las personas de la población en las inmediaciones de las centrales nucleares son inferiores a 0,0001 mSv.

Exposición de la población debido a instalaciones no nucleares

Existen instalaciones que no guardan ninguna relación con la energía nuclear pero que pueden dar lugar a la exposición de la población, ya sea por vertidos o por la disposición de residuos. Estas en gran medida, son las que procesan materiales radiactivos naturales y dentro de ellas son importantes las industrias de extracción y tratamiento de minerales. Son conocidas por sus siglas en inglés como industrias o materiales *Naturally Ocurring Radioactive Materials* (NORM).

Por otra parte, existen también otras actividades que pueden dar lugar a la exposición de la población debido a prácticas humanas normales como son el uso o reciclado de residuos u otros materiales que contienen radionúclidos naturales utilizados en la construcción de viviendas. En la actualidad las dosis anuales en la población general debidas a estas fuentes están por debajo de 0,001 mSv, pero algunos grupos podrían recibir dosis que se acercan a 1 mSv. Este tema es hoy objeto de múltiples estudios a nivel nacional e internacional.

Exposición de trabajadores

Hasta hace relativamente pocos años, la exposición profesional se centraba en el personal expuesto a las radiaciones artificiales. En la actualidad también se incluyen a los trabajadores dedicados a actividades profesionales en las cuales se manipulan materiales naturalmente radiactivos.

Actualmente existen unos 23 millones de trabajadores de los cuales unos 10 millones están expuestos a radiaciones artificiales, en su mayoría en actividades relacionadas con las aplicaciones médicas y unos 10 millones expuestos a las radiaciones naturales.

En la figura 6 se muestran las dosis anuales efectivas debidas a las exposiciones de trabajadores.

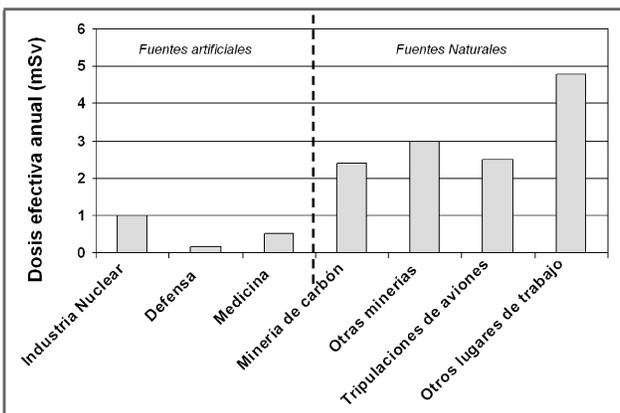


Figura 6. Dosis efectivas anuales en los trabajadores.

Resulta claro que las fuentes naturales contribuyen mucho más a las dosis individuales con respecto a las dosis debidas a fuentes artificiales. Por ello se están dedicando esfuerzos adicionales a estas y ello se verá reflejado en las regulaciones que se deriven de la revisión de las Normas Básicas Internacionales de Seguridad Radiológica.

Exposición debida a accidentes

El Comité ha analizado los accidentes que han provocado efectos sanitarios graves o niveles importantes de contaminación ambiental ocurridos en los últimos 60 años.

En los accidentes relacionados con el ciclo del combustible nuclear desde 1945 a 2007 se produjeron 38 accidentes de los cuales 26 tuvieron lugar en instalaciones relacionadas con las aplicaciones militares. Del total de 38, 34 produjeron muertes y lesiones en el personal y 7 de ellos provocaron emisiones de radionúclidos al medio ambiente con consecuencias radiológicas en la población. Dejando de lado al accidente de Chernobyl han ocurrido 29 muertes y 68 lesiones. En las industrias que utilizan fuentes de irradiación o aceleradores se han producido accidentes casi siempre relacionados con errores humanos. De los 85 registrados se deducen 25 muertes y lesiones en otros 164 trabajadores.

Las fuentes huérfanas que quedan fuera de control, porque fueron abandonadas, desaparecidas o robadas, han producido 29 accidentes graves conocidos con 33 muertes.

En las aplicaciones médicas los accidentes suelen deberse a errores en la aplicación de radioterapia y se conocen 29 de ellos que han sido notificados desde 1967 con resultado de 45 muertes y 613 lesiones.

Resulta probable que un número importante de accidentes de los tipos mencionados no se haya notificado.

En la figura 7 se muestran los efectos tempranos debidos a los accidentes evaluados.

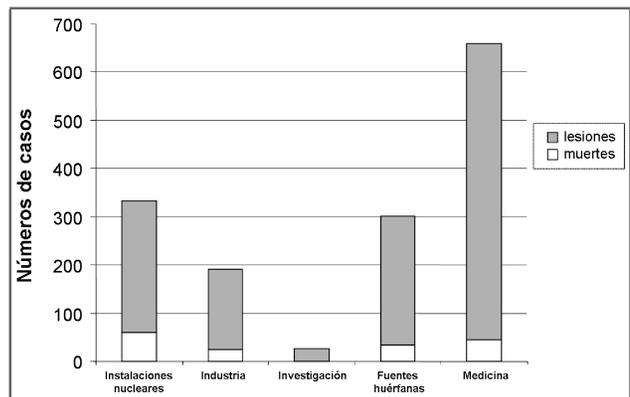


Figura 7. Efectos tempranos producidos en accidentes.

Desde que ocurrió el accidente de Chernobyl en 1986, el análisis de los datos disponibles en los 20 años de investigación, ha resultado ser coherente con los anteriores informes de UNSCEAR de 1988 y 2000.

Un total de 134 trabajadores de la Central y de emergencia recibieron altas dosis y padecieron el síndrome agudo y muchos de ellos tuvieron lesiones en la piel por la irradiación beta. Las altas dosis provocaron la muerte de 28 trabajadores en los primeros meses posteriores al accidente. En 2006 habían muerto otros 19 sobrevivientes pero las causas no se vincularon con los efectos de la radiación.

Además de los trabajadores, cientos de miles de personas participaron en las operaciones de recuperación. Los que recibieron dosis elevadas han tenido un aumento de leucemias y cataratas, pero en la actualidad no existen pruebas firmes de efectos sanitarios que se puedan atribuir a las radiaciones.

En Bielorrusia, Ucrania y cuatro de las regiones más afectadas de la Federación de Rusia se ha evidenciado un aumento notable de la incidencia de cáncer de tiroides de personas que eran niños o adolescentes en el momento del accidente. En el período 1991-2005 se comunicaron 6000 casos que en gran medida se pueden atribuir al consumo de leche contaminada con I-131.

Con respecto a la población en general hasta la fecha no existen pruebas firmes de ningún efecto sanitario que se pueda atribuir a la exposición a las radiaciones.

Comparación entre las diferentes fuentes de exposición a las radiaciones

En la tabla 2 se muestra la comparación de las dosis anuales debidas a todas las fuentes.

Resulta evidente que las dosis varían según las características de los distintos lugares del mundo, también según el nivel de atención médica además de otros factores.

Si bien la radiación natural no cambia de manera significativa en el tiempo, el radón en los interiores de las viviendas puede variar significativamente. La exposición de trabajadores es baja cuando se promedia con toda la población, pero el nivel estimado ha aumentado notablemente debido a la nueva información sobre la exposición a radionúclidos naturales sobre todo en la minería.

El cambio más significativo ha sido el aumento en la exposición médica originado fundamentalmente en los últimos 10 años debido al rápido incremento de los exámenes de tomografía computarizada.

Las dosis residuales debidas a las explosiones nucleares en la atmósfera y al accidente de Chernobyl siguen disminuyendo lentamente.

Tabla 2. Comparación entre las dosis anuales de las diferentes fuentes de exposición

| Fuente | Dosis Colectiva (Sievert/persona) | Dosis promedio mundial (mSv) | Rango característico de dosis individuales (mSv) | Comentarios |
|---|-----------------------------------|------------------------------|---|--|
| Naturales | 15 000 000 | 2,4 | 1-10 | Grupos importantes de poblaciones reciben entre 10-20 mSv |
| Artificiales | | | | |
| Diagnóstico médico | 4 200 000 | 0,6 | 0-varias decenas | Promedio de 1,9 mSv en los países con alto nivel sanitario |
| Ensayos nucleares atmosféricos | 32 000 | 0,005 | Fundamentalmente por actividad residual en suelos | Máximo 0,11 mSv en 1963 |
| Exposición profesional | 29 000 | 0,005 | ~0-20 En los trabajadores la media es de 0,7 mSv | Las dosis medias más altas son originadas por la exposición a radiación natural (Radón en minas) |
| Energía nuclear. Exposición del público | 1 300 | 0,0002 | Hasta 0,02 mSv a 11 km de algunos reactores nucleares | |
| Total producida por el hombre | 4 260 000 | 0,6 | Desde cero hasta varias decenas | Las dosis individuales se deben fundamentalmente a la exposición médica y profesional |

Conclusiones

Actualmente existe un reto mayor para revisar el gran flujo de nueva información y sintetizarla en un panorama coherente para que la usen los realizadores de políticas y otros patrocinadores. En asuntos importantes referentes a nuevos usos médicos de la radiación, planes de emergencia, rehabilitación ambiental, disposición de desechos y la opción de la energía nuclear; el rol central del Comité es desarrollar un entendimiento coherente acerca de los niveles de radiación y efectos que serán cruciales en el futuro.

Referencias Bibliográficas

- [1] NACIONES UNIDAS. Asamblea General. Resolución aprobada por la Asamblea General 63/89. Efectos de las radiaciones atómicas. 63º período de sesiones. Distribución general, 18 de diciembre de 2008.
- [2] UNITED NATIONS. General Assembly. UNBisnet-UN Document Symbol A763/46. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 56th Session. 10-18 July 2008.
- [3] CRICK M. Epistemology of Radiation Protection. Status of Levels and Effects of Ionizing Radiation. IRPA12 International Conference. Buenos Aires, 20 October 2008.

Recibido: 3 de septiembre de 2010

Aceptado: 23 de septiembre de 2010