



## Sistema de Limitación de Dosis

La Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) establece recomendaciones para la protección contra los posibles efectos producidos por el campo de radiación ionizante. Entre otros aspectos, existe un Sistema de Limitación de dosis, aplicable a los trabajadores y a la población general, así como un conjunto de medidas en situación normal y de emergencia. A continuación publicamos algunas consideraciones indicadas en la Publicación 103 de la ICRP (2007).

### Objetivos de las recomendaciones

(26) El objetivo fundamental de las Recomendaciones de la Comisión es contribuir al nivel adecuado de protección de las personas y del medio ambiente, de los efectos perjudiciales de la exposición a la radiación sin limitar indebidamente las acciones humanas beneficiosas que pueden estar asociadas a tal exposición.

(27) No es posible alcanzar este objetivo basándose sólo en el conocimiento científico sobre la exposición a la radiación y sus efectos sobre la salud. Se necesita un modelo para proteger de la radiación a los seres humanos y al medio ambiente. Las recomendaciones están basadas en el conocimiento científico y en su evaluación por los expertos. Un prerrequisito necesario para tal fin es el conjunto de datos científicos tales como los concernientes a los riesgos para la salud atribuibles a la exposición a la radiación pero también tienen que ser considerados los aspectos sociales y económicos de la protección. Todos los aspectos involucrados en la protección radiológica requieren efectuar un juicio de valor sobre la importancia relativa de los diferentes tipos de riesgos y del balance de riesgos y beneficios.

(28) La protección radiológica se ocupa de dos tipos de efectos nocivos. Las dosis elevadas causarán efectos deterministas (reacciones perjudiciales a los tejidos), a menudo de naturaleza aguda, que sólo aparecen cuando la dosis excede un valor umbral. Tanto las dosis altas como las bajas pueden causar efectos estocásticos (cáncer o efectos heredables) que pueden observarse como un aumento estadísticamente significativo en la incidencia de estos efectos mucho tiempo después de la exposición.

(29) El objetivo principal del sistema de protección radiológica de la Comisión es proteger la salud humana. Sus objetivos sanitarios son relativamente directos: gestionar y controlar las exposiciones a la radiación ionizante para prevenir los efectos deterministas y reducir los riesgos de los efectos estocásticos hasta donde sea razonablemente alcanzable.

### Estructura del sistema de protección

Tres principios de la protección fundamentales:

- la justificación.
- la optimización de la protección.
- la aplicación de límites de dosis.

## 2011, *elektron 11 (97) 2*, FTE de México Alcance de las recomendaciones

(44) El sistema de protección radiológica de la Comisión se aplica a todas las exposiciones a la radiación desde cualquier fuente, sin tener en cuenta su tamaño y origen. El término *radiación* es utilizado para significar radiación ionizante. La Comisión ha estado usando el término *exposición a la radiación* (o para abreviar *exposición*) en un sentido genérico para expresar el proceso de exponerse a la radiación o a radionucleidos, determinando la importancia de la exposición a la dosis de radiación resultante (ICRP, 1991b). El término ‘fuente’ se emplea para indicar la causa de una exposición y no necesariamente una fuente física de radiación. En general, para los propósitos de aplicación de las Recomendaciones una fuente es una entidad para la cual la protección radiológica puede ser optimizada en su conjunto.

### Principios de protección radiológica

(203) En las Recomendaciones de 1990, la Comisión propuso principios de protección para las prácticas separadamente de los principios aplicables a situaciones de intervención. La Comisión continúa considerando fundamentales estos principios para el sistema de protección y ahora ha formulado un conjunto único de principios aplicable a situaciones de exposición planificada, existente y de emergencia.

**Principio de aplicación de límites de dosis:** En situaciones de exposición planificada para fuentes reguladas, que no consistan en exposiciones médicas de pacientes, la dosis total de cualquier individuo no debería exceder los límites pertinentes recomendados por la Comisión.

(204) Los límites de dosis reglamentarios son decididos por la autoridad reguladora teniendo en cuenta las recomendaciones internacionales, y se aplican a trabajadores y miembros del público en situaciones de exposición planificada.

### Exposiciones injustificadas

(210) La Comisión entiende que determinadas exposiciones deberían considerarse injustificadas sin necesidad de un análisis adicional, a menos

que existan circunstancias excepcionales. Éstas incluyen las siguientes:

- Aumento de radiactividad en productos tales como comida, bebidas, cosméticos, juguetes, joyas o adornos personales por añadir o activar de forma intencionada de sustancias radiactivas.

### Restricciones de dosis y niveles de referencia

(225) Los conceptos de *restricción de dosis* y *nivel de referencia* se emplean conjuntamente con la optimización de la protección para restringir las dosis individuales. Es necesario que exista un nivel de dosis individual definido ya sea como restricción de dosis o como nivel de referencia. La intención inicial sería al menos no exceder estos niveles o permanecer en ellos y la ambición consiste en reducir todas las dosis a niveles que sean tan bajos como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales.

(226) En aras de la continuidad con sus recomendaciones anteriores (ICRP, 1991b), la Comisión reserva la expresión ‘restricción de dosis’ para este nivel de dosis en situaciones de exposición planificada (con excepción de la exposición médica de pacientes). Para las situaciones de exposición existente y exposición de emergencia, la Comisión propone el término ‘nivel de referencia’ para describir ese nivel de dosis.

### Niveles de referencia

(234) En situaciones de exposición controlable de emergencia o existente, los niveles de referencia representan el nivel de dosis o de riesgo por encima del cual se considera inadecuado aceptar que se produzcan exposiciones, para los cuales, por tanto, deberían planificarse y optimizarse acciones protectoras. El valor escogido para un nivel de referencia dependerá de las circunstancias prevaletes en la situación de exposición en consideración.

## Límites de dosis

(243) Los límites de dosis son sólo aplicables a situaciones de exposición planificada excepto en las exposiciones médicas de pacientes.

Dentro de una categoría de exposición, ocupacional o del público, los límites de dosis se aplican a la suma de las exposiciones provocadas por fuentes relacionadas con prácticas que ya están justificadas. Los límites de dosis recomendados se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6. Límites de dosis recomendados en situaciones de exposición planificadas <sup>a</sup>.

Tipo de límite	Ocupacional	Público
Dosis efectiva	<b>20 mSv</b> por año promediada en periodos definidos de 5 años <sup>e</sup>	<b>1 mSv</b> en un año <sup>f</sup>
Dosis equivalente anual en:		
Cristalino <sup>b</sup>	150 mSv	15 mSv
Piel <sup>c, d</sup>	500 mSv	50 mSv
Manos y pies	500 mSv	---

<sup>a</sup> Los límites de dosis efectivas son para la suma de las dosis efectivas de relevancia procedentes de exposiciones externas en el periodo de tiempo especificado y la dosis efectiva comprometida de la incorporación de radionucleidos en el mismo periodo. Para adultos, la dosis efectiva comprometida se calcula para un periodo de 50 años tras la incorporación, mientras que para niños se calcula para el periodo de hasta 70 años de edad.

<sup>b</sup> Este límite está actualmente siendo revisado por un Grupo de Trabajo de la ICRP.

<sup>c</sup> La limitación de dosis efectiva proporciona una protección suficiente para la piel frente a efectos estocásticos.

<sup>d</sup> Promediado en un área de 1 cm<sup>2</sup> de piel, independientemente del área expuesta.

<sup>e</sup> Con la condición adicional de que la dosis efectiva no debe exceder los **50 mSv** en ninguno de los años individuales. En el caso de la exposición ocupacional de mujeres embarazadas se aplican restricciones adicionales.

<sup>f</sup> En circunstancias especiales, se puede permitir un nivel superior de dosis efectiva en un único año, a condición de que la media durante 5 años no exceda **1 mSv** por año.

(244) Para exposición ocupacional en situaciones de exposición planificada, la Comisión continúa recomendando que el límite debería expresarse como una dosis efectiva de **20 mSv por año**, promediada en períodos definidos de 5 años (**100 mSv en 5 años**), con la condición adicional de que la dosis efectiva no debería exceder 50 mSv en cualquier año.

(245) Para exposición del público en situaciones de exposición planificada, la Comisión continúa recomendando que el límite debería expresarse como una dosis efectiva de **1 mSv por año**. Sin embargo, en circunstancias especiales podría permitirse un valor superior de dosis efectiva en un solo año, con la condición de que el promedio a lo largo de un período definido de 5 años no exceda 1 mSv por año.

(247) Los límites de dosis no se aplican en situaciones de exposición de emergencia en

las que un individuo expuesto está informado y se compromete a cumplir acciones voluntarias para salvar vidas o intenta prevenir una situación catastrófica. Para los voluntarios informados que llevan a cabo operaciones de rescate urgentes, la restricción de dosis aplicables a situaciones normales puede flexibilizarse. Sin embargo, las personas que emprenden operaciones de recuperación y de restauración en una fase más tardía de situaciones de exposición de emergencia deberían ser consideradas trabajadores ocupacionalmente expuestos y deberían estar protegidos según los estándares normales de la protección radiológica ocupacional y sus exposiciones no deberían exceder los límites de dosis ocupacionales recomendados por la Comisión.

(249) Además de los límites de dosis efectiva, en la *Publicación 60* se establecieron

2011, *elektron 11 (97) 4*, FTE de México

límites para el cristalino y zonas localizadas de la piel porque estos tejidos no necesariamente estarán protegidos contra las reacciones tisulares por el límite de dosis efectiva. Los valores pertinentes fueron fijados en términos de dosis equivalente.

### Situaciones de exposición de emergencia

(274) Aún cuando durante la etapa del diseño se hayan adoptado todos los pasos razonables para reducir la probabilidad y las consecuencias de las exposiciones potenciales, puede ser necesario considerar tales exposiciones en la preparación y la respuesta a las emergencias. Las situaciones de exposición de emergencia son situaciones inesperadas que pueden demandar la implementación de acciones protectoras urgentes, y también de medidas protectoras para el largo plazo. En estas situaciones puede sobrevenir la exposición de miembros del público o de los trabajadores, así como la contaminación medioambiental. Las exposiciones pueden ser complejas, en el sentido que puede ser el resultado de varias vías independientes, quizás actuando simultáneamente. Además, los riesgos radiológicos pueden estar acompañados por otros riesgos (químicos, físicos, etc.). Las acciones de respuesta deberían planificarse porque se pueden evaluar por adelantado, con mayor o menor exactitud, las situaciones potenciales de exposición de emergencia, dependiendo del tipo de instalación o de la situación considerada. Sin embargo, dado que las situaciones de exposición de emergencia reales son inherentemente imprevisibles, la naturaleza exacta de las medidas necesarias de protección no puede conocerse por adelantado, sino que se deben desplegar con flexibilidad para ajustarse a las circunstancias reales. La complejidad y variabilidad de estas situaciones les dan carácter único, lo que merece el tratamiento específico por la Comisión en sus Recomendaciones.

(275) La Comisión en las *Publicaciones 60 y 63* (ICRP, 1991b, 1992) estableció los principios generales para la planificación de la intervención en el caso de una emergencia radiológica. Se provee asesoramiento adicional en las *Publicaciones 86, 96, 97, y 98* (ICRP

2000c; 2005a, 2005b, 2005c). Mientras que los principios generales y el asesoramiento adicional permanecen válidos, la Comisión ahora está ampliando su orientación de la aplicación de medidas protectoras basándose en los desarrollos recientes de la preparación para emergencia y de la experiencia desde la publicación de su asesoramiento previo.

(276) Ahora, la Comisión enfatiza la importancia de justificar y optimizar las estrategias de protección a aplicar en situaciones de exposición de emergencia y el proceso de optimización estaría guiado por los niveles de referencia. La posibilidad de vías de exposición múltiples, independientes, simultáneas, y variables con el tiempo es importante para enfocar las exposiciones totales que pueden resultar de todas las vías cuando se desarrollan e implementan las medidas protectoras. Es necesaria una estrategia global de protección como tal, generalmente incluyendo una evaluación de la situación radiológica y la aplicación de diferentes medidas de protección. Estas medidas bien pueden variar con el tiempo, según cómo evolucione la situación de exposición de emergencia y con el lugar, ya que la situación de exposición de emergencia puede afectar en forma desigual a distintas áreas geográficas. La exposición total que se proyecta ocurrirá como resultado de la situación de exposición de emergencia si no se emplea ninguna acción protectora, a la misma se la llama *dosis proyectada*.

La dosis que resulta de la implementación de una estrategia de protección se denomina *dosis residual*. Además, cada medida protectora evitará una determinada cantidad de exposición. Ésta es denominada *dosis evitada*, y es el concepto para la optimización de las medidas protectoras individuales según lo propuesto en la *Publicación 63* (ICRP, 1992) que constituirá la estrategia global de protección. Ahora la Comisión recomienda focalizarse en la optimización en lo que respecta a la estrategia global, en vez de las medidas individuales. Sin embargo, los niveles de *dosis evitada* recomendados en la *Publicación 63* para la optimización de la protección en términos de medidas individuales pueden aun ser útiles como valores de entrada para el desarrollo de la

respuesta global, (ver también *Publicación 96*, ICRP, 2005a).

(277) En las situaciones de exposición de emergencia debería prestarse particular atención a la prevención de efectos deterministas severos ya que las dosis podrían alcanzar niveles altos en un periodo de tiempo corto. En el caso de las emergencias mayores una evaluación basada en los efectos en la salud sería insuficiente y debe darse una debida consideración a las consecuencias sociales, económicas y otras. Otro objetivo importante es la preparación, hasta donde sea factible, para la reanudación de las actividades sociales y económicas consideradas como 'normales'.

2011, *elektron 11 (97) 5*, FTE de México

(278) En la planificación de situaciones de emergencia, en el proceso de optimización deberían aplicarse los niveles de referencia. En las situaciones de emergencia los niveles de referencia para la banda más alta de las dosis residuales están específicamente entre **20 mSv** a **100 mSv** de la dosis proyectada. En la evaluación inicial de la conveniencia de las estrategias, las dosis proyectadas y residuales de las estrategias totales de protección son comparadas con los niveles de referencia. Una estrategia de protección que no disminuye las dosis residuales por debajo de los niveles de referencia debería rechazarse en la etapa de la planificación.

**Referencia:** ICRP, 2007, *Recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica*, ICRP Publicación 103. Traducción oficial al español de ICRP, 2007, *Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, Publication 103*, por la Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR) y la Asociación de Profesionales de la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Actividad Nuclear (APCNEAN).

## NOTAS DEL FTE DE MEXICO

\* Las unidades de la dosis efectiva están dadas en milisieverts (mSv).

\*\* De acuerdo a la información disponible proporcionada por el gobierno japonés, la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), y la divulgada por las agencias de noticias y medios de comunicación, la situación en 4 de los reactores de la central nuclear de Fukushima es tal que, en ningún caso, se cumplen las recomendaciones internacionales en materia de protección radiológica. Las dosis efectivas de los trabajadores y de la población en general rebasan todos los límites. La protección a los trabajadores es precaria, ni siquiera disponen de dosímetros en buenas condiciones, varios de ellos son trabajadores subcontratistas (outsourcing).

Frente de Trabajadores de la Energía,  
de México