

## Aplicación de los criterios básicos

Una vez analizados los efectos biológicos de las radiaciones, nuestro propósito es definir los objetivos para proteger adecuadamente a los individuos en relación con estos efectos. En relación con los efectos determinísticos (E.D.), el objetivo es evitar que ocurran, y esto se consigue simplemente asegurando que ningún individuo reciba dosis superiores a los umbrales correspondientes. Pero cuando consideramos los efectos determinísticos la situación no es tan simple. Podemos evaluar el problema haciendo algunas preguntas:

### **Pregunta 1: ¿Los Efectos Estocásticos (E.E.) se pueden evitar?**

Solamente si se eliminan todas las fuentes de radiación (incluyendo las de origen cósmico y terrestre). Evidentemente esto es imposible, puesto que no podemos controlar la exposición a fuentes naturales de radiación, excepto en casos muy particulares como por ejemplo la minería y la operación de tripulaciones de líneas aéreas, pero nunca podemos eliminar estos riesgos. Puesto que no podemos evitar los riesgos originados en fuentes naturales, restringiremos el alcance de la pregunta anterior:

### **Pregunta 2: ¿Se pueden evitar los E.E. producidos por fuentes de radiación originados por actividades humanas?**

Si, pero solo si se dejaran de realizar estas actividades, lo que implicaría renunciar a los beneficios que las mismas brindan a la sociedad (energía, nivel de confort, medicina, seguridad, etc.), puesto que cualquier actividad humana en la que se empleen radiaciones tiene asociado un cierto riesgo, que puede hacerse tan bajo como se pretenda, pero que nunca será cero.

Llegado este punto podemos extraer una primera conclusión: La radiación produce un detrimento<sup>(1)</sup> pero también genera beneficios para la sociedad. De aquí se deriva el PRIMER CRITERIO BÁSICO DE LA SEGURIDAD RADIOLÓGICA:

### **JUSTIFICACIÓN DE UNA PRÁCTICA<sup>(2)</sup>**

*“No se debería adoptar ninguna práctica que suponga la exposición a radiaciones salvo que dicha práctica implique un beneficio neto para los individuos expuestos o para la sociedad, suficiente como para compensar el detrimento que causa”*

**Ejemplos de prácticas generalmente justificadas:** medicina nuclear, radioterapia, algunas aplicaciones industriales, etc.

**Ejemplos de prácticas no justificadas:** uso de piedras preciosas radiactivas, pararrayos radiactivos, screening poblacional, exámenes pre y post ocupacionales, etc.

### **Pregunta 3: Una vez que justificamos una práctica ¿estamos aceptando que existirá un cierto detrimento generado por esa práctica; podemos hacer algo más para proteger a los individuos expuestos?**

Si. Una vez que justificamos una práctica aceptamos el detrimento que la misma producirá, pero siempre y cuando se hayan hecho todos los esfuerzos razonables para minimizar ese detrimento. El detrimento será tanto mayor cuanto mayor sea el número de individuos y la dosis a la que resultan expuestos los mismos. Por lo tanto podemos (y debemos) limitar el detrimento, limitando tanto como sea razonablemente posible las dosis individuales y el número de personas expuestas.

**Pregunta 4: ¿Podemos predecir con certeza las dosis a las que estarán expuestos los individuos durante la realización de una práctica?**

No. Podemos, mediante procedimientos adecuados y un sistema de monitoraje de las dosis individuales establecer que valores de dosis es dable esperar en los individuos expuestos durante la realización de una práctica en condiciones normales, pero siempre existe una cierta probabilidad de que las condiciones se aparten de las normales, por ejemplo: que ocurra un accidente. Este tipo de exposiciones se denominan Exposiciones Potenciales <sup>(3)</sup>; en este caso, para limitar el detrimento no solo es necesario limitar tanto como sea posible las dosis que reciban los individuos y el número de individuos expuestos, sino también la probabilidad de que tales situaciones ocurran, tomando las medidas de prevención necesarias en cada caso.

De las dos respuestas anteriores surge el SEGUNDO CRITERIO BÁSICO DE LA SEGURIDAD RADIOLÓGICA:

**OPTIMIZACIÓN:**

*“...tanto la magnitud de las dosis individuales como el número de personas expuestas y la probabilidad de que se produzca una exposición -cuando no exista certeza sobre la ocurrencia de la misma- se deberán mantener tan bajos como sea razonablemente alcanzable, teniendo en cuenta factores económicos y sociales..”.*

Ejemplo: Para realizar un cierto trabajo con radiaciones se plantean las cuatro opciones indicadas en el cuadro. Marcar con X la opción que presenta el menor detrimento individual y el menor detrimento colectivo. Marcar con Y la opción más desfavorable para cada caso.

Caso	1	2	3	4
Nº de pers. (h)	100	10	10	1
Dosis indiv. (mSv)	0.1	1	0.9	8
Riesgo individual	X			Y
Riesgo colectivo	Y	Y		X

Se observa que el caso 4 genera el menor detrimento colectivo, pero sólo un individuo cargará con el mismo. Por otro lado en el caso 1 el detrimento total será mayor, pero al estar repartido entre más personas, cada una de ellas estará expuesta a un riesgo menor. Conclusión: En pos de reducir al detrimento total puede llegar a aumentar excesivamente el detrimento individual, haciendo recaer el mismo sobre muy pocas personas. Es decir: puede darse el caso de que muchas personas gocen del beneficio de una práctica, pero a costa de exponer a un reducido grupo de otras personas a riesgos que pueden ser inaceptablemente altos. Para evitar estas inequidades es necesario establecer un TERCER CRITERIO BÁSICO DE LA SEGURIDAD RADIOLÓGICA:

**LÍMITES INDIVIDUALES DE DOSIS Y DE RIESGO:**

*“La exposición de individuos que resulte de la combinación de todas la prácticas pertinentes debería estar sujeta a límites de dosis, o a algún mecanismo de control del riesgo en el caso de exposiciones potenciales. La finalidad de tales controles es asegurar que ningún individuo sea expuesto a riesgos de irradiación considerados inaceptables para dichas prácticas bajo circunstancias normales...”.*

Los LÍMITES INDIVIDUALES DE DOSIS son los siguientes:

#### **Límites de dosis para exposición ocupacional**

- Dosis efectiva:  
20 mSv promediada a lo largo de períodos definidos de 5 años; 50 mSv en un año cualquiera.
- Dosis equivalente:  
Cristalino: 150mSv/año.  
Piel: 500 mSv/año.
- Caso particular de trabajadoras embarazadas:  
El criterio es proteger al embrión como un miembro del público, lo cual se logra estableciendo un límite adicional de dosis equivalente en la superficie del abdomen de la mujer (parte inferior) de 2 mSv durante el resto del embarazo.

#### **Límites de dosis para exposición del público:**

- Dosis efectiva: 1 mSv/año.
- Límites de Riesgo para Exposiciones Potenciales:  
Tienen en cuenta tanto las dosis colectivas en caso de que ocurra un dado evento como la probabilidad de ocurrencia del mismo.

#### **Qué NO son los límites individuales de dosis (L.I.D.)**

- No son umbrales de seguridad. El hecho de respetarlos no nos permite asegurar que no sufriremos efectos estocásticos.
- No son criterios de penalización: nadie puede ser sancionados por el simple hecho de superarlos.
- No son valores que, de ser excedidos, nos condenarán a sufrir algún tipo de efecto nocivo.

Qué SI son los L.I.D.

- Los límites de dosis son valores hasta cierto punto arbitrarios –más propiamente dicho: subjetivos– que delimitan una frontera entre una situación de riesgo considerada como inaceptable y otra tolerable, aunque no automáticamente aceptable (sólo será aceptable si la práctica está optimizada).
- Los L.I.D. son menores que cualquier umbral para la ocurrencia de EFECTOS DETERMINÍSTICOS, por lo que cumplir con los límites de dosis nos asegura que:

- 1) no estaremos expuestos a riesgos inaceptablemente altos de EFECTOS ESTOCÁSTICOS
- 2) no sufriremos EFECTOS DETERMINÍSTICOS

En el caso especial de los pacientes sometidos a diagnóstico o terapia con radiaciones, debe notarse que los mismos son los únicos individuos que reciben tanto los beneficios con el detrimento; limitar las dosis implica también limitar los beneficios. Por lo tanto, LOS LÍMITES INDIVIDUALES DE DOSIS NO SE APLICAN A LOS PACIENTES SOMETIDOS A PRÁCTICAS CON RADIACIONES.

## RESUMEN

Criterios básicos relacionados con las Prácticas

	TRABAJADORES	PUBLICO	PACIENTES
JUSTIFICACION	SI	SI	SI
OPTIMIZACION	SI	SI	SI
L.I.D.(o L.R.)	SI	SI	NO

## EXPLICACIÓN DE TÉRMINOS:

### (1) DETRIMENTO:

Recomendaciones previas del CIPR utilizaban, para la evaluación de los efectos estocásticos el concepto de RIESGO, en particular el riesgo de muerte por cáncer o leucemia atribuibles a la radiación y el riesgo de efectos hereditarios en las dos primeras generaciones. Posteriormente este concepto se juzgó como insuficiente y las recomendaciones vigentes (publicación #60 de la CIPR de 1990) han adoptado un concepto más amplio que además pondera los casos de cáncer no fatal. Este concepto es el de DETRIMENTO, y sus "ingredientes" son: de que la muerte de la persona se deba a la radiación; tiempo de vida perdido en caso de muerte por causa atribuible a la radiación, reducción de la expectativa de vida, distribución anual de la probabilidad de muerte, probabilidad de cáncer no fatal, disminución de la calidad de vida en caso de cáncer no fatal, efectos hereditarios en todas las generaciones sucesivas (no sólo en las dos primeras).

Cuando hablamos de EFECTOS ESTOCÁSTICOS, entonces, podemos decir que cuanto mayor sea la DOSIS EFECTIVA mayor será el DETRIMENTO, que involucra todos los conceptos mencionados.

### (2) PRÁCTICA:

Se entiende por PRÁCTICA a toda tarea con fuentes de radiación que produzca un incremento real o potencial de la exposición de personas a las radiaciones ionizantes, o de la cantidad de personas expuestas. (Definición textual de las Normas Básicas de Seguridad Radiológica A.R. 10.1.1 inc. 6)

### (3) EXPOSICIONES POTENCIALES:

Es una exposición no programada que puede ocurrir como resultado de un accidente en una fuente de radiación o deberse a fallas de equipos, errores de operación u otros sucesos de carácter aleatorio. (Idem 2)

### CRITERIO PARA INTERVENCIONES:

A diferencia de las Prácticas, las intervenciones son "todas aquellas acciones llevadas a cabo con el objeto de reducir una exposición a la radiación debida a situaciones preexistentes provocadas por accidentes o debida a valores altos de radiación provenientes de fuentes naturales" (Norma A.R. 10.1.1.).

### JUSTIFICACIÓN:

Sólo se considera justificada una intervención si se prevé que con ella se obtendrá una mejora de la situación. Cuando la situación en la cual la dosis proyectada puede exceder los umbrales para efectos determinísticos, la intervención se encuentra generalmente justificada. OPTIMIZACIÓN:

Una vez decidida la intervención, la magnitud de la misma (los niveles a los cuales se interviene) y el tiempo durante el cual se mantiene la intervención deben surgir de un análisis de optimización.

### LÍMITES DE DOSIS:

Los límites de dosis establecidos para las prácticas no son aplicables a situaciones de intervención. En su lugar se establecen ciertos criterios, entre ellos los siguientes:

- Cuando la dosis efectiva proyectada supere los 100 mSv las tareas a cumplir en operaciones de intervención serán voluntarias. Los voluntarios sólo podrán ser trabajadores previamente informados acerca de los riesgos involucrados en la ejecución de las tareas de intervención.
- Las situaciones de intervención que impliquen la exposición de voluntarios a una dosis efectiva que exceda 1 Sievert o dosis equivalente en piel superior a 10 Sievert sólo pueden ser justificadas si se trata de salvar vidas humanas.

### BIBLIOGRAFÍA A CONSULTAR:

Comisión Internacional de Protección Radiológica - Recomendaciones 1990 - Icrp-60.  
Norma Básica de Seguridad Radiológica A.R.10.1.1. Autoridad Regulatoria Nuclear.