

# TRABAJADOR(A) OCUPACIONALMENTE EXPUESTO(A) A RADIACIONES IONIZANTES

**TRABAJADOR(A) OCUPACIONALMENTE**  
EXPUESTO(A) A RADIACIONES IONIZANTES

Dr. Otto Delgado Ramos.  
Ing. Alfonso Espinoza Leyton.  
T.M. Oscar Edding Munizaga.  
Ing. Cristóbal Guerrero Lara.  
T.P. María Inés Martínez Alfaro.  
Sección de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes.  
Subdepartamento de Ambientes Laborales.  
Departamento Salud Ocupacional.  
Instituto de Salud Pública de Chile.

---

# TRABAJADOR(A) OCUPACIONALMENTE EXPUESTO(A) A RADIACIONES IONIZANTES

---

## 1. INTRODUCCIÓN.

Para las radiaciones ionizantes, el concepto de trabajador expuesto se debe analizar de manera distinta a los otros agentes de riesgo ocupacional, dado que cualquier nivel de exposición a éstas, conlleva un riesgo. Como se conoce internacionalmente, los efectos de las radiaciones pueden ser determinísticos y estocásticos, los primeros asociados a umbrales, cuyos valores son superiores a los límites de dosis establecidos, y en los estocásticos, se asume la no existencia de umbrales, por lo que cualquier exposición asocia este riesgo.

De lo anterior se deriva que, en toda práctica con exposición a radiaciones ionizantes se debe tener siempre presente el cumplimiento de los principios de justificación, optimización y limitación de dosis.

En protección radiológica se utiliza el concepto de **Trabajador Ocupacionalmente Expuesto a Radiaciones Ionizantes**, en adelante **TOE**, y la determinación de cuales trabajadores deben tener esta consideración, no siempre es una tarea simple, debido a las múltiples situaciones y relaciones con el agente que pueden presentarse en el ámbito laboral.

## 2. OBJETIVO.

Proponer un esquema, con criterios basados en la actual regulación y en recomendaciones internacionales, para permitir de manera sencilla establecer qué trabajadores deben ser considerados TOE.

## 3. ALCANCE.

La presente nota técnica está dirigida principalmente a las personas encargadas de definir cuáles de sus trabajadores son TOE. Además, puede ser utilizada por cualquier trabajador u otros interesados en el tema.

## 4. DEFINICIONES Y ASPECTOS A CONSIDERAR.

La persona que defina cuáles serán los TOE, debe estar familiarizada con una serie de conceptos y criterios propios de la salud ocupacional y de la protección y seguridad radiológica.

En términos generales, internacionalmente se denominan **prácticas** a las actividades humanas que hacen aumentar la exposición que las personas reciben normalmente a causa de la radiación de fondo, o que incrementan la probabilidad de que esto suceda. Aquellas actividades humanas cuyo fin es, disminuir una exposición existente a la radiación, o la probabilidad de tener una exposición que no sea parte de una práctica controlada, se denominan **intervenciones**.

Cuando se trata de una práctica, pueden elaborarse disposiciones de protección y seguridad radiológicas antes de su comienzo, y las correspondientes exposiciones a la radiación y su probabilidad pueden restringirse desde el principio. En el caso de la intervención, las circunstancias que originan la exposición o la probabilidad de que esto ocurra, ya existen, y su reducción solo puede conseguirse con medidas mitigadoras o protectoras.

En este marco, toda exposición de personas a radiaciones ionizantes deberá considerar y estar basada en los siguientes tres **Principios Fundamentales de la Protección Radiológica**:

- **Justificación:** Una práctica que conlleve o pueda conllevar exposición a la radiación solo debería adoptarse si reporta a los individuos expuestos o a la sociedad, un beneficio suficiente para compensar el detrimento radiológico que cause o pueda causar.
- **Optimización:** Las fuentes de radiación y las instalaciones deberían dotarse de las mejores medidas de protección y seguridad que sean asequibles en las circunstancias existentes, de forma que la magnitud, probabilidad de las exposiciones y el número de individuos expuestos sean lo más bajo que puedan razonablemente alcanzarse, teniendo en cuenta los factores económicos y sociales, las dosis que causen y el riesgo que generen se restrinjan.
- **Limitación de Dosis:** Las dosis individuales debidas a la combinación de las exposiciones resultantes de todas las prácticas significativas no deberían sobrepasar los límites de dosis especificados.

## 5. DEFINICIÓN DE TRABAJADOR OCUPACIONALMENTE EXPUESTO.

### 5.1. Extracto del Decreto Supremo N°3 “Reglamento de protección radiológica de instalaciones radioactivas”, de 1985, del Ministerio de Salud.

**Artículo 1.** El presente reglamento establece las medidas de protección personal radiológica y los límites de dosis radiactivas que pueden recibir las **personas ocupacionalmente expuestas**, con el objeto de prevenir y evitar la sobreexposición a las radiaciones ionizantes y sus efectos en la salud.

Se exceptúan, por consiguiente, de la aplicación de este reglamento a las personas que reciban dosis provenientes de la radiación natural o como consecuencia de un diagnóstico o tratamiento médico.

**Artículo 2.** Para los fines de este reglamento se considerará **persona ocupacionalmente expuesta**, a aquella que se desempeñe en las instalaciones radioactivas u opere equipos generadores de radiaciones ionizantes, la que deberá, además, contar con la autorización sanitaria a que se refiere el Decreto Supremo N°133, de 22 de Mayo de 1984, del Ministerio de Salud.

**Artículo 4.** Toda **persona ocupacionalmente expuesta** deberá portar durante su jornada de trabajo, un **dosímetro personal** destinado a detectar y registrar las radiaciones ionizantes que pudiese recibir, el que le será proporcionado por el empleador cada vez que sea necesario. Asimismo, el empleador deberá otorgar todos los elementos de protección radiológica personal necesarios para disminuir los riesgos del trabajador.

### 5.2. Extracto de Decreto Supremo N°133 “Aprueba reglamento sobre autorizaciones para instalaciones radioactivas o equipos generadores de radiaciones ionizantes, personal que se desempeña en ellas, u opere tales equipos y otras actividades afines”, de 1984, del Ministerio de Salud.

**Artículo 3.** Toda persona que se desempeñe en las instalaciones radioactivas u opere equipos generadores de radiaciones ionizantes, y esté expuesta a dichas radiaciones, deberá contar con autorización del Servicio de Salud correspondiente.

**Artículo 16.** Toda persona que desarrolle actividades relacionadas directamente con el uso, manejo o manipulación de sustancias radiactivas u opere equipos generadores de radiaciones ionizantes deberá ser autorizada por el Servicio de Salud correspondiente. Esta autorización tendrá validez en todo el territorio nacional.

**Nota:** Se debe interpretar Servicio de Salud como Secretaría Regional Ministerial de Salud (SEREMI de Salud) para la aplicación de lo indicado en artículo 16, de acuerdo a la Ley 19.937 de Autoridad Sanitaria.

### 5.3. Extracto de Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección Contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación, Colección de Seguridad N° 115, Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Viena, 1997.

#### Tipos de Exposición a la Radiación

Es virtualmente seguro que la realización normal de las prácticas tendrá por resultado ciertas exposiciones a la radiación cuya magnitud se podrá predecir, aunque con cierto grado de incertidumbre: estas exposiciones previsibles se denominan **exposiciones normales**. También pueden contemplarse escenarios en que haya posibilidades de exposición, pero ninguna certidumbre de que tal exposición tendrá lugar efectivamente; estas exposiciones, que no son de esperar pero sí posibles, se denominan **potenciales**. Las exposiciones potenciales pueden convertirse en exposiciones reales si la situación inesperada se produce efectivamente, por ejemplo a consecuencia de fallas de equipos, de errores de diseño, operación o de alteraciones imprevistas de las condiciones ambientales, por ejemplo, en un emplazamiento de evacuación de desechos radiactivos. Si es posible prever la ocurrencia de tales sucesos, se puede estimar la probabilidad de que ocurran y la consiguiente exposición a la radiación.

Las exposiciones a la radiación que contemplan las Normas son la exposición, tanto normal como potencial, de los trabajadores en el ejercicio de sus ocupaciones, la de los pacientes en las actividades de diagnóstico o de tratamiento, y la de los miembros del público que puedan ser afectados por una práctica o una intervención. En las situaciones de intervención la exposición puede ser crónica o, en algunos casos de emergencia, temporal. Así pues, las exposiciones se dividen en: "exposiciones ocupacionales" que se reciben en el trabajo y principalmente como resultado del trabajo.

Según estos tipos de exposición, se separan y se definen, según las Normas, los alcances de la exposición ocupacional.

- **Trabajador:** Toda persona que trabaja, ya sea en jornada completa, jornada parcial o temporalmente, por cuenta de un empleador y que tiene derechos y deberes reconocidos en lo que atañe a la protección radiológica ocupacional. Se considera que una persona empleada por cuenta propia tiene a la vez los deberes de un empleador y un trabajador.
- **Exposición Ocupacional:** Toda exposición de los trabajadores recibida durante el trabajo, con excepción de las exposiciones excluidas del ámbito de las Normas y de las exposiciones causadas por las prácticas o fuentes exentas.
- **Exposición Normal:** Exposición que se prevé se recibirá en las condiciones normales de funcionamiento de una instalación o una fuente, incluso en el caso de pequeños percances posibles que pueden mantenerse bajo control.

Por otro lado, se extrae de la Adenda I, titulada Exenciones, lo siguiente:

### **Criterios de Exención**

- I-1.** Las prácticas y las fuentes adscritas a las prácticas podrán declararse exentas de los requisitos prescritos por las Normas, incluidos los de notificación, registro o concesión de licencia, si la autoridad reguladora comprueba que las fuentes satisfacen los criterios o los niveles de exención especificados en esta adenda, u otros niveles de exención especificados por la autoridad reguladora basándose en estos criterios de exención. La exención no debería concederse para permitir prácticas que no serían justificadas por otras razones.
- I-2.** Los principios generales de exención son que:
- a)** Los riesgos radiológicos para los individuos, causados por la práctica o la fuente declaradas exentas, sean tan bajos que carezca de objeto su reglamentación;
  - b)** El impacto radiológico colectivo de la práctica o la fuente declaradas exentas sea tan bajo que, en las circunstancias existentes, no sea preciso su control reglamentario;
  - c)** Las prácticas y las fuentes declaradas exentas sean intrínsecamente seguras, sin que exista probabilidad apreciable de escenarios que pudieran conducir a un incumplimiento de los criterios enunciados en a) y b).
- I-3.** Una práctica o una fuente adscrita a una práctica podrá declararse exenta, sin ulterior estudio, siempre que se satisfagan los siguientes criterios en todas las situaciones posibles:
- a)** La dosis efectiva que se prevea sufrirá cualquier miembro del público a causa de la práctica o la fuente exentas sea del orden de  $10 \mu\text{Sv}$  o menos en un año, y
  - b)** O bien la dosis efectiva colectiva comprometida resultante de un año de realización de la práctica no sea superior a  $1 \text{ Sv} \times \text{hombre}$ , aproximadamente, o bien una evaluación de la optimización de la protección demuestre que la exención es la opción óptima.

### **Fuentes Exentas y Niveles de Exención**

- I-4.** Con arreglo a los criterios enunciados en los párrafos 1-1 a 1-3, las siguientes fuentes adscritas a prácticas quedan automáticamente exentas, sin más consideración, de los requisitos prescritos por las Normas, incluidos los de notificación, registro o concesión de licencia:
- a)** Las sustancias radiactivas en las que la actividad total de cualquier nucleído presente en la instalación en cuestión en un momento dado, o bien la concentración de la actividad usada en la práctica, no sobrepase los límites de exención indicados en el Cuadro I-I de esta adenda;
  - b)** los generadores de radiación, de tipo aprobado por la autoridad reguladora, y cualquier tubo electrónico, por ejemplo un tubo de rayos catódicos para la presentación de imágenes visuales, siempre que:
    - i) no causen, en condiciones normales de funcionamiento, una tasa de dosis equivalente ambiental o una tasa de dosis equivalente direccional, según el caso, superior a  $1 \mu\text{Sv} \times \text{h}^{-1}$  a una distancia de 0,1 m medida desde cualquier superficie accesible del aparato; o bien
    - ii) la energía máxima de la radiación producida no sea superior a 5 keV.

- I-5.** Podrán concederse exenciones condicionales con sujeción a las condiciones que especifique la autoridad reguladora, relativas, por ejemplo, a la forma física o química y al tipo de utilización o evacuación de las materias radiactivas. En particular, podrá concederse una exención de este tipo para un aparato que contenga sustancias radiactivas no exentas en virtud del apartado a) del párrafo 1-4, siempre que:
- a)** sea de un tipo aprobado por la autoridad reguladora;
  - b)** las sustancias radiactivas se presenten en forma de fuentes selladas que impidan eficazmente todo contacto con dichas sustancias o su fuga, con la salvedad de que esto no debería ser óbice para la exención de pequeñas cantidades de fuentes no selladas como las utilizadas en radioinmunoanálisis;
  - c)** en condiciones normales de funcionamiento, no cause una tasa de dosis equivalente ambiental o una tasa de dosis equivalente direccional, según el caso, superior a  $1 \mu\text{Sv} \times \text{h}^{-1}$  a una distancia de 0,1 m medida desde cualquier superficie accesible del aparato;
  - d)** la autoridad reguladora haya especificado las condiciones necesarias para la evacuación.
- I-6.** Las sustancias radiactivas provenientes de una práctica o una fuente autorizadas, cuyo vertido al medio ambiente se haya autorizado, están exentas de todo nuevo requisito de notificación, registro o concesión de licencia, a no ser que la autoridad reguladora especifique otra cosa.

#### **5.4. Extracto de Comisión Internacional en Protección Radiológica, Publicación N° 103 ICRP, Las Recomendaciones 2007 de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.**

##### **Tipos de situaciones de exposición**

Es intención de la Comisión que sus Recomendaciones sean aplicadas a todas las fuentes e individuos expuestos a radiación en los siguientes tres tipos de situaciones de exposición que comprenden todas las circunstancias concebibles.

- **Situaciones de exposición planificada:** Son situaciones que implican la deliberada introducción y operación de fuentes. Las situaciones planificadas pueden conducir tanto a exposiciones que se prevé que habrán de ocurrir (exposiciones normales) como a exposiciones que no puede anticiparse que ocurrirán.
- **Situaciones de exposición de emergencia:** Son situaciones que pueden ocurrir durante la operación de una actividad planificada, o como consecuencia de un acto malévolo, o cualquier otra situación inesperada y requieren la adopción de acciones urgentes a fin de evitar o reducir las consecuencias no deseadas.
- **Situaciones de exposición existente:** Son situaciones de exposición que ya existen cuando debe tomarse una decisión sobre su control, incluyendo las situaciones de exposición prolongadas después de emergencias.

De todo lo antes expuesto, se desprende que lo que la Comisión ha denominado “prácticas” podría ser el origen de situaciones de exposiciones planificadas, de emergencia y existentes. Las exposiciones médicas de pacientes también son situaciones de exposición planificada, pero debido a sus características especiales, las mismas, son tratadas separadamente. Los principios de protección para situaciones planificadas también se aplican a la exposición ocupacional en relación con situaciones de exposición de emergencia y existentes.

## **Categorías de exposición**

La Comisión distingue tres categorías de exposiciones: Exposiciones ocupacionales, exposiciones del público, y exposiciones médicas de pacientes.

- **Exposición ocupacional:** La exposición ocupacional está definida por la Comisión como toda exposición a radiaciones de los trabajadores ocurrida como resultado de su trabajo. El empleador tiene la responsabilidad principal en la protección de los trabajadores. Sin embargo, la persona que en virtud de una licencia o autorización es responsable por la fuente (cuando no es el mismo empleador) también tiene responsabilidad en la protección radiológica de los trabajadores.
- **Exposición del público:** La exposición del público comprende todas las exposiciones que no sean exposiciones ocupacionales ni exposiciones médicas de pacientes. Se produce como resultado de un conjunto de fuentes de radiación. La componente de la exposición del público atribuible a fuentes naturales es de lejos la más grande, pero ello no constituye justificación alguna para reducir la atención prestada a las exposiciones menores pero más fácilmente controlables provocadas por fuentes artificiales.

Las exposiciones del embrión o feto en los casos de trabajadoras embarazadas se consideran y están reglamentadas como exposiciones del público.

## **Identificación de los individuos expuestos**

Es necesario considerar separadamente al menos tres categorías de individuos expuestos, a saber: trabajadores, miembros del público y pacientes. Corresponden esencialmente a los individuos cuyas exposiciones se encuentran dentro de las tres categorías de exposición definidas. Un individuo dado puede exponerse como trabajador, a su vez, como miembro del público, o como paciente.

- **Trabajadores:** La Comisión define al trabajador como toda persona empleada, ya sea a tiempo completo, a tiempo parcial, o transitoriamente, por un empleador y a quién se le han reconocido derechos y deberes respecto a la protección radiológica ocupacional. En el caso del trabajador autónomo se considera que tiene los deberes del empleador y del trabajador. Una función importante del empleador y/o de la persona licenciada o autorizada es la de mantener el control sobre las fuentes de exposición y sobre la protección de los trabajadores que están ocupacionalmente expuestos. Para lograr este objetivo, la Comisión continúa recomendando clasificar las áreas de trabajo antes que clasificar a los trabajadores. El requerimiento de que las áreas de los lugares de trabajo que contienen fuentes estén clasificadas formalmente ayuda a su control. La Comisión usa dos denominaciones: áreas controladas y áreas supervisadas. Los trabajadores en las “áreas controladas” de los lugares de trabajo deberían estar bien informados y especialmente capacitados, y deberían conformar un grupo fácilmente identificable.
- **Miembros del público:** La Comisión define como miembro del público a todo individuo sujeto a una exposición que no es ocupacional ni médica. A la exposición de los miembros del público contribuye una gama de diferentes fuentes naturales y artificiales.
- **Pacientes:** La Comisión define al paciente como un individuo que recibe una exposición asociada a un procedimiento diagnóstico, intervencionista, o terapéutico. No se recomiendan límites de dosis ni restricciones de dosis para pacientes individuales porque los mismos pueden reducir la eficacia del diagnóstico o tratamiento, provocando más perjuicio que beneficio. Por consiguiente el énfasis está puesto en la justificación de los procedimientos clínicos, en la optimización de la protección y en la utilización de niveles de referencia para los procedimientos diagnósticos.



Del mismo documento se extraen las siguientes definiciones:

- **Área controlada:** Un área definida en la cual son, o podrían ser, requeridas medidas específicas de protección y provisiones de seguridad para controlar exposiciones normales o prevenir la extensión de la contaminación durante condiciones normales de trabajo, y prevenir o limitar el grado de exposiciones potenciales. Un área controlada está a menudo dentro de un área supervisada, aunque no necesariamente.
- **Área supervisada:** Un área definida no designada como un área controlada, pero para la cual las condiciones de exposición ocupacional se mantienen bajo vigilancia, aunque normalmente no se necesitan medidas de protección específicas o disposiciones de seguridad.

### 5.5. Extracto de la Circular N°B33/37, del 21 de octubre de 2014, Ministerio de Salud.

Se define como persona ocupacionalmente expuesta a radiaciones ionizantes, a toda persona que laboralmente tenga o pueda tener alguna exposición a radiaciones ionizantes, ya sea que opere o no algún equipo generador de radiaciones ionizantes, y/o manipule o no algún material radiactivo, ya sea en jornada completa, jornada parcial o temporalmente, por cuenta propia o ajena. Todo el personal ocupacionalmente expuesto deberá contar con Autorización de Desempeño de acuerdo al artículo 16 del D.S. N°133/84 del Ministerio de Salud y además, su respectivo control dosimétrico de acuerdo al artículo 4 del D.S N°3/85 del Ministerio de Salud.

## 6. LIMITES DE DOSIS PARA TRABAJADOR(A) OCUPACIONALMENTE EXPUESTO(A) (TOE).

### 6.1. Extracto Decreto Supremo N°3, de 1985, del Ministerio de Salud.

**Artículo 12.** Los límites de dosis (LD) para trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes serán los siguientes:

Órgano Expuesto	Límites de Dosis Anual (rem)
Cuerpo entero, gónadas, médula ósea	5
Cristalino	30
Cualquier otro órgano en forma individual	50

Para facilitar la comprensión del presente documento, lo anterior se puede interpretar de la siguiente forma:

Órgano Expuesto	Magnitud Dosimétrica	Límites de Dosis Anual (mSv)
Cuerpo entero	Dosis efectiva	50
Gónadas	Dosis equivalente	
Médula ósea		
Cristalino		300
Cualquier otro órgano en forma individual		500

## **6.2. Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección Contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación, Colección de Seguridad N° 115, Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Viena, 1997.**

### **Exposición ocupacional**

- a) Una dosis efectiva de 20 mSv por año como promedio en un período de cinco años consecutivos;
- b) Una dosis efectiva de 50 mSv en cualquier año.
- c) Una dosis equivalente al cristalino de 150 mSv en un año.
- d) Una dosis equivalente a las extremidades (manos y pies) o a la piel de 500 mSv en un año.

### **Exposición del público**

- a) Una dosis efectiva de 1 mSv en un año;
- b) En circunstancias especiales, una dosis efectiva de hasta 5 mSv en un solo año, a condición de que la dosis promedio en cinco años consecutivos no exceda de 1 mSv por año;
- c) Una dosis equivalente al cristalino de 15 mSv en un año.
- d) Una dosis equivalente a la piel de 50 mSv en un año.

## **6.3. Radiation Protection and Safety of Radiation Source: International Basic Safety Standards. General Safety Requirements Part 3, N° GSR Part 3, 2014.**

### **Exposición ocupacional**

- a) Una dosis efectiva de 20 mSv por año como promedio en un período de cinco años consecutivos (100 mSv en 5 años) y de 50 mSv en un año;
- b) Una dosis equivalente en cristalino de 20 mSv por año como promedio en un período de cinco años consecutivos (100 mSv en 5 años) y de 50 mSv en un año.
- d) Una dosis equivalente a las extremidades (manos y pies) o a la piel de 500 mSv en un año.

### **Exposición del público**

- a) Una dosis efectiva de 1 mSv en un año;
- b) En circunstancias especiales, una dosis efectiva de hasta 5 mSv en un solo año, a condición de que la dosis promedio en cinco años consecutivos no exceda de 1 mSv por año;
- c) Una dosis equivalente al cristalino de 15 mSv en un año.
- d) Una dosis equivalente a la piel de 50 mSv en un año.

## 7. CRITERIOS PROPUESTOS PARA LA DEFINICIÓN DE TOE A RADIACIONES IONIZANTES.

Considerando y resumiendo todo lo anteriormente expuesto, teniendo en cuenta la legislación actual y lo recomendado internacionalmente, se propone que debieran ser considerados TOE, a todas aquellas personas que cumplan al menos uno de los siguientes criterios:

- Trabajadores(as) que operan directamente equipos generadores o manipulan fuentes radiactivas, independiente del nivel de la exposición normal, siempre que la práctica laboral no pueda ser calificada por la autoridad como exenta.
- Trabajadores(as) que no operan equipos ni manipulan directamente fuentes radiactivas, pero que en el desempeño de su trabajo se estima que tengan o puedan tener exposiciones normales, iguales o superiores a lo recomendado para individuos del público, siempre que ello esté debidamente justificado y optimizado.
- Trabajadores(as) que se desempeñan en áreas controladas, independiente del tiempo que permanezcan en dicha área y de los niveles de exposición normal que tengan, aun cuando se trate de exposiciones esporádicas.

Para lo anterior, se requieren evaluaciones ambientales, información de la vigilancia radiológica personal o de puesto de trabajo, según corresponda, como también el establecimiento y denominación de las distintas áreas, con sus respectivas condiciones.

## 8. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE ALGUNAS SITUACIONES SEGÚN LOS CRITERIOS PROPUESTOS.

El **primer criterio** se extrae del D.S. N° 133, de 1984, del Ministerio de Salud; que establece que serán aquellas personas que en el desempeño de sus funciones, operen equipos generadores o manipulen materiales radiactivos y que resulten expuestos a radiaciones ionizantes. Sobre este aspecto, por un lado, cuando se trata de equipos generadores de rayos X o fuentes emisoras de radiación gamma, por la imposibilidad de reducir a cero las exposiciones, ya sea por efecto de la aplicación de blindajes o de la distancia, resulta sencillo observar que todos aquellos que operen o manipulen directamente tendrán cierto nivel de exposición, por lo tanto corresponde que sean catalogados como TOE.

No obstante, la situación no es tan clara cuando se trata de emisores de radiación beta ( $\beta$ ) y alpha ( $\alpha$ ) puros, con cuyos blindajes, en ciertas condiciones ocupacionales es factible que provean de atenuación completa, y por lo tanto llevando a exposiciones nulas, al menos en lo que respecta a las exposiciones directas de los materiales o elementos manipulados en el trabajo. Pero en estos casos, como en los anteriores, los trabajadores tienen responsabilidad en cuanto a la protección radiológica, así mismo, de ellos y de sus acciones probablemente dependa el nivel de sus exposiciones, también la de otros trabajadores, individuos del público y en prácticas médicas, de pacientes y sus eventuales acompañantes. De acuerdo a todo lo anterior, se estima que dicha condición implica que dichos trabajadores sean considerados como TOE.

La única situación que permitiría no tratar como TOE a un trabajador que opera directamente alguno de los siguientes dispositivos o equipos:

- a) Fuente radiactiva o dispositivo que contenga una fuente.
- b) Equipo generador o dispositivo que utilice dicho principio.

Sería aquella en la cual, la autoridad pueda calificar como exenta analizando el cumplimiento de todos o algunos de los criterios expuestos en 5.3, por ejemplo, situaciones ocupacionales en las que independiente de las acciones que el trabajador pueda ejecutar, no le sea posible someterse, o someter a otro individuo, a tasas de dosis equivalente ambiental o tasas de dosis equivalente direccional, según corresponda, superiores a  $1 \mu\text{Sv/h}$  a distancias de 0,1 metros medidos desde cualquier superficie accesible del aparato. Con esto pudiera ser factible eximir de dicha condición a trabajadores, cuyas dosis y las que puedan producir sobre otros, sean despreciables.

De cualquier manera, se destaca que nuestra regulación no describe la posibilidad de declarar como exentas algunas de estas prácticas, por lo que las instalaciones deberán contar siempre con la debida autorización de operación, estableciéndose un explotador con responsabilidad en lo que atañe a la protección radiológica, pero no parece necesario el que los trabajadores que realizan la práctica sean considerados como TOE.

Se estima innecesario el análisis de todas aquellas situaciones de manipulación directa de materiales radiactivos en forma de fuentes abiertas, ya que resulta evidente que todo aquel trabajador sea considerado TOE, por lo crítico y dependiente de las acciones del trabajador respecto de los niveles de exposición y eventual incorporación de materiales radiactivos.

El **segundo criterio** establece que será TOE todo aquel que tenga o pueda tener una exposición normal, superior a los niveles de dosis aplicables para individuos del público, para lo que se propone utilizar el criterio internacional de 1 mSv al año. En la actualidad nuestra regulación no establece límites de dosis para las exposiciones del público.

Con este criterio es posible establecer como TOE a los ocupantes de una serie de puestos de trabajo que no operan equipos generadores ni manipulan directamente materiales radiactivos, pero su actividad guarda relación directa con la utilización de radiaciones ionizantes. Por citar algunos ejemplos, en prácticas intervencionistas hay una serie de profesionales y técnicos que apoyan diferentes procedimientos quirúrgicos asistidos o guiados en instantes con equipos de rayos X, por lo que, de acuerdo a este criterio, todo este equipo de trabajo debe considerarse TOE.

Este criterio debe ser utilizado respetando adecuadamente los principios de la protección radiológica, en cuanto a que no se debe incluir en este grupo a aquellas personas que por sus actividades o funciones, puedan ser considerados como público.

El **tercer criterio** indica incluir como TOE a quienes se desempeñan dentro de áreas denominadas como controladas, sin importar para su aplicación, los tiempos de permanencia o de los niveles de exposición normal que las actividades impliquen. Para esto se debe considerar que en algunas instalaciones o prácticas estas áreas se mantienen en esta condición en todo momento, sin embargo, en otras, la condición de controlada es variable en el tiempo, es decir, el área puede ser considerada como tal cuando se realiza en ella una tarea específica, no así, cuando no se realiza la misma.

Este criterio resulta útil para aquellas situaciones en que las personas no cumplen ninguno de los anteriores, es decir, no operan ni manipulan directamente ninguna fuente emisora de radiaciones, y al mismo tiempo sus exposiciones normales son compatibles con las del público.

Nuestra regulación, al no ser explícita sobre este tipo de situaciones, ha generado que muchas actividades con exposición ocupacional, que según este criterio debieran ser realizadas por individuos tratados como TOE, las desarrollen trabajadores sin dicho tratamiento, sobre todo para situaciones periódicas con frecuencias o tiempos de exposición bajas, y que por ello generan bajos niveles de exposición normal. Ante estas situaciones, en ocasiones se tiende a que dichos trabajadores realicen las actividades utilizando elementos de protección personal, sin los debidos entrenamientos en su adecuado uso, sin utilización, además, de dosímetros personales y sin la debida autorización de desempeño y sin los conocimientos en materia de protección radiológica. Este último criterio es apoyado por la Circular N° B33/37, del Ministerio de Salud, así mismo, con las materias establecidas en el artículo 21 del D.S. N°40, de 1969, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social.

Para la aplicación de este criterio, en toda instalación deben estar clara y correctamente definidas las denominaciones y dinámica de las distintas áreas que involucra cada práctica, considerando además que, las mismas, han debido superar el respectivo proceso de autorización.

Algunos ejemplos de estas situaciones se pueden encontrar en servicios de urgencia donde se puede requerir que los camilleros asistan o posicionen pacientes en distintos procedimientos con exposición a radiaciones, también trabajadores que se exponen en áreas controladas asistiendo a pacientes en exámenes como tomografías computadas, y otros que son momentáneamente requeridos en las salas de pabellón en prácticas intervencionistas. De acuerdo al tercer criterio, todos ellos debieran ser considerados como TOE.

Finalmente, se estima que con el anterior análisis y los tres criterios propuestos, se da un mayor grado de claridad respecto de las personas que deben ser tratadas como TOE en las diferentes instalaciones radiactivas, en diferentes prácticas y en diversas situaciones, facilitando el trabajo de aquellas personas encargadas de gestionar dichas definiciones.

## 9. BIBLIOGRAFÍA.

- 9.1. Decreto Supremo N°3 “Reglamento de Protección Radiológica de Instalaciones Radiactivas”, de 1985, del Ministerio de Salud.
- 9.2. Decreto Supremo N°133 “Reglamento sobre Autorizaciones para Instalaciones Radiactivas o Equipos Generadores de Radiaciones Ionizantes, Personal que se Desempeña en Ellas, u Opere Tales Equipos y Otras Actividades Afines”, de 1984, del Ministerio de Salud.
- 9.3. Agencia para la Energía Nuclear de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (AEN/OCDE), Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Organización Internacional del Trabajo (OIT), Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS), International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, Safety Series 115, 1997.
- 9.4. International Commission on Radiological Protection, The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection Publication 103, 2007.
- 9.5. International Commission on Radiological Protection, Publication 60, 1990.
- 9.6. General Safety Requirements Part 3, N° GSR Part 3, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, European Commission, Food and Agriculture Organization of United Nations, International Atomic Energy Agency, International Labour Organization, OECD Nuclear Energy Agency, Pan American Health Organization, United Nations Environment Programme, World Health Organization, IAEA Safety Standards Series N°. GRS Part 3, 2014.
- 9.7. Circular B33/37, 21 de octubre de 2014, Subsecretaría de Salud Pública, Ministerio de Salud.
- 9.8. D.S. N° 40, de 1969, del Ministerio del Trabajo y Previsión Social, que Aprueba el Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales.