



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

UN ANÁLISIS SOBRE LA APLICACIÓN EN COLOMBIA DE LAS VACACIONES PROFILÁCTICAS DE LOS TRABAJADORES OCUPACIONALMENTE EXPUESTOS A RADIACIONES IONIZANTES

José Octavio Sánchez Cañón*
Universidad Católica de Colombia

Resumen

Los sectores salud e industria han desempeñado en los últimos años un papel importante en el crecimiento económico, cultural y social en el país. Los avances tecnológicos y el crecimiento en la cultura de protección ocupacional para los trabajadores expuestos a la radiación ionizante han girado en torno a la incidencia de las recomendaciones y normas básicas de seguridad internacionales. Por eso es determinante presentar un artículo investigativo en el cual se establezcan razonamientos fundados en las recomendaciones internacionales y nacionales en protección radiológica, para delimitar de una manera sencilla que trabajadores se deben catalogar como ocupacionalmente expuestos a la radiación ionizante, y entender que las vacaciones profilácticas para los “ocupados en la aplicación de rayos X, tienen derecho a gozar de quince (15) días de vacaciones remuneradas por cada seis (6) meses de servicios prestados” (Código Sustantivo del Trabajo, 1951, art. 186) no son medidas supletorias de seguridad, ni tampoco garantiza una recuperación al trabajador de una enfermedad profesional asociada al riesgo ocupacional de exposición a la radiación; adicional, categorizando a los trabajadores ocupacionalmente expuestos a la radiación ionizante, se entenderá que el beneficio de las vacaciones profilácticas se deberían aplicar de una manera proporcional según la exposición a todos los trabajadores del sector privado en salud e industria que por sus profesiones y funciones deben exponerse a las radiaciones ionizantes.

Palabras clave: Vacaciones, TOES (trabajadores Ocupacionalmente Expuestos), Dosimetría Personal, Rayos X, Vigilancia Epidemiológica, Cultura de autoprotección.

Sánchez Cañón, José Octavio. Optante al Título de Abogado. Artículo elaborado bajo la dirección del Dr. Ricardo Arturo Ariza López. Universidad Católica de Colombia. E – mail josanchez13@ucatolica.edu.co, código 2101613, móvil 310 7944952.

Abstract

The health and industry sectors have played an important role in the Economic, Cultural and social growth in the Country in recent years. Technological advances and growth in the culture of occupational protection for workers exposed to ionizing radiation have revolved around the impact of these sectors on the creation of the welfare for the working population based on the progress and human dignity of the workforce. That is why it is crucial to present an investigative article in which reasoning based on international and national recommendations on radiological protection is established, in order to define in a simple way which workers should be classified as occupationally exposed to ionizing radiation, and understand that the prophylactic vacations for those "employed in the application of X-rays, they have the right to enjoy fifteen (15) days of paid holidays for every six (6) months of services rendered" according to (Substantive Labor Code, 1951) are not supplementary safety measures, nor does it guarantee a worker's recovery from an occupational disease associated with the occupational risk of exposure to radiation; In addition, categorizing workers occupationally exposed to ionizing radiation, it will be understood that the benefit of prophylactic vacations should be applied in a proportional manner according to the exposure to all workers in the private sector such as health and industry who, due to their professions and functions, expose yourself to ionizing radiation.

Keywords: Vacations, (Occupationally Exposed workers) or Toe for its acronym in Spanish, Personal Dosimetry, X-rays, Epidemiological Surveillance, Self-protection culture.

Tabla de Contenido

Introducción	1
1. Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes	3
1.1 Efectos en la Salud	5
1.2 Efectos Somáticos	6
1.2.1 Efectos Determinísticos	6
1.2.2 Efectos Estocásticos	7
2. Seguridad y Salud en el Trabajo	9
2.1 Cultura de la Prevención	12
2.2 Sobre la Protección de las Radiaciones.....	15
3. Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos a las Radiaciones Ionizantes	17
3.1 Tipos de Exposición a la Radiación	20
3.2 Identificación de la Población Expuesta a las Radiaciones Ionizantes	23
3.3 Categorización de los Trabajadores Expuestos a la Radiación Ionizante	25
3.4 Límites de Exposición Ocupacional.....	28
4. Vigilancia Radiológica Individual.	30
4.1 Dosimetría Personal	30
4.2 Sistema de Vigilancia Epidemiológica	32
4.3 Monitoreo Biológico	35
5. Vacaciones Laborales.....	36
Conclusiones	40
Referencias.....	45

Introducción

Estudiando detalladamente el numeral 2 del artículo 186 del Código Sustantivo del Trabajo, de las duraciones de las vacaciones anuales reenumeradas de los trabajadores y/o “los ocupados en la aplicación de rayos X, tienen derecho a gozar de quince (15) días de vacaciones remuneradas por cada seis (6) meses de servicios prestados”, en concordancia con lo dispuesto con el derecho de vacaciones de los empleados públicos “así como los que laboren en el manejo y aplicación de rayos X y sus ayudantes, tienen derecho a quince (15) días hábiles de vacaciones por cada seis (6) meses de servicios” (Decreto Único Reglamentario del Sector de Función Pública, 2005, art. 2.2.31.4). De acuerdo con una interpretación exegética de los textos normativos citados anteriormente, los únicos que tienen derecho a gozar de este descanso reenumerado, son los trabajadores del sector privado y público que operan equipos de rayos X.

La finalidad del descanso profiláctico en el sector salud a nivel universal, es por una parte de salvaguardar al trabajador de enfermedades físicas y mentales que por motivos de su labor son peligrosas y mentalmente agotadoras, las cuales generan en su salud un estado de estrés elevado, y por otra parte el empleador puede contar con una fuerza laboral en recomendables condiciones físicas y mentales con las cuales el trabajador puede potencializar los contextos de su desempeño en su respectiva área de trabajo, así el empleador puede asegurar que la calidad en el servicio y gentileza para el usuario mejore de una manera preponderante. Se puede afirmar que los textos normativos que expresan el beneficio de las vacaciones profilácticas en Colombia no se le ha realizado un test estricto integrado de igualdad por parte del legislador, tal como lo señala:

El juicio integrado de igualdad tiene tres etapas de análisis: (i) establecer el criterio de comparación: patrón de igualdad o *tertium comparationis*, valga decir, precisar si los supuestos de hecho son susceptibles de compararse y si se compara sujetos de la misma naturaleza; (ii) definir si en el plano fáctico y en el plano jurídico existe un trato desigual entre iguales o igual entre desiguales; y (iii) averiguar si la diferencia de trato está constitucionalmente justificada, es decir, si las situaciones objeto de la comparación ameritan un trato diferente desde la Constitución (Corte Constitucional, Sala Plena, Sentencia C-015/14, 2014).

Para que un trabajador ocupado con rayos X en Colombia, pueda gozar del beneficio de las vacaciones profilácticas, no solo debe estar laborando con equipos de rayos X para el uso médico e industrial, sino por el contrario debe catalogarse como un trabajador ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizante (TOES), “El término “exposición ocupacional” ha sido utilizado por la OIT para referirse a la exposición de un trabajador, recibida o comprometida durante un período de trabajo” (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2004, p. 5) es claro que de manera inicial las vacaciones profilácticas en Colombia no se aplican a todos los trabajadores que por su labor son ocupacionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes, es decir que para el goce de este beneficio del descanso reenumerado se descarta a los trabajadores de la industria que manejan material radiactivo, y en el sector salud los que manipulan isotopos radiactivos.

Cabe aclarar lo siguiente:

Las condiciones de servicio de los trabajadores serán independientes de si éstos están o podrían estar sometidos a exposición ocupacional. No se concederán, ni se utilizarán en sustitución de medidas de protección y seguridad conforme a los requisitos de las presentes Normas, compensaciones especiales o tratamiento de preferencia en lo que respecta al sueldo, cobertura especial de seguros, horas de trabajo, duración de las vacaciones, días libres suplementarios o prestaciones por jubilación (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2011, p.57).

Las entidades que manejan equipos de rayos X para el uso de la medicina diagnóstica y terapéutica, el uso de equipos de rayos X en la industria, y el manejo de material radiactivo tanto en el sector salud como en el sector industrial, deben contar con normas claras de seguridad ocupacional para que sus trabajadores sean clasificados como TOES, teniendo en cuenta el tiempo de exposición a las radiaciones por año oficial, el cargo y las funciones a realizar, para que estos y los funcionarios del sector privado y público tengan herramientas claras sobre la no aplicación de los beneficios de “compensaciones especiales o tratamiento de preferencia en lo que respecta al sueldo, cobertura especial de seguros, horas de trabajo, duración de las vacaciones” (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2011, p. 57; Resolución 18 1434, 2002, art. 78), y así garantizar de una manera efectiva y real la salud ocupacional de los trabajadores del sector salud e industria que por su labor se ven expuestos a las radiaciones ionizantes, para que no se sobreentienda que

las vacaciones profilácticas son medidas supletorias de seguridad, todo lo contrario, este descanso profiláctico no protege al trabajador ni a todas las personas en general de la radiación del fondo natural “En el medio ambiente hay radiaciones terrestres a varios niveles, según las concentraciones de actividad que se encuentren en materiales naturales tales como las rocas, los suelos, el agua, el aire, los alimentos e incluso el cuerpo humano” (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1989, p.22).

1. Efectos Biológicos de las Radiaciones Ionizantes

En este apartado se realizará una descripción general en el entorno de los efectos biológicos en la salud humana por las radiaciones ionizantes, buscando presentar la probabilidad de riesgo a que se exponen los trabajadores que en su jornada laboral hacen uso de las radiaciones ionizantes, a una mayor exposición hay una mayor probabilidad de que su salud se vea afectada por la posibilidad de sufrir efectos biológicos y así padecer de una enfermedad profesional sobrevenida.

Durante un largo periodo de tiempo las radiaciones ionizantes se han aplicado a muchas actividades de la industria y medicina humana, que coincide con el descubrimiento de los rayos X el 8 de noviembre de 1895, existe incertidumbre sobre lo ocurrido en el laboratorio de Wilhelm Conrad Roentgen descubridor de los rayos X, tal como lo menciona Busch, U (2016) “por lo que es probable que el investigador, mientras experimentaba con los rayos catódicos, haya visto accidentalmente la misteriosa luminiscencia de un papel pintado con una sustancia fluorescente sensible a la luz (platinocianuro de bario)”. Pasadas semanas del descubrimiento de los rayos X por el señor Roentgen, estos rayos se utilizaron para el diagnóstico de fracturas, es por ello que se pudo observar “los efectos nocivos agudos (pérdida de cabello, eritema y dermatitis) hicieron que el personal de los hospitales se percataran de la necesidad de evitar la sobrexposición” (Smith, H, 1988), se tuvo entonces durante varios años un desarrollo material de los efectos nocivos de los rayos X, con elevados niveles de afectaciones a la salud de los trabajadores hospitalarios que operaban los rayos X, así como lo identifica el doctor Smith, H. (1988), “a pesar de estas observaciones, no se hizo una coordinación adecuada para proteger al personal expuesto a los rayos X y a las radiaciones gamma provenientes del radio”. Los efectos nocivos de los fotones Gamma se evidenciaron por el señor Becquerel, en la década de 1900, por una quemadura en el vientre por

cargar radium en un tubo de ensayo llevado en el bolsillo de su chaleco, tal como quedó relatado así:

La piel comenzó a enrojecer en una superficie de seis centímetros cuadrados; la apariencia es la de una quemadura, pero la piel no me dolía o me dolía muy poco. Al cabo de cierto tiempo, el enrojecimiento, aunque sin extenderse, se hizo más intenso. Al vigésimo día se formaron costras, luego una llaga que cubrimos con vendajes. El cuadragésimo segundo día, la epidermis comenzó a regenerarse por los bordes hasta llegar al centro. Cincuenta y dos días después de la acción de los rayos queda aún en estado de llaga una superficie de un centímetro cuadrado, que adquiere un aspecto grisáceo, indicando una mortificación más profunda (Hall. E, 1988).

Cuando los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes por fotones X y Gamma, se presentaron en el personal hospitalario y científico, a inicios de la década de 1920 se propusieron recomendaciones universales para proteger la salud de las personas que utilizaban radiaciones ionizantes en sus labores profesionales, pasada una década, de la siguiente manera:

Las recomendaciones sobre límites de exposición evolucionaron gradualmente en el decenio siguiente y en 1937, se consideró que una persona sana podía tolerar una exposición profesional a los rayos X y a las radiaciones gamma de hasta 0,2 roentgen por día de trabajo sin que se manifestaran lesiones cutáneas, anemia, o disminuyera la fecundidad (Smith, H, 1988, p. 43).

Dado este fenómeno por los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes se determinó al pasar de los años, que la ionización trastorna la estructura electrónica del material y por tanto sus propiedades, en especial se pudo establecer que en los tejidos vivos la ionización realiza cambios químicos que resultan en el daño a la estructura química de las células ADN.

Se afirma que a diferencia de otras maneras o formas de la radiación, la radiación ionizante es altamente peligrosa biológicamente a la salud humana, debido a que cuenta con la suficiente energía con la cual puede arrancar electrones de los átomos con los que interactúa, en especial cuando la radiación ionizante choca eventualmente con moléculas y átomos atravesando células

vivas, lo que consolida a radicales y iones libres que rompen los enlaces químicos que ocasionan cambios moleculares que perjudican a las células afectadas.

1.1 Efectos en la Salud

Uno de los factores más relevantes y menos considerados del efecto biológico de la radiación ionizante es el relacionado con las características o afectaciones a la salud humana, estos efectos se clasifican en somáticos y hereditarios; los primeros se manifiestan claramente en la persona directamente expuesta a la radiación ionizante, los segundos son los que se manifiestan en la descendencia o linaje de la persona directamente expuesta a la radiación ionizante, es así como lo expone la doctrina de la protección radiológica “los efectos biológicos de la radiación pueden ser agrupados en dos tipos: efectos deterministas (reacciones tisulares) y efectos estocásticos (cáncer y efectos hereditarios)” (Comisión Internacional de Protección, 2011, p.21).

Se considera que en cualquier caso, que la indebida exposición a la radiación ionizante es proporcionalmente asociada a un efecto biológicamente estimable, se razona que ocurre en un lapso de tiempo denominado periodo de latencia, es decir que en este periodo de tiempo están ocurriendo o desarrollándose los efectos biológicos por la exposición a la radiación ionizante, para que algunos efectos biológicos se desarrollen por la irradiación el tiempo es relativamente corto, y para otros efectos somáticos realmente se desarrollen, y afecten biológicamente al ser humano pueden ser intensamente largos, de años, y para que los efectos genéticamente heredados se desarrollen, se estima que pueden pasar generaciones antes de su aparición.

También hay doctrina que resalta,

La exposición a la radiación también puede provocar la transformación no letal de las células, que pueden seguir manteniendo su capacidad de división celular. El sistema inmunológico del cuerpo humano es muy eficaz para detectar y destruir células anormales. Con todo, existe la posibilidad de que la transformación no letal de una célula produzca, tras un período de latencia, cáncer en la persona expuesta si la célula es somática, o tenga efectos hereditarios si la célula es germinal. Tales efectos se denominan efectos “estocásticos”. Para los fines de las presentes Normas, se supone que la probabilidad de que con el tiempo se produzcan efectos

estocásticos es proporcional a la dosis recibida, sin un nivel de dosis umbral. El “coeficiente nominal de riesgo de la dosis ajustado al detrimento”, que incluye los riesgos de todos los cánceres y efectos hereditarios, es del 5% por sievert (Sv) [1]. Es posible que este coeficiente se deba ajustar a medida que se disponga de nuevos conocimientos científicos (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2011, p.1).

1.2 Efectos Somáticos

El resultado de la aparición de los efectos somáticos se traduce en la relación dosis – efecto de la irradiación, es decir en efectos estocásticos y determinísticos, en relación al tiempo de aparición de los signos o efectos adversos biológicamente en desmedro de la salud de las personas, en relación al tiempo pueden ser tempranos, es decir se presentan en horas o días, y tenemos a los efectos biológicos que se presentan tardíamente, periodos de tiempo de meses y años, adicional el resultado de la aparición de los efectos biológicos de la irradiación depende de la posición de la fuente con respecto al órgano afectado.

1.2.1 Efectos Determinísticos

Contrastar el valor de estos efectos, se hace por sus características relacionadas de la eventualidad determinística entre la dosis recibida por la irradiación y el efecto que se muestra cuando la dosis recibida sobrepasa un cierto umbral, y es irrealizable que puedan aparecer por debajo de este, es importante que los trabajadores que manejen fotones X o Gamma, se eduquen sobre “la naturaleza y las causas de posible riesgos para la salud que podrían conllevar la manipulación o uso de fuentes de radiación” (Oficina Internacional del Trabajo, 1987, p.16). La gravedad de la irradiación y su efecto nocivo a la salud del trabajador depende proporcionalmente de la dosis recibida, esto es de suma importancia, que el trabajador y el empleador sepan que dosis ocupacional es permitida “El término “exposición ocupacional” ha sido utilizado por la OIT para referirse a la exposición de un trabajador, recibida o comprometida durante un período de trabajo.” (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2004, p. 5).

El efecto determinístico es el que,

Aparece sólo cuando mueren numerosas células en un órgano o tejido, el efecto será sólo observable clínicamente si la dosis de radiación está por encima de un [valor] umbral. La magnitud de ese umbral dependerá de la tasa de dosis (es decir, dosis por unidad de tiempo) y la transferencia lineal de energía de la radiación, el órgano o tejido irradiado, el volumen de la parte irradiada del órgano o tejido, y el efecto clínico de interés. Con dosis crecientes, por encima del umbral, la probabilidad de ocurrencia se elevará abruptamente al 100 % (es decir, cada persona expuesta mostrará el efecto) y la severidad del mismo aumentará con la dosis. La Comisión llama a estos efectos “deterministas” (reacciones tisulares) y un análisis minucioso e información sobre los efectos deterministas puede encontrarse en la ICRP (2007a). Tales efectos pueden ocurrir en la aplicación de la radiación ionizante en radioterapia, y en los procedimientos intervencionistas, en particular, cuando los procedimientos intervencionistas guiados fluoroscópicamente son complejos y requieren tiempos de radioscopia muy largos o la adquisición de numerosas imágenes (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2011, p.21).

1.2.2 Efectos Estocásticos

Estos efectos se presentan de manera aleatoria, es decir que se manifiestan a una relación dosis – efecto de naturaleza probabilística, no aparecen en todas las personas irradiadas, sino que aparecen solamente en algunas personas, en estos efectos, una de las principales exteriorizaciones de los mismos es la probabilidad, que depende de la dosis recibida por la persona o trabajador, se puede inferir que a mayor dosis recibida hay más probabilidad de manifestación de padecer los efectos estocásticos.

El origen de estos efectos es a partir de una sola célula, y la frecuencia depende o varia con las dosis recibidas, las cuales no tienen umbral. En este tipo de lesiones celulares por irradiación, la célula no pierde su capacidad reproductiva, lo cual conlleva que se genere un clon de esta, que probablemente produce la aparición de un cáncer para el trabajador que usa fotones X o Gamma.

Teniendo en cuenta, como se ha mencionado anteriormente los efectos estocásticos son los en que,

Existe suficiente evidencia en la biología celular y molecular que el daño por radiación al ADN en una única célula puede conducir a una célula transformada, todavía capaz de reproducirse. A pesar de las defensas del cuerpo, normalmente muy efectivas, existe una pequeña probabilidad que este tipo de daño, promovido por la influencia de otros agentes no necesariamente asociados con la radiación, pueda llevar a una condición maligna (efecto somático). Como la probabilidad es baja, sólo ocurrirá en algunas de las células expuestas. Si el daño inicial es a células germinales en las gónadas, pueden ocurrir efectos hereditarios (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2011, p.21).

Y en el juego de las probabilidades,

De un efecto estocástico atribuible a la radiación aumenta con la dosis y probablemente, a dosis bajas, sea proporcional a la dosis. A dosis y tasas de dosis más altas, frecuentemente la probabilidad aumenta con la dosis más abruptamente que con una proporcionalidad simple. A dosis aún más altas, cercanas al umbral de los efectos deterministas (reacciones tisulares), la probabilidad aumenta más lentamente, y aún puede comenzar a disminuir, debido al efecto competitivo de la muerte celular. Estos efectos, tanto somáticos como hereditarios, son llamados “estocásticos”. Cuando la radiación ionizante es utilizada en procedimientos médicos la probabilidad de tales efectos aumenta (Comisión Internacional de Protección radiológica, 2011, p.21).

1.2.2.1 Efectos en irradiación en útero. Las radiaciones inducen daños en nivel de órganos, y más si la trabajadora, en este tipo de irradiación específica, se encuentra en estado de gravidez, tal como se señala a continuación:

Existen riesgos relacionados con la irradiación del embrión/feto durante el embarazo, que están relacionados con el estadio del embarazo y la dosis absorbida por el embrión/feto. Más adelante son mencionados brevemente al tratar los temas de efectos letales, malformaciones, efectos en el sistema nervioso central, y leucemia y cáncer infantil (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2011, p.22).

Esto sin contar los “efectos letales de la irradiación en el período de preimplantación del desarrollo embrionario” (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2011, p.22). Malformaciones “durante el período de organogénesis principal, convencionalmente considerado desde la tercera a la octava semana después de la concepción, pueden producirse malformaciones, en especial, en los órganos en desarrollo en el momento de la exposición” (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2011, p.23).

Hay efectos que dependen de la dosis recibida y del periodo de gestación en que ocurra la irradiación,

A partir de la 8a a la 25a semana después de la concepción, el sistema nervioso central es particularmente sensible a la radiación. A dosis fetales por debajo de 100 mGy, clínicamente, no puede ser identificada una reducción del cociente intelectual. Durante el mismo período, dosis fetales del orden de 1 Gy resultan en una alta probabilidad de retraso mental severo. La mayor sensibilidad es a partir de la 8a y hasta la 15a semana después de la concepción, y menor a partir de la 16a a la 25a semana de edad gestacional.” (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2011, p.23).

1.2.2.2 Efectos de irradiación carcinogénesis. La relación dosis – respuesta para la inducción de cáncer se determina por una relación lineal, que impacta un constante riesgo por cada unidad de medida a la radiación, razón por la cual,

Se ha mostrado que la radiación aumenta la probabilidad de leucemia y de numerosos tipos de cáncer tanto en adultos como en niños. Durante la mayor parte del embarazo, se supone que el embrión/feto tiene aproximadamente el mismo riesgo de efectos carcinogénicos potenciales que los niños (es decir, aproximadamente tres veces más que la población en su conjunto) (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2011, p.23).

2. Seguridad y Salud en el Trabajo

El tema de la seguridad y salud en el trabajo está asociado directamente a la actividad humana del trabajo, actividad que desarrolla en el ser humano el crecimiento profesional, para obtener

condiciones de vida digna acorde a la finalidad de crecimiento personal y familiar, esto llevado de la mano con su entorno social, económico e individual.

El rendimiento laboral está asociado a las condiciones físicas y de salud del trabajador, pero lamentablemente el mismo trabajo o labor que desarrolla el individuo sin las precauciones asociadas al factor riesgo de su profesión u oficio, pueden desencadenar el desmejoramiento directo a su salud, por tal motivo el Ejecutivo contribuye expidiendo normas de seguridad con las cuales se ayuda al mejoramiento de los contextos laborales, preservando las condiciones de salud de los trabajadores y por ende se proporciona al trabajador de mejores circunstancias de bienestar que conllevan a un aumento de productividad a nivel institucional.

La seguridad y salud en el trabajo, al igual que una adecuada culturización del trabajador hacia la protección y cuidado en que debe realizar su labor, es uno de los estándares de las políticas y normatividad que un estado debe proporcionar a sus asociados, contribuyendo a una mejor calidad de vida digna del individuo trabajador, razón por la cual el Gobierno Nacional establece el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), donde pretende crear procesos lógicos, fundados en la mejora continua, para que la política de seguridad y salud en el trabajo, sea un estandarte y de este modo se puedan controlar, prevenir y mejorar los riesgos asociados a una profesión u oficio, de los trabajadores de nuestra nación.

En la actualidad, a nivel global hay una unánime aprobación sobre delimitar reglas para proteger la salud de los trabajadores, lastimosamente en nuestro país el uso y la práctica de las radiaciones ionizantes por generalidad y creencia común se asocia al sector salud, sector que es de vital importancia, pero en la industria su uso es especializado y mantienen unos altos niveles de protección en materia de seguridad radiológica.

Al igual que todos los sectores que utilizan o manejan las radiaciones ionizantes, no escapan a los intensos desarrollos culturales de concientización de los efectos nocivos de las mismas, esto se realiza conjuntamente con el desarrollo de la cultura de gestión y seguridad en el trabajo, por ello es de vital importancia concentrar esfuerzos en crear y desarrollar unanimidad de criterios en la protección radiológica de los trabajadores e instituciones que manejan o utilizan la radiación ionizante.

El talón de Aquiles importante de la seguridad y salud de los trabajadores en nuestro país se fundamenta en el poco conocimiento de los especialistas en salud ocupacional y otras áreas de estudio, de las normas de seguridad básica contra las radiaciones ionizantes, recuperar la confiabilidad en la experticia de temas relacionados con la protección radiológica debe ser el propósito de las facultades que en alguna medida en su cátedra estudian la estructura laboral y de seguridad de los trabajadores que por su labor utilizan o interactúan con las radiaciones ionizantes, tal como se describe a continuación:

La radiación ionizante está presente en el entorno de los seres humanos (por ejemplo, en los rayos cósmicos o en el material radioactivo presente en la naturaleza). Está constituida por rayos X y rayos gamma (radiaciones electromagnéticas) y por radiaciones corpusculares (partículas subatómicas alfa y beta, y radiación neutrónica). La radiación ionizante puede inducir efectos agudos (por ejemplo, quemaduras) o a largo plazo (por ejemplo, cáncer y enfermedades hereditarias), clasificados también como efectos no estocásticos (determinísticos) y estocásticos.

Las fuentes de radiactividad se utilizan en todo el mundo para muy diversas aplicaciones beneficiosas en industria, medicina, investigación, agricultura y educación. La mejora de los servicios sanitarios, junto con el envejecimiento de la población, ha incrementado la utilización de radionucleidos y de radiaciones con fines de diagnóstico y tratamiento. La amenaza del terrorismo, los usos potencialmente maliciosos de las fuentes radiactivas, el efecto gravoso de los costos y el uso generalizado de dispositivos nucleares obligan a las autoridades estatales a tomarse más seriamente que nunca la protección y la seguridad frente a la radiación (Oficina Internacional del Trabajo, 2011, p.1).

Lo anterior sin desconocer que,

Como se indica en los Principios fundamentales de seguridad [2], “el objetivo fundamental de la seguridad es proteger a las personas y el medio ambiente contra los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes”. Este objetivo debe alcanzarse sin limitar indebidamente la operación de instalaciones o la realización de actividades

que generan riesgos radiológicos. En consecuencia, el sistema de protección y seguridad tiene por objeto evaluar, gestionar y controlar la exposición a la radiación a fin de reducir, en la medida en que sea razonablemente posible, los riesgos radiológicos, comprendidos los riesgos de efectos en la salud y los riesgos para el medio ambiente (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2011, p.2).

2.1 Cultura de la Prevención

En estos momentos de globalización la competencia a nivel laboral y empresarial es predominante, “el fenómeno de globalización y los efectos que se desglosan de él y llevan a la configuración del pluralismo cultural y jurídico tanto en los documentos constitucionales de los Estados nacionales como en los convenios y pactos internacionales” (Llano Franco, 2016, p. 53), escenario que presenta para los países de nuestro globo inmensos retos frente a los nuevos procesos de integración para ser competitivos a nivel mundial. Esto conlleva a que se presenten nuevos cambios en las listas laborales, inmersas en la tecnología que conlleva al trabajador adaptarse a este nuevo mundo laboral.

En este nuevo contexto las situaciones de seguridad y protección en el trabajo no son las deseables, es decir que las nuevas maneras de emplear a los trabajadores comprenden que estos deban realizar distribuciones inequitativas en su tiempo laboral frente a su tiempo de descanso u ocio, desencadenando inestabilidad en la labor frente a la carga laboral con relación a la jornada de trabajo.

Por estos motivos es importante que se genere una “cultura de prevención analizando si es individual o grupal, si es única o múltiple y cómo influye sobre las percepciones del riesgo sobre las prácticas” (Centro Internacional de Formación Organización Internacional del Trabajo, 2009, p. 36).

Intrínsecamente se relaciona la cultura de la prevención en materia laboral y de seguridad en el trabajo, con la cultura organizacional, que es la verdadera espina dorsal de una organización, “Suele sostenerse que la cultura es el verdadero corazón de una organización. Para algunos, el desarrollo de una cultura podría verse como la forma de aglutinar a los integrantes de una

organización, superando los límites determinados por su estructura” (Centro Internacional de Formación Organización Internacional del Trabajo, 2009, p. 37).

Se entiende que,

La cultura de una organización está modelada por las interacciones internas de sus miembros y los significados a los que adscriben en las acciones y eventos de dicha organización. Lo colectivo subyace en el espíritu que va a determinar la cultura. Los vehículos que sirven para sostener y transmitir una cultura son las declaraciones de principios, los símbolos, historias, ceremonias, jergas, rituales, liderazgos, los procesos de socialización de los miembros y el establecimiento de objetivos comunes (Centro Internacional de Formación Organización Internacional del Trabajo, 2009, p. 37).

Ya que la cultura organizacional está ligada con la cultura de la prevención, y los accidentes laborales y las enfermedades asociadas al riesgo profesional son representativamente preocupantes al ser humano en materia económica, es de vital importancia idear mecanismos con los cuales se eduque a las organizaciones y a sus trabajadores en crear conciencia colectiva, de los posibles efectos a la salud por la labor que se realiza, probabilidad de accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y crear rutas de acción de medidas preventivas, estas acciones son uno de los mejores efectos de beneficios mutuos que los trabajadores y empleadores pueden obtener un mejoramiento significativo en las condiciones de vida, de trabajo y de productividad en la población laboralmente activa.

Uno de los claros ejemplos de riesgo laboral, fue el sucedido,

En 1986, el accidente de Chernobyl puso en tela de juicio la confianza de la comunidad internacional en relación con la energía nuclear. Recordemos que entonces dos explosiones fundieron las 1.000 toneladas de concreto del reactor 4 y liberaron productos de fisión hacia la atmósfera. El costo inmediato fue de 30 vidas, pero se contaminó un área de 400 millas alrededor de la planta de Ucrania, con aumentos significativos en el riesgo de muerte por cáncer en Escandinavia y en los países del Este Europeo. La Agencia Internacional de Energía Atómica

(Internacional Atomic Energy Agency, IAEA) identificó una “pobre cultura de la seguridad” como factor contribuyente de este desastre. Es a partir de aquí que se comienza a difundir y analizar el concepto de *cultura de la seguridad*.

La revisión del accidente que hace INSAG (Internacional Nuclear Safety Advisory Group) comienza expresando que la conclusión vital que se alcanza es que: “la suma importancia de poner una autoridad completa y responsabilidad por la seguridad en los máximos niveles de gerencia que actúan en las plantas. Las normas de procedimiento, apropiadamente revisadas y aprobadas deben ser suplementadas por la creación y mantenimiento de una ‘cultura de la seguridad nuclear’”. Por otra parte, la US Nuclear Regulatory Comisión (NRC), al cabo de la investigación del accidente nuclear de Three Mile Island, informa en sus conclusiones que había identificado que las principales deficiencias en el reactor no se referían a problemas del *hardware*, sino a problemas de gerenciamiento (Centro Internacional de Formación Organización Internacional del Trabajo, 2009, pp. 38-39).

Se debe observar la cultura de la autoprotección en materia de protección radiológica y fomentar la misma de la siguiente manera,

Los titulares de autorizaciones, con el fin de fomentar y mantener la cultura de la seguridad, garantizarán que:

1. Se establezcan principios rectores y procedimientos que estipulen claramente que a la protección y seguridad del público y los trabajadores se le confiere la más alta prioridad;
2. Los problemas que afecten a la protección y seguridad se detecten y corrijan rápidamente, de manera que estén en consonancia con su importancia;
3. Se precise claramente la responsabilidad en materia de protección y seguridad de cada individuo a todos los niveles, comenzando con los situados a nivel directivo superior, y que cada uno tenga la capacitación y cualificación adecuadas;
4. Se definan de manera clara las estructuras jerárquicas para la toma de decisiones en materia de protección y seguridad;
5. Se adopten disposiciones organizativas y se establezcan líneas de comunicación cuyo resultado sea la circulación expedita de la información sobre la protección y

seguridad en los diversos niveles de la entidad, así como entre dichos niveles (Resolución 18 1434, 2002, art. 33).

2.2 Sobre la Protección de las Radiaciones

La complejidad de los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes y su peligrosidad a los seres humanos hizo necesario que se implementaran medidas universales de protección de los trabajadores expuestos y al público en general contra los riesgos resultantes de la exposición a las mismas. Tal como se muestra a continuación,

Durante su 137ª Reunión, de noviembre de 1957, el Consejo de Administración de la OIT decidió incluir en el orden del día de la Reunión de 1959 de la Conferencia Internacional del Trabajo el tema: “Protección de los trabajadores contra las radiaciones”. Es oportuno recordar que en forma previa se convocó a una reunión de expertos sobre el tema. Estos expertos se reunieron durante el período de noviembre-diciembre de 1957 en Ginebra y, en esa reunión, además de analizar el tema se intercambiaron opiniones acerca del alcance y contenido que podría tener un instrumento internacional (Centro Internacional de Formación Organización Internacional del Trabajo, 2009, p. 173).

Para proteger a los trabajadores de la radiación por una razón que,

Históricamente, se debe tener en cuenta que pasó poco tiempo entre el descubrimiento de los rayos X y el conocimiento de sus efectos deletéreos. En principio y hasta hace pocos años, sólo se reparó en los efectos somáticos de las radiaciones y en las dosis máximas permisibles que se reglaban teniendo en cuenta sólo esos efectos. Sin embargo, se estudiaron poco los efectos genéticos. Los conocimientos que se contaban a la hora de la preparación de este informe eran mayoritariamente producto de estudios sobre animales (Centro Internacional de Formación Organización Internacional del Trabajo, 2009, p. 174).

Como se mencionó anteriormente la Organización Internacional del Trabajo se reunió en el año 1959, e incluyó en el orden del día de trabajo el tema sobre la protección de los trabajadores contra las radiaciones, de este trabajo nació el C-115 – convenio sobre la protección contra las

radiaciones cuya entrada en vigor fue en el año de 1962, convenio que el estado colombiano no ha ratificado. En el año 1979 en Colombia se expide la ley novena por la cual se dictan medidas sanitarias, en el Artículo 80 literal c, del título III de la Salud Ocupacional, se dispone proteger la salud de los trabajadores y del público en general contra los riesgos de la radiación ionizante, que en mayo del año 1979 el ministerio de trabajo y protección social expide la resolución 2400, por la cual se establece algunas disposiciones sobre higiene y seguridad en el trabajo, que en el capítulo V de las radiaciones ionizantes del artículo 97 al 109 regulan la seguridad y protección de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizante, podemos inferir que pasados aproximadamente 18 años de la entrada en vigor del convenio C-115 de la OIT, Colombia comienza a regular el tema de la protección radiológica frente a los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes.

El tema de protección radiológica es muy especializado, tal vez es una de las razones de que su desarrollo normativo en Colombia sea muy lento, es tan especializado que los principales expertos en temas sobre radiaciones ionizantes y protección radiológica, son profesionales en física médica, físicos teóricos y experimentales, y algunos ingenieros químicos y biomédicos; algunas recomendaciones de los organismos internacionales en temas de seguridad y protección radiológica y en normas básicas de seguridad, se recompilan en nuestro país, en la resolución 18-1434 del 5 de diciembre de 2002, por la cual se adopta el reglamento de protección y seguridad radiológica, expedida por el Ministerio de Minas y Energía, autoridad nacional encargada de acoger en nuestro territorio las recomendaciones dictadas por el organismo internacional de energía atómica, el fin de esta norma es el de proteger y salvaguardar la salud de los trabajadores expuesto a las radiaciones ionizantes y del público en general, el problema es que esta norma se aplica mayormente en el sector industria, investigación y académico; y el sector salud que tiene la mayor parte de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes no creen pertenecer a este reglamento.

Un ejemplo claro de expedir normas de protección radiológica sin un fundamento teórico y científico es el siguiente: “los ocupados en la aplicación de rayos X, tienen derecho a gozar de quince (15) días de vacaciones remuneradas por cada seis (6) meses de servicios prestados” (Código Sustantivo del Trabajo, 1951, art. 186), es claro que al ser una norma laboral, no se entiende él porque, o motivo por el cual se le concede a los trabajadores ocupados en el manejo de rayos X, un periodo de vacaciones por cada seis meses de servicios prestados, dado que un

descanso adicional al año no protege ni alivia a ningún individuo de la radiación del fondo natural, y adicional no se conocen publicaciones científicas con las cuales se soporten que un periodo de descanso adicional al año, es una adecuada medida de protección para un trabajador que maneja y/o opera a los rayos X en su labor.

3. Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos a las Radiaciones Ionizantes

Para el lector común si hace una interpretación del siguiente texto normativo,

Los profesionales y ayudantes que trabajan en establecimientos privados dedicados a la lucha contra la tuberculosis, y los ocupados en la aplicación de rayos X, tienen derecho a gozar de quince (15) días de vacaciones remuneradas por cada seis (6) meses de servicios prestados (Código Sustantivo del Trabajo, 1951, art. 186).

Entenderá que los únicos que tienen derecho a gozar de este beneficio (un periodo de vacaciones por cada seis meses de servicio) son los trabajadores que en su labor manejan rayos X (para el caso de estudio), por asociación al comienzo del texto normativo, se comprenderá que el trabajador realiza su labor en el sector salud, y presta sus servicios en instituciones privadas, pero en la protección radiológica ellos son una parte de los trabajadores que manejan radiaciones ionizantes en sus labores, hay diferentes ramas de la salud que utilizan radiaciones ionizantes distintas a los rayos X, como por ejemplo, en la medicina nuclear que utilizan radiofármacos (fuentes de radiación gamma) con fines terapéuticos o de diagnóstico, lo anterior sin contar el manejo u operación de la radiación ionizante en el sector industria por fotones Gamma y X, por ejemplo en el área de la gammagrafía industrial, que por intermedio de una fuente de iridio (Ir) 192, utilizada para tomar imágenes de soldaduras en tanques, tuberías, oleoductos entre otros, y esta fuente es altamente peligrosa para la salud de las personas en general.

Si seguimos realizando un estudio detallado de otra norma colombiana que desarrolla el concepto conforme se enuncia a los trabajadores que manejan radiaciones ionizantes, encontraremos que define y dispone las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador y modifica todos los parámetros para que estos accedan al régimen especial pensional,

El presente decreto se aplica a todos los trabajadores que laboran en actividades de alto riesgo, entendiendo por actividades de alto riesgo aquellas en las cuales la labor

desempeñada implique la disminución de la expectativa de vida saludable o la necesidad del retiro de las funciones laborales que ejecuta, con ocasión de su trabajo (Decreto Ley 2090, 2003, art. 1).

Y determina como labor de alto riesgo a los “Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes” (Decreto Ley 2090, 2003, art. 2).

La exposición ocupacional la encontramos regulada en nuestro país en el título IV, capítulo 1 al 13 de la Resolución 18-1434 de 2002, expedida por el Ministerio de Minas y Energía; que en su glosario la define como, “toda exposición de los trabajadores sufrida en su trabajo, con excepción de las exposiciones excluidas en este reglamento y de las exposiciones causadas por las practicas o fuentes exentas con el arreglo de este reglamento”.

Chile a diferencia de Colombia, entiende que,

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 (Instituto de Salud Pública Ministerio de Salud Gobierno de Chile, s. f, p. 3).

Es determinante que en nuestro país se adopten un único reglamento basado en la realidad actual, bajo las recomendaciones internacionales, con los cuales se defina de una manera franca

que trabajadores se les considera ocupacionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes, así se evitara que los operadores jurídicos, los operadores de nuestro sistema pensional, las administradoras de riesgos laborales, los trabajadores y empleadores que tienen a cargo y manejan radiaciones ionizantes, tengan que solicitar concepto técnico del ministerio del trabajo, que les indiquen que trabajadores de radiaciones son ocupacionalmente expuestos a las mismas, para que tengan los beneficios de los periodos de quince días de descanso por cada seis meses de servicio, cuales pueden cotizar en el régimen especial de pensión por actividades de alto riesgo y quienes deben pertenecer al aseguramiento en riesgos laborales por factor del riesgo ocupacional a la exposición de la radiación ionizante; los conceptos emitidos por el ministerio del trabajo indican que los trabajadores ocupacionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes son aquellos que en su labor manejan rayos X, que adicional se requiere, es decir que es obligatorio que la dedicación del trabajador a los rayos X sea permanente, conforme a las funciones del cargo y las estrategias que opte el departamento de salud ocupacional de cada institución, y enfatiza que se ha de entender por actividad permanente, que sea constante, continua, fija o estable, en contra posición a una labor temporal, transitoria o variable.

Como se mencionó con anterioridad, en Chile si existe un desarrollo normativo que de fine a un trabajador ocupacionalmente expuesto en adelante TOE o TOES,

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 radiactivas 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 (Instituto de Salud Pública Ministerio de Salud Gobierno de Chile, s. f, p. 4).

3.1 Tipos de Exposición a la Radiación

La exposición a la radiación ionizante es general a nivel universal, es claro que las radiaciones ionizantes son herramientas con las cuales los seres humanos pueden diagnosticar y tratar determinadas enfermedades, y su uso no es exclusivo en el sector salud, todo lo contrario también se utiliza en la industria para la preservación de alimentos, comprobar condiciones técnicas de aeronaves, toma de placas para verificar soldaduras en tanques, tubos y estructuras metálicas, en el sector de investigación y educativo suelen emplearse en determinadas áreas de especialidad, esto sin contar con la radiación de fondo natural, por esto es muy importante identificar,

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 (Instituto de Salud Pública Ministerio de Salud Gobierno de Chile, s. f, p. 5).

Con base en las normas básicas de seguridad y protección radiológica internacionales en Chile, se desarrolla los alcances de la exposición ocupacional en,

- **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. (Instituto de Salud Pública Ministerio de Salud Gobierno de Chile, s. f, p. 5).

Un objetivo complementario de adoptar las recomendaciones internacionales es el estudio de mejorar el conocimiento de la seguridad y protección radiológica, para que este se aplique a todas las fuentes e individuos expuestos a la radiación, en los siguientes tres tipos de situaciones,

- **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 (exposiciones potenciales; ver Apartado 6.1.3).
- **Situaciones de exposición de emergencia:** son situaciones que pueden ocurrir durante la operación de una situación 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 (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2007, p. 72).

La comisión internacional de protección radiológica en adelante la comisión reconoce tres tipos de exposición a las radiaciones ionizantes en todas sus aplicaciones,

Exposición ocupacional (178) La exposición ocupacional está definida por la Comisión como toda exposición a radiaciones de los trabajadores ocurrida como resultado de su trabajo. La Comisión ha tenido en cuenta que la definición convencional de exposición ocupacional a cualquier agente peligroso incluye todas las exposiciones en el trabajo, sin tener en cuenta su fuente. Sin embargo, debido a la ubicuidad de la radiación, la aplicación directa de esta definición a la radiación significaría que todos los trabajadores deberían estar sujetos a un régimen de protección radiológica. La Comisión por consiguiente limita el uso de “exposiciones ocupacionales” a las exposiciones a radiación producidas en el trabajo como resultado de situaciones que pueden razonablemente atribuirse a la responsabilidad del nivel gerencial superior de la organización (empleador) (ver también el Apartado 6.3.1). Las exposiciones excluidas y las exposiciones debidas a prácticas o fuentes exentas no necesitan en general ser consideradas en la protección ocupacional.

(179) 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. Si los trabajadores están involucrados en un trabajo que implica, o podría implicar la existencia de una fuente que no está bajo el control de su empleador, la persona licenciada o autorizada y el empleador deberían cooperar mediante el intercambio de información y en todo lo necesario a fin de facilitar la adecuada protección radiológica en el lugar de trabajo.

Exposición del público (180) La exposición del público comprende todas las exposiciones que no sean exposiciones ocupacionales ni exposiciones médicas de pacientes (ver el Apartado 5.3.3). 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.

Exposición médica de pacientes (181) La exposición a la radiación de pacientes ocurre en procedimientos diagnósticos, intervencionistas, y terapéuticos. Existen varios aspectos de las prácticas radiológicas en medicina que requieren un enfoque de la protección radiológica diferente al que se aplica en otras situaciones de exposición planificada. La exposición es intencional y para el beneficio directo del paciente. Particularmente en radioterapia, los efectos biológicos de altas dosis de radiación, como por ejemplo la muerte celular, se utilizan en beneficio del paciente para el tratamiento del cáncer y otras enfermedades. Por consiguiente, la aplicación de estas Recomendaciones a los usos médicos de la radiación requiere una guía separada (ver el Capítulo 7 en el que también se considera la exposición médica de las personas que confortan y cuidan a los pacientes y de los voluntarios en investigación) (Comisión Internacional de Protección Radiológica, 2007, p. 73).

3.2 Identificación de la Población Expuesta a las Radiaciones Ionizantes

Identificar a la población expuesta a las radiaciones ionizantes, se realiza del producto del análisis de los tipos de exposición a la radiación, por esto para la comisión es de suprema importancia categorizar a los individuos expuestos por el tipo de radiación, tenemos que caracterizar a los individuos trabajadores que por su labor se exponen, a los paciente y al público en general, tal cual como lo tomo y plasmo el departamento de salud ocupacional de Chile con referencia a lo dispuesto por la comisión,

- **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 (Instituto de Salud Pública Ministerio de Salud Gobierno de Chile, s. f, p. 8).

Aquí es importante que, ya categorizados los individuos de los tres tipos de exposición, se deba delimitar las siguientes zonas donde se encuentran ubicadas las fuentes de radiación

ionizante, esto con el fin de garantizar a un nivel mayor el concepto de seguridad, las zonas o áreas se definen en,

- 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. (Instituto de Salud Pública Ministerio de Salud Gobierno de Chile, s. f, p. 9).

Dadas las normas básicas de seguridad, que son expedidas por organizaciones internacionales, que cuentan con el personal interdisciplinario idóneo para su elaboración, se toma de nuevo como ejemplo al país de Chile, que toma el concepto de,

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 (Instituto de Salud Pública Ministerio de Salud Gobierno de Chile, s. f, p. 9).

3.3 Categorización de los Trabajadores Expuestos a la Radiación Ionizante

Como resultado de lo anteriormente declarado y dado que en nuestro país, en materia de regulación a la población ocupacionalmente expuesta a las radiaciones ionizantes es algo dispersa, existe pero es demasiado confusa por su especialidad, y poco conocida por el público en general, y en especial por los profesionales del derecho laboral y de la seguridad social, se hace

determinante definir claramente que es un TOE o TOES, para precisar de una manera adecuada cuáles son las obligaciones legales de los empleadores frente a sus TOES y de estos con sus empleadores, podemos tomar como ejemplo lo indicado por el departamento de salud ocupacional de Chile, que expresa lo siguiente,

- 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 (Instituto de Salud Pública Ministerio de Salud Gobierno de Chile, s. f, p. 11).

Adicional hay que establecer que TOES son considerados expuestos de manera habitual u ocasional, debido a las circunstancias de su labor, esta clasificación ayudaría a mejorar la aplicación de una norma laboral colombiana que expresa, que todos los trabajadores que manejan equipos de rayos X, gozaran del beneficio de descanso remunerado de quince días por cada seis meses de servicios prestados, y si los trabajadores que en el sector industria son catalogados como TOES deberían gozar de este beneficio, y si realmente este beneficio contribuye con la seguridad o recuperación de la salud de los TOES por los efectos biológicos de las irradiaciones, y explicar de manera general que todos los TOES, por el hecho de ser ocupacionalmente expuestos no deberían acceder al beneficio de las vacaciones contempladas en el numeral 2° del artículo 186 del código sustantivo del trabajo; se tomara como ejemplo lo que se realiza en España,

Los trabajadores expuestos se clasifican en dos categorías A y B. Pertenecen a la categoría A los que puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial, o una dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino (45 mSv/año), la piel y las extremidades (150 mSv/año). Los trabajadores expuestos de categoría A deben utilizar obligatoriamente dosímetro individual.

Pertenecen a la categoría B aquellos trabajadores expuestos que es muy improbable que reciban dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial, o a 3/10 de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel y las extremidades. Los trabajadores expuestos de categoría B no necesitan obligatoriamente utilizar dosímetros individuales, basta con estar sometidos a un sistema de vigilancia dosimétrica que garantice que las dosis recibidas son compatibles con su clasificación en categoría B. Se consideran trabajadores no expuestos aquellos que es muy improbable que puedan recibir dosis superiores a los límites para los miembros del público. Los trabajadores no expuestos, al tener la consideración de miembros del público, no necesitan ningún tipo de control dosimétrico (Centro Nacional de Dosimetría, 2017).

La importancia de clasificar a los TOES, es de dotar de herramientas al público en general, con las cuales se pueden establecer que TOES son los que necesitan medidas obligatorias, como las de las vacaciones contempladas en el artículo 186 numeral 2° del código sustantivo del trabajo, aportes al régimen pensional especial por actividades de alto riesgo y el pago del riesgo profesional por realizar una actividad de alto riesgo, un ejemplo a seguir es el español, que define, al TOE categoría A,

Una minoría de las personas que trabajan con radiaciones ionizantes en el medio sanitario puede ser clasificada como trabajadores expuestos de categoría A y necesitarían ser controladas mediante dosimetría individual. En dicha situación se encuentran las personas:

- que deben permanecer próximas al haz de radiación en radiología intervencionista y hemodinámica,

- que preparan y administran dosis radiactivas en medicina nuclear,
- asociadas con la preparación del tratamiento y cuidado de pacientes en terapia metabólica,
- que realizan estas funciones en braquiterapia.

Igualmente se clasificarán como de categoría A aquellos trabajadores que, aun cuando se encuentren sometidos a un riesgo bajo de exposición, en condiciones normales de operación, puedan verse implicados en operaciones especiales con ocasión de situaciones excepcionales contempladas en el plan de emergencia de la instalación (Centro Nacional de Dosimetría, 2017).

Y los TOES categoría B,

Como orientación, y de acuerdo con las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección Radiológica, en su publicación n° 57 (par. 128-134), la mayoría de las personas que trabajan con radiaciones ionizantes en el medio sanitario pueden clasificarse como trabajadores expuestos de categoría B. Por tanto no sería necesaria la utilización de dosímetros individuales por parte de dichos trabajadores siendo suficiente con la realización de una vigilancia dosimétrica de sus puestos de trabajo. No obstante, como la vigilancia individual es relativamente sencilla de llevar a cabo, proporciona una comprobación continua y puede resultar más fácil de adoptar que un programa de vigilancia de áreas, se suele utilizar frecuentemente como una forma de confirmar que las medidas de protección radiológica y los procedimientos de trabajo adoptados individualmente por los trabajadores son satisfactorios (Centro Nacional de Dosimetría, 2017).

Es evidente que en lo expresado en este punto aparecen palabras y siglas nuevas, que dificultan la comprensión del artículo por parte del lector, más adelante se definirán las mismas, y se encontrara la relación para determinar la importancia de las categorías A y B de los TOES.

3.4 Límites de Exposición Ocupacional

Para comprender adecuadamente la exposición ocupacional debemos tener claridad y conocimiento de las siguientes definiciones,

La dosis equivalente a un órgano o tejido es la dosis al órgano corregida por un factor de ponderación del tipo de radiación que tiene en cuenta la eficacia biológica relativa de la radiación incidente para producir efectos estocásticos. Este factor de corrección es numéricamente 1 para rayos X. La unidad es el julio por kilogramo (J kg^{-1}) y se le da el nombre especial de sievert (Sv).

La dosis efectiva es una magnitud definida en la Publicación 60 de la ICRP como la suma ponderada de las dosis equivalentes a todos los tejidos y órganos pertinentes “con el fin de indicar la combinación de diferentes dosis en diferentes tejidos de manera que sea posible la correlación con el total de los efectos estocásticos”. Esto es, por tanto, aplicable aunque la distribución de la dosis absorbida por el cuerpo humano no sea homogénea. La unidad es el julio por kilogramo (J kg^{-1}) y se le da el nombre especial de sievert (Sv). (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2017).

Sievert (Sv) Unidad de medida de la dosis efectiva de la radiación ionizante, que toma en cuenta la sensibilidad relativa de distintos tejidos y órganos expuestos a la radiación. La cantidad de radiación medida con el sievert se llama dosis efectiva.

Milisievert (mSv)

Una milésima parte de sievert, la unidad de medida de la dosis efectiva (Unidades de Radiación, 2017).

Ahora bien, podemos establecer que una dosis efectiva es la suma de todas las dosis equivalentes en órganos y tejidos humanos que reciben radiación que pueden producir efectos biológicos, y el Sievert (Sv) es la unidad de medida de la dosis efectiva que recibe un TOE, y puede presentarse en submúltiplos como el milisievert (mSv) y el microsievert (μSv).

Sobre la exposición ocupacional Colombia la regula en el anexo No 1 de la resolución 18 1434 de 2002, bajo las recomendaciones internacionales de la siguiente manera,

2-4. La exposición ocupacional de todo trabajador se controlará de forma que no se rebasen los límites siguientes:

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 la piel (dosis media en 1cm² de la región cutánea más intensamente irradiada) de 500 mSv en un año.

2-5. En el caso de los aprendices de 16 a 18 años que reciban formación para un empleo que implique exposición a la radiación, y en el de los estudiantes de 16 a 18 años que tengan que utilizar fuentes en el curso de sus estudios, la exposición ocupacional se controlará de manera que no se rebasen los límites siguientes:

- a. Una dosis efectiva de 6 mSv en un año;
 - b. Una dosis equivalente al cristalino de 50 mSv en un año;
 - c. Una dosis equivalente a las extremidades o la piel de 150 mSv en un año.
- (Resolución 18 1434, 2002, anexo. 1).

4. Vigilancia Radiológica Individual.

La vigilancia radiológica individual es la obligación que tienen las personas naturales y jurídicas, las cuales tienen a cargo equipos emisores de radiaciones ionizantes en nuestro territorio nacional, de registrar la actividad ocupacional de sus TOES; la vigilancia radiológica individual se debe realizar por intermedio de dispositivos denominados dosímetros personales, en Colombia la vigilancia radiológica individual esta expresa como la obligación de,

Los titulares de registro, los titulares de licencia y los empleadores serán los responsables de organizar la evaluación de la exposición ocupacional de los trabajadores, basada en la vigilancia radiológica individual, cuando proceda, y cuidarán de que se concierten las disposiciones adecuadas con servicios dosimétricos apropiados y aprobados por la Autoridad Reguladora o su delegada con sujeción a un programa adecuado de garantía de calidad (Resolución 18 1434, 2002, art.94).

4.1 Dosimetría Personal

La dosimetría personal es un sistema de registro con el cual se reconocen las dosis efectivas que por su labor un TOE o TOES reciben en su vida laboral, la vigilancia radiológica individual

se realiza por intermedio de la dosimetría personal, es decir la dosimetría personal es una medida de control en el TOE, y se realiza por intermedio de un dispositivo que se denomina dosímetro, que es simplemente un aparato por medio del cual se evalúa la cantidad de energía depositada por la radiación externa en un individuo o en un ambiente particular y estima la dosis efectiva recibida por estos, que en general está conformado por el conjunto de porta dosímetro y del elemento sensible de detección de la radiación ionizante.

En Colombia se impuso el uso del dosímetro a partir de 1979, “Toda persona que por razón de su trabajo esté expuesta a las radiaciones ionizantes llevará consigo un dispositivo, dosímetro de bolsillo, o de película, que permita medir las dosis acumulativas de exposición” (Resolución 2400, 1979, art. 101).

En año de 1979 en nuestro país no se había desarrollado el concepto de trabajador ocupacionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes, pero se reconoce que toda persona que por su labor este expuesta a la radiación se le debe suministrar un dosímetro personal, para llevar una unidad de medida de la estimación de la dosis efectiva recibida por su ocupación, es así como se busca que “las dosis debidas a las radiaciones externas se evaluarán con ayuda del dosímetro de película que los trabajadores llevarán constantemente mientras se encuentren en la zona vigilada” (Resolución 2400, 1979, art. 101).

Es importante resaltar que cuando una institución decide asignar un dosímetro personal a un trabajador, debe reconocer que prácticamente está aceptando que este trabajador es ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes, independientemente si la labor del individuo se realice de manera cercana a la fuente de radiación o si se le asigna a un trabajador con bajo riesgo de exposición, para este caso sería aconsejable que se realizara un monitoreo al área de trabajo, lo anterior sin contar que si cataloga a un individuo como TOE, se debe garantizar los beneficios como el periodo de quince días de vacaciones por cada seis meses de servicios prestados, aportes al régimen pensional especial por actividades de alto riesgo y el pago del riesgo profesional por realizar una actividad de alto riesgo.

Adicional de asignar un dosímetro personal a un individuo catalogado como TOE (en el entendido que el dosímetro no es un medio de protección sino de medición), se debe proporcionar los siguientes,

MEDIOS DE PROTECCIÓN. Los titulares de registro, los titulares de licencia y los empleadores deberán garantizar que:

1. Se proporcione a los trabajadores equipo protector personal adecuado y suficiente que satisfaga los requisitos del presente Reglamento o especificaciones aplicables, en particular, según proceda:
 - a. Ropa protectora;
 - b. Equipo protector respiratorio de cuyas características de protección se informe a los usuarios;
 - c. Delantales y guantes protectores y escudos de protección de órganos;
2. Los trabajadores reciban, cuando corresponda, instrucción adecuada en el empleo correcto del equipo protector respiratorio, que incluya la manera de comprobar su buen ajuste;
3. Las tareas que exijan el uso de cierto equipo protector personal específico se confíen solamente a los trabajadores que, según el oportuno asesoramiento médico, sean capaces de aguantar sin riesgos el esfuerzo suplementario necesario;
4. Todo el equipo protector personal se mantenga en estado satisfactorio y, cuando proceda, se ensaye a intervalos regulares;
5. Los medios de protección adecuados se mantengan listos para su empleo, en caso de intervención;
6. Si se piensa utilizar equipo protector personal para una tarea determinada, se tengan en cuenta la exposición adicional que pudiere producirse a causa del tiempo o de inconvenientes suplementarios, así como cualesquier riesgo no radiológico adicional que pudiera suponer el hecho de realizar la tarea usando equipo protector (Resolución 18 1434, 2002, art. 90).

4.2 Sistema de Vigilancia Epidemiológica

La comisión (ICRP) establece límites para la exposición ocupacional, en Colombia las encontramos en nuestro ordenamiento jurídico en el anexo 1 de la resolución 18 1434 de 2002, esta recomendación de límites de dosis se realizó con el objetivo de asegurar una adecuada protección aún para los individuos que potencialmente pueden sufrir mayor exposición. Las distribuciones de exposición para el público en general, pacientes y trabajadores, es a factor de

detrimento, y una distribución de beneficios. En general estas distribuciones son distintas y, por lo tanto, la distribución de beneficios puede utilizarse para justificar el detrimento, tan solo si este es de cada individuo pequeño, y no excede los niveles de dosis que normalmente son aceptados en la vida diaria o “como legales en lo referente a la implementación de los derechos sociales asistenciales” (López Oliva, 2010, p.170).

El monitoreo de los TOES a la radiación ionizante es la herramienta fundamental que contribuye a alcanzar los objetivos de la protección radiológica ocupacional, a razón de asegurar que en condiciones normales de trabajo no se superen los límites de dosis ocupacionales y reducir las exposiciones al nivel más bajo que razonablemente pueda alcanzarse, por esto es importante,

Las restricciones de dosis y los niveles de referencia se emplean para optimizar la protección y la seguridad, cuyo resultado previsto es que todas las exposiciones se realicen de manera controlada en niveles que sean tan bajos como sea razonablemente posible, teniendo en cuenta factores económicos, sociales y ambientales. Las restricciones de dosis se aplican a la exposición ocupacional y a la exposición del público en situaciones de exposición planificadas. Las restricciones de dosis se fijan separadamente para cada fuente sometida a control y se utilizan como condiciones límite en la definición de la gama de opciones existentes con fines de optimización. Las restricciones de dosis no son límites de dosis; el hecho de sobrepasar una restricción de dosis no constituye un incumplimiento de los requisitos reglamentarios, aunque podría dar origen a la adopción de medidas de seguimiento (Organismo Internacional de Energía Atómica, 2011, p. 20).

Los programas de vigilancia epidemiológica buscan generar conciencia a los trabajadores, que utilizan radiaciones ionizantes como herramienta de trabajo, respecto a sus riesgos en la salud de los mismos, proporcionándoles elementos y herramientas necesarias para que la exposición ocupacional sea la mínima posible, previniendo así la ocurrencia de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo relacionadas con este factor de riesgo ocupacional. Este programa se debe desarrollar indefinidamente por las instituciones que tiene a cargo TOES, y deberá ser evaluado periódicamente, con el fin de orientar las medidas de intervención y elaborar planes de acción

dirigidos al mejoramiento continuo del programa de vigilancia epidemiológica para radiaciones ionizantes. Esencialmente los programas son sistemas integrados de medición, y registro de la exposición ocupacional del individuo, la medición se realiza en monitoreo aplicado en el lugar de trabajo y los directamente utilizados por el trabajador, acá son utilizadas las dosis arrojadas por los dosímetros personales de la vigilancia radiológica individual. Aclarando que lo dispuesto en los programas de vigilancia epidemiológica de las instituciones que manejan y/o operan radiaciones ionizantes son vinculantes para empleadores y trabajadores.

En Colombia no existe un periodo de uso recomendado para la dosimetría personal, esto depende de la tecnología de los dispositivos, en nuestro país hay tres tipos de dosímetros que se describirán a continuación,

Dosimetría por película. Es la tecnología de dispositivos más antigua, está compuesta por un porta dosímetro con filtros de plomo, bronce y una película o emulsión fotográfica, lo que lo hace sensible a la radiación, para este tipo de dosímetro es recomendable utilizarlo por periodos de uso mensual, dado que ocurre un fenómeno llamado fading, que es la pérdida de información por el transcurso del tiempo de la emulsión fotográfica, una de las ventajas de este dispositivo es que se le puede realizar relectura, pero a su vez esta relectura no va hacer igual a la primera dado al fenómeno del fading, el rango de sensibilidad o medición de este dosímetro es a partir de 0,4 mSv y adicional a esto la lectura o registro de dosis efectiva se ve comprometida por condiciones ambientales.

Dosimetría TLD. Estos dispositivos están integrados por el dosímetro y el porta dosímetro, la mayoría está compuesto por cuatro filtros de borato de litio y sulfato de calcio, los cuales lo hacen sensibles a la radiación, estos dispositivos se pueden utilizar por periodos de uso mensual, bimestral y trimestral, la desventaja es que no se les puede realizar relectura, las ventajas son que su desempeño no se ve afectado por condiciones ambientales, la lectura de estos está en un 96% de confiabilidad, y el rango de lectura o medición de dosis efectiva es a partir de 0,001 μ Sv.

Dosimetría OSL. Estos dosímetros están conformados por el dosímetro y su porta dosímetro, la precisión de su lectura está en un 98% de confiabilidad, son altamente sensibles a la radiación ya que sus filtros son de aleaciones de aluminio y otros elementos químicos, se les puede realizar relectura y esta no se afecta por el paso del tiempo, su rango de dosis o sensibilidad a la radiación es a partir de 0,0001 μSv y su periodicidad esta entre el mes hasta los tres meses.

4.3 Monitoreo Biológico

Dado que la probabilidad de cáncer es alta en los trabajadores que utilizan radiaciones ionizantes,

En la actualidad se ha adoptado la hipótesis conservadora de que cualquier dosis de radiación ionizante es capaz de inducir cáncer en las personas a ella expuestas, (Hipótesis de relación dosis-efecto lineal sin umbral), de forma que, la probabilidad de su aparición, crece con la dosis de radiación recibida (Comisión de Salud Pública, s. f, p. 16).

Se hace necesario pruebas biológicas que son índices muy sensibles de exposición, ya que facilitan la información sobre el nivel global de la exposición con independencia de la vida de ingreso al organismo y permite la aplicación de medidas preventivas.

Una de las principales fuentes de información epidemiológica sobre los riesgos del cáncer,

Inducido por radiación ionizante proviene del seguimiento a largo plazo que se ha hecho a los supervivientes de las bombas atómicas lanzadas en Hiroshima y Nagasaki. Esta base de datos ofrece información sobre una población de más de 90.000 personas que han sido seguidas desde 1950, con individuos de todas las edades, considerándose que la totalidad del organismo fue expuesto a la radiación. La información de este seguimiento se complementa con estudios realizados en personas expuestas por motivos de tratamientos médicos con radiaciones ionizantes, por exposición ocupacional, o exposiciones accidentales (Comisión de Salud Pública, s. f, p. 16).

Antes de ingresar un individuo a laborar en una institución que posea fuentes emisoras de radiación ionizante y se cataloga como TOE, se le debe solicitar su historial dosimétrico, y realizarle los siguientes exámenes médicos pre-ocupacionales, evaluación médica de ingreso. Hemoleucograma, sedimentación y extendido de sangre periférica (tipo V), componentes: eritrocítico, incluye recuento de reticulocitos, leucocitario, plaquetario, hemoglobina, hematocrito, volumen corpuscular medio, hemoglobina corpuscular media, concentración media de hemoglobina corpuscular, T3, T4 y TSH.

Adicional se realizarán exámenes periódicos, por regla general se efectuarán por periodos anuales, pero si el riesgo de exposición a la radiación ionizante es al límite permisible ocupacional de 20 mSv por año, el examen se deberá realizar cada seis meses, al desvincular al TOE o TOES se le debe realizar la evaluación de retiro, estas evaluaciones ocupacionales se fundamentan en,

Tipos de evaluaciones médicas ocupacionales. Las evaluaciones médicas ocupacionales que debe realizar el empleador público y privado en forma obligatoria son como mínimo, las siguientes:

1. Evaluación médica preocupacional o de preingreso.
2. Evaluaciones médicas ocupacionales periódicas (programadas o por cambios de ocupación).
3. Evaluación médica posocupacional o de egreso.

El empleador deberá ordenar la realización de otro tipo de evaluaciones médicas ocupacionales, tales como posincapacidad o por reintegro, para identificar condiciones de salud que puedan verse agravadas o que puedan interferir en la labor o afectar a terceros, en razón de situaciones particulares.

Parágrafo. Las evaluaciones médicas ocupacionales a que se refiere la presente resolución hacen parte del programa de salud ocupacional, de los sistemas de gestión que desarrolle el empleador como parte de la promoción de la salud de los trabajadores y de los mecanismos de prevención y control de alteraciones de la salud (Resolución 2346, 2007, art. 3).

5. Vacaciones Laborales

La jurisprudencia constitucional frente al tema de las vacaciones laborales las define,

Las vacaciones constituyen un derecho del que gozan todos los trabajadores, como quiera que el reposo es una condición mínima que ofrece la posibilidad de que el empleado renueve la fuerza y la dedicación para el desarrollo de sus actividades. Las vacaciones no son entonces un sobre sueldo sino un derecho a un descanso remunerado. Por ello, la compensación en dinero de las vacaciones está prohibida, salvo en los casos taxativamente señalados en la ley, puesto que la finalidad es que el trabajador efectivamente descanse. Una de las situaciones de excepción es en caso de que los trabajadores se desvinculen del servicio, y no hayan gozado de su derecho al descanso remunerado, pueden recibir una indemnización monetaria (Corte Constitucional, Sala Plena, C-598/97, 1997).

Como podemos desprender el objetivo principal de la vacación laboral desarrollado por la jurisprudencia constitucional, es aquella que proporciona al trabajador un descanso, descanso con el cual pueda retomar fuerzas, y así logre afrontar con un aire nuevo sus actividades, en Colombia el tema de vacaciones remuneradas para trabajadores oficiales y particulares, lo encontramos expresamente regulado en el capítulo IV del título VII, artículos 186 al 192 del código sustantivo del trabajo, por regla general encontramos en el numeral primero del artículo 186 de la duración de las vacaciones, que en nuestro territorio los trabajadores no tiene derecho de disfrutar vacaciones profilácticas, es decir que por un año de servicio o labor el trabajador tiene el derecho de gozar de un periodo de quince días hábiles consecutivos de vacaciones remuneradas, pero la excepción a esta regla la encontramos en el numeral segundo del mismo artículo, de una manera muy simple nuestro ordenamiento laboral, reconoce que hay actividades de alto riesgo, actividades que generalmente son relacionadas con trabajadores del sector salud, en este orden de ideas podríamos asumir que en Colombia se reconocen las vacaciones profilácticas; que la vacación profiláctica busca,

preservar de enfermedades físicas y psicológicas a trabajadores cuyas funciones tienen algún nivel de peligro a la salud del trabajador, y, por otro lado, se busca que el patrono se garantice contar con personal en óptimas condiciones para el buen desempeño de su trabajo y asegurar que se brinde servicios de calidad (Sistema Costarricense de Información Jurídica, 2017).

El trabajador colombiano que se encuentra expuesto a radiaciones ionizantes, en principio no tendría el derecho de gozar las vacaciones profilácticas (por cada seis meses de servicio tendrán derecho de gozar de quince días de vacaciones remuneradas), porque si se realiza una interpretación exegética del numeral segundo de artículo 186 del código sustantivo del trabajo, este beneficio sería únicamente para los trabajadores ocupados con equipos de rayos X, es decir este conjunto estaría integrado, por técnicos y tecnólogos que laboran con equipos convencionales, tomógrafos, arcos en C, equipos para hemodinamia, y en auxiliares de odontología que manejan equipos periapicales, tomografía dental y panorámicos, esto sin contar con los profesionales que por sus funciones manejan equipos o se exponen a la radiación emitida por un equipo de rayos X, como lo son los ortopedistas, instrumentistas, anestesiólogos, etc. Y tendremos otro conjunto compuesto por los trabajadores que manejan u operan en el sector salud e industrial radiaciones ionizantes de tipo Gamma, esto sin contar los trabajadores de la industria que operan equipos de rayos X industriales.

La finalidad de la vacación profiláctica es la separación temporal del trabajador frente a situaciones altas de estrés en materia laboral que producen riesgo a su salud, es claro que la radiación ionizante es altamente peligrosa para un individuo trabajador que la maneja u opera sin el cumplimiento de las normas básicas de seguridad, sin la utilización de los elementos de protección personal, sin utilizar el dosímetro personal en su jornada laboral y sin el cumplimiento de las condiciones legales y de seguridad exigidas en nuestro país con respecto a la protección radiológica, los TOES, son trabajadores que para su cuidado y protección tiene recomendaciones internacionales, algunas las integraron y hacen parte de la normatividad nacional, con las cuales se minimizan al máximo la probabilidad de sobreexposición y por ende de desarrollar una enfermedad profesional.

Por los grados de complejidad presentados y explicados a lo largo de este documento, la probabilidad de sufrir los efectos biológicos más representativos en el ser humano por causa de las radiaciones ionizantes, es eso, una probabilidad, que estima que el riesgo se aumenta si la exposición a la radiación es mayor, es evidente que el TOE es blindado con todas las herramientas de seguridad, teóricas y prácticas, para reducir su exposición a la radiación ionizante lo más bajo razonablemente posible, en efecto las vacaciones profilácticas no deben ser medidas de protección, y mucho más aún si no hay ningún soporte científico que indique que la separación temporal del

trabajador a una actividad que puede ser peligrosa para su salud sea una medida de recuperación a la misma, y más si este trabajador por principio de autocuidado debe conocer y aplicar las normas de protección radiológica para beneficio propio y del público en general, es así que una norma laboral no debe suplir las bases de seguridad radiológica y especialmente a los trabajadores que manipulan equipos de rayos X y en especial a todos los trabajadores ocupacionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes, tal como se describe a continuación,

Las condiciones de servicio de los trabajadores deberán ser independientes de la existencia o la posibilidad de exposición ocupacional. No se deberán conceder ni utilizar, como sustitutivo de la adopción de medidas de protección y seguridad adecuadas para garantizar el cumplimiento de lo prescrito por el presente Reglamento, compensaciones especiales o un tratamiento de preferencia en lo que respecta a sueldo o protección especial por un seguro, horas de trabajo, duración de las vacaciones, días libres suplementarias o prestaciones de jubilación (Resolución 18 1434, 2002, art. 78).

Conclusiones

La literatura en materia laboral de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes y en especial en temas de vacaciones profilácticas en Colombia es muy reducida, diría que casi nula, y la poca que hay tiende a tratar de manera predominante solo aspectos de jornada laboral plasmados en conceptos de diferentes órganos administrativos del nivel central.

Por lo tanto, la idea principal de este artículo, es ser precursor en la generación de compilar diferentes conceptos sobre la literatura científica y de normas de seguridad emitidas por organizaciones internacionales sobre la realidad de protección que tienen los trabajadores ocupacionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes en nuestro país, ofreciendo una primera aproximación al lector de que las radiaciones ionizantes son altamente peligrosas para la salud humana, segundo que los trabajadores ocupacionalmente expuestos deben tener una gran cultura de autocuidado, tercero que los empleadores tienen el deber de suministrar elementos de protección radiológica en directa relación con los sistemas de vigilancia epidemiológica y manuales de protección radiológica de las fuentes emisoras de radiación que están a su cargo, cuarto y por último el más valioso, que el segundo periodo al año de las vacaciones que gozan los trabajadores ocupacionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes en Colombia debería ser derogado, ya que este periodo de descanso remunerado no repara la salud de los trabajadores por factor a la irradiación, y mucho menos son espacios de tiempo libre que se le conceden a los trabajadores ocupados con rayos X, que puedan gozar a fin de que en la realización de las funciones no se vean afectadas físicamente sus actividades en su esfera personal, esto en el supuesto que el periodo de descanso para el trabajador lo preserve de una enfermedad física; como ya se describió el factor proveniente a desarrollar una enfermedad por causa de la radiación ionizante, es directamente proporcional al tiempo de sobrexposición.

Fundamentalmente pienso, que el periodo de quince días de vacaciones remuneradas por cada seis meses de servicios prestados, para los trabajadores de rayos X es totalmente innecesario e inocho, dado que el grupo de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a las radiaciones ionizantes, son una de las fuerzas laborales más protegida por los empleadores, esto lo argumento,

en el entendido que lo puedo afirmar, que es un porcentaje mínimo de los TOES que se sobreexponen a la radiación ionizante de manera alarmante.

Me tomo como ejemplo de paciente, que no puedo desplazarme por mis propios medios y tienen que tomarme una radiografía en el tórax para diagnosticarme una enfermedad, entro a la sala donde se encuentra ubicado el equipo de rayos X, agradeciendo que me acompaña un amigo, que hace el tecnólogo que va a disparar el equipo, me estudia, ve que no puedo valerme por mí mismo, me pregunta si fui con acompañante, le digo que sí, él me dice que muy bueno, que él puede entrar a la sala de rayos X para que me ayude en lo que necesite, lo que no hace el tecnólogo o técnico es proporcionarle a mi amigo un elemento de protección radiológica, ni a mí un protector de tiroides y mucho menos el de gónadas, y si tuviera que entrar algún profesional conmigo, ellos si entrarían con los respectivos elementos de protección personal, si tiene asignado el dosímetro personal entraría a la sala con él, para tener una unidad de medida si se sobreexpuso en ese periodo de tiempo en que se realizó mi examen, esto sin contar que a la mayoría de equipos convencionales para que el técnico o tecnólogo realice el disparo, lo hace desde una consola totalmente blindada, con vidrio plomado, puertas plomadas y paredes plomadas, en este supuesto, el riesgo es equiparable a otra profesión, es decir, el riesgo laboral a sufrir de una enfermedad profesional es totalmente nivelado al desarrollo de otra actividad.

Lo anterior se puede razonar conjuntamente, con los exámenes de ingreso, periódicos y de egreso que le realizan al TOE que labora en una institución que maneja u opera fuentes emisoras de radiación ionizante, la institución realizara estos exámenes específicos, con base a los contemplados en el manual o sistema de vigilancia epidemiológica de los trabajadores expuestos a radiación ionizantes de la institución, con la obligación por parte del empleador de solicitarle al TOE su historial dosimétrico como primera condición para que pueda laborar en su institución, no quiero que se entienda que trabajar con radiaciones ionizantes no es una labor de alto riesgo, todo lo contrario, el único propósito de presentar este artículo, es que el lector entienda que ese beneficio del periodo de vacaciones remuneradas de quince días por cada seis meses de servicio, no es necesario para los trabajadores de rayos X y en general para todos los trabajadores ocupacionalmente expuestos a la radiación ionizante, que el beneficio del doble periodo de vacaciones al año en nuestro país es una medida sustitutiva de protección, y no cumple con el

objetivo de las vacaciones profilácticas que es el de remediar la salud física de un trabajador que se afecta directamente por su labor.

Hay que tener en cuenta que la gran mayoría de individuos catalogados como TOES en nuestro país, trabajan en el sector salud y son tecnólogos o técnicos de rayos X, por mi experiencia laboral, puedo afirmar que ellos no trabajan en una sola institución, hay individuos que laboran en dos, tres y hasta cinco instituciones, esto genera que los límites anuales de dosis ocupacional se puedan sobrepasar sin el conocimiento de cada institución, y así aumentar potencialmente el riesgo biológico para el TOE, me explico por intermedio del siguiente ejemplo, un TOE que labora en tres instituciones diferentes, opera tres equipos de rayos X distintos, en el trabajo A, tuvo una dosis efectiva a la radiación factor de su trabajo en el mes de junio de 2017 por 10 mSv, en el trabajo B, no ha tenido ninguna dosis efectiva, su historial dosimétrico anual 2017 es de 0 mSv, en el trabajo C, tuvo una dosis efectiva de 5 mSv para el mes de agosto de 2017, ocupacionalmente este TOE esta por sobrepasar el límite de dosis anual que corresponde a 20 mSv, acá es donde no hay un banco de registros dosimétricos por persona en Colombia, que se debería asignar al número de cedula, los empleadores del TOE del ejemplo, no se enteraran que el TOE está acumulando en el año una dosis efectiva de 15 mSv, esta información la debería saber los empleadores para realizar el respectivo seguimiento al TOE y tomar medidas preventivas y correctivas en el caso concreto; de alguna manera la misma norma fomenta una cultura en el TOE de inobservancia al cuidado que se debe tener con relación a una actividad o profesión de alto riesgo, dado que la vacación da cierta medida de seguridad (sin soporte científico) para trabajar de manera continua durante todo el año.

Tomo como ejemplo la ley 685 de 2001, el actual código minero en Colombia, en esta norma se desarrolla la minería aurífera y del carbón, y lo que corresponde a la minería de piedras preciosas y semipreciosas la regulan de manera análoga con las otras minerías, el error garrafal por parte del legislador es no incluir en esta ley un acápite especial para las piedras preciosas y semipreciosas, no reconociendo la singularidad y especificidad en comparación con otras actividades mineras, lo mismo ocurre con relación al tema de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes, nuestro actual ordenamiento jurídico no reconoce la particularidad y especificidad en las distintas actividades laborales del individuo; el ocupado con rayos X se observaba conforme a lo dispuesto en el numeral segundo del artículo 186 del código sustantivo del trabajo, tiempo después se ve conforme a lo dispuesto en el numeral tercero del artículo segundo del decreto 2090

de 2003, el cual la considera como actividad de alto riesgo por trabajar con radiaciones ionizantes, hay una evolución, pero no se nos indica los efectos nocivos a la salud humana de la radiación ionizante, que trabajadores se consideran como ocupacionalmente expuestos a las mismas, hay un desorden normativo, se reconoce la condición de riesgo de esta labor, pero un grupo mínimo de personas son expertas en el tema; hay que agradecer que este tema en nuestro país no hay que realizar desarrollos investigativos y científicos, o de lo contrario el retraso a nivel mundial sería abismal, no hay que inventar nada ni implementar nuevas tecnologías, lo único que hay que hacer es instalar mesas de trabajo interdisciplinarias, que organicen los temas de protección radiológica ocupacional, bajo las directrices dictadas por los diferentes organismos internacionales versados en temas de radiación ionizante, enfocadas en explicar y regular todo el tema del trabajador ocupacionalmente expuesto a la radiación ionizante, en pocas palabras se necesita acopiar las recomendaciones internacionales en protección radiológica y convertirlas en ley de la república, y no depender tanto de los actos administrativos que regula un tema con base al poco conocimiento técnico del servidor público que lo expide en materia laboral, de salud y nuclear.

De acuerdo a la anterior conclusión, es muy importante categorizar a los trabajadores ocupacionalmente expuestos en Colombia, esto garantizará que muchos trabajadores que operan ocasionalmente equipos o fuentes emisoras de radiación ionizante, tengan claros los conceptos al momento de que ellos soliciten por ejemplo el beneficio de las vacaciones remuneradas consagradas en el numeral segundo del artículo 186 del código sustantivo del trabajo, y el empleador tenga el soporte técnico para negar este beneficio en el entendido que su actividad es ocasional y él es un trabajador tipo B con relación a la exposición ocupacional, este tipo de trabajador no recibe dosis efectivas superiores a 6 mSv por año oficial y se tendrá como expuesto del público en general o caso especial, como los son los profesionales odontólogos, instrumentadores quirúrgicos, auxiliares de odontología, anesthesiólogos, enfermeros, gastroenterólogos, médicos radiólogos, entre otros; caso contrario sucede con el trabajador tipo A, ellos realizan o efectúan actividad de alto riesgo por trabajo con exposición a la radiación ionizante, esto depende que estos trabajadores puedan recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial, es decir sería considerado como TOE o TOES tipo A y su actividad estaría catalogada como de alto riesgo, tal como lo son los trabajadores o profesionales de las áreas de medicina nuclear, hemodinamia, tomografía, gammagrafía industrial, etc. Y se podría establecer que los beneficios de las vacaciones profilácticas se deberían aplicar de una manera proporcional según la

exposición a todos los trabajadores tipo A del sector privado y público en salud e industria que por sus profesiones y funciones deben recibir una dosis efectiva superior a 6 mSv por año oficial.

Adicional para los trabajadores tipo A el periodo de uso de la dosimetría personal debería ser obligatoriamente mensual y si se decide realizar monitoreo radiológico individual a los trabajadores tipo B el periodo de uso de la dosimetría personal debería ser trimestral.

Referencias

- Busch, U. (26 de octubre de 2016) Wilhelm Conrad Roentgen. El descubrimiento de los rayos X y la creación de una nueva profesión médica. [Editorial]. Revista argentina de radiología. Recuperado http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-99922016000400012.
- Centro Internacional de Formación Organización Internacional del Trabajo. [CIF-OIT] (2009). Los convenios de la OIT sobre seguridad y salud en el trabajo: una oportunidad para mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo. Ginebra Suiza.
- Centro Nacional de Dosimetría. (2017). Criterios recomendados de asignación de dosímetros personales. Recuperado de <https://www.cnd.es/cnd/dosimper31.php?mlb=no&md=si>.
- Comisión de Salud Pública. [CISNS] (s. f). Protocolos de vigilancia sanitaria específica radiaciones ionizantes. Madrid España.
- Comisión Internacional de Protección Radiológica. [ICRP] (2007). Publicación ICRP No 103. Traducción oficial al español de la Publicación ICRP nº 103. Editada por la Sociedad Española de Protección Radiológica con la autorización de la International Commission on Radiological Protection (ICRP). Madrid España.
- Comisión Internacional de Protección Radiológica. [ICPR] (2011). Publicación 105. Editada por la Sociedad Argentina de Radioprotección con la autorización de la International Commission on Radiological Protection (ICRP). Buenos Aires la Argentina.
- Congreso de la República de Colombia. (24 de enero de 1979). Por la cual se dictan Medidas Sanitarias [Ley 9 de 1979]. DO: 35.193.
- Congreso de la República de Colombia. (23 de diciembre de 1993). Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones [ley 100 de 1993]. DO: 41.148. Recuperado de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0100_1993.html.

Corte Constitucional, Sala Plena. (15 de febrero de 1995). Sentencia C-059/96. [MP Eduardo Cifuentes Muñoz].

Corte Constitucional, Sala Plena. (20 de enero de 2004). Sentencia C-019/04. [MP Jaime Araújo Rentería].

Corte Constitucional, Sala Plena. (27 de noviembre de 2013). Sentencia C-853/13[MP Mauricio González Cuervo]

Corte Constitucional, Sala Plena. (23 de enero de 2014). Sentencia C-015/14. [MP Mauricio González Cuervo]

Consejería de Sanidad y Servicios Sociales. (2005). Patología Laboral. Santander Cantabria.

Departamento Administrativo de la Función Pública. (26 de mayo de 2015). Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Función Pública. [Decreto 1083 de 2015]. DO: 49.523. Recuperado de http://normograma.sena.edu.co/docs/decreto_1083_2015.htm#LIBRO 1.

El presidente de la Republica de Colombia. (26 de julio de 2003). Por el cual se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador y se modifican y señalan las condiciones, requisitos y beneficios del régimen de pensiones de los trabajadores que laboran en dichas actividades [Decreto 2090 de 2003]. DO: 42.2620 Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9193>.

El presidente de la República de Colombia. (14 de marzo de 1984). Por el cual se determinan las bases para la organización y administración de Salud Ocupacional en el país. [Decreto 614 de 1984]. DO: 36.561. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=135>.

Hall. E. (1988). Radiobiology for the radiologist. J.B. Lippincott Company.

Instituto de Salud Pública Ministerio de Salud Gobierno de Chile. [DSO] (s. f.). Trabajador(A) Ocupacionalmente Expuesto(A) a Radiaciones Ionizantes, Santiago de Chile.

Llano Franco, J. V. (2016). Pluralismo jurídico, diversidad cultural. *Novum Jus*. 10(1), 49-92.
DOI: 10.14718/NovumJus.2016.10.1.3.

López Oliva, J. O. (2010). La Constitución de Weimar y los derechos sociales. *Novum Jus*. 4(1), 167-180. Recuperado de http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas_ucatolica/index.php/Juridica/issue/view/83.

Ministerio de Minas y Energía. (5 de diciembre de 2002). Por la cual se adopta el reglamento de protección y seguridad radiológica. [Resolución 18 1434 de 2002]. Recuperado de www.minminas.gov.co/documents/10180/23517/20914-1695.pdf.

Ministerio de la Protección Social. (11 de junio de 2007). Por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales. [Resolución 2346 de 2007]. DO: 46.691. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=25815>.

Ministerio del Trabajo. (17 de diciembre de 2014). Por el cual se amplía la vigencia del régimen de pensiones especiales para las actividades de alto riesgo previstas en el Decreto 2090 de 2003. [Decreto 2655 de 2014]. Recuperado de <http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2014/Decretos2014/DECRETO%202655%20DEL%2017%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202014.pdf>.

Ministerio del Trabajo y Seguridad Social. (22 de mayo de 1979). Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. [Resolución 2400 de 1979]. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5356>.

Oficina Internacional del Trabajo. (1987). *Protección de los Trabajadores contra las Radiaciones*. Ginebra Suiza.

Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Salud y Seguridad de los Trabajadores del Sector Salud*. Washington, D.C.

Organismo Internacional de energía Atómica. (2004) Protección Radiológica Ocupacional: Colección de Normas de Seguridad del OIEA. Viena Austria.

Organismo Internacional de Energía Atómica. (2011). Protección Radiológica y Seguridad de las Fuentes de Radiación: Normas Básicas internacionales de Seguridad. Viena Austria.

Organismo Internacional de Energía Atómica (2017). Magnitudes y unidades de radiación. Recuperado de https://rpop.iaea.org/RPOP/RPoP/Content-es/InformationFor/HealthProfessionals/1_Radiology/QuantitiesUnits.htm

Organización Internacional del Trabajo. Los Convenios de la OIT sobre seguridad y salud en el trabajo: una oportunidad para mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo. (2009). Buenos Aires La Argentina.

Ruiz Rivera, A. (s. f.). Dosimetría del Personal Ocupacionalmente Expuesto. Departamento de Medicina Nuclear Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán. México D.F.

Smith, H. (1988). Informe temático. La Comisión Internacional de Protección Radiológica: Reseña Histórica, 43. Recuperado de https://www.iaea.org/sites/default/files/30302094244_es.pdf.

Sistema Costarricense de Información Jurídica. (2017). Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Pronunciamiento/pro_ficha.aspx?param1=PRD¶m6=1&nDictamen=18303&strTipM=T).