

# Radiaciones ionizantes, efectos biológicos y realidad legislativa colombiana del personal ocupacionalmente expuesto



**Recepción:** abril 26 de 2013  
**Aprobación:** junio 4 de 2013

HUBER ALEXANDER GÓMEZ GÓMEZ\*  
JOSÉ EDUARDO PICO MELO\*\*

## Resumen

Se realizó una revisión de tipo documental de la investigación que se encuentra en curso titulada "Análisis de las condiciones laborales de los tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas de la ciudad de Bogotá D.C., en el año 2012", con el fin de analizar la situación actual colombiana frente al tema del personal profesionalmente expuesto a las radiaciones ionizantes, abarcándola desde los aspectos técnico, ambiental y legislativo en un contexto sistemático. A su vez, se plantea la necesidad de continuar llevando a cabo estudios sobre el tema como factor vinculado al desarrollo tecnológico de Colombia.

## Palabras clave:

ionización, rayos x, protección radiológica, legislación, contaminación radiactiva.

\* Docente del programa de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas.  
Fundación Universitaria del Área Andina.  
[hugomez@areandina.edu.co](mailto:hugomez@areandina.edu.co)

\*\* Docente del programa de Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnósticas.  
Fundación Universitaria del Área Andina.  
[jpico@areandina.edu.co](mailto:jpico@areandina.edu.co)

# Ionizing Radiation, Biological Effects and Colombian Legislative Reality of the Occupationally Exposed Employees

---

---

## **Abstract**

A review of documentary research that is ongoing "Analysis of working conditions in radiology technologists and diagnostic images of the city of Bogotá, in 2012", in order to analyze the current situation Colombian staff on the issue professionally exposed to ionizing radiation, ranging from the technical, environmental and systematic legislative context. Turn raises the need to continue conducting studies on the subject as a factor related to technological development in Colombia.

## **Key Words:**

Ionization, X Ray, radiation protection, legislation, radioactive pollution.

## Introducción

A nivel mundial, los agentes físicos, químicos y biológicos (incluidas las radiaciones ionizantes y en particular los rayos X) son catalogados como agentes capaces de producir daño orgánico, ya que la radiación interacciona con los átomos de la materia viva, generando en ellos el fenómeno de ionización que causan cambios importantes en células, tejidos, órganos en el individuo y su descendencia (1). A su vez, cualquier otro tipo de lesión, causada por el daño orgánico en ciertas situaciones, puede recuperarse, dependiendo de la severidad del caso, de la zona que se afecte y del poder de recuperación de la persona, el cual dependerá de la edad y el estado general de salud del individuo.

El principal problema en Colombia frente a la exposición a radiación ionizante es que aunque el proceso de habilitación de las instituciones prestadoras de servicios (IPS) es obligatorio, no sucede lo mismo con su proceso de acreditación, pues éste es de carácter voluntario, lo que permite que algunas instituciones sólo implementen los requerimientos mínimos en radioprotección para su funcionamiento.

Por otro lado, no existen investigaciones publicadas frente al tema de radiaciones ionizantes, efectos biológicos y realidad legislativa colombiana del personal ocupacionalmente expuesto, teniendo claro que

dichos estudios deben analizarse desde un enfoque sistémico que incluya la salud humana, los impactos y riesgos de orden ambiental, la caracterización de personas afectadas, la simulación, la normalización y los aspectos de orden jurídico, tanto desde la perspectiva médica, biológica y ocupacional, sabiendo que este último maneja diferentes aspectos laborales.

El presente artículo se llevó a cabo a través de la investigación “Análisis de las condiciones laborales de los tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas de la ciudad de Bogotá D.C., en el año 2012”, determinando las estrategias de prevención de radiaciones ionizantes y todo lo que respecta a la legislación colombiana frente al tema y los efectos de ésta en la salud de trabajadores ocupacionalmente expuestos, motivando al lector a conocer sobre el marco normativo y legislativo de las radiaciones ionizantes.

## Materiales y métodos

El presente documento se enfoca en una revisión documental, llevada a cabo a partir de la búsqueda, análisis y selección de artículos científicos, analíticos y descriptivos, extraídos de la literatura científica de más reciente publicación sobre el tema de las radiaciones ionizantes. Se examinan los efectos en la salud de los individuos y las medidas preventivas, especialmente en trabajadores que se encuentran expuestos a las radiaciones ionizantes y de la misma forma en un orden lógico el

enfoque legislativo en Colombia sobre el control, las medidas, los beneficios, las políticas frente a la exposición en la industria y el manejo médico de las radiaciones ionizantes.

Durante el proceso investigativo, se ha tenido en cuenta que se trata de un estudio de carácter descriptivo, por lo que se realiza un proceso sistemático de análisis e interpretación de los diferentes enfoques científicos y médicos sobre las radiaciones ionizantes y la afectación de la salud de las personas expuestas a ésta, tratados en informes científicos y artículos médicos. A su vez, se analizará y presentará la legislación nacional frente al tema, tanto como de la doctrina que sobre el objeto de investigación se ha desarrollado.

El tipo de investigación es científico y jurídico, desarrollándose por ende la argumentación y se utiliza el método deductivo. Las fuentes, técnicas e instrumentos de recolección de la información corresponden a libros, periódicos, revistas, bases de datos, legislación y una investigación que se está llevando a cabo.

## Fundamentación teórica

Según la ciencia a nivel atómico, la fuerza dominante es el denominado electromagnetismo, el cual sostiene a los electrones junto al núcleo y facilita que los átomos se unan entre sí para formar moléculas. La mayor parte de las fuerzas cotidianas, como la tensión de un cable o la presión de

un objeto contra otro, son ejemplos a gran escala de las fuerzas electromagnéticas (2). De esta forma, aparecen las manifestaciones de la vida que tienen sustento en la fuerza electromagnética. Se denomina el campo a la zona del espacio donde se manifiesta una fuerza electromagnética. Al analizar el campo electromagnético, éste se maneja en un espectro que se divide por niveles de frecuencia o longitud de onda. Las frecuencias se desarrollan entre los cero (0) y los 300 GHz se conocen como CEM no ionizante, dividiéndose a su vez así:

**a. Frecuencias demasiado bajas (FEB):** analizadas entre los rangos de 0 Hz a 300 Hz, y son aquellas generadas por sistemas eléctricos (3).

**b. Radiofrecuencias (RF):** frecuencias comprendidas entre los rangos entre 3 kHz a 300 MHz, que se observan entre las radiocomunicaciones en AM y FM (3).

**c. Microondas (MO):** frecuencias superiores a 300 MHz hasta 300 GHz, son las generadas por microondas, radares, sistemas de comunicación, la telefonía móvil o celular que emplea bandas entre 800 MHz a 1.800 MHz (3).

De esta forma, desde 1928 ha existido un organismo internacional de reconocido prestigio denominado Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICPR), cuyos objetivos de intervención se basan en la emisión de una serie de recomendaciones, las cuales se fundamentan en

los más actualizados conocimientos científicos sobre los efectos de la radiación. Esta comisión orienta a las autoridades encargadas de dicho tema en cada país, logrando así la regulación y control en materia de seguridad nuclear y protección radiológica. Dichas recomendaciones se encuentran actualmente incorporadas en España en los reglamentos sobre instalaciones nucleares y radiactivas (y sobre protección radiológica) (4).

En Colombia, existen un gran número de aplicaciones de las radiaciones ionizantes, entre las cuales en el área en salud se encuentra la radioterapia, la medicina nuclear y el radiodiagnóstico. Con el fin de minimizar las dosis de radiación, teniendo en cuenta los aspectos económicos y sociales, se ha acudido a una serie de normas y reglamentaciones, que de manera clara y unificada determinen controlar este riesgo y propendan hacia la conservación de las generaciones actuales y futuras.

Algunos teóricos clasifican a los rayos gamma como una clase de rayos X, clarificando una diferencia entre rayos X blandos y rayos gamma, teniendo claro que la radiación gamma emite mayor energía que los rayos X; su longitud de onda es de  $1 \text{ \AA}$ , en tanto que los rayos X tienen  $10 \text{ \AA}$ . Esto significa que a menor longitud de onda, mayor será el grado de penetración; es por esto que se hace necesaria la toma de precauciones cuando se conoce que existe radiación gamma en el ambiente (5).

## Estudios sobre la exposición a radiaciones ionizantes

En los últimos años, se han realizado estudios cuyos resultados demostraron que las radiaciones ionizantes son las causantes de trastornos de la salud humana. Dichos estudios demostraron que los efectos generados por las radiaciones ionizantes a corto plazo son causales de varias alteraciones, tales como: agotamiento físico y mental y dolores de cabeza, entre otros. Los límites expresados por los diferentes estamentos son orientados a que la exposición no induzca corrientes en el organismo que puedan superar en un nivel de  $10 \text{ mA}$ , para así evitar que el mecanismo dé respuesta biológica y el humano sea afectado. A nivel de RF o MO (6), las limitaciones se exponen para que la energía recibida por el organismo no estimule aumentos en más de  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  y se evita así que se produzca hipertermia (7).

A su vez, para el mes de julio de 2001, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), orientada en estudios epidemiológicos de leucemia en niños, clasificó a las radiaciones ionizantes como posiblemente cancerígenos (8) y, por otro lado, en el encuentro regional sobre los campos electromagnéticos, Latinoamérica y el Caribe, se determinó que si las radiaciones ionizantes no generan cáncer, pueden potenciar el crecimiento de tumores preexistentes (9).

## Estudios técnicos en Colombia

En Colombia, se presentan pocos estudios referentes a temas técnicos, algunos son en modelamiento, caracterización y medición (10), tal es el caso del estudio de Llamosa y Torres, donde presentan un análisis de la situación nacional y plantean una propuesta de norma técnico ambiental sobre radiaciones electromagnéticas (11). En el estudio se expone un análisis sobre la *Radiation Protection Association* (IRPA) frente al tema de la exposición en los ambientes ocupacionales y se llega a la conclusión de que este valor no debe ser excedido en ningún lugar público u ocupacional.

Con excepción de los trabajos llevados a cabo en el laboratorio de alta tensión de la Universidad del Valle (Gralta), en relación con las mediciones de CEM, Colombia presenta un retraso en el tema con respecto a otros países de Latinoamérica, que tienen estudios más elaborados. Comparando la situación nacional con la de países como Argentina, Perú y Cuba, en donde se han desarrollado trabajos como los del Centro Argentino de Estudios De Radiocomunicaciones y Compatibilidad Electromagnética (Caercem) hace seis años de mediciones de CEM de RF (12).

En Perú, el Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (Inictel) realiza monitoreo a las radiaciones de telefonía móvil (13) y presenta un diagnóstico preliminar nacional

a 2005 de equipos de transmisión y distribución de radiaciones ionizantes (14) y, en Cuba, el Centro de Investigaciones y Pruebas Electroenergéticas (Cipel) lleva a cabo la mediciones de FEB desde el 2001 en convenio con el grupo de alta tensión (Gralta) de la Universidad del Valle.

## Aspectos legislativos

Con base en la Ley 9 de 1979, “Por la cual se dictan medidas sanitarias” y a la par de esta, en Colombia, se han establecido normas legislativas en los últimos treinta años frente al tema de las personas profesionalmente expuestas a radiaciones ionizantes y todo lo concerniente al tema. Éste es el caso del Decreto 1832 del 3 de agosto de 1994 de la legislación colombiana donde se establece que las radiaciones ionizantes pueden generar enfermedades ocupacionales en acciones o trabajos, tales como: extracción y tratamiento de minerales radioactivos; fabricación de aparatos médicos para radioterapia; utilización de sustancias radioactivas y rayos X en laboratorios; fabricación de productos químicos y farmacéuticos radioactivos; fabricación y utilización de productos luminiscentes con sustancias radioactivas; trabajos en las industrias y los comercios que utilicen rayos X o sustancias radioactivas y trabajos en las consultas de radiodiagnóstico, de radioterapia en clínicas, hospitales y demás instituciones prestadoras de servicios de salud y en otros trabajos con exposición a radiaciones ionizantes con alta, mediana, baja y ultrabaja densidad.

A continuación, se presenta un estudio concienzudo frente a toda la legislación que se ha emitido en Colombia, en los últimos treinta años, sobre el tema de las radiaciones ionizantes y el personal directo o indirectamente expuesto, información obtenida bajo análisis de las diferentes fuentes legislativas que el país posee (15).

98

- Con base en la legislación que se establecía para los años sesenta en el *Código Sustantivo del Trabajo*, se establece la fundamentación para la creación del Decreto 1848 de 1969, con la cual se definen las vacaciones para los empleados oficiales que laboran con rayos X (Artículo 43) (16).
- Iniciados los años setenta, el Ministerio de Salud, a través de la Resolución 0894 de 1971, toma medidas básicas para la protección de la salud del personal frente al funcionamiento de equipos emisores de radiaciones ionizantes y el uso de sustancias radiactivas.

A su vez, se determina que frente a la expedición de normas sobre el tema específico de las radiaciones ionizantes será tema exclusivo del Ministerio de Salud, previa consulta con los organismos técnicos especializados, y a su vez establece la licencia del Ministerio para la importación de equipos de rayos X (Artículo 149 a 154) (17).

- Durante el mismo año, se establece la Resolución 2400 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, con la cual nace el estatuto de seguridad indus-

trial, el cual buscaba el establecimiento de las condiciones concernientes al control sanitario que se deben manejar frente a la relación con los trabajadores que manejan sustancias radiactivas: desde los controles, las dosis, las prohibiciones, los blindajes, la prevención de riesgos, la protección personal, entre otros (Artículos 97 a 109) (18).

- Luego, en 1984, se organiza la legislación frente al tema de la salud ocupacional donde se busca establecer la protección integral a los trabajadores contra las radiaciones ionizantes (Artículo 2, literal e), con el Decreto 614 del mismo año (19).
- A su vez, en el mismo año se establecen las medidas frente a la protección de la salud del personal en el manejo de rayos X, otras fuentes de radiaciones ionizantes y en el uso constante de sustancias radiactivas en diagnóstico y terapia, otorgando obligatoriedad la obtención de una licencia de funcionamiento e identificaciones respectivas de los profesionales ocupacionalmente expuestos, lo anterior a partir de la Resolución 13382 de 1984 del Ministerio de Salud (20).
- Luego, en los años noventa, se genera el Decreto 0758 de 1990, por el cual se establecen las pensiones especiales en caso del personal que labora con radiaciones ionizantes (artículo 15, literal c) (21).

- En el mismo año, se organiza la normatividad y definen los procedimientos respectivos a la operación de equipos de rayos X, tanto de orden médico como industrial y otros medios emisores de radiaciones ionizantes. A su vez, reglamenta el licenciamiento de toda fuente emisora de radiaciones ionizantes, así como los requisitos técnicos y el tipo de personal para dicho licenciamiento, a través de la Resolución 09031 de 1990 del Ministerio de Salud (22).
- Siendo el año 1991, en el que se dio el establecimiento de la Constituyente y a partir de la Constitución Política de Colombia en el capítulo II, “De los Derechos Sociales, Económicos y Culturales”, artículo 49 y capítulo III, “De los Derechos Colectivos y del Ambiente”, artículos 79 y 81 respectivamente, se prohíbe el desarrollo, importación, posesión y uso de armas nucleares y la importación de desechos radiactivos (23).
- El Ministerio de Salud, en el mismo año de 1991, estableció la Resolución 7584 por la cual se transfería lo concerniente a la ejecución y al cumplimiento del programa de radiofísica sanitaria de que trata la Resolución 9031 de 1990 del mismo ministerio, en los servicios seccionales de salud de Antioquia, Boyacá, Caldas, Tolima y Valle (22, 24).
- En ese mismo año, aparece el Decreto 2119 de 1992 por el cual se reestructura el Instituto de Asuntos Nucleares, modificando su nombre a Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas (INEA) (25).
- En el año de 1993, se profiere la Ley 100, “Por la cual se crea el Sistema de Seguridad Social Integral y se dictan otras disposiciones”, Libro III. Sistema General de Riesgos Profesionales.
- El Decreto 1281 de 1994, reglamentado a partir de la Ley 100 de 1993, establece que los trabajos con radiaciones ionizantes son actividades de alto riesgo, establece una pensión especial de vejez para los anteriores trabajadores (Artículos 1 a 3) (26, 27).
- El Decreto 1831 de 1994 buscaba clasificar las actividades económicas para el Sistema General de Riesgos Profesionales (29).
- Luego, el Decreto 1832 de 1994 establecía las tablas de enfermedades profesionales, incluyendo las producidas por radiaciones ionizantes (Artículo 1) (30).
- Durante 1995, a través del Decreto 2100, se establecieron las tablas de clasificación de actividades económicas para el sistema general de riesgos profesionales, entre ellas las de clase 1 (consultorios odontológicos, cuyas unidades radiológicas cumplan con las



normas de radioprotección vigentes), y clase 5 (centros de radiodiagnóstico y radioterapia; institutos de ciencias nucleares, como Ingeominas; manejo de desechos radiactivos; consultorios odontológicos, cuyas unidades radiológicas no cumplan con las normas de radioprotección vigentes; instalación, reparación y mantenimiento de equipos de rayos X, equipos/fuentes de material radiactivo) (31).

- Luego, en el año 1996, el Ministerio de Salud con la Resolución 4445 establece las condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares (incluye en el Artículo 32 servicios de imagenología: rayos X, resonancia magnética nuclear, medicina nuclear) (32).
- La Resolución 4552 de 1997, emanada por el Ministerio de Salud, establece la definición de las normas técnicas, de orden científico y administrativo a partir de los requisitos esenciales para la prestación de servicios de salud, determinando el procedimiento de registro de la declaración de requisitos esenciales y se dictan otras disposiciones (incluye radiología e imágenes diagnósticas, radioterapia oncológica) (33).
- Con la circular 001 del 2000, emanada por la Dirección General de Salud Ocupacional y Riesgos Profesionales del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social se establece la conformación de

brigadas de emergencia y de protección frente a la radiactividad y las radiaciones ionizantes.

- Luego, en 2001, con el Decreto 783 del 6 de julio de mismo año, se aprueba la reglamentación sobre protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes (34).
- Después, con el Decreto 2090 del 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 (35).
- Luego, en 2004, aparece la Resolución 181304 de octubre, por la cual se adopta el reglamento de protección y seguridad radiológica (36).

Y para concluir, en el mismo año aparece la Resolución 181289, por la cual se establecen los requisitos para la obtención de licencia para la prestación del servicio de dosimetría de radiación personal (éste es el cálculo de la dosis absorbida en radiación personal (éste es el cálculo de la dosis absorbida en tejidos y materia como resultado de la exposición a la radiación ionizante, tanto de manera directa como indirecta) (37, 38).

Las radiaciones ionizantes se constituyen en elemento fundamental para el diagnós-

tico de las enfermedades del ser humano, pero, a su vez, es indispensable conocer los efectos biológicos cuando se exceden los valores límites permisibles. Como muchos otros agentes físicos, químicos o biológicos, las radiaciones ionizantes son capaces de producir daños orgánicos, debido a que ésta interacciona con los átomos de la materia viva, provocando en ellos el fenómeno de ionización; esto da lugar a cambios importantes en las células, tejidos, órganos y en el individuo en su totalidad. El tipo y la magnitud del daño dependen del tipo de radiación, de su energía, dosis absorbida, zona afectada y tiempo de exposición.

Aunque existe la legislación sobre radiación ionizante en Colombia, el personal ocupacionalmente expuesto en su gran mayoría la desconoce. Este es el motivo por el cual algunas instituciones del sector salud han obviado las responsabilidades laborales que tienen como deber, con este tipo de trabajadores, los que se listan:

- Régimen de seguridad.
- Elementos de protección personal.
- Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos emisores de radiación ionizantes.

## Conclusiones

Teniendo claro que la mayoría de esos efectos radioactivos establecen niveles relativamente altos de exposición y un inadecuado seguimiento a las normas específicas de

protección contra radiaciones ionizantes, se entiende por qué los efectos genotóxicos y cancerígenos de la radiación ionizante aumentan frecuentemente y se excluyen la existencia de umbrales para estos, ya que es cierto que su frecuencia aumenta con cualquier nivel de exposición. Para la mayoría de los efectos de la radiación, la sensibilidad de las células expuestas varía según su tasa de proliferación y en relación inversa con su grado de diferenciación.

Dada la toxicidad de las radiaciones ionizantes, ante la abundancia de fuentes naturales y artificiales emisoras de tales radiaciones, un objetivo inmediato de la protección radiológica será evitar la aparición de los efectos sanitarios de tipo inmediato, manteniendo la dosis recibida por cualquier persona por debajo de los umbrales de aparición de tales efectos.

Con respecto a los efectos probabilistas (cánceres y defectos hereditarios), habrá de limitarse su probabilidad de aparición a valores que se consideren seguros. Pero, por otra parte, sin limitar injustificadamente aquellas prácticas que, aunque supongan una exposición a las radiaciones, proporcionen un beneficio mayor para la sociedad o los individuos. Para conseguirlo se aplican los tres principios de la justificación: limitación de las dosis, riesgos individuales y optimización en busca del beneficio máximo. Para asegurar su cumplimiento, se establece una serie de actuaciones y controles sobre la fuente, el medio y la atenuación del trabajador.

Con la información recopilada en el presente artículo, el especialista y las demás personas interesadas podrán establecer en el campo laboral las medidas de prevención necesarias en todos sus niveles de atención, para reducir el grado de exposición a las radiaciones ionizantes, estableciendo como importantes los actuales recursos tecnológicos y los métodos de implementación de nuevas tecnologías. De la misma forma, podrá adoptar medidas de control para determinar los niveles de exposición a las radiaciones ionizantes, estableciendo los efectos producidos por estas.



## Referencias bibliográficas

1. **Foro Contaminación Electromagnética.** Universidad del Norte. Barranquilla. Abril de 2006.
2. **Bardasano J y Elorrieta J.** Bioelectromagnetismo. Ciencia y salud. M<sup>C</sup> Graw Hill; 2000.
3. **Cadavid H, Aponte G y Moncada M.** Los campos magnéticos a 60 Hz y sus posibles efectos en la salud. Ingeniería y Competitividad; 2003.
4. **Gallego DE.** Riesgos por exposición a radiaciones ionizantes, Departamento de Ingeniería Nuclear. Departamento de Ingeniería Nuclear, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Riesgos por exposición a radiaciones ionizantes, p. 31, Madrid; 2000.
5. **Maurice Tubiana.** Radiation risk in perspective: radiation-induced cancer among cancer risk. Radiat Enviroment Biophis, 39: 3-16; 2000.
6. **Llamosa LE y Torres JI.** Fundamentos para una propuesta de norma técnica ambiental en radiaciones electromagnéticas no ionizantes para Colombia. Scientia Et Tehcnica. Año IX, n.º 23, oct. de 2003, pp. 143-148.
7. **Grupo 13.** Informe final. Estado del arte de los estudios sobre campos electromagnéticos de frecuencia industrial y salud. En V Congreso Nacional de Campos Electromagnéticos (Conoma). Madrid; 2003.
8. **Recomendaciones para limitar la exposición a CEM (hasta 300 GHz).** International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP); 1998.
9. **Encuentro regional sobre los campos electromagnéticos, Latinoamérica y el Caribe, Lima, Perú; marzo de 2001.**
10. **Torres JI y Salazar JA.** Modelamiento y simulación de campo magnético a frecuencia extremadamente baja en circuitos secundarios. Revista Scientia et Técnica, año XI, n.º 29, diciembre de 2005; pp. 37-41.
11. **Vélez B, Ospina C. y Bedoya D.** Medición de campo eléctrico y magnético producido por las instalaciones del sistema de energía eléctrica colombiano. Energética. Universidad Nacional de Medellín, 17, pp. 23-43; 1996.
12. **Muñoz C, Álvarez B y Saint-Nom R.** Emisión electromagnética vs. Inmisión electromagnética. Una visión medioambiental. VII Congreso Latinoamericano y IV Iberoamericano en Alta Tensión y Aislamiento Eléctrico (Altae). IEEE; 2005.
13. **Ornetta V.** Mediciones y evaluación de las radiaciones no ionizantes de cuarenta estaciones bases de servicios de comunicaciones móviles en la ciudad de Lima. Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (Inictel); 2005.
14. **Ornetta V.** Radiaciones no ionizantes de líneas de energía eléctrica - diagnóstico nacional preliminar; 2005. Instituto Nacional

- de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (Inictel); 2005.
15. **Sánchez Pacheco H.** [Tesis de grado]. Medidas de prevención para evitar efectos de Salud por Exposición a Radiaciones Ionizantes en los trabajadores del Sector Sanitario. Pontifica Universidad Javeriana, Facultad de Enfermería, Medicina. Especialización en Salud Ocupacional. Bogotá; 2008.
  16. **Decreto 1848 de 1969.** Ministerio de Trabajo y Seguridad social, Diario Oficial, n.º 32937 (20-11-1969).
  17. **Legislación Medicina Nuclear.** Resolución 0894 de 1971, Arts. 149 a 154, Ministerio de Salud Colombia, Bogotá; 1971.
  18. **Ley 9 de 1979 “Por la cual se dictan medidas sanitarias”.** Presidencia de la República, Diario Oficial, año cxv, n.º 35193 (05-02-1979).
  19. **Decreto 614 de 1984.** Presidencia de la República, Diario Oficial, año cxx, n.º 36561 (05-04-1984).
  20. **La protección de la salud en el funcionamiento de equipos de rayos X.** Resolución 13382 de 1984, Art. 2, literal C, Ministerio de Salud, Bogotá; 1984.
  21. **Decreto 0758 de 1990.** Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Diario Oficial, n.º 39303, (18-04-1990).
  22. **Funcionamiento y Operación de Equipos de Rayos X y otros Emisores de Radiaciones Ionizantes.** Resolución 09031 de 1990, Ministerio de Salud, Diario Oficial, (12-07-1990).
  23. **Constitución Política de Colombia, 1991.** Artículos 79 y 81, Asamblea Nacional Constituyente, Bogotá (20-07-1991).
  24. **Resolución 7584 de 1991.** Ministerio de Salud, Diario Oficial, (17-06-1991).
  25. **Decreto 2119 de 1992.** Ministerio de Minas y Energía, Diario Oficial, n.º 40.704, (31-12-1992).
  26. **Ley 100 de 1993.** Presidencia de la República, Diario Oficial 41148, (23-12-1993). Sistema de Seguridad Social Integral. Ley 100 de 1993, Bogotá (23-12-1993).
  27. **Actividades de Alto Riesgo.** Decreto 1281 de 1994, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Diario Oficial, n.º 41403 (23-06-1994).
  28. **Organización y Administración del Sistema General de Riesgos Profesionales.** Decreto 1295 de 1994, Ministerio de Gobierno, Diario Oficial n.º 41405 (24-06-1994).
  29. **Tabla de Clasificación de Actividades Económicas para el Sistema General de Riesgos Profesionales.** Decreto 1831 de 1994, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, Diario Oficial 41473 (04-08-1994).
  30. **Tabla de Enfermedades para el Sistema General de Riesgos Profesionales.** Decreto 1832 de 1994, Presidencia de la República, Diario Oficial n.º 41.473 (04-08-1994).
  31. **Tabla de Clasificación de Actividades Económicas para el Sistema General de Riesgos Profesionales.** Decreto 2100 de 1995, Presidencia de la República, Diario Oficial n.º 42128 (29-11-1995).
  32. **Condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares.** Resolución 4445 de 1996, Ministerio de Salud, Diario Oficial, Bogotá 1996.
  33. **Resolución 4552 de 1997.** Ministerio de Salud, Diario Oficial, Bogotá, 1997.
  34. **Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, Real Decreto 783 de 2001,** Ministerio de la Presidencia España, BOE n.º 178 (26-07-2001).
  35. **Diario Oficial 45262 (28-07-2003).** Por el cual se definen las actividades de alto riesgo para la salud del trabajador y se modifi-

can y señalan las condiciones, requisitos y beneficios del régimen de pensiones de los trabajadores, que laboran en dichas actividades. Decreto 2090 de 2003, Presidencia de la República, .

36. **Expedición de la licencia de manejo de materiales radiactivos.** Ministerio de Minas y Energía, Bogotá (08-10-2004).
37. **Normativa de protección radiológica con dosimetría.** Resolución 18-1284 de 2004, Ministerio de Minas y Energía, Diario Oficial, Bogotá (06-10-2004).
38. **La vigencia de la normativa aplicable en materia de protección y seguridad**

**radiológica.** Resolución 180273 de 2012, Ministerio de Minas y Energía, Diario Oficial n.º 48371 (13-03-2012).

39. **Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional.** Ley 1562 de 2012, Ministerio de Salud y de la Protección Social, Diario Oficial n.º 48488 (11-07-2012).
40. **Por la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los prestadores de servicio de salud, para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones.** Resolución 1441 de 2013, Ministerio de Salud y Protección Social, Diario Oficial n.º 48787 (11-05-2013).