

56
2 ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

LEGISLACION SOBRE PROTECCION RADIOLOGICA
EN ODONTOLOGIA.

T E S I S I N A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A :

OLGA LILIA GUTIERREZ REYES

DIRECTOR: MTRO. RICARDO MUZQUIZ Y LIMON

ASESORES: C.D TERESA BAEZA KINGSTON

C.D MARIA ELENA LETICIA GONZALEZ AVILA *gaur*



MEXICO, D.F.,

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

275329



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES Y HERMANOS:
POR SU AMOR, APOYO Y PACIENCIA
BRINDADA TODO ESTE TIEMPO, SIN
EL CUAL NO HUBIERA SIDO POSIBLE
MI REALIZACIÓN PROFESIONAL.

AL DOCTOR RICARDO MUZQUIZ:
PORQUE PARA LA REALIZACIÓN
DE ÉSTE TRABAJO, SE REQUIRIÓ
DE UN BUEN EMISOR Y UN BUEN
RECEPTOR. GRACIAS POR SU
AYUDA.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	5
HIPÓTESIS	5
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
TIPO DE INVESTIGACIÓN	7
METODOLOGÍA	7
MATERIAL	7
CRONOGRAMA	8
FÍSICA DE LAS RADIACIONES	9
NATURALEZA DE LOS RAYOS ROENTGEN	11
EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES	13
UNIDADES Y APARATOS DE MEDICIÓN DE LAS RADIACIONES IONIZANTES	16
MEDIOS DE PROTECCIÓN	20
LEGISLACIÓN	22
CONCLUSIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	53

INTRODUCCIÓN

La radiación es la desintegración espontánea de los núcleos atómicos mediante la emisión de partículas subatómicas llamadas partículas alfa y partículas beta, y también de radiaciones electromagnéticas denominadas Rayos Roentgen y rayos gama.

El fenómeno fue descubierto por el físico francés Antoine Bequerel al observar que sales de uranio podían ennegrecer las placas fotográficas, también así descubrió que estos rayos podían descargar un electroscopio, lo que indicaba que poseían carga eléctrica.

En 1898, los químicos franceses Marie y Pierre Curie dedujeron que la radiactividad es un fenómeno que está asociado a los átomos e independientemente de su estado físico o químico.

En la época en se descubrió la radiactividad, creían los físicos que el átomo era materia última e indivisible. Posteriormente se comprobó que las partículas alfa y beta son unidades de materia, y que la radiactividad es un proceso mediante el cual los átomos se transforman (mediante la emisión de una de estas dos partículas) en nuevos tipos de átomos con propiedades químicas nuevas; lo cual llevó al reconocimiento de que los propios átomos deben tener una estructura interna, y que no son las partículas últimas y fundamentales de la naturaleza.

No paso mucho tiempo para que se reconociera que la radiactividad era una fuente de energía mas potente que ninguna de las conocidas y por ende en las décadas siguientes se investigara a fondo muchos aspectos del fenómeno.

La radiación es un proceso mediante el cual se transmiten ondas o partículas a través del espacio o de algún medio, éste término también se aplica para las propias ondas o partículas.

Las ondas o partículas poseen características comunes; pero la radiación suele producirse predominantemente en una de las dos formas.

Existen dos clases de radiación, una es la que se produce en la naturaleza, sin la intervención del hombre y esta se denomina radiación natural; y la otra que se deriva de sus actividades y se denomina radiación artificial.

La radiación natural está constituida por las radiaciones cósmicas y la de origen terrestre. La radiación artificial esta constituida por la desintegración de radionucleidos que se producen en las reacciones nucleares en algunos dispositivos creados por el hombre, tales como reactores nucleares, aceleradores de partículas y explosiones nucleares, en el momento de producirse esas reacciones o como consecuencia de las mismas. Existen equipos que producen radiaciones directamente, como es el caso del tubos de rayos Roentgen. Los sistemas principales de generación de radiación artificial significativa son:

- Reactores nucleares
- Aceleradores de partículas.

La radiación electromagnética es independiente de la materia para su propagación, sin embargo, la intensidad, velocidad y dirección de flujo de energía están influidos por la presencia de materia, a la radiación electromagnética con energía suficiente y que es capaz de provocar cambios en los átomos sobre los que incide se le llama radiación ionizante.

El descubrimiento de los Rayos Roentgen se realizó hacia el otoño de 1895, cuando el físico alemán Wilhelm Konrad Roentgen , estaba en su laboratorio experimentando con un tubo de Crookes y al conectarlo con una corriente de alto voltaje observo un resplandor verdoso y el velado de unas placas fotográficas, lo cual no paso por alto y puso un papel negro que cubrió todo el tubo, donde ninguna luz visible podía pasar y sin embargo una placa se velo; Roentgen concluyó que debían ser rayos invisibles y los denominó Rayos X, los cuales posteriormente se llamarían Rayos Roentgen.

Para la formación de los Rayos Roentgen es necesario de la presencia de electrones libres, de un voltaje adecuado que nos permita acelerar los electrones y por último la presencia de una superficie de frenado.

Los Rayos Roentgen poseen las propiedades de afectar una emulsión fotográfica del mismo modo que lo hace la luz , de producir fluorescencia en determinados materiales y de ionizar que depende de su longitud de onda.

El hombre y toda la vida orgánica han coexistido con las radiaciones ionizantes alrededor de él desde tiempos remotos, algunas son producidas por la Tierra y el espacio exterior y otras producidas por el hombre mismo.

A raíz de ésta última y por los efectos que tienen en el organismo humano, así como por las experiencias y observaciones a lo largo de decenios, ha sido necesario que diversas organizaciones y comisiones se ocupen desde 1928 de reglamentar sobre bases internacionales el empleo de radiaciones ionizantes.

Es así como en México también existen normas vigentes que reglamentan en lo concerniente al empleo de aparatos radiológicos y los medios de protección; de ahí la importancia que tiene para el odontólogo el

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA QUE SE PROPONE INVESTIGAR

El conocimiento por parte del odontólogo de la Legislación actual sobre protección de las radiaciones ionizantes.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA QUE SE PROPONE INVESTIGAR

Gran parte de los odontólogos que manejan aparatos radiológicos conocen muy poco sobre medios de protección así como la Legislación que lo rigen.

HIPÓTESIS

Hipótesis de Trabajo

Es importante conocer la Legislación actual para la protección ante las radiaciones ionizantes que en México se manejan, ya que los odontólogos estamos expuestos a ellas al utilizar aparatos radiológicos ; con este trabajo queremos dar a conocer las más recientes disposiciones que se tienen al respecto.

Hipótesis de Investigación

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA QUE SE PROPONE INVESTIGAR

El conocimiento por parte del odontólogo de la Legislación actual sobre protección de las radiaciones ionizantes.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA QUE SE PROPONE INVESTIGAR

Gran parte de los odontólogos que manejan aparatos radiológicos conocen muy poco sobre medios de protección así como la Legislación que lo rigen.

HIPÓTESIS

Hipótesis de Trabajo

Es importante conocer la Legislación actual para la protección ante las radiaciones ionizantes que en México se manejan, ya que los odontólogos estamos expuestos a ellas al utilizar aparatos radiológicos ; con este trabajo queremos dar a conocer las más recientes disposiciones que se tienen al respecto.

Hipótesis de Investigación

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA QUE SE PROPONE INVESTIGAR

El conocimiento por parte del odontólogo de la Legislación actual sobre protección de las radiaciones ionizantes.

JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA QUE SE PROPONE INVESTIGAR

Gran parte de los odontólogos que manejan aparatos radiológicos conocen muy poco sobre medios de protección así como la Legislación que lo rigen.

HIPÓTESIS

Hipótesis de Trabajo

Es importante conocer la Legislación actual para la protección ante las radiaciones ionizantes que en México se manejan, ya que los odontólogos estamos expuestos a ellas al utilizar aparatos radiológicos ; con este trabajo queremos dar a conocer las más recientes disposiciones que se tienen al respecto.

Hipótesis de Investigación

Quiero ampliar el tema de protección radiológica al enumerar las normas legales que las instituciones correspondientes en México han publicado al respecto.

Hipótesis Nula

No encontrar importante conocer las normas legales para protección antes las radiaciones ionizantes así como no encontrar datos que nos ayuden a ampliar sobre el tema.

OBJETIVO GENERAL

Informar a las personas involucradas en actividades radiológicas y expuestas a las radiaciones sobre estas normas legales, y que el odontólogo las conozca .

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Física de las radiaciones

Naturaleza de los Rayos Roentgen

Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

Unidades y aparatos de medición de las radiaciones ionizantes

Medios de protección

Legislación sobre protección contra las radiaciones

Quiero ampliar el tema de protección radiológica al enumerar las normas legales que las instituciones correspondientes en México han publicado al respecto.

Hipótesis Nula

No encontrar importante conocer las normas legales para protección antes las radiaciones ionizantes así como no encontrar datos que nos ayuden a ampliar sobre el tema.

OBJETIVO GENERAL

Informar a las personas involucradas en actividades radiológicas y expuestas a las radiaciones sobre estas normas legales, y que el odontólogo las conozca .

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Física de las radiaciones

Naturaleza de los Rayos Roentgen

Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

Unidades y aparatos de medición de las radiaciones ionizantes

Medios de protección

Legislación sobre protección contra las radiaciones

Quiero ampliar el tema de protección radiológica al enumerar las normas legales que las instituciones correspondientes en México han publicado al respecto.

Hipótesis Nula

No encontrar importante conocer las normas legales para protección antes las radiaciones ionizantes así como no encontrar datos que nos ayuden a ampliar sobre el tema.

OBJETIVO GENERAL

Informar a las personas involucradas en actividades radiológicas y expuestas a las radiaciones sobre estas normas legales, y que el odontólogo las conozca .

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Física de las radiaciones

Naturaleza de los Rayos Roentgen

Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

Unidades y aparatos de medición de las radiaciones ionizantes

Medios de protección

Legislación sobre protección contra las radiaciones

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Retrospectivo

METODOLOGÍA

Se llevará a cabo una recopilación y análisis retrospectivo sobre los medios de protección de las radiaciones ionizantes.

Se acudirá a la Secretaría de Salud a la Dirección de Riesgos Radiológicos, a la Comisión de Seguridad Nuclear y Salvaguardia e Instituto de Física de la UNAM, para recabar información sobre medios de protección y la legislación que los rige.

MATERIAL

Computadora AcerView 486

Programa Word for Windows 98 y Office 98

Impresora Hewlett Packard Deskjet 500 C con inyección de tinta.

Hojas papel Bond blancas, tamaño carta, granaje 75/m² de 57 x 87 cm.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Retrospectivo

METODOLOGÍA

Se llevará a cabo una recopilación y análisis retrospectivo sobre los medios de protección de las radiaciones ionizantes.

Se acudirá a la Secretaría de Salud a la Dirección de Riesgos Radiológicos, a la Comisión de Seguridad Nuclear y Salvaguardia e Instituto de Física de la UNAM, para recabar información sobre medios de protección y la legislación que los rige.

MATERIAL

Computadora AcerView 486

Programa Word for Windows 98 y Office 98

Impresora Hewlett Packard Deskjet 500 C con inyección de tinta.

Hojas papel Bond blancas, tamaño carta, granaje $75/m^2$ de 57 x 87 cm.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Retrospectivo

METODOLOGÍA

Se llevará a cabo una recopilación y análisis retrospectivo sobre los medios de protección de las radiaciones ionizantes.

Se acudirá a la Secretaría de Salud a la Dirección de Riesgos Radiológicos, a la Comisión de Seguridad Nuclear y Salvaguardia e Instituto de Física de la UNAM, para recabar información sobre medios de protección y la legislación que los rige.

MATERIAL

Computadora AcerView 486

Programa Word for Windows 98 y Office 98

Impresora Hewlett Packard Deskjet 500 C con inyección de tinta.

Hojas papel Bond blancas, tamaño carta, granaje $75/m^2$ de 57 x 87 cm.

CRONOGRAMA

MES	
15 AL 26 de Febrero	Revisión Bibliográfica
01 al 12 de Marzo	Recopilación de datos
15 al 26 de Marzo	Análisis de datos
05 al 16 de Abril	Resultados y conclusiones
17 al 30 de Abril	Presentación del trabajo final

FÍSICA DE LAS RADIACIONES

La radiación ionizante es atómica o subatómica ya que proviene principalmente de los átomos, sus efectos se hacen sentir en los átomos mismos y sus partes, por lo tanto no es posible hablar de radiación sin antes haber visto aunque sea de manera general cómo es la estructura de la materia y cómo se comporta en el nivel más elemental.

Toda forma de materia viva o no está compuesta de átomos, el cual es su componente característico más pequeño.

El átomo está compuesto por partículas subatómicas que son: el núcleo que contiene protones cargados positivamente y neutrones sin carga, orbitando alrededor del núcleo se encuentra en capas exteriores los electrones que tiene carga negativa.

El número de protones (carga positiva) del núcleo es el número atómico del átomo y se designa con el símbolo Z , el número de neutrones (sin carga) determina el peso atómico, el número total de protones y neutrones del núcleo de un átomo forma lo que es la masa atómica y se designan con el símbolo A .

Cuando existe una diferencia en número de protones con el de neutrones se conoce al átomo como isótopo. Los electrones viajan alrededor del núcleo en órbitas llamadas capas, las cuales se encuentran a determinadas distancias del núcleo y se identifican mediante letras. El nivel más interno es la órbita K , seguida por los niveles L , M , N , O , P , Q .

La atracción electrostática que hay entre el núcleo cargado positivamente y los electrones con carga negativa, se equilibra con la fuerza centrífuga que se origina por el movimiento giratorio rápido de los electrones, con lo cual se mantienen en sus órbitas alrededor del núcleo.

Por tanto, la energía necesaria para extraer un electrón de una capa determinada, debe ser mayor que la fuerza electrostática de atracción entre éste y el núcleo, tal fuerza se denomina energía de enlace del electrón.

Es necesario que entendamos que la ionización ocurre cuando un fotón de rayos Roentgen desplaza a un electrón de un átomo que se encuentra eléctricamente neutro, convirtiéndose este en un ion positivo y el electrón en un ion negativo, éste fenómeno ocurre siempre cuando nosotros estamos expuestos a los rayos Roentgen y por ello la importancia de conocerlo y entenderlo.

NATURALEZA DE LOS RAYOS ROENTGEN

Los rayos Roentgen son radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda va desde unos 10nm hasta 0,001 nm (1nm o nanómetro que equivale a 10^{-9} m). Cuanto menor es la longitud de onda de los rayos Roentgen, mayor es su energía y poder de penetración.

Tanto la luz visible como los rayos Roentgen se producen a raíz de las transiciones de electrones atómicos de una órbita a otra. La luz visible corresponde a transiciones de electrones externos y los rayos Roentgen a transiciones de electrones internos.

Los rayos gamma, cuyos efectos son similares a los de los rayos Roentgen, se producen por transiciones de energía en el interior de núcleos excitados.

Los rayos Roentgen se producen siempre que se bombardea un objeto material con electrones de alta velocidad. Gran parte de la energía de los electrones se pierde en forma de calor, el resto produce rayos Roentgen emitidos al provocar cambios en los átomos del blanco como resultado del impacto.

INTERACCIÓN DE LOS RAYOS ROENTGEN CON LA MATERIA

Los rayos Roentgen no pueden ser frenados al atravesar la materia, sino que sufre otros mecanismos mediante los cuales desaparecen transfiriendo su energía a los electrones del material, convirtiendo a estos en electrones secundarios que son frenados al ionizar el material, estos mecanismos son.

EFECTO FOTOELÉCTRICO

Consiste en que cuando un fotón de rayos Roentgen choca con un electrón de la materia le transfiere toda su energía al electrón convirtiéndolo en un electrón secundario y desapareciendo el fotón, la energía transmitida al electrón secundario es en forma de energía cinética la cual lo desplaza fuera de su átomo, ionizando así a la materia.

EFECTO COMPTON

Se lleva a cabo cuando un fotón de rayos Roentgen choca con un electrón de la materia, se forma un electrón secundario que adquiere solo parte de la energía cinética dada por el fotón desapareciendo este y creando otro fotón de menor energía y desviado, siendo así más absorbido por la materia.

PRODUCCIÓN DE PARES

Cuando un fotón de rayos Roentgen de alta energía penetra el campo eléctrico de un núcleo crea un par de electrones uno con carga negativa y otro con carga positiva o positrón, si el fotón tiene mas energía cinética la reparte a ambos electrones desplazándolos en sentido contrario y pudiendo ionizar la materia.

EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

Para entender los efectos biológicos de los rayos Roentgen tenemos que recordar que toda materia está constituida por átomos, entendiéndose con esto que se incluyen los tejidos y células vivas que conforman el cuerpo humano y que se encuentran en un estado de equilibrio o sea eléctricamente neutro. El efecto principal de los rayos Roentgen está en la ionización, afectando el estado de equilibrio de las células volviéndola inestable y afectando sus funciones y su capacidad de recuperación.

La acción de los rayos Roentgen hacen sentir su efecto directo cuando un fotón o electrón secundario ataca a una macromolécula biológica y el efecto secundario sucede cuando un fotón es absorbido por el agua de un sistema biológico y las moléculas de agua son ionizadas creándose radicales de hidroxilo y iones de hidrógeno, resultando peróxido de hidrógeno, lo cual resulta tóxico para todos los tejidos.

El grado por el cual ocurren los efectos biológicos depende de la cantidad recibida por la exposición a los rayos Roentgen, grado de exposición, grado de especialización, tipo y número de células afectadas.

La radiosensibilidad es diferente en los distintos tejidos y órganos del cuerpo humano.

ALTA RADIOSENSIBILIDAD

Genéticas (óvulo y espermatozoide)

Organos linfáticos

Médula ósea

Intestino

Membranas mucosas

MEDIANA RADIOSENSIBILIDAD

Vascularización fina
Cartílago en crecimiento
Glándulas salivales
Pulmones
Riñones
Hígado

BAJA RADIOSENSIBILIDAD

Cristalino del ojo
Hematíes maduros
Células musculares
Neuronas

Los cambios en las células somáticas no pasan de una generación a otra, en cambio las alteraciones en las células genéticas se transmiten de generación en generación como mutaciones genéticas.

Existe lo que se conoce como efecto acumulativo que se lleva a cabo a partir de exposiciones repetidas a los rayos Roentgen, esto significa que el daño provocado a la célula va aumentando en cada exposición hasta que deja de funcionar y muere.

Si no se recibe una dosis que cause degeneración en las células somáticas estas podrán tener una respuesta saludable, pero es importante saber que los tejidos irradiados pueden sanar para funcionar normalmente pero nunca regresarán a su estado normal antes de ser irradiados, y que mantendrán un grado de daño que se acumula con cada exposición a los rayos Roentgen.

Se sabe que después de una exposición a los rayos Roentgen de las células somáticas en el individuo tienen cierta respuesta curativa, al contrario de las células genéticas en las cuales el daño es permanente.

Los efectos agudos o inmediatos aparecen cuando se aplican grandes dosis de radiación, más de 100 rads.

Los efectos tardíos o crónicos aparecen varios años después de la exposición a los rayos Roentgen en las siguientes generaciones.

Los efectos directos suceden cuando la radiación destruye a las células que se encuentran en la trayectoria del rayo central.

Los efectos indirectos, son cuando la función de los tejidos irradiados altera la función de otros tejidos del organismo.

Es preciso que conozcamos los efectos de las radiaciones en el organismo para valorar el riesgo-beneficio que nos traería la toma de una radiografía de diagnóstico así como el tomarla una sola vez para no tener que irradiar al paciente innecesariamente pues como se mencionó con anterioridad las células sufren daño el cual es acumulable.

UNIDADES Y APARATOS DE MEDICIÓN DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

Los efectos dañinos de las radiaciones ionizantes sobre un organismo se debe principalmente por la ionización y absorción de los tejidos y células que lo forman causando daño en las moléculas que los componen. Es por todo lo anteriormente mencionado que es importante el conocimiento de las unidades de medición de las radiaciones ionizantes.

EXPOSICIÓN. *EL ROENTGEN*

La exposición es una medida de la ionización producida por una radiación cuya unidad es el Roentgen. Un Roentgen (R) es la exposición (rayos Roentgen) recibida por un Kg de aire si se producen pares de iones equivalentes a 2.58×10^{-4} Coulombs.

$$1 \text{ R} \text{ --- } 2.58 \times 10^{-4} \text{ Coulombs / Kg de aire}$$

$$1 \text{ R} \text{ --- } 1.61 \times 10^{15} \text{ pares de iones / Kg de aire}$$

la energía ionizante en tejidos es:

$$1 \text{ R} \text{ --- } 0.0096 \text{ J / Kg de tejido}$$

DOSIS ABSORBIDA. *EL GRAY Y EL RAD*

El Roentgen da diferentes cantidades de energía según el material que se expone, por ello se definió un nuevo concepto, la dosis absorbida (D) y es la energía depositada por unidad, independientemente de qué material se trate.

En el Sistema Internacional la unidad de dosis absorbida es el Gray

(Gy) :

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J / Kg}$$

La unidad antigua de la dosis absorbida es el rad, definido como:

$$1 \text{ rad} = 0.01 \text{ J / Kg}$$

DOSIS EQUIVALENTE. *EL SIEVERT*

Aunque todas las radiaciones ionizantes producen efectos biológicos similares, una cierta dosis absorbida puede producir efectos de magnitudes distintas según el tipo radiación que se trate. Por ello se llegó a la creación de un factor de calidad (Q) para cada tipo de radiación.

Se seleccionó arbitrariamente la $Q = 1$ para los rayos Roentgen.

La dosis equivalente es un nuevo concepto que se define tomando en cuenta el factor de calidad. Es igual a la dosis absorbida multiplicada por el factor de calidad, la unidad de dosis equivalente en el Sistema Internacional es el Sievert (Sv) definido como:

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy} \times Q$$

La unidad antigua es el Rem definido como:

$$1 \text{ Rem} = 1 \text{ rad}$$

Las personas que estamos expuestas a las radiaciones requerimos de la medición frecuente de la dosis de radiación recibida y de un seguimiento cuidadoso de la dosis acumulada en un tiempo determinado, por ello la importancia de conocer los dosímetros personales, los cuales son dispositivos muy sensibles a la radiación y que por su peso y tamaño pueden ser portados en el bolsillo o en la ropa. Los más usados son:

DOSÍMETRO DE PELÍCULA

Estas son aprovechadas ya que tienen la particularidad de ser veladas por la radiación. La emulsión fotográfica contiene granos de Bromuro de Plata que al pasar por ella una radiación, crea una imagen latente. El oscurecimiento se mide después con un dosímetro óptico que mide la transmisión de luz y de allí se deduce la dosis recibida. Los dosímetros de película son de bajo costo, sencillos de usar y resistentes al uso diario, son sensibles a la luz y humedad, se pueden usar una sola vez, permiten un registro permanente y no se pueden medir con confianza dosis menores a 20 mrem.

CÁMARA DE IONIZACIÓN DE BOLSILLO

Son del tamaño de un lapicero que contiene una cámara de ionización en la que el ánodo tiene una sección fija y una móvil, la cual es una fibra de cuarzo metalizada que se conecta a un cargador para aplicar un voltaje que provoca que la fibra se separe por repulsión electrostática y queda lista para usarse. Una vez que pasa una radiación que produce ionización, los electrones que llegan al ánodo lo van descargando y la fibra se acerca a la parte fija, el desplazamiento de la fibra depende de la exposición y se puede mirar directamente con una lente del otro extremo del dosímetro. Se ve la fibra sobre una escala calibrada en unidades de exposición, la escala va de cero a 200 mR.

Se pueden usar varias veces, pueden dar lecturas inmediatamente después de recibir la radiación, son de alto costo, no dan lecturas permanentes, son sensibles a golpes.

DOSÍMETROS TERMOLUMINICENTES

Son sustancias como el fluoruro de litio o de calcio, que al recibir una radiación muchos electrones producidos quedan atrapados en niveles de energía de larga vida, cuando después son calentados estos cristales, los electrones atrapados vuelven a caer a sus estados original emitiendo luz. La cantidad de luz es proporcional a la dosis acumulada desde la última vez que se calentó, se mide con un fotomultiplicador. Su costo es moderado, son resistentes pues pueden usarse varias veces, pero se requiere de un aparato especial para las lecturas las cuales no son inmediatas.

MEDIOS DE PROTECCIÓN

La radiación a qué son sometidos los pacientes en odontología es mínima, pero puede reducirse más con:

La utilización de películas rápidas del tipo E, ya que son más sensibles a los rayos Roentgen.

La colimación, del haz de rayos Roentgen se lleva a cabo mediante el uso de conos metálicos de plomo colocado en el camino del haz primario, su acción principal es la de reducir la radiación a los tejidos adyacentes a la zona por examinar, se recomienda que el diámetro del haz de radiación de la película intraoral sea más de 7 cm en superficie de la piel.

La filtración, su principal acción es la eliminar por filtración del haz primario de los rayos Roentgen aquellos rayos de mayor longitud de onda, que son más fácilmente absorbidos por los tejidos, se debe utilizar para tal efecto filtros de aluminio de espesor de 2.5 mm.

La colocación correcta de la película y la angulación del rayo Roentgen es primordial para la obtención de una imagen radiográfica correcta de la zona que se desea para que nos brinde una buena información diagnóstica y evitar repetir la radiografía y exponer innecesariamente al paciente a la radiación.

Debe utilizarse delantales de plomo de un espesor de 0.25 mm para proteger las gónadas así como collarines tiroideos en todos los pacientes que están en edad reproductora, en mujeres embarazadas y en niños.

Las medidas de protección que debe en tomar en cuenta el operador son:

Nunca sostener la película en la boca del paciente durante el tiempo de exposición.

No hay que sostener la cabeza del tubo durante el tiempo de exposición.

Si no se puede permanecer atrás de una barrera de protección, deberá entonces permanecer a una distancia aproximada de 1.80 m de la cara del paciente y de la cabeza del tubo durante el tiempo que dure la exposición.

No permanecer jamás en la línea de la emisión primaria.

Para las exposiciones de los dientes anteriores se debe permanecer a un lado y por detrás del paciente y para las exposiciones de dientes posteriores hay que permanecer atrás del paciente a 120° de la emisión primaria.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-146-SSA1-1996, SALUD
AMBIENTAL. RESPONSABILIDADES SANITARIAS EN
ESTABLECIMIENTOS DE DIAGNÓSTICO MÉDICO CON
RAYOS ROENTGEN (RAYOS X)**

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los Titulares, Responsables, Asesores de Seguridad Radiológica y establecimientos de diagnóstico médico que utilicen equipos generadores de radiación ionizante (Rayos Roentgen) para su aplicación en seres humanos con el fin de garantizar la protección a pacientes, personal ocupacionalmente expuesto y público en general.

1.2 Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en el Territorio Nacional para todos los Titulares, Responsables, Asesores Especializados en Seguridad Radiológica y establecimientos de diagnóstico médico que utilicen equipos generadores de radiación ionizante (Rayos Roentgen) para su aplicación en seres humanos, quedando incluidos los estudios panorámicos dentales y excluidas las aplicaciones odontológicas convencionales.

4.3.1 Titular. Es el responsable de la observancia de los ordenamientos legales en cuanto a diseño, construcción, instalaciones y operación del establecimiento.

4.3.2.3 Ser responsable de:

4.3.2.3.1 La protección del paciente minimizando la dosis médica;

4.3.2.3.2 La protección de los trabajadores contra la exposición ocupacional: la normal y la potencial;

4.3.2.3.3 La protección del público;

4.3.2.3.4 El cumplimiento de todos los requisitos y especificaciones en esta Norma y demás ordenamientos legales aplicables;

4.3.2.3.5 Cumplir los límites de exposición ocupacional y del público, de conformidad con lo especificado en la NOM-157SSA1-1996;

4.3.2.3.6 Vigilar que se cuenta con el equipo de protección y los dispositivos técnicos suficientes y adecuados para garantizar la protección del paciente y del personal ocupacionalmente expuesto satisfaga los perfiles señalados en esta Norma;

4.3.2.3.7 Vigilar que se haga uso del equipo y dispositivos mencionados en el numeral 4.3.2.3.6;

4.3.2.3.8 Garantizar que el personal ocupacionalmente expuesto satisfaga los perfiles señalados en esta Norma;

4.3.2.3.9 Aplicar programas al personal ocupacionalmente expuesto;

4.3.2.3.10 Elaborar y mantener actualizados los Manuales de Protección y Seguridad Radiológica y de Procedimientos Técnicos, de conformidad con lo establecido en la NOM-157-SSA1-1996, y

4.3.2.3.11 Adoptar las medidas administrativas necesarias para que los trabajadores sean informados de que la protección y seguridad son los elementos integrantes de un programa general de salud y seguridad ocupacional en el que les incumben ciertas obligaciones y responsabilidades para su propia seguridad y la de terceros contra la radiación.

4.3.4 El Técnico Radiólogo.

4.3.4.2 Ser responsable de:

4.3.4.2.1 Realizar los estudios radiológicos,

4.3.5 Asesor Especializado en Seguridad Radiológica. Es la persona física o moral cuya función es la de proporcionar apoyo técnico al Titular del establecimiento y al Responsable de la Operación y Funcionamiento en el cumplimiento de sus responsabilidades en materia de seguridad radiológica

y de acuerdo con lo establecido en esta Norma y demás ordenamientos legales aplicables.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-156-SSA1-1996, SALUD
AMBIENTAL. REQUISITOS TÉCNICOS PARA LAS
INSTALACIONES EN ESTABLECIMIENTOS DE DIAGNÓSTICO
MÉDICO CON RAYOS ROENTGEN (RAYOS X)**

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece los criterios de diseño, construcción y conservación de las instalaciones, en establecimientos de diagnóstico médico con Rayos Roentgen para su aplicación en seres humanos, con el fin de garantizar la protección a pacientes, personal ocupacionalmente expuesto y público en general

1.2 Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en Territorio Nacional para todas las instalaciones fijas y móviles en establecimientos de diagnóstico médico en seres humanos, que utilizan equipos generadores de radiación ionizante (Rayos Roentgen) en los que se incluyen los estudios panorámicos dentales y se excluyen las aplicaciones odontológicas convencionales.

5.1.2 Deben tenerse precauciones con pacientes del sexo femenino con sospecha de embarazo. Al respecto, deben colocarse carteles en las salas de espera para alertar a las pacientes y solicitar informen al médico sobre dicha posibilidad. Estos carteles deben tener la siguiente leyenda: "SI EXISTE LA POSIBILIDAD DE QUE USTED SE ENCUENTRE EMBARAZADA, INFORME AL MÉDICO O AL TÉCNICO RADIOLOGO ANTES DE HACERSE LA RADIOGRAFIA".

5.2.1 En las instalaciones fijas móviles, la delimitación de la zona controlada debe efectuarse mediante elementos estructurales o de

construcción tales como pisos, paredes y techo. La sala de Rayos Roentgen y el área de ubicación de la consola de control del equipo deben quedar dentro de la zona controlada.

5.2.2 En áreas donde se concentren más de una sala de Rayos Roentgen, los pasillos colindantes con cada sala de Rayos Roentgen deben formar parte de la zona supervisada.

5.2.8 Se requiere que en el exterior de las puertas principales de acceso a las salas de Rayos Roentgen exista un indicador de luz roja que indique que el generador está encendido y por consiguiente puede haber exposición. Dicho dispositivo debe colocarse en lugar y tamaño visible, junto a un letrero con la leyenda siguiente: "CUANDO LA LUZ ESTE ENCENDIDA SOLO PUEDE INGRESAR PERSONAL AUTORIZADO".

5.2.9 Se requiere que en el exterior de las puertas de las salas de Rayos Roentgen exista un letrero con el símbolo internacional de radiación ionizante de acuerdo con la NOM-027-STPS-1993 con la siguiente leyenda: "RADIACIONES – ZONA CONTROLADA".

5.2.11 Para POE y para pacientes la instalación debe contar con dispositivos de protección tales como mamparas, mandiles, collarines, protectores de tiroides, protectores de gónadas y todo aquel implemento que sea necesario de acuerdo con lo establecido en la NOM-157-SSA-1996.

5.6 Diseño de blindajes

5.6.1 Los blindajes para construcción, adaptación o remodelación deben determinarse con base en una memoria analítica, elaborada de acuerdo con el punto 5.7 y el apéndice A de esta Norma, misma que debe ser avalada por un asesor de seguridad radiológica y aprobada por la autoridad competente antes del inicio de los trabajos.

5.6.2 La altura de blindaje para las paredes de una instalación no debe ser inferior a 2.1 metros.

5.6.3 En instalaciones fijas, es indispensable que la protección del operador durante la exposición consista en una mampara fija si la consola de control está dentro de la sala de Rayos Roentgen.

5.6.4 Los blindajes para una instalación deben construirse de manera que exista continuidad entre los diferentes elementos constructivos donde sean instalados: muros, marcos, hojas de puertas, ventanillas de control, pasaplacas, entre otros, de tal manera que dicho blindaje no se vea interrumpido en ningún punto de la superficie a proteger.

5.6.5 Las juntas constructivas que existieran entre las columnas, tableros preconstruidos u otro elemento de la instalación que se ubique en la sala de Rayos Roentgen, deben blindarse de tal forma que si se presentaran movimientos normales de la estructura, la protección no se viera afectada. Es recomendable el empleo de ángulos o tiras de plomo adosados al interior de las juntas o remates de los muros.

5.6.6 Los tableros de control, cajas de instalaciones u otros materiales, que interrumpan la continuidad de la protección, deben protegerse por su interior y si esto no es posible por el lado opuesto del muro.

5.6.7 Cuando se utiliza como blindaje lámina de plomo o un material similar, éste debe estar modelado de tal manera que no se deslice bajo su propio peso y el empalme entre las láminas deberá ser de 1 cm como mínimo. Las cabezas de clavos, tornillos o remaches deben estar cubiertos con plomo del mismo espesor que el de la lámina.

5.6.8 Los blindajes deben ser homogéneos y cumplir con la composición y densidad exigidas.

5.6.9 Toda instalación debe contar con una verificación de blindaje documentada y avalada por un asesor especializado en seguridad radiológica, que garantice que la dosis que reciben público y POE se encuentre por debajo de los límites de dosis establecidos en la NOM-157-

SSA1-1996. Dicha verificación se hará de acuerdo con los criterios establecidos en el punto 5.8.

5.7 Cálculo de blindajes

5.7.1 La memoria analítica del cálculo de blindaje debe constar de la siguiente información:

5.7.1.1 Planos o diagramas arquitectónicos a escala de 1:100 y 1:200 de la instalación indicando sus colindancias, así como la delimitación de las zonas controladas, supervisadas y no controladas.

5.7.1.3 Planos o diagramas arquitectónicos a escala entre 1:25 y 1:100 de la sala de Rayos Roentgen, señalando la ubicación de los equipos, consola de control, mamparas, procesadores de imagen y accesorios.

5.7.2 Los puntos de interés para los cálculos de blindaje deben tomarse a 30 cm más allá de la barrera de protección.

5.7.3 Los espesores de las barreras de blindaje para proteger las áreas circundantes a la zona controlada, incluyendo las puertas de acceso a la misma y las ventanas al exterior, deben estar calculados para la protección del público conforme al apéndice A de esta Norma.

5.7.6 En las salas de Rayos Roentgen en las que existan varios tubos de Rayos Roentgen, los blindajes deben calcularse individualmente para cada tubo y el blindaje a instalar será el de mayor espesor.

5.7.7 El blindaje puede elegirse de diversos materiales, como lámina de plomo, concreto normal, concreto baritado, tabique y otros, siempre y cuando se garantice debidamente documentado, que el espesor equivalente de plomo del material utilizado corresponde al indicado en los cálculos.

5.8 Verificación de blindajes

5.8.1 La verificación del blindaje debe hacerse con un detector de radiaciones tipo cámara de ionización que reúna las siguientes condiciones:

5.8.1.1 Contar con un factor de calibración vigente proporcionado por un laboratorio reconocido por la autoridad competente.

5.8.1.2 Conocer la respuesta del detector con respecto a la energía a fin de corregir las lecturas por este factor

5.8.1.3 En caso de que se usen detectores abiertos, las lecturas deben corregirse por la presión atmosférica y la temperatura existente durante la medición.

5.8.1.4 Utilizar tiempos de exposición que sean adecuados a la sensibilidad del detector.

5.8.2 Las mediciones deben hacerse dirigiendo el haz útil de radiación hacia un medio dispersor cuyas dimensiones sean 25 cm de largo, 25 cm de ancho y espesor de 15 cm. La superficie proximal de este medio dispersor debe colocarse a una distancia igual a la distancia foco piel utilizada en los estudios más comunes.

5.8.4 Las mediciones se deben hacer a 30 cm en el lado externo de las puertas, en la consola de control y en las áreas adyacentes circunvecinas incluyendo piso superior e inferior en el caso que éstos se encuentren ocupados y en general en todos los sitios ocupados por POE o público, poniendo especial atención a los sitios en los que se ubiquen traslapes, juntas o marcos.

5.8.5 Los puntos donde se realicen las mediciones deben quedar indicados en un plano o en un diagrama en la escala aproximada entre 1:25 y 1:100 con las dimensiones de la sala, donde además se muestren claramente las colindancias.

5.8.6 El resultado de las mediciones se debe expresar en mSv/semana, calculado a partir de las mediciones realizadas en mGy o mGy/h tomando en consideración la carga de trabajo, así como los factores de uso y de ocupación que fueron utilizados en la memoria analítica o de acuerdo con las actividades cotidianas existentes en la sala de Rayos Roentgen y que se deben demostrar con el registro de pacientes.

5.8.7 Los equivalentes de dosis efectivos semariales calculados de acuerdo con el numeral anterior, no deben ser mayores a los límites establecidos para el POE y el público en la NOM-157-SSA1-1996. En caso de que los equivalentes de dosis efectivos calculados sean mayores que los límites establecidos, debe ser colocado un blindaje adicional con el fin de reducir las dosis a valores menores a los límites establecidos

APÉNDICE A NORMATIVO

CÁLCULO DE BLINDAJES PARA INSTALACIONES DE DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS ROENTGEN (RAYOS X)

A1. Parámetros principales

A1.1 Carga de trabajo (W), se determina por la ecuación:

$$W = 1/60 (N_R It)$$

Donde: N_R Número de radiografías por semana

I Corriente promedio en mA

T Tiempo de disparo promedio por radiografía en segundos

Las unidades de W son mA/semana

En caso que no pueda estimarse se deben usar como mínimos los valores dados en la tabla 1.

A1.2 Factor de uso (U), se determinan en la tabla 2.

A1.3 Factor de opacación (T), se determina mediante la tabla 3.

A1.4 Limite de equivalente de dosis efectivo semanal (H_E), se determina de acuerdo con la tabla 4, Se utilizará el valor para POE en zonas controladas, y el valor para Público en zonas supervisadas y no controladas.

A1.5 Distancia en metros desde el tubo de Rayos Roentgen a los puntos de interés (d).

A2. Procedimiento para el cálculo de espesor de blindajes.

A2.1 Barreras primarias.

A2.1.1 Calcular el factor de transmisión (B) correspondiente al espesor del blindaje requerido, mediante la ecuación:

$$B = H_E d^2 / W U T$$

El valor de B resultante está dado por las unidades ($mSv m^2$) / ($mA min$)

A2.1.2 Utilizar el valor de B calculado en el inciso anterior y con la ayuda de la gráfica 1, utilizando como valor mínimo 100 kv determinar el espesor de plomo requerido.

A2.2 Barreras secundarias.

El cálculo de barreras contra radiación secundaria debe hacerse separadamente para radiación dispersa y para radiación de fuga.

A2.2.1 Cálculo de blindaje contra radiación dispersa.

1. Calcular el factor de transmisión (B_2) corresponde al espesor del blindaje requerido mediante la ecuación:

$$B_s = 400 H_E d_s^2 d_p^2 / \alpha S W T$$

Donde:

D_s : Distancia en metros del paciente al punto de interés.

D_p : Distancia en metros del tubo de Rayos Roentgen al paciente.

α : Factor de dispersión a 1 metro del paciente, el cual debe considerarse igual a 0.002 m² para el caso de radiografía y 0.0005 m² para instalaciones de Rayos Roentgen odontológicas.

S: Superficie promedio del haz que incide sobre el paciente.

El valor de B_s calculado en el numeral anterior y con la ayuda de la gráfica 1, utilizando como el valor mínimo 100 kv determinar el espesor del plomo requerido.

A2.2.2 Cálculo de blindaje contra radiación de fuga.

1. Calcular el factor de transmisión relativa (B_r) utilizando la ecuación:

$$B_r = 600 H \epsilon d^2 I / W T$$

Donde:

I: Corriente máxima en el tubo, en mA, operando continuamente a su máxima tensión.

2. A partir del factor de transmisión se determina el número de capas hemirreductoras requerido (N_H), o el número de capas decirreductoras (N_D).

3. El espesor necesario para radiación de fuga está dado por:

$$X = N_H \text{ CHR} = N_D \text{ CDR}$$

4. En la tabla 6 se proporcionan los valores de CHR y CDR para plomo a diferentes tensiones.

A2.2.3 Análisis de resultados para determinar barreras secundarias.

1. Se comparan los valores resultantes de los espesores calculados para radiación de fuga y dispersa, respectivamente.

2. Si la diferencia entre dichos valores es mayor que la capa decirreductora que se indica en la tabla 6 (correspondiente a la tensión y

material de blindaje), entonces se elige como espesor adecuado el mayor de los dos.

3. Si dicha diferencia es menor que la capa decirreductora, el espesor adecuado debe ser el mayor de los dos, pero debe añadirse una capa hemirreductora indicada en la tabla 6 (correspondiente a la misma tensión y material de blindaje).

A3. Cuando la densidad experimental del material empleado como blindaje sea inferior a su densidad nominal, se debe emplear la siguiente ecuación para compensar los espesores que entonces deberán ser mayores a los calculados:

$$E_e = P_n E_n / P_e$$

Donde:

E_n y E_e son los espesores de material con densidad nominal y experimental, respectivamente y deben estar en las mismas unidades.

P_n y P_e son las densidades nominal y experimental, respectivamente.

Para usar esta relación las densidades de los materiales a utilizar deben estar dentro de los intervalos dados en la tabla 7.

TABLAS PARA EL CÁLCULO DE BLINDAJES

TABLA 1

CARGAS DE TRABAJO SEMANAL (W) TÍPICAS PARA INSTALACIONES DE DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS ROENTGEN (RAYOS X)

	TENSION (kV)	CARGA DE TRABAJO SEMANAL (mA min/semana)
RADIOGRAFÍA	100	160
	125	80
	150	40

TABLA 2

FACTORES DE USO RECOMENDADOS

BARRERAS	U
PISO	*
BARRERAS PRIMARIAS	$1/p^*$
BARRERAS SECUNDARIAS	1

* Donde p es el número de paredes de la instalación sobre las cuales puede incidir el haz útil.

TABLA 3

FACTORES DE OCUPACIÓN (T)

TIPOS DE OCUPACIÓN	EJEMPLOS
T = 1 OCUPACIÓN TOTAL	Áreas de trabajo, laboratorios, oficinas, despachos, talleres, tiendas, conserjerías, zonas de recepción, pasillos anchos, cuartos oscuros, viviendas, zonas infantiles, colindancias externas de propiedad ajena, etc.
T = ¼ OCUPACIÓN PARCIAL	Pasillos estrechos, salas de espera, estacionamientos, elevadores con operador, sanitarios, vestidores, etc.
T = 1/16 OCUPACIÓN OCASIONAL	Exteriores, cuartos de aseo, escaleras, elevadores automáticos, etc.

NOTA: Estos valores son para público, para POE el factor de ocupación es 1.

TABLA 4

**VALORES GUÍA DE EQUIVALENTE DE DOSIS EFECTIVO SEMANAL (H_E)
CON PROPÓSITO DE CÁLCULO DE BLINDAJES**

	LÍMITE DE DOSIS SEMANAL (mSv)
POE	1
PÚBLICO	0.1

TABLA 5

**ESPEORES EQUIVALENTES DE PLOMO PARA DISTINTOS
MATERIALES**

MATERIAL	DENSIDAD (g/cm^3)	ESPESOR DEL MATERIAL (mm)							
		50 kV		100 kV				150	
PLOMO	11,35	0,5	1	0,5	1	2	3	0,5	1
TABIQUE ROJO RECOCIDO	1,8	100	200	70	120	195	260	85	150
CONCRETO	2,2	62	130	44	80	140	190	60	105
CONCRETO BARITADO	3,2	15	31	4	9	17	24	7	15
ACERO	7,9	3	6,5	3,2	6,4	13		6,6	14
VIDRIO NORMAL				40	78				

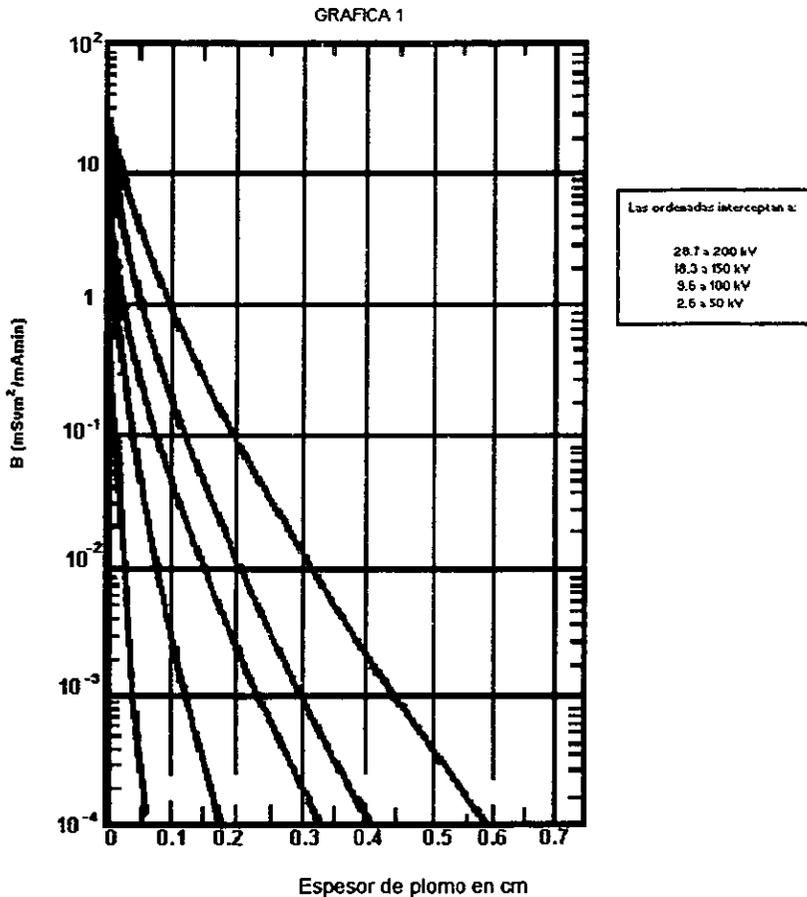
TABLA 6

**VALORES DE LAS CAPAS HEMIRREDUCTORAS Y DECIRREDUCTORAS
PARA HACES DE RAYOS ROENTGEN CON FILTRACIÓN TOTAL NO
MENOR QUE 2.5 mm DE ALUMINIO**

TENSIÓN kV	CHR (mm)		CDR (mm)	
	PLOMO	CONCRETO	PLOMO	CONCRETO
50	0.006	4.3	0.17	15
70	0.17	804	0.52	28
100	0.27	16.0	0.88	53
125	0.28	20.0	0.93	66
150	0.30	22.4	0.99	74

TABLA 7
INTERVALOS DE DENSIDAD DE MATERIALES

MATERIAL	INTERVALOS DE DENSIDAD (g/cm ³)	DENSIDADES NOMINALES (g/cm ³)
CONCRETO	2.2 - 2.4	2.2
CONCRETO BARITADO	3.0 - 3.8	3.2
TABIQUE ROJO RECOCIDO	1.4 - 1.9	1.8



Transmisión absoluta para haz limpio de rayos Roentgen a través del plomo con densidad de 11.35 g/cm³.
Generador a potencial constante, blanco de tungsteno, filtración de 2mm de Al.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-157-SSA1-1996, SALUD AMBIENTAL. PROTECCIÓN Y SEGURIDAD RADIOLÓGICA EN EL DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS ROENTGEN (RAYOS X)

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece los criterios y requisitos de protección radiológica que se deben aplicar en el uso de rayos Roentgen con fines de diagnóstico médico.

1.2 Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en Territorio Nacional para todas las instalaciones fijas o móviles en establecimientos de diagnóstico médico en seres humanos, que utilizan equipos generadores de radiación ionizante (Rayos Roentgen) en los que se incluyen los estudios panorámicos dentales y se excluyen las aplicaciones odontológicas convencionales.

5. Responsabilidades generales.

5.1 El Titular, el responsable de la operación y funcionamiento, el médico, el técnico radiólogo, el asesor especializado en seguridad radiológica y los trabajadores o empleados involucrados en los servicios de diagnóstico médico con rayos Roentgen, son responsables solidarios en cuanto a la aplicación de esta Norma, de acuerdo con la función que desempeñen o la actividad específica en que participen. Asimismo, deberán cumplir con lo establecido en otros ordenamientos jurídicos.

5.7 El POE debe:

5.7.1 Cumplir las reglas y procedimientos de protección y seguridad radiológica aplicables al ejercicio de sus funciones, especificados en los

manuales de protección y seguridad radiológica y de procedimientos técnicos.

5.7.2 Hacer uso adecuado del equipo de protección, así como de los dispositivos de vigilancia radiológica individual que se le suministren.

5.7.3 Proporcionar al titular o responsable de la operación y funcionamiento la información necesaria sobre sus actividades laborales pasadas y actuales, que pueda contribuir a mejorar la protección y seguridad radiológica propia o de terceros.

5.7.4 Recibir y aceptar la información, instrucciones y capacitación relacionadas con la protección y seguridad radiológica, a fin de realizar su trabajo de conformidad con los requisitos y obligaciones establecidos en las normas vigentes.

5.7.5 Evitar todo acto deliberado o por negligencia que pudiera conducir a situaciones de riesgo o de incumplimiento de las normas de protección y seguridad radiológica vigentes, así como comunicar oportunamente al titular o al responsable de la operación y funcionamiento la existencia de circunstancias que pudieran afectar el cumplimiento adecuado de dichas normas.

6. Límites de dosis.

6.1 Las dosis de rayos Roentgen que reciban el POE y público, con motivo de la operación de los establecimientos de diagnóstico médico con rayos Roentgen, deben mantenerse tan bajas como razonablemente pueda lograrse y estar siempre por debajo de los límites establecidos en la normatividad vigente.

6.1.1 Para el POE, el límite del equivalente de dosis efectiva anual ($H_{E,L}$) para los efectos estocásticos es de 50 mSv (5 rem). Para los efectos deterministas es de 500 mSv (50 rem) independientemente de si los tejidos

son irradiados en forma aislada o conjuntamente con otros órganos. Este límite no se aplica al grupo crítico de la población, o al individuo más expuesto.

7. Protección de POE.

7.1 El titular no debe conceder ni utilizar compensaciones especiales o tratamientos preferenciales (salario adicional, jornada reducida, vacaciones adicionales, jubilación anticipada) como sustitutivo a la adopción de las medidas de protección y seguridad radiológica adecuadas. El cumplimiento de las normas vigentes proporciona unas condiciones de riesgo equivalentes a las del trabajador no expuesto a radiaciones.

7.4 Los dispositivos mínimos indispensable de protección radiológica por cada Departamento de Radiología se establecen en la Tabla 1. De acuerdo con el tipo de estudio a realizar, el POE debe utilizar dichos dispositivos, los cuales deben contar con las siguientes características:

7.4.1 Mandil con espesor equivalente de 0.5 mm de plomo cuando cubra solamente el frente del cuerpo, o mandil de 0.25 mm cuando cubra completamente el frente, los costados del tórax y pelvis.

7.4.2 Guantes de compresión con espesor equivalente de 0.5 mm de plomo.

7.4.3 Guantes para intervención con espesor equivalente de 0.25 de plomo.

7.4.4 Collarín para protección de tiroides con espesor equivalente a 0.5 mm de plomo.

7.4.5 Anteojos para protección del cristalino, con cristales de espesor equivalente a 0.2 mm de plomo.

7.6 Cuando se utilice un equipo móvil, el operador debe mantenerse a una distancia mayor a 1.8 m del paciente y emplear un mandil plomado.

7.7 El titular del establecimiento debe establecer un programa de vigilancia radiológica ocupacional, que incluya a todo el POE y permita realizar evaluaciones anuales de la exposición ocupacional de cada trabajador.

7.11 Los dosímetros personales deben portarse durante la jornada de trabajo y al término de ésta deben permanecer almacenados en un lugar adecuado, fuera de la zona controlada.

7.12 El titular debe realizar la vigilancia médica del POE de acuerdo con la normatividad vigente.

7.13 Debe mantenerse un expediente de cada trabajador ocupacionalmente expuesto, en el que se conserven los certificados anuales del equivalente de dosis individual acumulada, de la constancia del equivalente de dosis total acumulada al término de la relación laboral y de los exámenes médicos. Esta documentación debe contar con la firma del trabajador como constancia de haberla recibido y conservarse hasta 30 años después de terminada la relación laboral.

8. Protección del paciente.

8.1 Sólo bajo prescripción médica se podrá exponer a un ser humano a las radiaciones producidas por un equipo de rayos Roentgen y nunca por decisiones de carácter administrativo o de rutina. Se prohíbe la radiografía corporal total (ninograma).

8.2 El médico radiólogo y el técnico radiólogo son responsables de que en cada estudio se utilice el equipo adecuado para la protección

radiológica del paciente, se procure que la exposición del paciente sea la mínima indispensable y se evite la repetición innecesaria de estudios radiológicos.

8.3 Debe existir un Manual de Procedimientos Técnicos autorizado conjuntamente por el titular y el responsable de la operación y funcionamiento, que explique la forma de realizar cada una de las técnicas de exploración radiológica que se utilicen en el establecimiento, preparado de conformidad con las normas de protección y seguridad radiológica vigente. Durante la realización de los estudios radiológicos, el operador (médico radiólogo o técnico radiólogo) debe apegarse a lo indicado en dicho manual. El contenido del manual debe actualizarse cuando el avance de la técnica, el cambio de equipo o el cambio de procedimientos lo amerite.

8.10 En todo estudio radiológico el haz de radiación debe limitarse al área de interés y ser siempre menor al tamaño de la película radiográfica o del intensificador de imagen utilizados, de manera que el área expuesta sea únicamente la indicada en el manual de procedimientos técnicos.

8.11 En todo estudio radiológico en el que las gónadas del paciente queden a menos de 5 cm del campo de radiación, deben protegerse con un blindaje de espesor equivalente de al menos 0.5 mm de plomo, excepto cuando el blindaje interfiera en el estudio o excluya información diagnóstica importante.

8.13 La distancia foco-piel no debe ser menor que 30 cm.

8.14 Cuando el equipo no cuente con sistema automático de exposición, se debe utilizar un método para determinar el espesor del paciente y poder seleccionar la tensión (kV) adecuada y usar los parámetros recomendados por el fabricante del equipo.

8.16 Con el objeto de reducir la exposición del paciente, se debe utilizar en todos los estudios radiográficos, la combinación compatible Chasis-Pantalla-Película-Procesador automático o manual, así como la

compatibilidad del procesador automático con los químicos adecuados al procesador y al tipo de película.

8.19 Cuando el paciente sea una mujer con capacidad reproductora, el médico radiólogo y el técnico radiólogo deben investigar la posibilidad de embarazo. En caso de duda se deben aplicar las medidas de protección radiológica a embarazadas establecidas en el manual de procedimientos técnicos.

8.20 Cuando una mujer embarazada requiera un estudio radiológico, el médico radiólogo debe sugerir al médico solicitante la aplicación de una técnica alternativa que no implique exposición a la radiación. De ser necesario un estudio radiológico, se deben usar las medidas de protección aplicables a fin de que el feto reciba la mínima radiación posible.

8.23 En todo establecimiento debe disponerse al menos de los siguientes dispositivos para la protección de órganos del paciente:

8.23.1 Mandiles plomados.

8.23.2 Blindajes para gónadas (tipo sombra, concha y mandiles plomados).

8.23.3 Collarín para protección de tiroides.

8.25 En la toma de placas con equipos móviles o portátiles debe emplearse siempre el colimador con iluminación del campo o bien el cono adecuado, para delimitar el haz de radiación a la zona de interés diagnóstico. Queda prohibido el uso de equipos sin colimador.

8.27 Con objeto de reducir el número de placas repetidas por error de operación o de revelado, se deben establecer los controles administrativos adecuados para contabilizarlas, para efectuar una revisión técnica periódica a fin de determinar las causas de la repetición y para aplicar las medidas correctivas pertinentes.

8.28 Para evitar repetición de radiografías por dificultades para su observación, se recomienda utilizar el negatoscopio adecuado, emplear

mascarillas para evitar deslumbramientos y atenuar la luz ambiental cuando sea factible.

8.29 Toda placa radiográfica debe contener una impresión (a la derecha del paciente), con la siguiente información: fecha del estudio, nombre del paciente, identificación del establecimiento y clave o iniciales del técnico que la tomó.

9. Protección del público.

9.1 Las personas cuya presencia no sea estrictamente indispensable para la realización del estudio radiológico, deben permanecer fuera de la zona controlada durante la operación del equipo.

9.3 En las zonas no controladas del establecimiento, los niveles de radiación durante la operación del equipo, deben ser adecuados para que ningún individuo reciba una dosis superior a los límites establecidos para el público.

TABLA 1
DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

APLICACIÓN	MÍNIMO POR DEPARTAMENTO
CONVENCIONAL FLUOROSCOPIA	Y Mandil plomado, protector de gónadas, guantes plomados, collarín protector de tiroides. NOTA: En cada departamento donde existan varias salas de fluoroscopia debe existir además un mandil plomado por sala.
HEMODINAMIA Y ARTERIOGRAFIA	Mandil plomado, collarín protector de tiroides, anteojos para protección de cristalino. UNO POR CADA PERSONA QUE PARTICIPE EN EL PROCEDIMIENTO.
TOMOGRAFIA COMPUTARIZADA	AXIAL Mandil plomado
MAMOGRAFIA Y PANORAMICA DENTAL	No se requiere, siempre y cuando el disparo se efectúe desde una zona protegida.

APÉNDICE NORMATIVO
NIVELES ORIENTATIVOS PARA DIAGNÓSTICO MÉDICO CON
RAYOS ROENTGEN (RAYOS X)

A1. Radiografía

EXAMEN	DOSIS DE ENTRADA EN SUPERFICIE POR RADIOGRAFÍA*	(mGy)
Dental	Periapical	7
Cráneo	AP	5
	PA	5
	LAT	3

PA =Proyección posteroanterior

LAT = Proyección lateral

AP = Proyección anteroposterior

- En aire con retrodispersión. Estos valores son aplicables a una combinación película-pantalla convencional con velocidad relativa de 200. Para combinaciones película-pantalla de alta velocidad (400-600), los valores deben dividirse por un factor de 2 a 3,

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-158-SSA1-1996, SALUD
AMBIENTAL. ESPECIFICACIONES PARA EQUIPOS DE
DIAGNÓSTICO MÉDICO CON RAYOS ROENTGEN (RAYOS X)**

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos técnicos para la adquisición y vigilancia del funcionamiento de los equipos de diagnóstico médico con rayos Roentgen para su aplicación en seres humanos.

1.2 Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en Territorio Nacional, para todos los equipos de rayos Roentgen fijos, móviles o portátiles en lo que se incluyen los estudios panorámicos dentales y se excluyen las aplicaciones odontológicas convencionales.

5.3 Vigilancia del funcionamiento y mantenimiento del sistema de rayos Roentgen.

5.3.1 Debe establecerse un programa de vigilancia del funcionamiento y mantenimiento preventivo del sistema de rayos Roentgen de acuerdo al calendario preestablecido. Debe aplicarse mantenimiento correctivo cuando se detecte una falla en el sistema.

6. Especificaciones generales para la adquisición e identificación del equipo de rayos Roentgen.

6.1 Sólo se pueden adquirir:

6.1.5 Sistemas de panorámica dental que cuenten con un generador que produzca tensiones entre 50 y 90 kV y corriente entre 8 y 11 mA. El sistema debe permitir la modificación de los parámetros de la exposición

para ajustarse a cada paciente en particular y, de preferencia, contar con un mínimo de tres programas diferentes en lo que se encuentren valores predeterminados kV y mA, así como la región a examinar.

11 Requisitos de funcionamiento para equipos de panorámica dental.

11.1 Tubo

El tubo de rayos Roentgen junto con su coraza deben tener la capacidad calorífica adecuada para completar el desplazamiento exploratorio elíptico sin sobrecalentarse.

11.2 Punto focal.

El punto focal no debe ser mayor que 0.7 mm.

11.3 Controles automáticos de exposición.

Dependiendo del programa de exposición a utilizar, el sistema debe contar con un dispositivo que termine la exposición una vez transcurrido el desplazamiento exploratorio seleccionado o una combinación de corriente con tiempo de exposición.

11.4 Indicadores de los parámetros de exposición

El equipo debe contar con indicadores analógicos o digitales de los valores seleccionados para los parámetros de exposición antes que ésta se realice.

11.5 Dispositivos para definir y fijar la posición del paciente.

El equipo debe contar con un sistema de espejos que permita observar al paciente lateral y frontalmente de manera simultánea, asistido por un haz luminoso a algún indicador similar para colocar al paciente en la posición adecuada, así como dispositivos que lo mantengan fijo en tres puntos: la pieza de mordida, cuña para la frente, y apoyasienes.

11.6 Cefalostato

El cefalostato debe permitir libremente la exposición radiológica panorámica del cráneo en su vista lateral y debe contar con un auxiliar luminoso o un dispositivo similar para colocar al paciente en la posición adecuada. Para la sujeción del paciente durante la exposición, el equipo debe contar con un dispositivo que lo sostenga por la olivas de los oídos y un soporte frontal.

11.7 Ajuste de altura

El sistema de panorámica dental y cefalostato debe contar con un mecanismo para ajustarlo a la altura adecuada para todo tipo de pacientes.

12 Requisitos de funcionamiento relativos a equipos de proceso de revelado, luz de seguridad y negatoscopios.

12.1 Equipos de proceso de revelado.

12.1.1 La temperatura de las soluciones químicas debe diferir a lo más en 0.5° C del valor señalado por el fabricante. La medida se realizará diariamente e inmediatamente después de un cambio de soluciones químicas. Los valores medidos se registrarán en un gráfica que debe encontrarse junto al procesador.

12.1.2 La presencia continua de manchas en las películas expuestas y reveladas deberá ser notificada al Responsable de la Operación y Funcionamiento para establecer las causas de la anomalía. Esta inspección visual debe realizarse diariamente.

12.2 Luz de seguridad.

La densidad óptica de un película expuesta con una cuña sensitométrica de aluminio aumentará más que 0.02 DO en cualquier escalón después de 1 minuto de exposición a la luz de seguridad, a un metro de distancia. Esta

**ESTA TERCERA NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

prueba debe realizarse una vez al año o antes si hay cambios en la luz de seguridad.

12.3 Negatoscopio

12.3.1 El manual de garantía de calidad deberá contener un inventario de los negatoscopios incluyendo su ubicación y antigüedad. Los tubos fluorescentes deberán ser del mismo modelo y su iluminación debe ser continua, sin parpadeos. La superficie debe estar totalmente limpia.

12.3.2 El brillo de los negatoscopio deberá ser al menos de 1500 cd/m^2 para radiografía convencional.

12.3.3 La iluminación en un mismo negatoscopio deberá variar menos que 15% entre una zona y otra. La variación de iluminación entre un negatoscopio y otro de un mismo banco o panel deberá ser menor que el 15%. Esta prueba debe realizarse una vez al año y después de cambios en el negatoscopio..

CONCLUSIONES

Es importante el conocimiento de las características físicas de los Rayos Roentgen, ya que con ello podemos tener un mejor entendimiento de los mismos, un mejor aprovechamiento y utilización en beneficio del campo odontológico.

Aunque es invaluable la ayuda que nos proporcionan los Rayos Roentgen como auxiliares en el diagnóstico médico, también es cierto la acción que tienen sobre las células de los tejidos por daños acumulados, es por ello importante el no exponer al paciente al repetir estudios radiográficos, por eso se recomienda la utilización de la técnica radiográfica y de revelado adecuada.

Los odontólogos estamos expuestos a las radiaciones ionizantes al utilizar aparatos de Rayos Roentgen, por lo tanto requerimos de la utilización de aparatos que nos permitan una medición constante de las dosis de radiación absorbida, y que cubra nuestras necesidades y poder saber la dosis acumulada en un determinado tiempo.

Ante la gran utilización y aplicación que tienen los Rayos Roentgen en el campo médico y odontológico diversas instituciones han respondido al llamado de la Secretaría de Salud por medio de la Dirección de Riesgos Radiológicos para la reglamentación y cumplimiento de las normas en cuanto a responsabilidades sanitarias, requisitos técnicos, protección y seguridad y especificaciones técnicas en establecimientos de diagnóstico médico que utilicen aparatos de Rayos Roentgen.

Con ésta investigación me propuse ampliar el tema sobre protección radiológica ya que la mayoría de los odontólogos no tiene conocimiento sobre la legislación existente en lo referente a protección radiológica de tal manera que se le de el uso correcto a los aparatos de rayos Roentgen así como a la norma vigente para la seguridad y protección de odontólogos, pacientes y público en general.

BIBLIOGRAFÍA

Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 98,
RADIATIVIDAD,
C 1993-1997,
Microsoft Corporation.

Enciclopedia Microsoft ® Encarta ® 98,
RADIACIÓN,
C 1993-1997,
Microsoft Corporation.

Frommer H: Hebert.
RADIOLOGÍA PARA EL AUXILIAR DE ODONTOLOGÍA,
Editorial Mosby,
5ª edición,
España 1993.

Gómez Mattaldi Recadero A.,
RADIOLOGÍA ODONTOLÓGICA,
Editorial Mundi, S.A.,
3ª edición,
Buenos Aires, Argentina, 1979.

O'Brien Richard C.,
RADIOLOGÍA DENTAL,
Editorial Interamericana,
3ª edición,
México 1983.

Ortega Aramburu Xavier,
RADIACIONES IONIZANTES, UTILIZACIÓN Y RIESGOS,
Tomo II,
Editorial UPC,
Barcelona, España, 1996.

Pasler Friedrich Anton,
RADIOLOGÍA ODONTOLÓGICA,
Ediciones Científicas y Técnicas, S.A.,
Barcelona, España, 1991.

Poyton H. Guy,
RADIOLOGÍA BUCAL,
Editorial Inteamericana-McGraw-Hill,
México, 1991.