

LOS RAYOS X

CARMELO JIMENEZ C.

Introducción

- Definición:
 - Radiación electromagnética, invisible, capaz de atravesar cuerpos opacos y de imprimir las películas fotográficas.
- Es una radiación electromagnética de la misma naturaleza que las ondas de radio, microondas, rayos infrarrojos, luz visible, rayos ultravioleta y rayos gamma

A- NATURALEZA

- Forman parte del espectro de radiaciones electromagnéticas.
- *Radiación electromagnética:* *forma particular de energía que se propaga a través del espacio en forma de ondas.*
- La diferencia de los rayos x con los rayos luminosos esta en su *frecuencia*.
- Tiene aprox. 1/10000 de la λ de la luz visible.
- λ de los rayos x: de 10 a 0.005 nm. - de 10 a 1 = Blandos

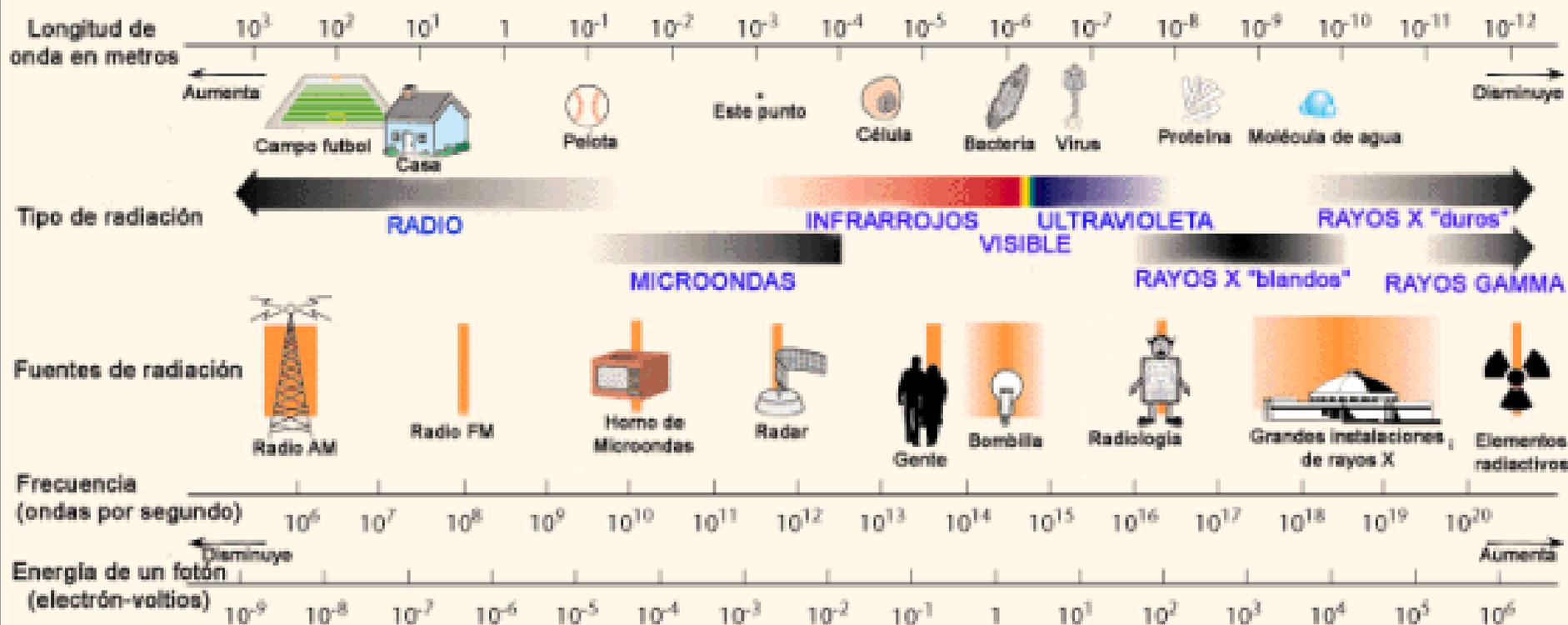


Los utilizados en radiología médica se sitúan entre 0.05 y 0.012 nm.

- **Energía de la radiación:** entre 0.01 y 250 KeV

En radiodiagnóstico la energías mas utilizadas son las comprendidas entre los 30 y los 125 KeV

El espectro electromagnético



C- PROPIEDADES

1. *Poder de Penetracion.*
2. *Efecto luminiscente.*
3. *Efecto Fotográfico.*
4. *Efecto ionizante.*
5. *Efecto Biológico.*
6. *Viajan a la velocidad de la luz y en el vacio no disipan energía.*
7. *Viajan en línea recta en un haz divergente cuando emanan de un punto focal.*
8. *Producen radiación secundaria y dispersa en los materiales que atraviesan.*
9. *Pueden transformarse en calor cuando atraviesan la materia.*

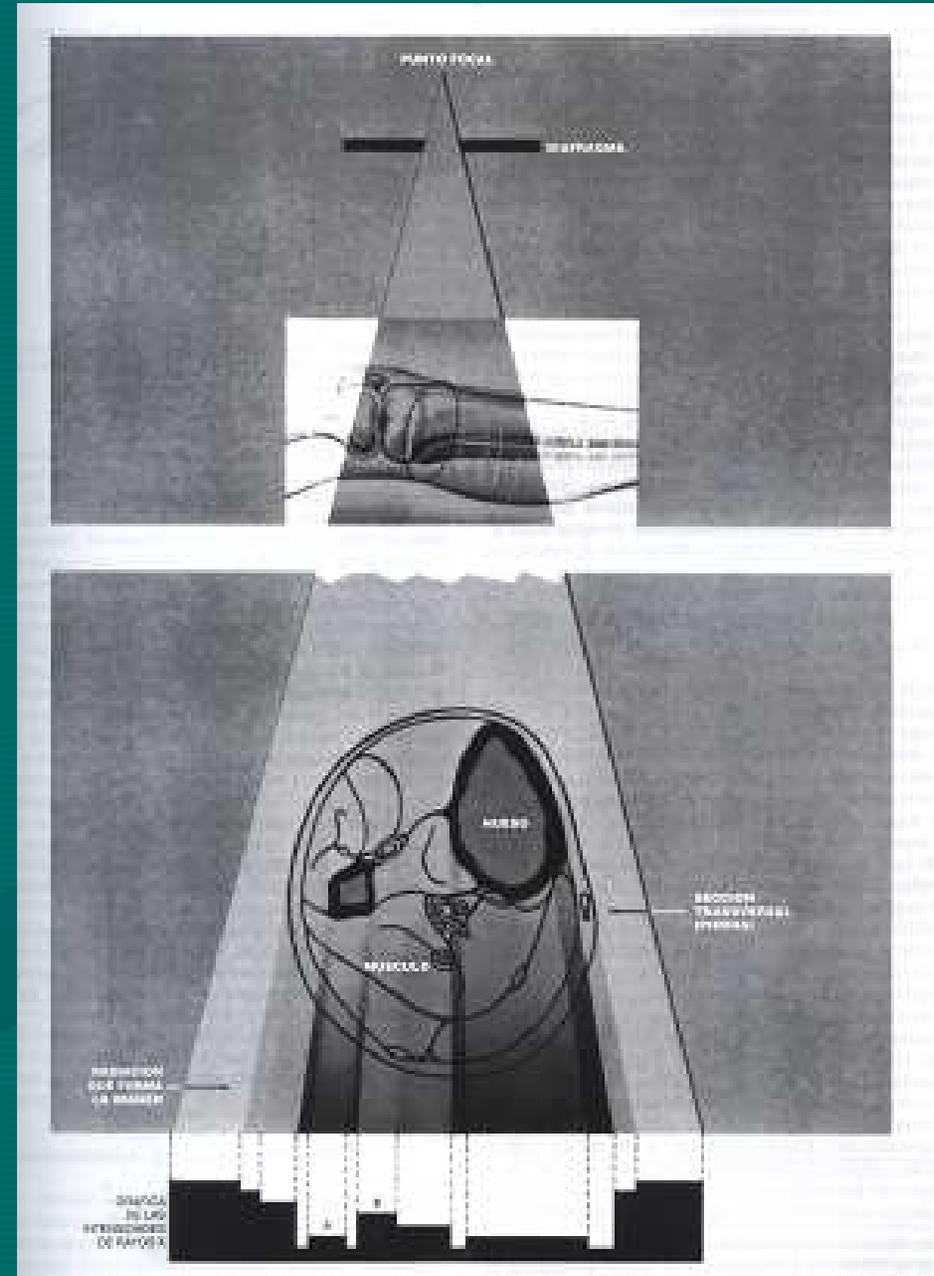
• Poder de Penetración

Concepto de opacidad y penetrancia:

*Dependiendo del número atómico, de la densidad y del espesor de la sustancia atravesada, y de la energía de radiación X, unos cuerpos absorben más cantidad de radiación que otros, es decir, que tienen mayor o menor **coeficiente de atenuación**.*

- Tejidos radiotransparentes:** aquellos a los que los rayos X atraviesan fácilmente
- Sustancias radiopacas:** aquellas que absorben de tal manera los rayos X que poca o ninguna radiación consigue traspasarla.

Cuando un haz de rayos X incide sobre el organismo (radiación incidente), parte de esta se absorbe, parte se dispersa (radiación dispersa) y parte no se modifica y sale del organismo (radiación remanente), el mismo será la responsable de la producción de la imagen radiográfica y de las diferentes grabaciones que en una radiografía aparecen del blanco y negro.



• Efecto Luminiscente

- *Ciertas sustancias como el sulfuro de cadmio y zinc, wolframato de calcio, y el yoduro de cesio emiten luz al ser bombardeadas por los rayos X*

FLUORESCENCIA

Algunas de estas sustancias siguen emitiendo luz durante un corto periodo de tiempo después de haber cesado la radiación

FOSFORESCENCIA

•Efecto Fotográfico

- Los Rayos X dan origen a una imagen latente, al actuar sobre una emulsión fotográfica que después de revelada y fijada produce una imagen visible que presenta un ennegrecimiento o densidad fotográfica que constituye la base de la imagen radiológica.

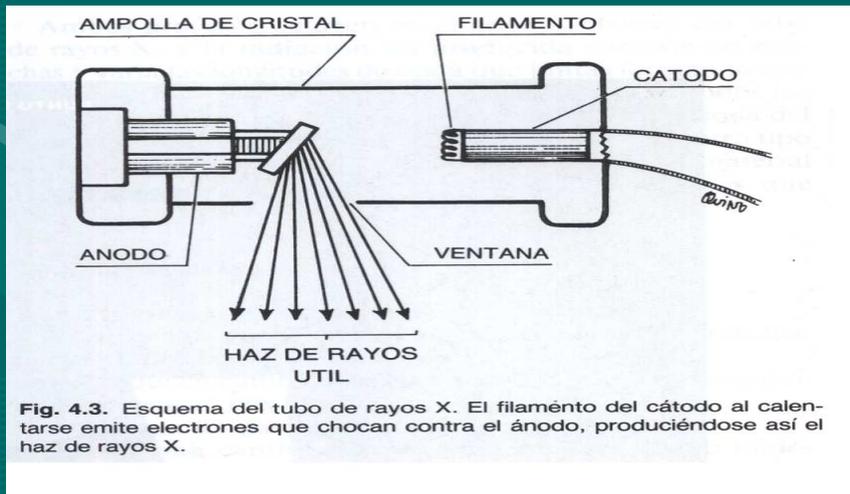
• Efecto Ionizante

- Los rayos X producen ionización, excitación de los átomos y cambios de las moléculas de las sustancias que atraviesan.
- Esta propiedad se utiliza ampliamente en radiología para medir la cantidad (exposición) y la calidad de la radiación ionizante.
- Unidad de exposición: ***Roentgenio*** que se define como una exposición de 2.58×10^{-4} culombios/Kilogramo aire.

D- PRODUCCIÓN

- Se necesita tener una fuente de electrones que choque contra una diana con suficiente energía.

en este proceso la mayor parte de la energía se convierte en calor (más del 99%) y una pequeñísima parte en Rayos X.

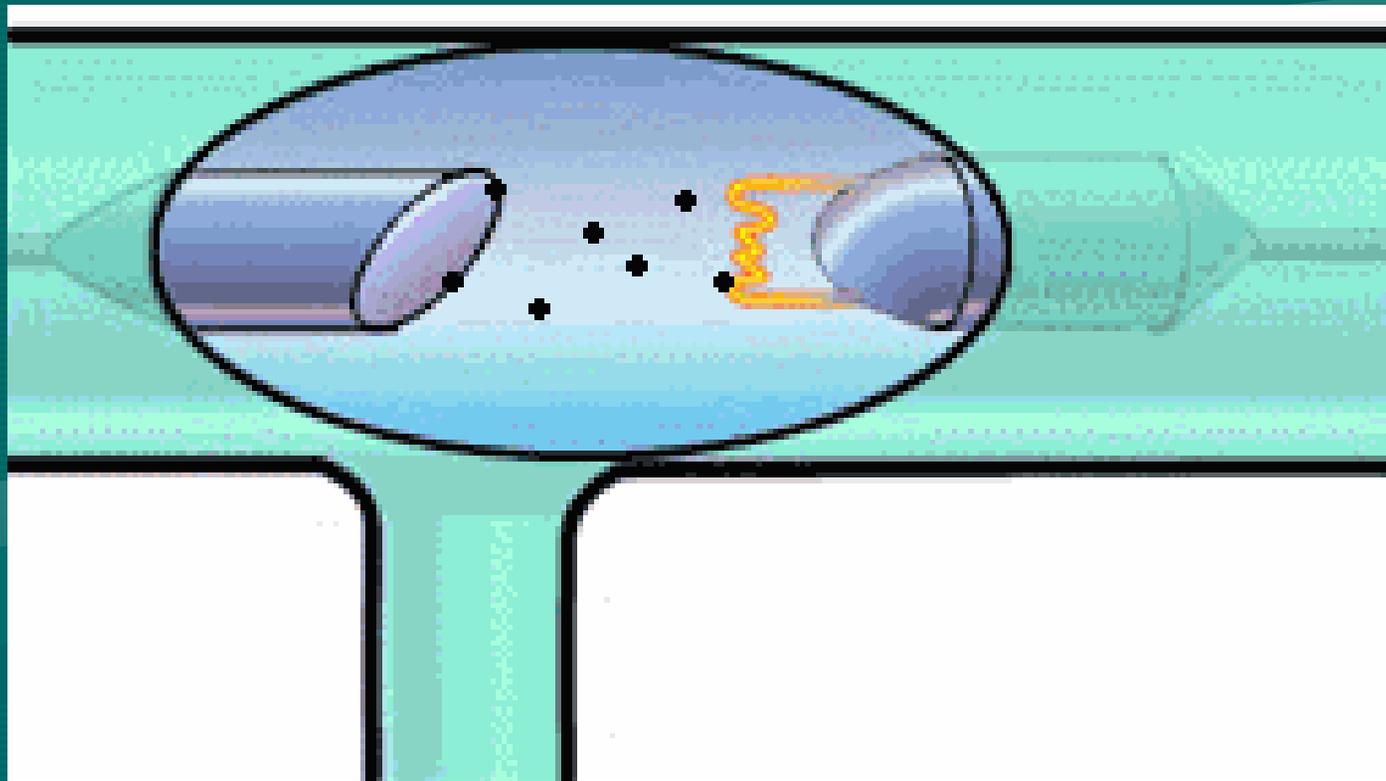


TUBO DE RAYOS X.

ANODO (+)

CATODO (-)

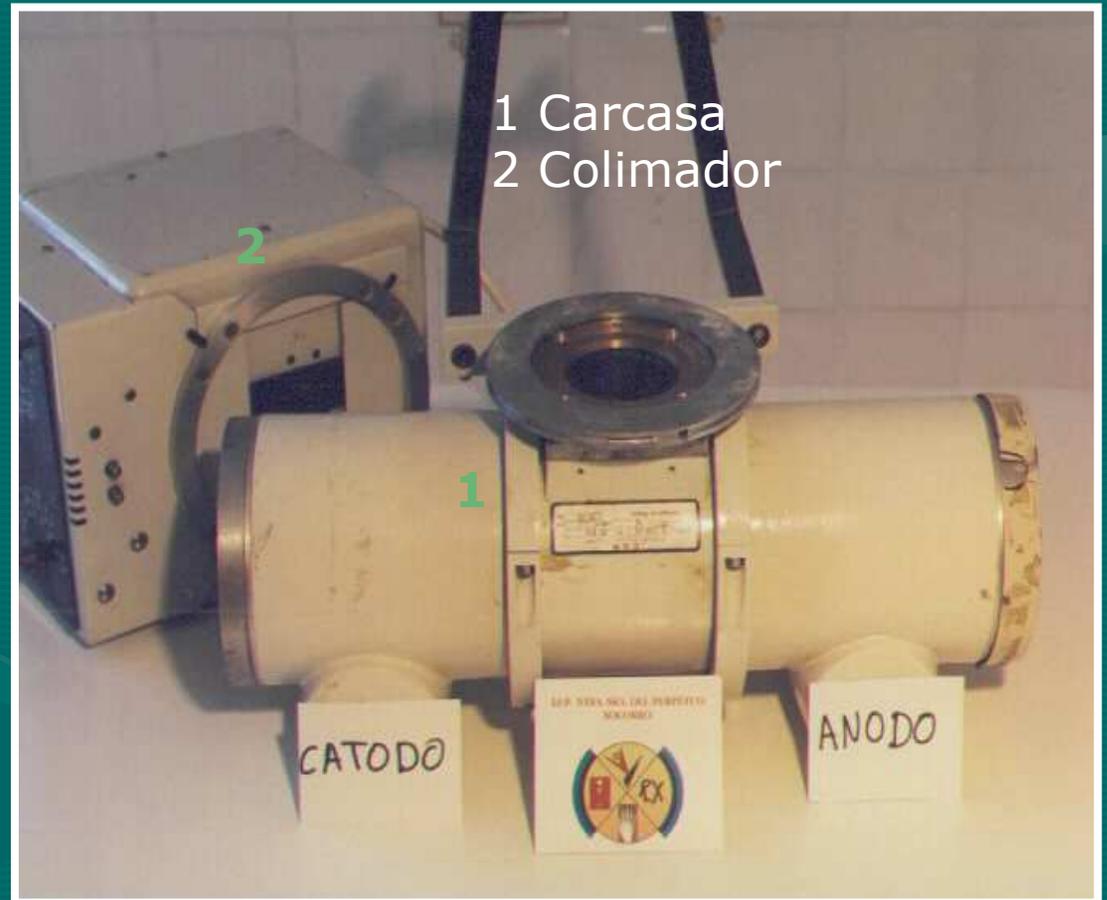
ELECTRONES



Recubrimiento del tubo de RX

Carcasa protectora:

- Formada por plomo
- Evita exposición excesiva a radiación
- Proporciona soporte mecánico
- Protección al tubo de RX
- Contiene aceite que actúa como aislante térmico y refrigerador.

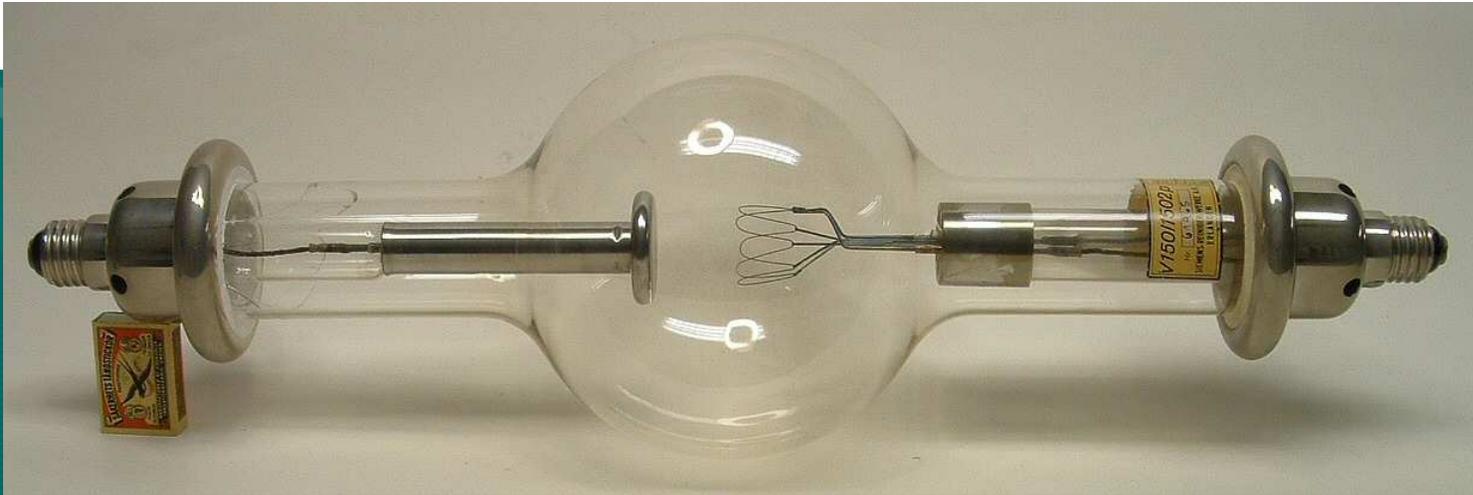


¿Cómo funciona, en resumen, un tubo de rayos X?

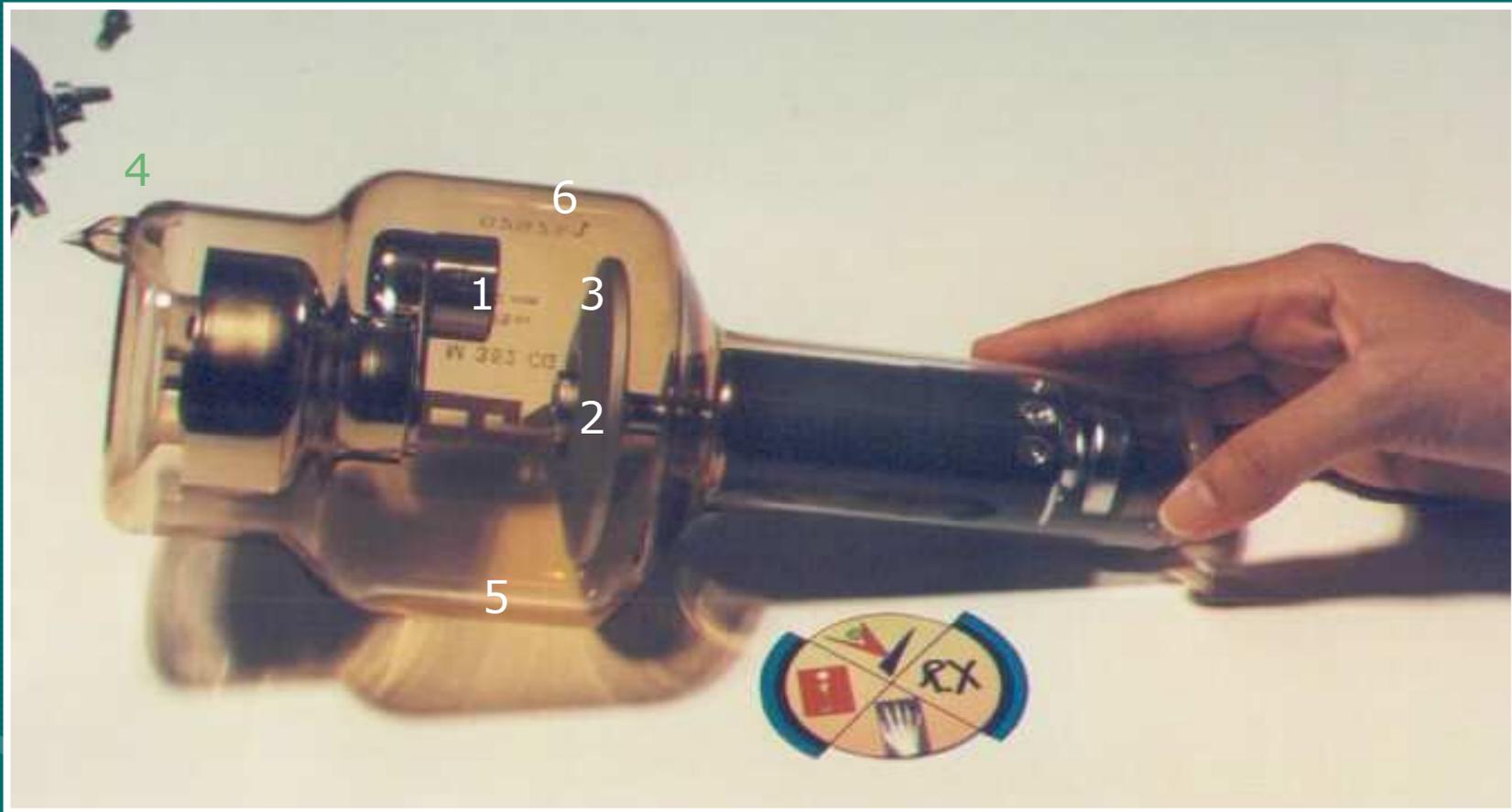
En el tubo de rayos X se va a producir una corriente de electrones (**mA**) que durante un tiempo determinado (**s**) van a circular desde el cátodo hacia el ánodo, gracias a que se establece una diferencia de potencial (**kV**) entre ambos polos.

El chorro de electrones se genera en el filamento del cátodo, y se lanza contra el blanco del ánodo. Al alcanzarlo, los electrones chocarán con el blanco y generarán los rayos X.

- *La cantidad de rayos X producida dependerá de la cantidad de electrones generados en el cátodo. (**mA**s)*
- *La energía con que se aceleran los electrones desde el cátodo al ánodo, dará lugar a radiaciones de diferentes frecuencias, más elevadas cuanto mayor sea la velocidad alcanzada por estos electrones. (**kVp**)*



Tubo de Rayos X.



- 1. Cátodo. 2. Ánodo. 3. Blanco.
- 4. Entrada de la corriente eléctrica.
- 5. Cristal. 6. Ventana.

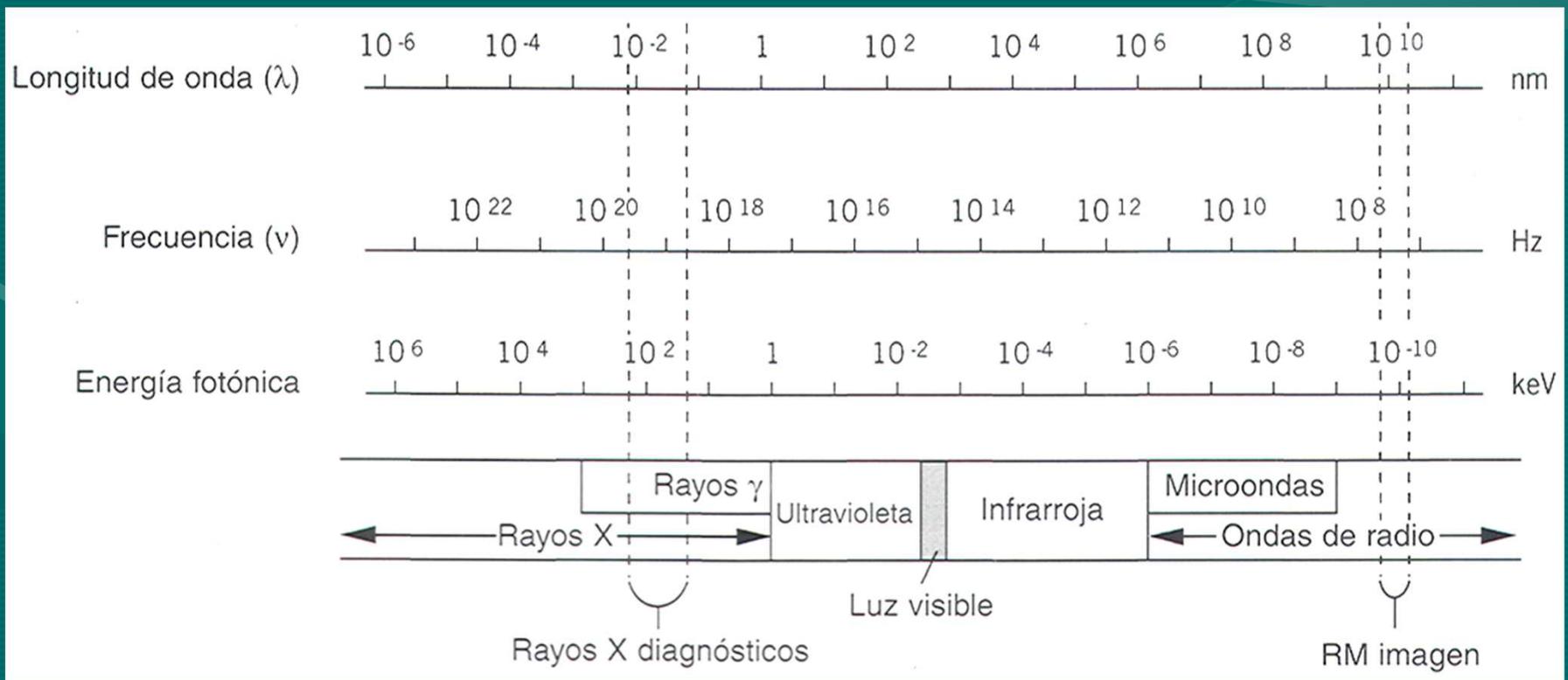
Energía producida dentro del tubo de Rayos X.

- 99% de la energía de los electrones al chocar con el ánodo, se pierde en forma de calor (por eso el tubo está rodeado de aceite para enfriarlo); 1% de la energía son rayos X.

Los rayos x en el espectro de radiaciones electromagnéticas.

- Las ondas electromagnéticas son un fenómeno natural.
- Las ondas electromagnéticas se pueden analizar:
 - Por su frecuencia (cantidad de veces que se repite una onda).
 - Por su longitud de onda (distancia entre una onda y la siguiente) .
 - Por su energía.

Espectro de radiaciones electromagnéticas por longitud de onda, frecuencia y energía.



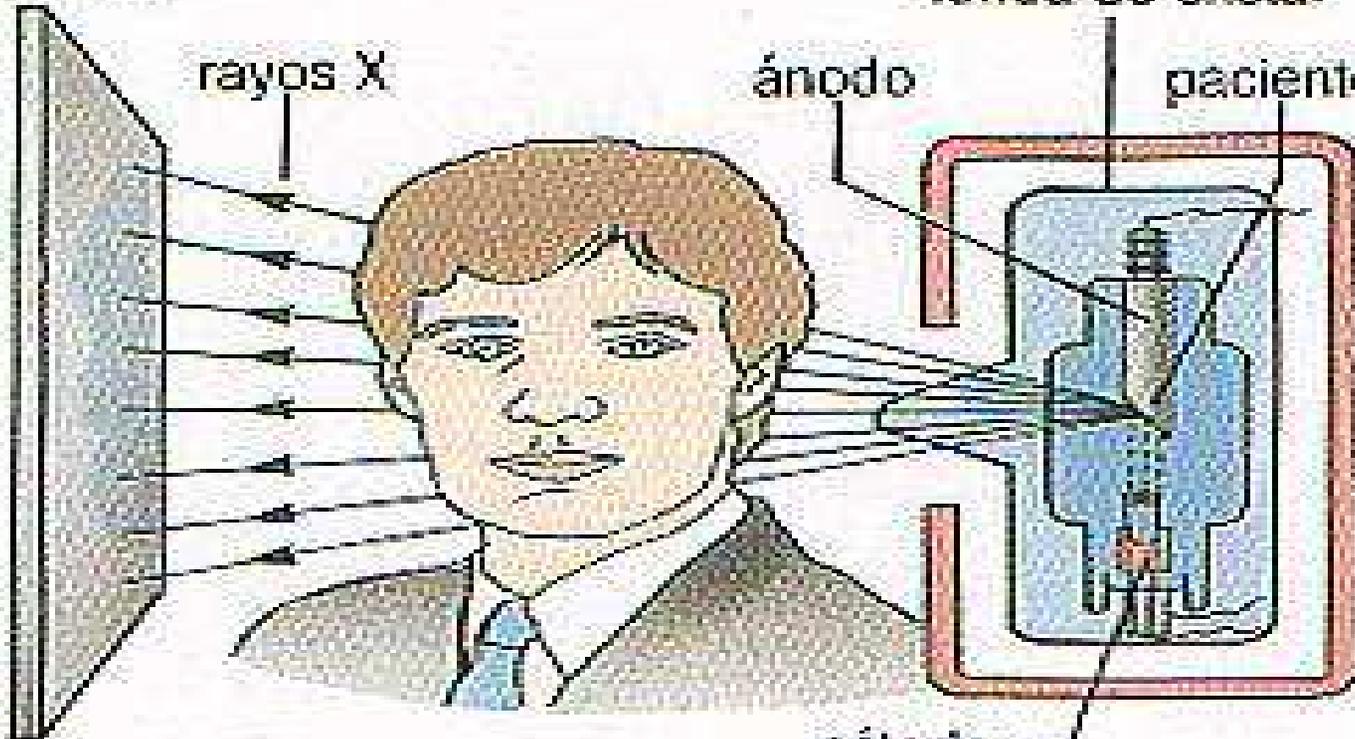
placa
fotográfica

rayos X

funda de cristal

ánodo

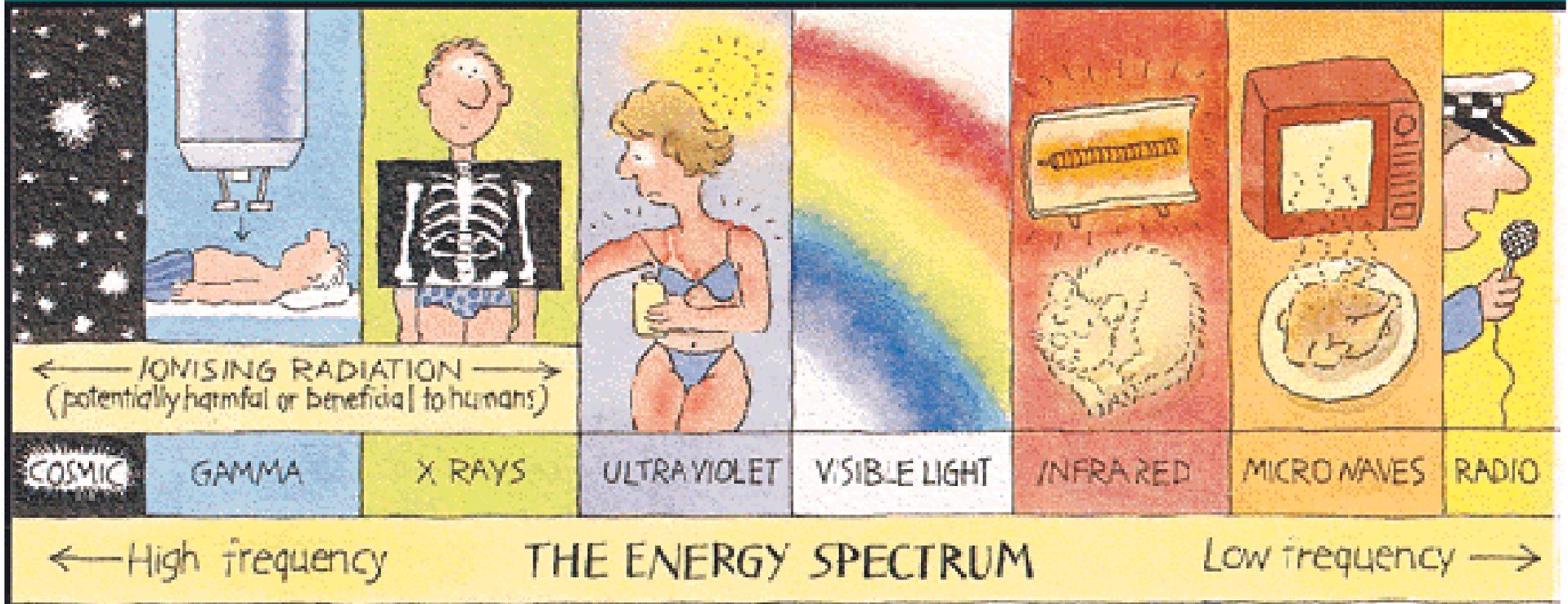
paciente



objetivo

tubo de rayos X

El espectro electromagnético en la vida diaria



Para las ondas electromagnéticas:

$$\lambda \nu = c$$

λ = longitud de onda

ν = frecuencia

c = velocidad de la luz

EFECTOS DE LAS RADIACIONES IONIZANTES

No se ha demostrado que la exposición a bajos niveles de radiación ionizante del ambiente afecte la salud de seres humanos. No obstante, los organismos dedicados a la protección radiológica oficialmente utilizan la hipótesis conservadora de que incluso en dosis muy bajas o moderadas, las radiaciones ionizantes aumentan la probabilidad de contraer cáncer, y que esta probabilidad aumenta con la dosis recibida (Modelo lineal sin umbral).



Las interacciones de las radiaciones ionizantes pueden traducirse en alteraciones en la bioquímica celular, cadenas de hidratos de carbono, cambios estructurales en las proteínas, modificaciones en la actividad enzimática, que a su vez repercuten en alteraciones de la membrana celular, las mitocondrias y los demás orgánulos de la célula. Pero en donde más estudios se han realizado, es en las acciones de la radiación sobre los elementos del núcleo celular, sobre el ADN.

En estudios epidemiológicos se ha concluido que las radiaciones ionizantes, tienen la capacidad de inducir mutaciones somáticas e incrementar la frecuencia de aparición de muchas variedades de tumores.

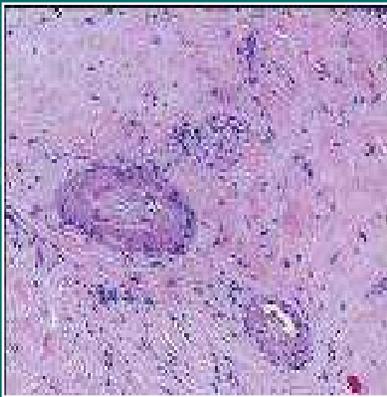


A los efectos producidos a dosis bajas se les suele llamar efectos probabilistas, estadísticos o estocásticos. Los efectos no estocásticos o deterministas están relacionados directamente con la dosis recibida siendo el efecto más severo cuanto mayor es la dosis, típicamente tienen una dosis umbral por debajo de la cual se estima que el efecto nocivo no aparece.

Según el tiempo de aparición de las lesiones por radiaciones pueden ser: precoces o inmediatas y tardías. En ambas el efecto biológico puede ser somático o hereditario y aparecen después de un periodo de latencia. La dosis umbral, para cada determinado efecto biológico, es la dosis mínima de radiación que produce el efecto. La dosis máxima permisible es la máxima dosis que, en el estado actual de nuestros conocimientos, no se espera que cause ninguna lesión apreciable en la persona irradiada en ningún momento de su existencia.



Somáticos reversibles



- ❖ Cefaleas.
- ❖ Decaimiento.
- ❖ Cansancio.
- ❖ Ligera anemia.
- ❖ Depilación.
- ❖ Prurito.
- ❖ Ligero eritema.
- ❖ Más avanzadas: se agrava la radiodermatitis, pérdida de las huellas dactilares, fisuras de la piel, edema subcutáneo, esterilidad transitoria, se agrava la anemia.

Somáticos irreversibles



- ❖ Manchas y verrugas que degeneran en tumores.
- ❖ Leucemia.
- ❖ Esterilidad permanente.



Genéticos:

- ❖ Aberraciones cromosómicas.
- ❖ Mutaciones genéticas.

Surgimiento de la Protección Radiológica

Ante la necesidad de protegerse de las radiaciones ionizantes surge la Protección Radiológica como disciplina, 1925: Se crea la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

¿Qué es la Protección Radiológica?

Protección Radiológica es la disciplina dedicada a la creación, desarrollo y aplicación de principios que garanticen que personal expuesto profesionalmente, público y pacientes no sufran efectos biológicos deterministas debidos a la radiación ionizante, y la probabilidad de aparición de efectos probabilistas quede limitada a un valor socialmente aceptable.

Normas Internacionales de Protección Radiológica

Las normas establecidas por la Comisión Internacional de Protección Radiológica se relacionan con diversos factores:

1. Relacionadas con el equipo:

a) Condiciones técnicas óptimas.

b) Calibración adecuada.

2. Relacionadas con el local. Barrera de protección primaria y secundaria con plomo o baritina.

3. Medidas de protección para el personal expuesto a las radiaciones:

a) Medios de protección personal.

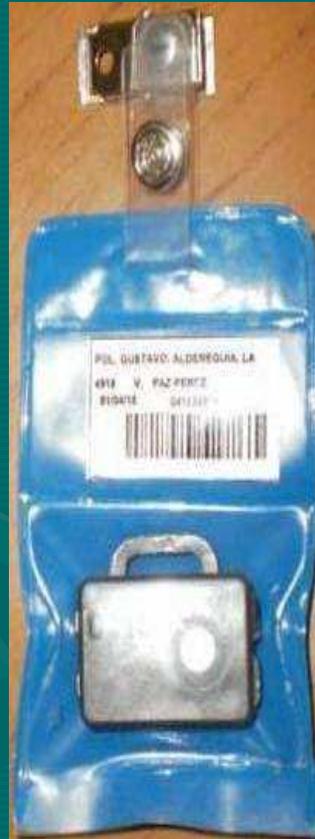
b) Control dosimétrico.

4. Medidas de protección con el paciente.

MEDIOS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

COLECTIVOS

- Condiciones optimas del equipo.
- Calibración del equipo.
- Paredes plomadas o baritina.
- Puertas plomadas.
- Cabinas protectoras.
- Paraban emplomado.



PERSONALES

- Delantales.
- Guantes plomados.
- Protector de gónadas.
- Protector de tiroides.
- Gafas plomadas.
- Dosímetro

El principio que gobierna la protección radiológica en caso de exposición se conoce con el nombre de:

ALARA (as low as reasonably attainable) que se traduce como: **tan poca radiación como sea posible lograr de modo razonable.**

Además de estos principios de ALARA pudiéramos añadir: cumplir un principio ético, lograr alta calidad, proteger las reservas genéticas de nuestro país.

El objetivo fundamental de la seguridad es la protección de las personas y el medio ambiente de los efectos perniciosos de las radiaciones ionizantes.

LIMITES ANUALES DE DOSIS EFECTIVA RECOMENDADA POR LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

<u>Grupo poblacional</u>	<u>Límites de dosis efectiva</u>
Trabajadores	20 mSv*/ año promedio
Miembros de la población	1 mSv*/ año

*Promedio de la dosis efectiva en 5 años no pasando de 50 mSv en un año

Dosis H anual para:

<u>APLICACIÓN</u>	<u>OCUPACIONAL</u>	<u>PÚBLICO</u>
Cristalino del ojo	150mSv/a	15mSv/a
La piel	500mSv/a	50mSv/a
Extremidades	500mSv/a	50mSv/a

Causas principales de mal uso de los estudios radiológicos que atentan a la protección radiológica

- 1) Repetición innecesaria de exámenes efectuados recientemente, en otro hospital o servicio de urgencia.
- 2) Controles innecesarios antes que la enfermedad evolucione o mejore.
- 3) Petición de exámenes inadecuados para un problema clínico específico.
- 4) Falta de aporte de antecedentes clínicos junto a la solicitud del examen, con los cuales el radiólogo podría sugerir una técnica alternativa con igual o mejor rendimiento para el paciente y con un menor riesgo de irradiación.
- 5) Solicitud de exámenes radiológicos por presión de los familiares o razones sociales, sin existir una razón clínica que los avale.