

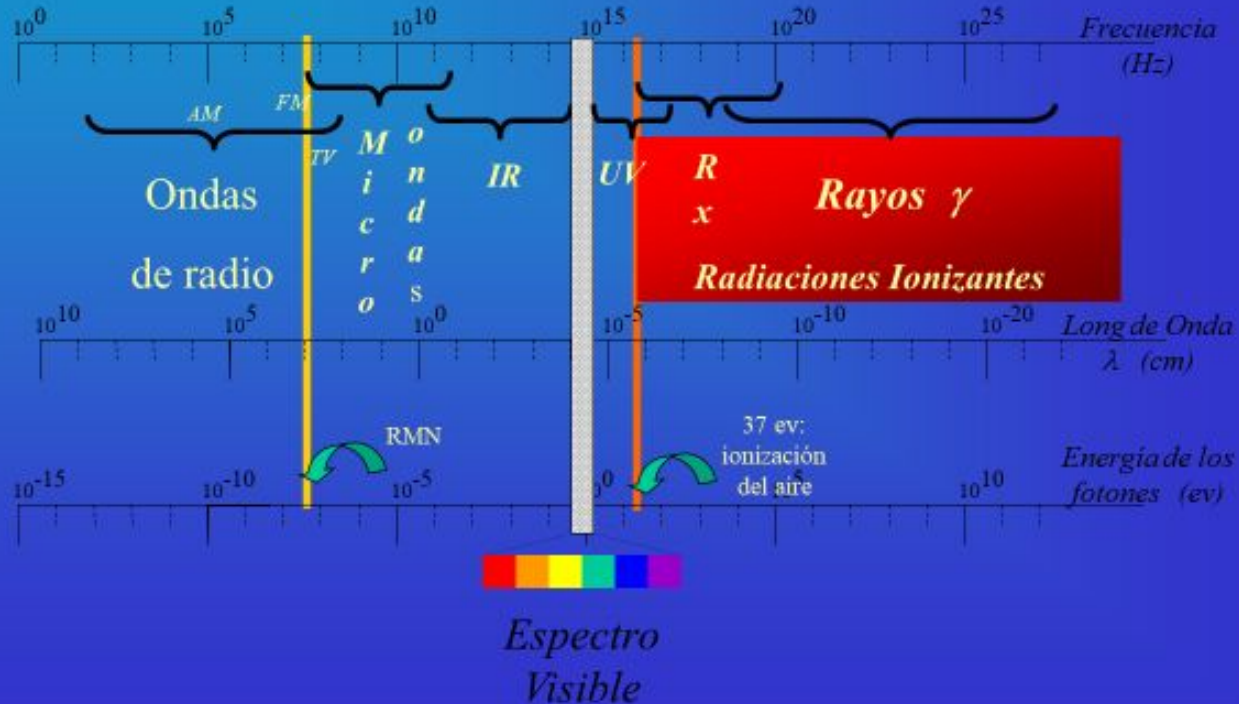
Dosimetría y protección radiológica

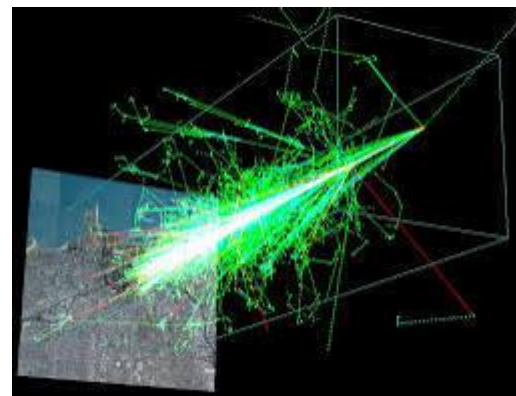
Lic. Male Taube

CIT Santa Cruz CONICET - CEMNPA Río Gallegos
Departamento de Física, Fac. Cs. Exactas, UNLP



Espectro de la Radiación Electromagnética







MAGNITUDES BÁSICAS

- **Dosis Absorbida (Da)** EN UN PUNTO. Energía por unidad de masa (dE/dm). Unidad: Gray (Gy)
- **Dosis Absorbida Media (Dtr)** EN UN ÓRGANO. Energía por unidad de masa promediada en TODA LA MASA DE UN ÓRGANO (DE/D dm). Unidad: Gray (Gy)
- **Dosis Equivalente EN UN ÓRGANO (H)**. Tiene en cuenta la “calidad” de la radiación. Unidad: Sievert (Sv)
- **Dosis Efectiva (E)**. Tiene en cuenta la calidad de la radiación y el órgano que se irradia. Unidad: Sievert (Sv)

Factor de ponderación de la radiación y de los tejidos

Tipo de Radiación	w_R ICRP 60	w_R ICRP 103
Fotones de todas las energías	1	1
Electrones y muones, todas las energías	1	1
Protones, salvo los de retroceso, de $E > 2\text{MeV}$	5	2
Partículas alfa, fragmentos de fisión y núcleos pesados	20	20
Neutrones	$< 10\text{keV}$ 5 $10\text{keV a } 100\text{keV}$ 10 $> 100\text{keV a } 2\text{MeV}$ 20 $> 2\text{MeV a } 20\text{MeV}$ 10 $> 20\text{MeV}$ 5	$\begin{cases} 2.5 + 18.2 e^{-[\ln(E_n)]^2 / 6} & E_n < 1 \text{ MeV} \\ 5.0 + 17.0 e^{-[\ln(2 E_n)]^2 / 6} & 1 \text{ MeV} \leq E_n \leq 50 \text{ MeV} \\ 2.5 + 3.25 e^{-[\ln(0.04 E_n)]^2 / 6} & E_n > 50 \text{ MeV} \end{cases}$

Tejido u órgano	w_T
Gonadas	0,20
Médula ósea (roja)	0,12
Colon	0,12
Pulmón	0,12
Estómago	0,12
Vejiga	0,05
Mamas	0,05
Higado	0,05
Esófago	0,05
Tiroides	0,05
Piel	0,01
Superficie ósea	0,01
Resto	0,05



MAGNITUDES BÁSICAS

- **Estimar el riesgo** (para efectos determinísticos) y los efectos determinísticos asociados a una determinada **exposición a la radiación**.
- A partir de los anterior poder establecer medidas de protección radiológica (por ejemplo definir **Límites de Dosis**)

Son muy importantes pero tienen un grave problema: **NO SE PUEDEN MEDIR** (salvo la dosis absorbida en un punto). Sólo se pueden estimar a partir de **MAGNITUDES OPERACIONALES**, que sí se pueden medir.





MAGNITUDES OPERACIONALES

Dosis Equivalente Individual: Es la que miden los dosímetros personales, bien utilizados permiten ESTIMAR la Dosis Efectiva o la Dosis Equivalente (según corresponda) con un razonable margen de seguridad.

Dosis Equivalente Ambiental: Se utiliza para medir la tasa de dosis en los lugares de trabajo y sus alrededores (áreas controladas, áreas supervisadas y áreas de libre acceso). Hay muy diversos tipos de equipos de medición (Geiger Müller, Cámaras de Ionización, Contadores proporcionales, etc.)



Los detectores de radiación **Geiger Müller** (detectores gaseosos) cuantifican la radiación del ambiente midiendo la *Exposición (X)*.

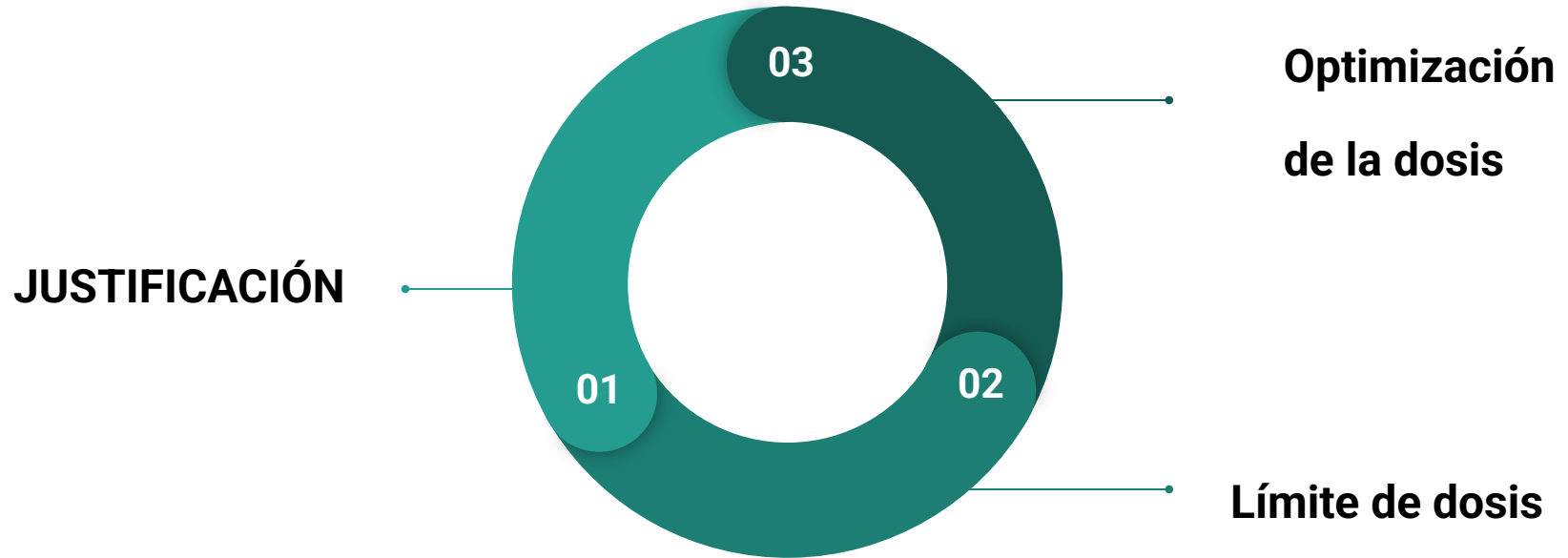
No dan información de la *calidad* de la radiación.







Protección radiológica





Justificación (ICRP 105)

- Debe producir un **BENEFICIO** lo suficiente a los individuos expuestos o a la sociedad para compensar los daños por radiación que pudiera causar
- En el caso de la exposición médica, la justificación de la misma debe ser efectuada por el médico responsable que cuente con permiso individual

Límite de dosis

- No se puede superar los límites establecidos
- No se aplican a exposiciones médicas
- Se aplican a trabajadores y miembros del público



Límite de dosis

- Dosis efectiva (combinadas Irradiación y Contaminación): 20 mSv/año -promedio.
- Dosis equivalente en piel y extremidades: 500 mSv/año
- Dosis equivalente en cristalino: 20 mSv/año
- No aplicables a los pacientes

Tipos de exposiciones

- Ocupaciones: recibida en el lugar de trabajo y como consecuencia del trabajo
- Medica: exposición de las personas como parte de su diagnóstico o tto
- Del público: incluye el resto de las exposiciones



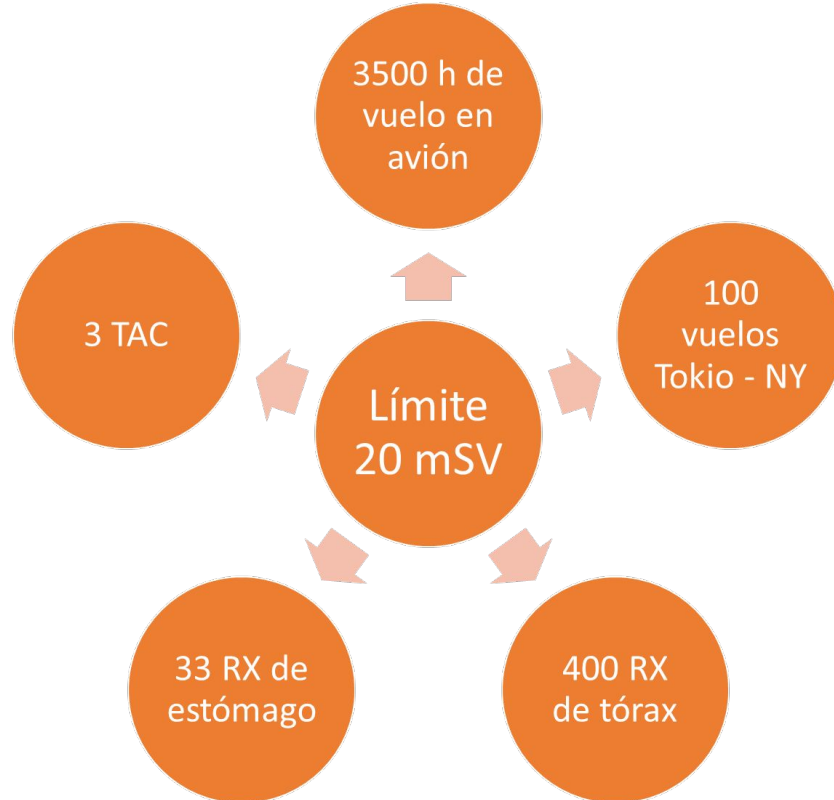
Optimización

Las exposiciones deberán optimizarse de modo tal que la magnitud de las dosis individuales, el número de personas expuestas y la probabilidad de sufrir exposiciones, se reduzca al valor **MÁS BAJO QUE PUEDA RAZONABLEMENTE ALCANZARSE** (ALARA - **As Low As Reasonable Achieved**) atendiendo factores sociales y económicos.

Procesos De Optimización

- Medidas de protección y seguridad
- Naturaleza, magnitud y probabilidad de las exposiciones
- Controles de calidad de los equipos
- Prevención de accidentes, mitigar consecuencias biológicas, estimar riesgos y atenuación de sus consecuencias

COMPARACIÓN ENTRE EXPOSICIONES OCUPACIONES Y LÍMITE DE DOSIS



RIESGO RADIOLÓGICO



- IRRADIACIÓN

Aplicar radiación ionizante a un material dado. Esto no convierte en radioactivo a dicho material.

- CONTAMINACIÓN

La *contaminación radiactiva* se refiere a la presencia **no deseada, dañina y sobre los niveles naturales** de sustancias radiactivas en la atmósfera, suelo, agua y/o alimentos.





CONTAMINACIÓN DEL TRABAJADOR

- Derrames
- Administración inadecuada
- Trabajo experimental con animales
- Cirugía de emergencia de un paciente de terapia
- Autopsia de un paciente de terapia

¿CÓMO PREVENIMOS?

- Adoptar condiciones de operación limpias
- Adoptar buenas prácticas de laboratorio
- No comer, no fumar, etc
- Usar ropa protectora y guantes



PROCEDIMIENTOS DE DESCONTAMINACIÓN

- Use papel absorbente o toallitas con un fármaco capaz de quedarse con el nucleido sobre derrame húmedo o sobre derrame seco
- Limpie el área repetitivamente hacia el centro del derrame
- Deposite el papel contaminado o toalla en una bolsa plástica o en un contenedor
- Monitoree el área
- Repita el procedimiento hasta que la tasa de exposición sea inferior a los límites establecidos
- Si la descontaminación no tiene éxito, marque el área contaminada, y
- Clasifique el cuarto como zona controlada (si no lo ha hecho todavía) hasta que la contaminación sea completamente removida



CLASIFICACIÓN DE ZONAS

Algunas áreas en Medicina Nuclear tienen acceso restrictivo para el personal del Servicio. La entrada a estas áreas llamadas “**áreas controladas**” deben estar identificadas. Cualquier otra área será designada como “**área supervisada**”.



ATTENTION | BEYOND THIS LIMIT THERE IS ONE
"CONTROLLED AREA"
RISK OF EXTERNAL IRRADIATION
RISK OF RADIOACTIVE CONTAMINATION
TYPE OF RADIATION: γ -RAYS - X-RAYS
NO ENTRY AT UNAUTHORIZED PEOPLE
PLEASE CAREFULLY COMPLY WITH THE RADIATION
PROTECTION RULES



GESTIÓN DE RESIDUOS

VIDA CORTA

- ✓ Almacenamiento interno para dejar decaer hasta que se alcancen niveles de desregulación para disposición.

VIDA LARGA

- ✓ Acondicionarlas de tal manera que las fuentes sean seguras
- ✓ Transferirlas a un almacenamiento interino apropiado
- ✓ Eventual disposición



MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA





BLINDAJE

Blindar una fuente de radiación es interponer un **material de características adecuadas** para atenuar la dosis que se recibe en determinado punto.

La expresión básica que describe la atenuación de un blindaje es

$$B = I_b/I_0 = e^{-\mu \cdot x}$$

donde B es la TRANSMISIÓN del blindaje, que se define como el cociente entre la INTENSIDAD de la radiación en un punto determinado CON BLINDAJE (I_b) y la INTENSIDAD de la radiación en el mismo punto SIN BLINDAJE (I_0). Siempre es >1

donde μ es el **COEFICIENTE DE ATENUACIÓN LINEAL** que depende del material del blindaje (plomo, hierro, etc) y la energía de la radiación que se quiere atenuar

donde x es el espesor del blindaje.

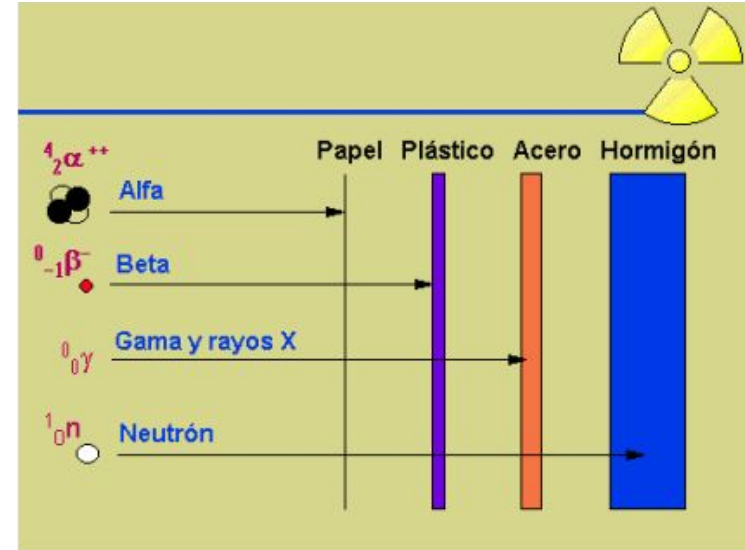
La expresión anterior tiene una validez muy limitada, sirve solo para:

- Fuentes puntuales (no extensas)
- Condiciones de “Haz Estrecho”
- Haz monoenergético



BLINDAJE

- La radiación gamma es altamente penetrante, por lo tanto deben usarse materiales muy absorbentes para el blindaje de fuentes emisoras de este tipo de radiación.
- El plomo es más comúnmente usado para atenuar la radiación gamma.
- Los radionucleidos emiten partículas beta que deben estar blindados en contenedores de material de bajo Z tal como aluminio o plástico, ya que con material de alto Z como el plomo, se produce radiación altamente penetrante (bremsstrahlung).



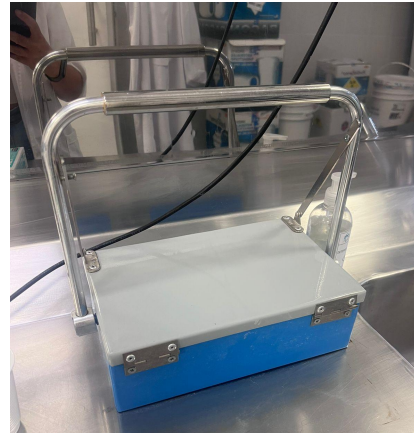
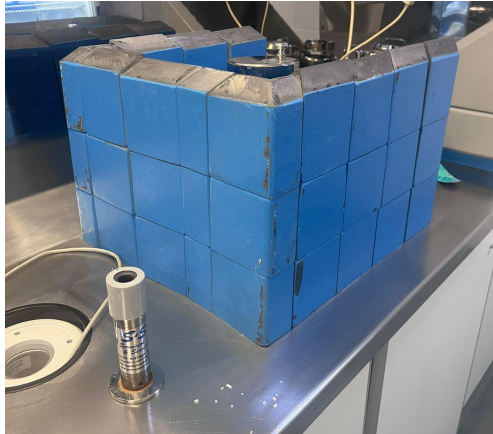


BLINDAJE

Blindajes Localizados son los que se utilizan para:

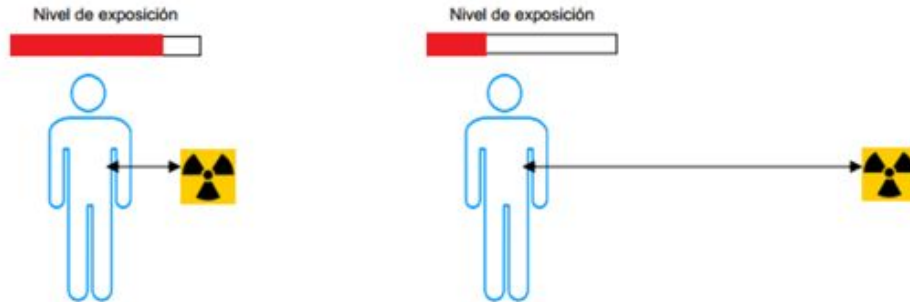
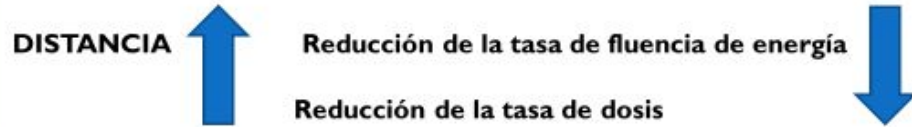
- Guardar fuentes radiactivas (contenedores, ladrillos de plomo, cajas blindadas, etc)
- Proteger a la persona que realiza una operación determinada, como por ejemplo pantallas plomadas y delantales plomados)

Blindajes Estructurales son blindajes fijos que forman parte de la estructura de una sala o recinto de irradiación: paredes, pisos, techos, la pared de la sala de comando de un equipo, etc.



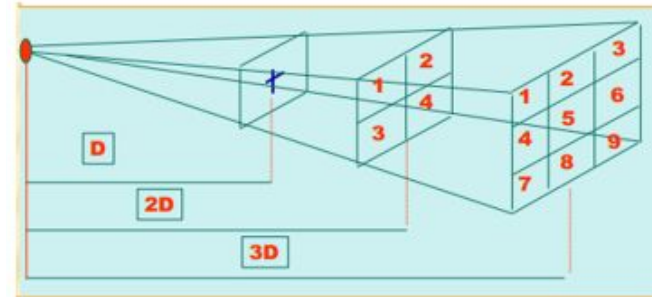


DISTANCIA



LEY DE LA INVERSA DE LOS CUADRADOS DE LAS DISTANCIAS

La dosis de radiación varía inversamente con el cuadrado de la distancia



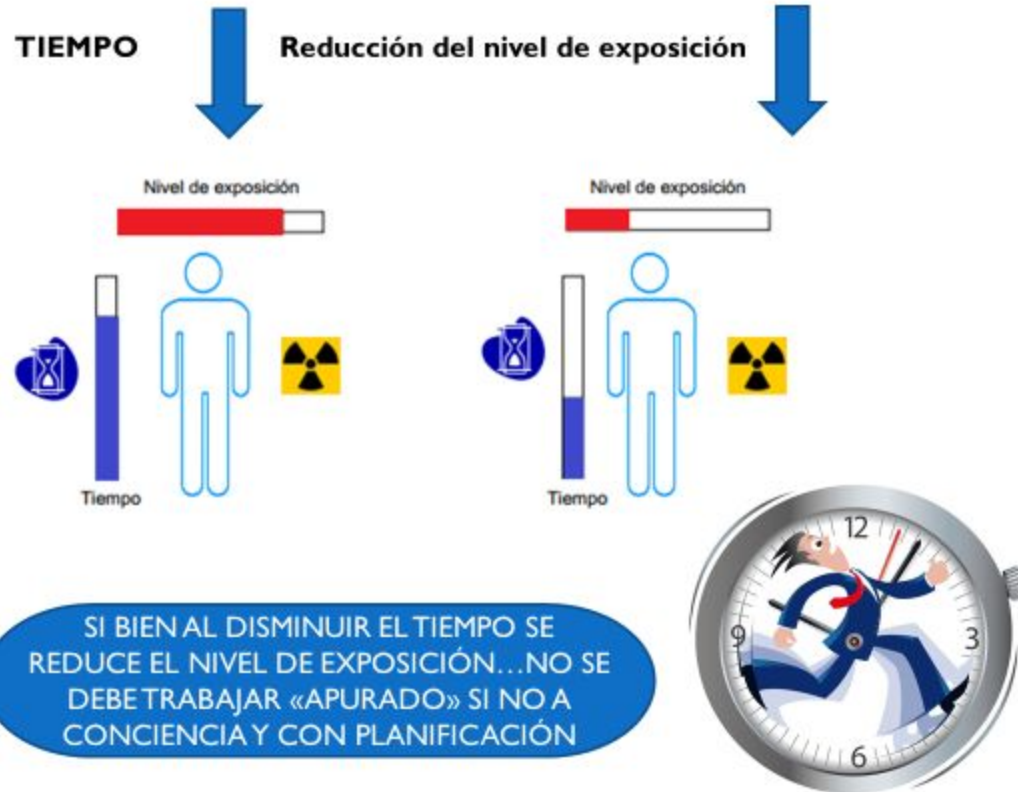
Si duplica la distancia a la fuente de rayos X, su dosis se reduce en un factor de 4 (25%)

La dispersión sigue también $\pm$ la ley del inverso del cuadrado, así que la distancia del operador respecto del paciente mejora la seguridad





TIEMPO



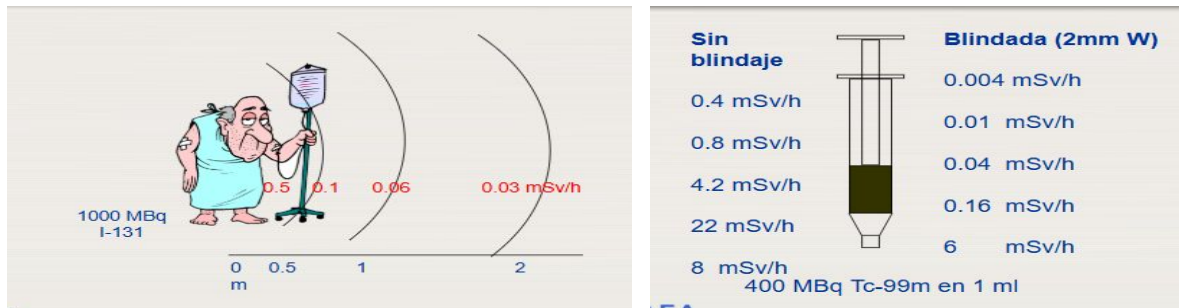
MEDIDAS DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA



- MINIMIZAR los riesgos de incorporación
- MINIMIZAR la dosis recibida por ser un trabajador expuesto
- Trabajar correctamente y optimizadamente
- EXPLICAR a los pacientes que se utiliza radiación ionizante y cómo cuidar(se)
- EXPLICAR formas de cuidado con radioisótopos terapéuticos

REDUCCIÓN DE LA EXPOSICIÓN EXTERNA

- Dimensiones de la sala
- Blindaje en general
- Reducir el tiempo en contacto con fuentes radiactivas, en la medida que lo permita la tarea
- Entrenamiento para una determinada tarea utilizando fuentes falsas no radiactivas



BASES DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y MARCO NORMATIVO



- ICRP 103 RECOMENDACIONES GENERALES(En detalle capítulos 5 y 6 “*El Sistema de Protección Radiológica en Seres Humanos*” y su implementación práctica, resto consulta)
- NORMAS BÁSICAS INTERNACIONALES (IAEA, OMS, OPS, OIT y otros). Formato, alcance y aspectos específicos. Condiciones de trabajo. Niveles de referencia de diagnóstico.

La República Argentina, como la mayoría de los países, establece que

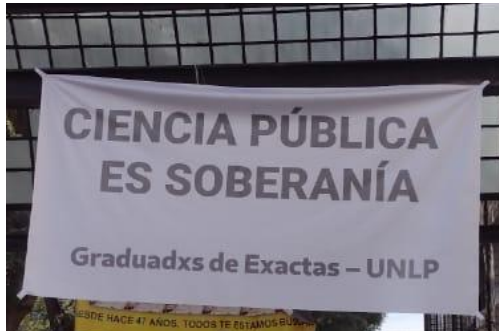
SÓLO SE PUEDEN REALIZAR ACTIVIDADES QUE IMPLIQUEN EL USO DE RADIACIONES SI SE CUENTA CON UNA LICENCIA O PERMISO PARA TAL USO, OTORGADO POR LA AUTORIDAD REGULADORA COMPETENTE SEGÚN LO QUE ESTABLECE LA LEY.

Asimismo sólo pueden trabajar con radiaciones aquellas personas que tienen la formación teórica y práctica apropiada para la tarea a realizar. En razón de esto la Autoridad Reguladora Competente le otorga un PERMISO INDIVIDUAL específico para la tarea a realizar

BASES DE LA PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y MARCO NORMATIVO



¿Comentarios o preguntas?



¡Gracias por la invitación!

Male Taube

taube.malena@fisica.unlp.edu.ar

