



## Tema 4:

# PROTECCION RADIOLOGICA



## 4. PROTECCION RADIOLOGICA

4.1. Conceptos básicos de la Protección Radiológica

4.2. Procedimientos de reducción de dosis

4.3. Límites de dosis

4.4. Protección radiológica en operación

4.5. Equipos de Protección Radiológica



## 4.1. Conceptos básicos de la Protección Radiológica

La CIPR establece la clasificación de los efectos biológicos de las radiaciones en:

- ✓ **Estocásticos**: Son probabilísticos. **No dependen de la dosis recibida**
- ✓ **Deterministas**: No son probabilísticos. **Dependen de la dosis recibida, existiendo un valor umbral.**

Se establece así un **“Sistema de Limitación de Dosis”** basado en tres requisitos fundamentales:

- ✓ **Justificación**: Cualquier exposición a radiaciones ionizantes debe estar justificada.
- ✓ **Optimización**: Criterio **ALARA** (As Low As Reasonably Achievable) “Tan baja como sea razonablemente alcanzable”.
- ✓ **Limitación de Dosis**: Establecimiento de unos límites de dosis para personas profesionalmente expuestas y para el público.



## 4.1. Conceptos básicos de la Protección Radiológica

### Riesgos asociados a las radiaciones ionizantes presentes en una Instalación Radiactiva:

- ✓ **Exposición externa:** Cantidad de radiación que puede recibir un individuo emitida por sustancias radiactivas externas a él. Este es el riesgo más habitual de un operador de radiología industrial.
- ✓ **Contaminación Interna:** Se produce cuando las sustancias radiactivas han penetrado en el organismo ya sea por inhalación, ingestión, vía cutánea, etc.
- ✓ **Contaminación Externa:** Se produce al entrar en contacto con las sustancias radiactivas.

**La contaminación Interna y/o externa se debe a la pérdida de hermeticidad de la fuente radiactiva y/o del blindaje de Uranio empobrecido de los equipos.**



## 4.2. Procedimientos de Reducción de Dosis

La dosis que un individuo recibe de fuentes externas de radiación puede controlarse a través de tres factores, de forma individual o adecuadamente combinados:



**TIEMPO:** La dosis recibida es directamente proporcional al tiempo de permanencia en una zona radiactiva.

**Cuanto menos tiempo se esté expuesto a la fuente radiactiva menos dosis se recibe.**

**DISTANCIA:** La dosis recibida a una distancia  $r$  de la fuente es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. ( $D \approx 1/r^2$ )

**Cuanto más lejos se esté de la fuente radiactiva menos dosis se recibe.**

**BLINDAJE:** Debido a la dispersión que sufren los haces de radiación y a la atenuación de la energía con la que llega la radiación al individuo.

**Cuanto mayor sea el blindaje que se interponga entre la fuente radiactiva y el operador menos dosis se recibe.**

La radiación Gamma o rayos x, es el tipo de radiación a la que están expuestos, por exposición externa, los trabajadores de radiografía industrial.



## 4.3. Límites de Dosis

	DOSIS EFECTIVA	CRISTALINO	EXTREMIDADES Y/O PIEL
TRABAJADORES EXPUESTOS (TE) Categoría A	<i>50 mSv / año oficial</i> <i>100 mSv / 5 años oficial</i>	<i>150 mSv / año oficial</i>	<i>500 mSv / año oficial</i>
MIEMBROS DEL PÚBLICO	<i>1 mSv / año oficial</i>	<i>15 mSv / año oficial</i>	<i>50 mSv / año oficial</i>

En caso **de superarse los límites de dosis fijados**, se realizará un estudio para investigar las causas y el origen de la sobre exposición.

Los resultados del estudio se comunicarán al Servicio de Prevención, al CSN y al trabajador afectado

## 4.4. Protección Radiológica en Operación

### ✓ Medios de protección Radiológica:



Elementos de acotación y señalización  
(Cintas, cuerdas,...)



Tablas o gráficas  
(Actividad, material,...)



Colimadores

### ✓ Vigilancia de zonas de trabajo y personal:



Radiómetros



Dosímetros TLD



Dosímetros de lectura directa

### ✓ Clasificación y señalización de zonas (por año oficial):



Zona Vigilada  
(Dosis > 1 mSv/a.o.)



Zona Controlada  
(Dosis > 6 mSv/a.o.)



Zona de Permanencia Limitada  
(Dosis > Límites fijados/a.o.)



Zona de Acceso Prohibido  
(Dosis > Límites fijados/a.o. en una exposición)



## 4.5. Equipos de Protección Radiológica

### Dosimetría y vigilancia radiológica del ambiente de trabajo

**Dos aspectos de gran importancia en el trabajo con radiaciones ionizantes son:**

- ✓ Medida o estimación de la dosis recibida por una persona. Se conoce como **dosimetría personal**
- ✓ Medida o estimación de los niveles de radiación existentes en un área determinada. Se conoce como **vigilancia radiológica del ambiente de trabajo**.

**La dosimetría es una herramienta para la protección del trabajador por lo siguiente:**

- ✓ Para evitar los daños a la salud que puede producir la radiación, las dosis recibidas deben ser lo más bajas que sea razonablemente posible y nunca deben superar los límites de dosis
- ✓ Para verificar que se cumplen las condiciones anteriores es imprescindible medir los niveles de radiación existentes y las dosis recibidas durante el trabajo con radiaciones

Es muy **importante** recordar que **la vigilancia radiológica del ambiente de trabajo es preventiva** porque **anticipa la dosis** que se puede recibir, mientras que **la dosimetría personal** mide la **dosis ya recibida**.



## 4.5. Equipos de Protección Radiológica

### Vigilancia radiológica

**Es el conjunto de operaciones realizadas para conocer la dosis.**

Pueden consistir en medidas directas o bien en estimaciones

**Hay dos tipos de vigilancia radiológica y en cada uno se usan diferentes equipos:**

- ✓ **Vigilancia radiológica personal:** el objetivo es conocer la dosis individual (dosimetría personal). Se usan dosímetros de dos tipos:
  - **Dosímetros pasivos:** de termoluminiscencia (o placa dosimétrica)
  - **Dosímetros activos:** dosímetro de lectura directa (DLD)
  
- ✓ **Vigilancia radiológica ambiental:** el objetivo es conocer el nivel de radiación en un área (dosimetría ambiental). Se usan monitores de radiación (tasa de dosis) y dosímetros de área (dosis):
  - **Monitores de radiación,** de dos tipos: **portátiles y de área**
  - **Dosímetros de área:** son **TLD** colocados de forma fija para verificar blindajes



## 4.5. Equipos de Protección Radiológica

### Dosímetro de termoluminiscencia (TLD) o placa dosimétrica

#### Función:

- ✓ Es un equipo de **vigilancia radiológica personal** que acumula la energía depositada por las radiaciones que llegan al TLD. Esa energía es proporcional a la **dosis recibida por el trabajador**
- ✓ Es un **dosímetro pasivo** porque su lectura solo la puede hacer un **Servicio de Dosimetría Personal (SDP)** expresamente autorizado por el CSN. Por ello, la dosis leída por el SDP se denomina **dosis oficial**

#### Normas de uso:

- ✓ El trabajador **lo debe llevar** en el pecho **cuando esté expuesto** a las radiaciones, incluyendo cuando transporta un gammágrafo
- ✓ El resto del tiempo lo debe guardar en un lugar alejado de fuentes de radiación, de mucho calor y de luz solar directa porque daría una falsa indicación de la dosis recibida por el trabajador
- ✓ **Si el TLD se irradia accidentalmente, se debe enviar al SDP para lectura inmediata, comunicando lo que ha ocurrido**



## 4.5. Equipos de Protección Radiológica

### Dosímetro de Lectura Directa (DLD)

#### Funciones:

- ✓ Es un equipo de vigilancia radiológica personal de tipo electrónico que debe cumplir los requisitos de la norma EN 61526 de AENOR
- ✓ Tiene **dos funciones principales**: medir la dosis acumulada y dar una alarma acústica de tasa de dosis
- ✓ Es un **dosímetro activo**: el usuario puede conocer en cualquier momento la dosis acumulada y, el equipo avisa acústicamente si se supera la alarma acústica de tasa de dosis
- ✓ La alarma de tasa de dosis solo la puede fijar el supervisor, en 5 mSv/h (GS-5.14). Si es mayor, el operador habrá recibido mucha dosis cuando se active y si es menor, sonará continuamente sin saber cual es el valor real y el operador terminará desactivándola
- ✓ La **alarma de tasa de dosis es imprescindible** para proteger al operador en los momentos en que no puede estar atendiendo a su monitor portátil. En esos momentos pueden producirse altas tasas de dosis, bien por un fallo no previsto o porque estén trabajando en la zona otros equipos de radiografía. Por tanto, es una función de protección complementaria a la que da el monitor portátil



## 4.5. Equipos de Protección Radiológica

### Dosímetro de Lectura Directa (DLD)

#### Funciones (continuación):

- ✓ La dosis acumulada es imprescindible para corregir lo antes posible situaciones que podrían ocasionar una dosis mensual muy alta y poder planificar los trabajos en función del riesgo.

#### Normas de uso en radiografía móvil:

- ✓ Debe colocarse junto al cuerpo, preferiblemente junto al TLD, porque ambos son equipos para vigilancia radiológica personal
- ✓ Su uso es obligatorio para ambos, operador y ayudante. Por ello, al recogerlo, previo a su uso, se debe comprobar el nivel de baterías y que está operativo
- ✓ Si estando en obra se pierde, avería o queda fuera de escala, los trabajos deberán interrumpirse inmediatamente hasta que sea reemplazado
- ✓ Las dosis acumuladas al final de la jornada, del operador y del ayudante, deben anotarse en el Diario de operación del equipo.

#### Normas de uso en instalaciones fijas que cumplan la GS-5.14:

- ✓ En instalaciones fijas no se exige la utilización de dosímetros DLD.



## 4.5. Equipos de Protección Radiológica

### Monitor portátil de radiación (radiómetro)

#### Funciones:

- ✓ Se usa para realizar la vigilancia radiológica ambiental en el entorno del operador
- ✓ Proporciona una lectura inmediata de las tasas de exposición o de dosis que existen en su entorno
- ✓ Normalmente se usa la tasa de dosis pero cuando se usan equipos de rayos X que emiten radiación pulsada debe utilizarse la función de dosis acumulada

#### Requisitos que debe cumplir un monitor portátil de radiación:

- ✓ Si la tasa de dosis supera 10 mSv/h debe avisar de que está fuera de escala
- ✓ Debe ser posible leer su escala con poca luz o en la oscuridad
- ✓ Debe estar sometido a un programa de calibración y validación
- ✓ El resto de requisitos están en la norma EN 60846 de AENOR



## 4.5. Equipos de Protección Radiológica

### Monitor portátil de radiación (radiómetro)

#### Normas de uso en radiografía móvil:

- ✓ Su uso es **obligatorio para el operador en cualquier caso y para el ayudante, en función de la planificación de la operación a llevar a cabo.** Por ello, al recogerlo debe comprobar el nivel de baterías y que está operativo. Es una buena práctica ponerlo en contacto en la zona de mayor exposición de un gammógrafo y comprobar su lectura.
- ✓ Si estando en obra se pierde, avería o queda fuera de escala, los trabajos deberán interrumpirse inmediatamente hasta que sea reemplazado
- ✓ En función de la planificación de la operación a llevar a cabo, durante la exposición se debe **comprobar** que las **tasas de dosis** fuera de la zona acotada son **menores de 20  $\mu\text{Sv/h}$**  (GS-5.14) y que en la posición del operador son menores al valor máximo establecido en el Reglamento de funcionamiento.
- ✓ Inmediatamente tras finalizar una exposición, el operador se acercará al gammógrafo, llevando el monitor portátil siempre en su mano y atendiendo a los valores mostrados en su escala, con objeto de asegurarse que la fuente radiactiva ha vuelto a su posición de blindaje o, si se usa un equipo de rayos X, que ha dejado de emitir radiación.



## 4.5. Equipos de Protección Radiológica

### Monitor portátil de radiación (radiómetro)

#### Normas de uso en radiografía móvil (continuación):

- ✓ Al regresar al almacén, el operador debe asegurarse que la fuente radiactiva permanece en su posición de blindaje tras el transporte usando para ello el monitor portátil de radiación

#### Normas de uso en instalaciones fijas que cumplan la GS-5.14:

- ✓ Cada vez que el operador entre en el recinto blindado, debe llevar el monitor portátil siempre en su mano y atendiendo a los valores mostrados en su escala, con objeto de asegurarse que la fuente radiactiva ha vuelto a su posición de blindaje o, si se usa un equipo de rayos X, que ha dejado de emitir radiación
- ✓ La función de alarma acústica del monitor de área actúa como protección complementaria para el operador pero **en ningún caso sustituye al monitor portátil de radiación**



## 4.5. Equipos de Protección Radiológica

### Monitor fijo de radiación (de área)

#### Funciones:

- ✓ Se usa para realizar la vigilancia radiológica ambiental dentro de las instalaciones fijas de radiografía cuyos sistemas de seguridad cumplen la GS-5.14
- ✓ Es el sistema de seguridad esencial de dichos recintos. Cuando se supera el nivel programado de alarma de tasa de dosis emite una alarma acústica, activa luces rojas situadas en el exterior y en el interior y bloquea el acceso al recinto blindado desde el exterior, permitiendo la salida en caso de accidente

#### Requisitos que debe cumplir un monitor de área:

- ✓ Debe ser de “fallo seguro”, es decir que en caso de avería o falta de alimentación eléctrica, emita un aviso específico, acústico o visual (y se activen los enclavamientos), impidiendo el acceso al bunker
- ✓ El nivel de alarma debe establecerse en una tasa de dosis que asegure el cumplimiento de la función de seguridad del monitor de área.
- ✓ Dicho nivel de alarma solo lo podrá cambiar el supervisor y debe verificarlo periódicamente.



## 4.5. Equipos de Protección Radiológica

### Monitor fijo de radiación (de área)

#### Normas de uso:

- ✓ Al principio de cada jornada de uso del recinto de radiografía, el operador debe comprobar que el monitor de área está operativo, así como el resto de los sistemas de seguridad
- ✓ Es una buena práctica hacer una exposición de prueba para la comprobación funcional del monitor y del resto de sistemas de seguridad y anotar el resultado en una lista de chequeo
- ✓ Si el monitor de área no está operativo el operador no debe usar el recinto y debe informar inmediatamente al supervisor. Debe actuar de la misma forma con el resto de sistemas de seguridad
- ✓ La función de alarma acústica de tasa de dosis del monitor de área sustituye a la función de alarma acústica de tasa de dosis del DLD, pero en ningún caso sustituye al monitor portátil, cuyo uso siempre es obligatorio