



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

RADIOGRAFIA INDUSTRIAL

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