

---

# DOSIMETRÍA

## 1.- Introducción

La dosimetría es la ciencia que tiene por objeto la medida de la dosis absorbida. Por extensión se aplica también a la determinación de cualquier otra magnitud radiológica. Para la vigilancia radiológica continua de los trabajadores expuestos a las radiaciones ionizantes suelen realizarse dos tipos de controles:

a) Vigilancia radiológica del ambiente de trabajo, que comprenderá:

- La medición de las tasas de dosis externas, especificando la naturaleza y calidad de las radiaciones de que se trate.
- La medición de las concentraciones de actividad en el aire y la contaminación superficial, especificando la naturaleza de las sustancias radiactivas contaminantes y sus estados físico y químico.

Este tipo de medidas es el objetivo de la **dosimetría ambiental**, utilizando dispositivos que registren las dosis en puntos claves de la instalación radiactiva, también es necesario para cumplir el requisito de vigilancia radiológica del ambiente de trabajo utilizar equipos que evalúen la actividad o concentración de actividad. A estos dispositivos se les denomina *monitores de radiación y de contaminación*.

b) Vigilancia individual mediante la evaluación periódica de las dosis recibidas por cada individuo durante su trabajo.

La medida de las dosis acumuladas por cada trabajador se realiza mediante la llamada **dosimetría personal**, utilizando dispositivos que lleva cada persona permanentemente y que registran por tanto la dosis que recibe individualmente. La Dosimetría Personal abarca dos aspectos: Control y medida de las dosis recibidas por irradiación externa (Dosimetría Personal Externa), y control y medida de la dosis recibida por contaminación interna -incorporación de radionucleidos al organismo- (Dosimetría Personal Interna).

Para el control y medida de las dosis recibidas por irradiación externa se emplean los *dosímetros personales*. La Dosimetría Interna evalúa dosis a partir de los datos de la actividad de un determinado radionucleido incorporado en el organismo. La evaluación de dosis es compleja, realizándose medidas directas (Contador de Radiactividad Corporal) o indirectas (mediante el análisis de excretas).

La detección y medida de la radiación mediante monitores y dosímetros se basa en alguno de los efectos producidos por dicha radiación en la materia, es decir:

- a) Ionización de los gases.
- b) Excitación de luminiscencia en sólidos.
- c) Disociación de la materia (producción de reacciones químicas, como por ejemplo el ennegrecimiento de placas fotográficas).

---

## 2.- Monitores de tasa de exposición o dosis

La vigilancia radiológica de áreas de trabajo, en las zonas que exista riesgo de operar en campos de radiación ionizante, se realiza mediante monitores de radiación que miden la exposición, la dosis absorbida o las respectivas tasas en zonas determinadas.

En general, los monitores de tasa de dosis ofrecen dos modos de operación para que el usuario disponga de opciones según su aplicación concreta:

- *Modo instantáneo*, donde el monitor reporta las lecturas de la tasa de dosis que mide en cada instante. En este modo, se tiene información inmediata de la intensidad del campo de radiación en el punto de la medida, lo que resulta muy útil al caracterizar distintos puntos o detectar cambios temporales en el valor de dicha intensidad.
- *Modo integrado*, donde el monitor acumula las señales debidas a la radiación ionizante en un periodo de tiempo controlado por el usuario y al final reporta la dosis acumulada en dicho periodo. Este modo resulta muy útil cuando interesa el valor de la dosis acumulada durante el desarrollo de una actividad y además es más preciso cuando se opera en lugares donde la tasa de dosis es relativamente baja o presenta importantes fluctuaciones temporales.

La mayoría de estos instrumentos suelen llevar como órgano detector una cámara de ionización o un contador Geiger y suelen ir provistos de ventanas de pared delgada, oculta por pantallas absorbentes desplazables, con objeto de medir, bien el efecto conjunto de radiación beta y gamma (ventana abierta) o sólo la componente gamma (ventana cerrada). Tienen la posibilidad de modificar el rango de medida adecuándolo al campo de radiación de interés.

Los sistemas provistos de contador Geiger son bastante más sensibles que los de cámara de ionización, y suelen tener el detector en el extremo de una sonda conectada al detector por un cable de hasta varios metros de longitud, o con un sistema de extensión telescópica facilitando así las medidas en zonas de alta actividad o en espacios restringidos.



En ocasiones, la fuente de radiaciones ionizantes es fija y bien localizada, pero sus condiciones pueden variar y, en todo momento, se debe conocer el nivel de radiación que existe a su alrededor. Tal sucede, por ejemplo, con un reactor nuclear que, aún estando rodeado de un blindaje adecuado, puede producir fuera del mismo niveles de radiación peligrosos que es preciso detectar y conocer. Se colocan entonces alrededor del reactor y en los puntos adecuados un número suficiente de detectores fijos, generalmente cámaras de ionización. A través de cables apropiados, dichas cámaras envían su corriente a instrumentos medidores situados en la sala de control del reactor. El operador puede saber así el nivel de radiación existente en los puntos donde se hallan los detectores. Suelen estos monitores poseer un dispositivo de alarma que produce una señal acústica o luminosa cuando el nivel de radiación excede de un valor fijado de antemano.

---

Otras veces, se trata de medir la radiación ambiente en múltiples puntos para apercibirse de cualquier elevación anormal. En más de mil lugares de España se hallan instalados a este objeto monitores de radiación que tienen como detector un contador Geiger.

### 3.- Monitores de tasa de contaminación

Se define la contaminación radiactiva como la presencia indeseable de sustancias radiactivas en una materia, una superficie, un medio cualquiera o una persona. El manejo de fuentes radiactivas no encapsuladas en una instalación implica siempre un cierto riesgo de contaminación superficial en las superficies de trabajo, ropa de trabajo, protecciones, instrumentos, herramientas, mobiliario, paramentos y el propio cuerpo de las personas. Por tanto, se hace necesario disponer de instrumentos apropiados para detectar y medir posibles contaminaciones.

Los monitores de contaminación superficial son instrumentos activos (necesitan alimentación eléctrica para su funcionamiento) específicamente diseñados para medir directamente la contaminación superficial en estas situaciones. Suele utilizarse un monitor portátil, dotado de una o varias sondas reemplazables provistas del detector adecuado al tipo de contaminación que se debe detectar. Para contaminación con emisores beta el detector suele ser un contador Geiger con ventana delgada protegida por una leve malla metálica. Para detectar la contaminación por emisores  $\alpha$  la sonda suele estar dotada de un contador proporcional con una ventana muy delgada.



### 4.- Dosímetros personales

Los dosímetros personales se utilizan para la vigilancia radiológica individual de las exposiciones externas. Debido a que deben ser portados por las personas en el desempeño de su actividad laboral, los dosímetros personales deben ser ligeros y de pequeño tamaño, sin renunciar a la sensibilidad y versatilidad en la detección de las radiaciones que puedan afectar al usuario.

Se puede distinguir entre dosímetros personales pasivos y activos:

Dosímetros pasivos: no proporcionan una lectura instantánea, sino que acumulan de un modo seguro la información debida a las radiaciones ionizantes, precisando un proceso posterior de lectura y evaluación de las dosis (no necesitan alimentación eléctrica). Tenemos los dosímetros fotográficos y de termoluminiscencia.

Dosímetros activos: proporcionan una lectura instantánea mientras están siendo irradiados, pero son algo mayores y pesados pues necesitan alimentación eléctrica (baterías) para su funcionamiento. Están basados en detectores de semiconductor o de ionización gaseosa.

## 4.1 Dosímetros pasivos

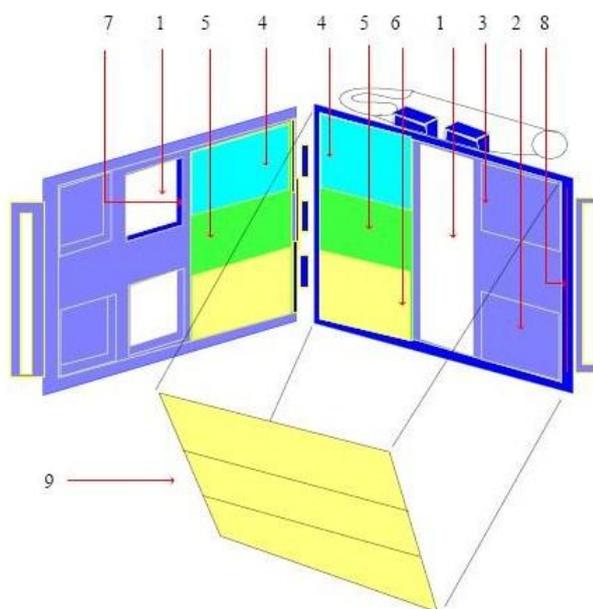
### a) Dosímetros fotográficos

El principio en el que se basan estos dosímetros, es la exposición de una emulsión fotográfica a la radiación, seguido del revelado de la placa, y evaluación del grado de ennegrecimiento mediante un densitómetro. Este último dato permite evaluar la dosis absorbida, tras un calibrado previo para cada tipo de película.

Los dosímetros fotográficos constan de una película especial envuelta en una funda de papel opaca, montada en un soporte provisto de una pinza, que permite llevar el instrumento sobre la bata o ropa de trabajo. El bastidor del soporte está dotado de una serie de ventanas y filtros que permiten la determinación simultánea de una serie de datos radiológicos de interés.

#### TIPOS DE FILTROS

- 1.- Ventana
- 2.- Plástico, 50 mg/cm<sup>2</sup>
- 3.- Plástico, 300 mg/cm<sup>2</sup>
- 4.- Dural, 0,1 mm
- 5.- 0,7 mm Cd + 0,3 mm Pb
- 6.- 0,7 mm Sn + 0,3 mm Pb
- 7.- 0,7 mm Pb (blindaje de bordes)
- 8.- 0,4 g de In
- 9.- Película



Diferentes clases de película pueden cubrir distintos y relativamente amplios márgenes de dosis. Las más usadas suelen cubrir entre 0.1 mSv y 10 mSv y otras entre 10 mSv y 1 Sv. Como ventaja principal, la dosimetría con película fotográfica proporciona un registro permanente de la información dosimétrica, puesto que películas reveladas pueden archivarse para formar parte del historial dosimétrico del trabajador. En contrapartida, la película fotográfica presenta algunas desventajas importantes como son: sensibilidad a la luz, mayor imprecisión en la medida de dosis elevada y una dependencia bastante crítica de los procesos de revelado.

### b) Dosímetros de termoluminiscencia

Se denomina termoluminiscencia (TL) a la emisión de luz que presentan ciertas sustancias sólidas cristalinas al ser calentadas después de haber sido expuestas a radiación ionizante. Las radiaciones ionizantes al atravesar ciertos materiales ceden parte de su energía produciendo fenómenos de excitación. La peculiaridad de los materiales utilizados en la dosimetría por termoluminiscencia, también llamada TLD, es que la desexcitación con la consiguiente emisión de luz no se produce de forma inmediata, sino que necesita el calentamiento para que ésta se produzca. La intensidad de luz emitida está directamente relacionada con la dosis de radiación recibida por el material.

---

En su aplicación a la dosimetría personal, en general se disponen varios detectores TL en forma de discos, cristales, polvo o polvo sinterizado (prensado) en portadosímetros que les protegen del exterior. Además, en algunos diseños se añaden filtros de distintos materiales y espesores de modo que en un solo dosímetro se dispone de información suficiente para evaluar la dosis recibida aplicando algoritmos basados en las funciones respuesta de cada detector TL y su filtración adicional. Los detectores TL son especialmente adecuados para la dosimetría de extremidades (dedos, manos, pies, cristalino) ya que pueden configurarse en pequeño tamaño y equivalente al órgano o tejido donde se necesite evaluar la dosis.



Dosímetro de anillo diseñado para la medida de dosis localizada en los dedos

Cuando el dosímetro ha sido irradiado, se mide en un lector de termoluminiscencia, aparato que calienta el dosímetro en una cámara estanca a la luz exterior y que registra la intensidad de la luz emitida. Con la calibración adecuada, esta intensidad de luz es proporcional a la dosis absorbida en un determinado rango de medida que depende del material del dosímetro.

Los dosímetros por termoluminiscencia resultan más precisos que los de película fotográfica. Ello, unido a que pueden ser borrados y utilizados de nuevo repetidamente, hace que su uso esté muy extendido. En contrapartida, no pueden archivarse con el historial dosimétrico como ocurre con los de película fotográfica y además requieren de procesos térmicos previos a su irradiación y para su lectura, como ya se ha comentado.

---

### 4.3 Dosímetros activos

En algunas ocasiones donde la tasa de dosis en una instalación sea importante o varíe mucho tanto en el tiempo como en el espacio, además de los monitores de vigilancia de área, es necesario disponer de medidas dosimétricas individuales en tiempo real que permitan asegurar que las dosis recibidas por las personas sean aceptables desde el punto de vista de la protección radiológica. Este tipo de vigilancia se denomina operacional.

Los dosímetros activos actuales son de pequeño tamaño y ligeros, siendo muy aceptados como dosímetros operacionales en el acceso a instalaciones radiactivas y nucleares. Son dosímetros digitales de lectura directa, de pequeño tamaño basados en detectores de ionización o en detectores de silicio, que al alcanzar un valor prefijado de dosis absorbida, emiten una señal acústica.



El desarrollo de la microelectrónica ha aportado características de funcionamiento muy interesantes en la práctica diaria como la lectura inmediata de las dosis, la posibilidad de fijar niveles de alarma, el registro de dosis acumuladas, la comunicación con bases de datos centralizadas, etc.