



# **Píldora formativa:**

# **Nociones básicas de PRL**

# **frente a radiaciones**

# **ionizantes**



# Índice

Unidad 1. Introducción .....	4
Unidad 2. Normativa y documentación de referencia .....	5
Unidad 3. Definición y clasificación de las radiaciones ionizantes.....	6
Unidad 4. ¿Qué riesgos encontramos al trabajar con radiaciones ionizantes?.....	8
Unidad 5. ¿Qué medidas podemos tomar para prevenir el riesgo radiológico? .....	10
Unidad 6. Protección radiológica operacional .....	11
Unidad 7. Gestión de residuos radiactivos generados.....	18



# Nociones básicas de PRL frente a radiaciones ionizantes



Algunas de las investigaciones realizadas por el personal del CSIC precisan la manipulación de materiales que emiten radiación ionizante. Por sus repercusiones sobre la seguridad y salud de las personas, es precisa conocer **las características de estos materiales**, qué **riesgos** comporta el contacto con ellos y su manipulación y, por último, qué **medidas preventivas** pueden ayudar a prevenir cualquier accidente.

A lo largo de esta píldora formativa vas a encontrar las respuestas a estas necesidades. ¡Adelante!



## Unidad 1. Introducción

---

Los seres vivos estamos expuestos de forma natural a una forma de energía denominada radiación ionizante que procede de los materiales radiactivos del suelo, del aire o de la radiación cósmica que se genera en el sol y las estrellas. Pero esta exposición puede darse también de forma artificial, y se utiliza entre otras cosas, para identificación de lesiones y enfermedades y en investigación.

La **utilización de las radiaciones ionizantes es de gran interés** por sus indudables beneficios en investigación, así como en aplicaciones médicas, energéticas e industriales, pero al mismo tiempo ha generado preocupación sobre las **repercusiones para la salud de las personas expuestas**, algo que ha impulsado un amplio conjunto de legislación y normativa para controlar estrechamente las exposiciones.

El **conocimiento y la adecuada actitud preventiva** ante los riesgos derivados de la exposición laboral a radiaciones ionizantes permitirán la manipulación de fuentes radiactivas o la utilización de equipos que emitan radiaciones, con garantías, aprovechando los indudables beneficios que su acceso proporciona, a muchos niveles, a nuestra sociedad.



## Unidad 2. Normativa y documentación de referencia

---

Estas son las leyes y los documentos que debes tener como referencia para saber más sobre PRL relacionada con las radiaciones ionizantes:

- **Real Decreto 1029/2022**, de 20 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección de la salud contra los riesgos derivados de la exposición a las radiaciones ionizantes.
- **NTP 614**: Radiaciones ionizantes: normas de protección.



## Unidad 3. Definición y clasificación de las radiaciones ionizantes

### ¿Qué entendemos por radiaciones ionizantes?

Las radiaciones ionizantes, son aquellas que tienen la energía suficiente como para romper los enlaces de los átomos de la materia con la cual interaccionan, produciendo lo que se llama ionización.

Estas radiaciones pueden ser:

- De **origen artificial**, como los rayos X.
- De **origen natural**, como los que proceden de la tierra o de la radiación cósmica.

### ¿Qué tipos de radiaciones ionizantes hay?

En función de su naturaleza son...

- **Corpusculares**

Están formadas de partículas con masa y con o sin carga eléctrica.

**Ejemplo:** radiación alfa, beta, protónica y neutrónica.

- **Electromagnéticas**

Están formadas por fotones, que son paquetes energéticos sin masa.

**Ejemplo:** radiación X y gamma.

### Magnitudes y unidades radiológicas

Para **tratar, analizar y manipular materiales radiactivos** es necesario definir de alguna forma la **intensidad con la que estos materiales se desintegran** y para ello empleamos:

- **Actividad**, que expresa el número de desintegraciones nucleares espontáneas que se producen en un determinado radionucleido por unidad de tiempo. La unidad es el Curio (Ci) / Becquerelio (Bq).



- **Periodo de semidesintegración**, que es el tiempo necesario para que se desintegre la mitad de los núcleos de una muestra inicial de un radioisótopo.

**i** Desde el punto de vista de prevención de riesgos laborales, la Actividad es una magnitud importante pero insuficiente.

Para **estudiar las acciones de la radiación sobre un individuo** es necesario definir otras magnitudes:

### **DOSIS ABSORBIDA**

Es la energía que ceden las radiaciones ionizantes por unidad de masa del cuerpo que la recibe.

Nos informa sobre qué cantidad de radiación ionizante emitida por una fuente radiactiva incide en el trabajador.

La unidad es el **Gray (Gy)**.

### **DOSIS EQUIVALENTE**

Es la dosis absorbida multiplicada por un factor Q distinto para cada tipo de radiación, ya que los efectos que producen en los seres vivos dependen de la dosis absorbida y del tipo de radiación.

La unidad es el **Sievert (Sv)**.

### **DOSIS EQUIVALENTE EFECTIVA**

No todos los órganos del cuerpo son igual de sensibles a la radiación (las gónadas, por ejemplo, son más radiosensibles que los huesos).

Por ello, la dosis equivalente se multiplica por un factor de ponderación distinto para cada órgano que recibe la radiación.

La unidad es el **Sievert (Sv)**.



## Unidad 4. ¿Qué riesgos encontramos al trabajar con radiaciones ionizantes?

---

Los riesgos identificados para aquellos trabajos donde estén implicadas las radiaciones son: **irradiación y contaminación.**

**Irradiación...** donde el individuo está sometido a un campo de radiación originado por fuentes exteriores a él con las que no tiene contacto directo.

**Contaminación...** cuando el individuo entra en contacto con la propia fuente radiactiva, pudiendo esta quedar adherida de forma superficial al cuerpo en forma de partícula radiactiva o penetrar en el organismo por inhalación, ingestión o a través de la piel/heridas.

Estamos hablando de dos tipos de riesgos distintos, y por lo tanto, requerirán la adopción de medidas diferentes adaptadas a cada uno de ellos.

### **Radiobiología. ¿Cómo afectan las radiaciones ionizantes a nuestra salud?**

---

La radiobiología nos ayuda a entender la interacción entre las radiaciones ionizantes y nuestro organismo, y nos muestra las consecuencias que esta interacción tiene en la salud del trabajador.

Las radiaciones ionizantes tienen la capacidad de ionizar los átomos o moléculas, originando cambios físico-químicos en el material biológico, de manera que se verá afectado el funcionamiento de células, tejidos y órganos e, incluso, de todo el organismo.

Las lesiones y enfermedades pueden manifestarse de forma inmediata o con un cierto periodo de latencia.

Nuestro organismo dispone de una importante capacidad de reparación de las estructuras dañadas por la radiación a nivel molecular, aunque esta capacidad no es ilimitada.

El daño producido por la radiación en nuestro cuerpo **dependerá de factores como:**

- La **dosis y el tipo de radiación.**
- La **edad del individuo** en el momento de la irradiación (cuanto más joven, mayor sensibilidad).
- Del **tejido u órgano** que recibe la radiación.
- **Factores genéticos.**

Vamos a encontrar dos tipos de efectos sobre la salud:



## Efectos deterministas

1. La **gravedad del daño** depende de la dosis de radiación.
2. Dañan a un **número importante de células**.
3. Existe una **dosis umbral** por debajo de la cual no se producirán dichos efectos.
4. Son **siempre somáticos** (quemaduras, vómitos, anemias, cataratas, ...), esto es, se manifiestan en el individuo que ha recibido la radiación.

## Efectos probabilísticos o estocásticos

1. La **probabilidad** de que ocurra un determinado efecto **depende de la dosis de radiación**. A mayor dosis, mayor probabilidad del efecto.
2. No existe una **dosis umbral**, de manera que dosis bajas no garantizan que dicho efecto no vaya a ocurrir.
3. La **gravedad** del mismo no depende de la dosis recibida, sino de otros aspectos tales como el tipo de radiación, la localización de células y las características del individuo expuesto.
4. Pueden ser **somáticos o hereditarios**. El efecto radiobiológico estocástico más comúnmente estudiado en seres humanos es la aparición de tumores y cánceres.

En resumen:

Tipos de efectos sobre la salud		
	Estocásticos	Deterministas
<b>Gravedad</b>	Independiente de dosis	Dependiente de dosis
<b>Naturaleza</b>	Somática o hereditaria	Somática
<b>Dosis umbral</b>	No	Sí
<b>Aparición</b>	Tardía	Inmediata o tardía
<b>Causa</b>	Mutaciones	Muerte celular
<b>Genéticos</b>	Anomalías hereditarias	No hay
<b>Somáticos</b>	Cáncer	Naúseas, vómitos, anemias, cataratas...



## Unidad 5. ¿Qué medidas podemos tomar para prevenir el riesgo radiológico?

Como ya hemos visto, en función del tipo de riesgo (irradiación o contaminación), tendremos que aplicar unos tipos de medidas u otros.

### Frente al riesgo de irradiación:

- **Tiempo:** Cuanto menos tiempo se esté expuesto a la fuente radiactiva menos dosis se recibe.
- **Distancia:** Cuanto más lejos se esté de la fuente radiactiva menos dosis se recibe.
- **Blindaje:** Deberemos seleccionar el material que se interponga entre la fuente radiactiva y la persona en función del tipo de radiación.

### Frente al riesgo de contaminación:

- Uso de protección colectiva.
- Uso de EPI.
- Ventilación.
- Superficies y equipos descontaminables.
- Etc.

### ¿Cómo controlamos si existe riesgo de exposición a radiaciones ionizantes?

**El ser humano no es capaz de detectar a través de sus sentidos las radiaciones ionizantes.**

Por tanto, es imprescindible disponer de monitores de radiación que permitan detectarlas para garantizar unas condiciones de trabajo adecuadas donde las dosis recibidas no superen los límites anuales establecidos.

Para el trabajo con radiaciones ionizantes deberemos contar con monitores de irradiación, de contaminación y dosímetro personal.

### Ejemplos de monitores





## Unidad 6. Protección radiológica operacional

La protección radiológica operacional se refiere al conjunto de medidas encaminadas a reducir los riesgos derivados de las actividades humanas que, por las características de los materiales y equipos empleados, pueden causar radiación.

Sus principales **objetivos** serán:

- **Prevenir** la ocurrencia de efectos no estocásticos perjudiciales.
- **Reducir** la probabilidad de incidencia de efectos estocásticos hasta un nivel lo suficientemente bajo que pueda considerarse tolerable.

¿Cómo lograr estos objetivos?

### Justificación

No adoptar ninguna técnica que utilice radiaciones ionizantes, a menos que produzca un beneficio claro, sin que sea posible obtener el mismo resultado mediante técnicas alternativas.

### Optimización

Toda exposición deberá reducirse siempre tanto como sea posible, teniendo en cuenta los pertinentes factores sociales y económicos (principio ALARA).

### Limitación

Las dosis recibidas no podrán superar nunca los límites establecidos para cada caso.

### Limitación de dosis

Los límites recomendados representan los **valores inferiores de la dosis efectiva y de la dosis equivalente que no deben ser sobrepasados** durante la realización de las distintas prácticas con radiaciones.



**Recuerda:**

Los límites de dosis no deben ser considerados como la línea divisoria entre la seguridad y el peligro y han de ser realmente considerados como la exposición a un riesgo aceptable.

Estos límites están establecidos a nivel normativo, indicándose los siguientes grupos en función del tipo de personal que esté expuesto.

**Trabajadores profesionalmente expuestos:**

Límites de dosis equivalente anual para trabajadores profesionalmente expuestos	
Exposición	Límite
Exposición total y homogénea del organismo	100 mSv repartidos en 5 años 50 mSv (dosis efectiva) 20 mSv*
Cristalino	150 mSv 20 mSv*
Piel	500 mSv
Mano, antebrazo, tobillo y piel	500 mSv
Cualquier otro órgano o tejido considerado individualmente	500 mSv

**Personal especial:**

Límites de dosis equivalente anual para personal	
Exposición	Límite
Menores de 16 años	Igual que los miembros del público
Estudiantes y aprendices entre 16 y 18 años	6 mSv (dosis efectiva) 50 mSv cristalino 15 mSv* 150 mSv piel, manos, antebrazos, pies y tobillos
Mayores de 18 como estudiantes y aprendices	Igual que trabajadores profesionalmente expuestos
Mujeres embarazadas y en periodo de lactancia	Igual que los miembros del público

**Personal del público:**



Límites de dosis equivalente anual para miembros del público	
Exposición	Límite
Exposición total y homogénea del organismo	1 mSv (dosis efectiva)
Cristalino	15 mSv
Piel	50 mSv
Mano, antebrazo, tobillo y piel	50 mSv
Mujeres embarazadas y en periodo de lactancia	Igual que los miembros del público

Si tú estás en el grupo de trabajadores profesionalmente expuestos, ten en cuenta...

Clasificación de trabajadores profesionalmente expuestos				
CATEGORÍA	PROBABILIDAD DE RECIBIR Trabajador expuesto >1 mSv/año		DOSIMETRÍA CONTROL RADIOLÓGICO	VIGILANCIA SANITARIA
	Dosis efectiva >6 mSv/año	Dosis equivalente superior a 3/10 de los límites de dosis equivalentes (para cristalino, la piel y las extremidades)		
CATEGORÍA A	sí	sí	Dosimetría personal	Obligatoria
CATEGORÍA B	no	no	Dosimetría de área Opcionalmente dosimetría personal	Principios y directrices de Medicina del Trabajo

## Control de zonas y señalización

¿Cómo puedes saber que existe riesgo de exposición a radiaciones ionizantes?

Debes conocer el significado de **las señales** dentro de tu instalación puesto que cada una te va a indicar el **riesgo de exposición** de la zona en la que te encuentras.

### Zona vigilada



Es aquella en la que, no siendo controlada, existe la posibilidad de recibir **dosis efectivas superiores a 1 mSv e inferiores a 6 mSv** por año oficial o una dosis equivalente **superior a 1/10 e inferior a 3/10** de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel o las extremidades.

## Zona controlada

Es aquella en la que existe la posibilidad de recibir **dosis efectivas superiores a 6 mSv** por año oficial o una dosis equivalente **superior a 3/10** de los límites de dosis equivalente para el cristalino, la piel o las extremidades.

Dentro de la zona controlada **puede haber diferentes zonas**: de permanencia limitada, de permanencia reglamentada y de acceso prohibido.

## Zona de permanencia limitada

Es aquella en la que existe el riesgo de recibir **dosis superiores a los límites de dosis**.

## Zona de permanencia reglamentada

Es aquella en la que existe el riesgo de **recibir en cortos periodos** de tiempo una dosis superior a los límites de dosis.

## Zona de acceso prohibido

Es aquella en la que existe el riesgo de recibir en **una sola exposición** una dosis mayor a los Límites de dosis.

---

El riesgo de exposición a radiaciones ionizantes vendrá señalado utilizando su símbolo internacional que es un **trébol enmarcado por una orla rectangular del mismo color del símbolo**.

- **Riesgo de irradiación externa**: trébol bordeado de puntas radiales.



- **Riesgo de contaminación**: trébol en campo punteado.



- Riesgo de contaminación y de irradiación conjuntamente:** trébol bordeado de puntas radiales en campo punteado.



¿Cómo nos vamos a proteger frente a radiaciones ionizantes?

### Equipos de protección individual (EPI)

Protección frente a vía de entrada	EPI	Norma UNE
Respiratoria	Mascarillas	Dispositivos de protección respiratoria. Medias máscaras filtrantes de protección contra partículas. Requisitos, ensayos, marcado. UNE-EN 149:2001+A1:2010

Protección frente a vía de entrada	EPI	Norma UNE
Conjuntiva	Protecciones oculares Máscaras faciales	Protección individual de los ojos. Especificaciones. UNE-EN 166:2002



Protección frente a vía de entrada	EPI	Norma UNE
<b>Parenteral y dérmica</b>	Guantes Ropa de protección	Guantes de protección. Requisitos generales y métodos de ensayo. UNE-EN 21420:2020  Guantes de protección contra radiaciones ionizantes y contaminación radiactiva UNE-EN 421:2010

Protección frente a vía de entrada	EPI	Norma UNE
<b>Digestiva</b>	Guantes Ropa de protección	

Protección frente a vía de entrada	EPI	Norma UNE
<b>Protección total: Protección corporal</b>	Traje de aislamiento	Ropas de protección contra las partículas sólidas incluyendo la contaminación radiactiva. Parte 1: Requisitos y métodos de ensayo para las ropas de protección ventilada de línea de aire comprimido que protegen al cuerpo y al sistema respiratorio. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2018. UNE-EN 1073-1:2016+A1:2018 (Ratificada)  Ropas de protección contra la contaminación radioactiva. Parte 2: Requisitos y métodos de ensayo para la ropa de protección no ventilada contra la contaminación por partículas radioactivas. UNE-EN 1073-2:2003

### Protección colectiva

Los elementos de protección colectiva más destacados son:



- Vitrinas de gases para radioisótopos beta y gamma.
- Armarios blindados de seguridad (gammatecas).

## Blindajes

Los elementos utilizados con el fin de asegurar la protección frente a los materiales que emiten radiación ionizante con:

- Pantallas.
- Recipientes para gradillas.
- Contenedores de residuos.

## ¿Cómo debes actuar en caso de accidentes o emergencias?

**En la instalación radiactiva debe existir un Plan de Emergencia. Se trata de un conjunto de actuaciones a realizar cuando ocurre un accidente radiológico.**

El Supervisor de la instalación o el responsable radiológico deberá informarte de la existencia de dicho plan, así como los procedimientos específicos de trabajo, entre los que deben encontrarse la actuación frente a accidentes u otro tipo de emergencias.

### Importante

En el plan de emergencia deben quedar muy claras todas las intervenciones a seguir no dejando lugar a la improvisación.



## Unidad 7. Gestión de residuos radiactivos generados

---

Deberá realizarse la **caracterización y segregación de los residuos** que esté estipulada en la autorización de la Instalación, la cual estará basada en el tipo de radioisótopo, radiación emitida, estado físico, etc.

Pregunta al supervisor de la instalación o al responsable radiológico en caso de dudas.



---

Has llegado al final de esta formación básica de PRL frente a radiaciones ionizantes

Pon en práctica todo lo que has aprendido y estarás contribuyendo a generar un entorno de trabajo más seguro y saludable

¡Ahora es tu turno!