

Condiciones operativas y de seguridad en instalaciones radiactivas

JOSÉ ANTONIO CÁRCEL CARRASCO

Conocer el sistema de funcionamiento, los límites de dosis permitidos y la señalización de este tipo de instalaciones es clave para la seguridad



Introducción

La radiactividad es uno de los grandes descubrimientos del hombre. Este fenómeno fue descubierto en 1896 por el físico francés Antoine Henri Becquerel al observar que las sales de uranio podían ennegrecer una placa fotográfica aunque estuvieran separadas de la misma por una lámina de vidrio o un papel negro, así que a partir de este momento se empezaron a conocer sus efectos, tanto negativos como positivos.

Clasificación de radiaciones

Se pueden clasificar las radiaciones ionizantes según el origen y la naturaleza, destacando (figura 1):

1. Radiaciones alfa (α): Son núcleos de helio que están cargados positivamente. Este tipo de radiación tiene una baja capacidad de penetración, con un alto poder de ionización.

2. Radiaciones beta (β): Estas partículas tienen un mayor poder de penetración que las partículas alfa, pero su poder de ionización es inferior.

3. Radiaciones gamma (γ): Estas radiaciones son radiaciones electromagnéticas, presentando una gran capacidad de penetración y un poder de ionización relativamente bajo.

4. Rayos X: Se originan en los orbitales de los átomos. Se producen como consecuencia de la acción de electrones rápidos sobre los átomos y tienen, como la radiación γ , una naturaleza electromagnética. La energía de los rayos X es inferior a la de las radiaciones γ .

Instalaciones radiactivas

Hoy en día la utilización de instalaciones radiactivas en la industria está muy extendida en los diferentes sectores, como en laboratorios, hospitales y cada vez más en la industria, biología, agricultura y otros muchos sectores. Sus aplicaciones más extendidas son:

1. Medida de nivel de sólidos y fluidos.
2. Medida del espesor de recubrimientos.
3. Medida de espesor, masa por unidad de superficie y densidad.
4. Análisis de materiales.
5. Aplicaciones varias.

En todas las instalaciones radiactivas siempre hay un grado de exposición a una radiación ionizante, ya que este tipo de radiación contiene un gran riesgo, pudiendo causar efectos sobre la materia y particularmente en los tejidos vivos ya que se deben tomar medidas de seguridad para su manejo y su utilización,

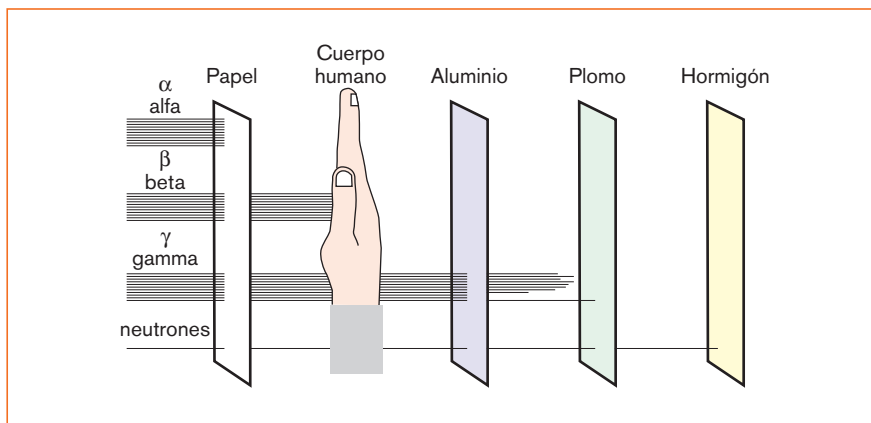


Figura 1. Capacidad de penetración en la materia de los distintos tipos de radiación.

teniendo que tomar unas medidas especiales para la seguridad del individuo, para la instalación y para el medio ambiente.

Las instalaciones radiactivas son equipos básicos compuestos de tres conjuntos: una fuente radiactiva encapsulada, un detector de radiación y un equipo electrónico que analiza la señal obtenida para poder ser contada y registrada por el sistema (figura 2).

Medida y control de niveles de líquidos.

Uno de los sistemas más utilizados en la industria es la medida y control de niveles de líquidos que se basa en la absorción o retrodispersión de las radiaciones en la materia, lo mismo que sucede en la medida de espesores y densidades. Para controlar valores independientes del nivel se suelen utilizar generalmente unos aparatos muy simples, llamados relés radiactivos, los cuales constan de una sonda de contaje cuyos impulsos alimentan un cir-

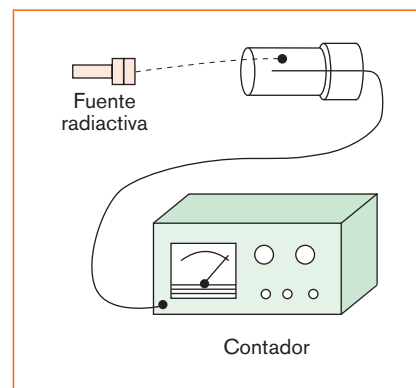
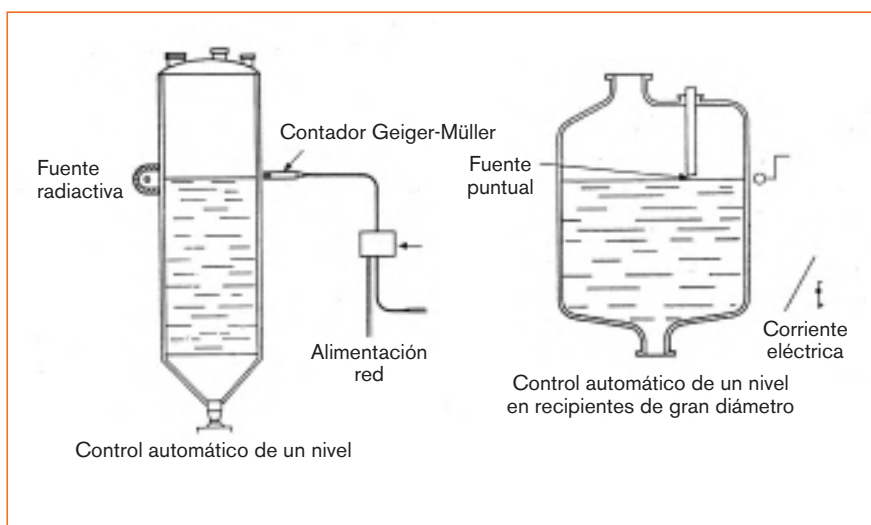


Figura 2. Equipo básico de una instalación radiactiva. El tubo Geiger-Müller es un detector gaseoso en el cual un par de electrodos recogen pares electrón-ion producidos por la radiación ionizante en los átomos y moléculas del gas.

cuito simple de integración capaz de actuar sobre el relé cuando la velocidad de recuento de la sonda sobrepasa un cierto valor.

La sonda consta, por lo general, de uno o varios contadores Geiger-Müller o bien,

Figura 3. Instalaciones de control de niveles de líquidos.



RESUMEN

Actualmente, los mercados globalizados impulsan a las empresas hacia una selección de recursos más cualificados y precisos, dando lugar a la utilización de instalaciones radiactivas. Estas nuevas instalaciones crean una calidad y unas ventajas competitivas en sus productos y trabajos. En estas instalaciones radiactivas es de vital importancia conocer el sistema de funcionamiento, los límites de dosis permitido y la señalización, ya que un buen conocimiento hace un trabajo más seguro.

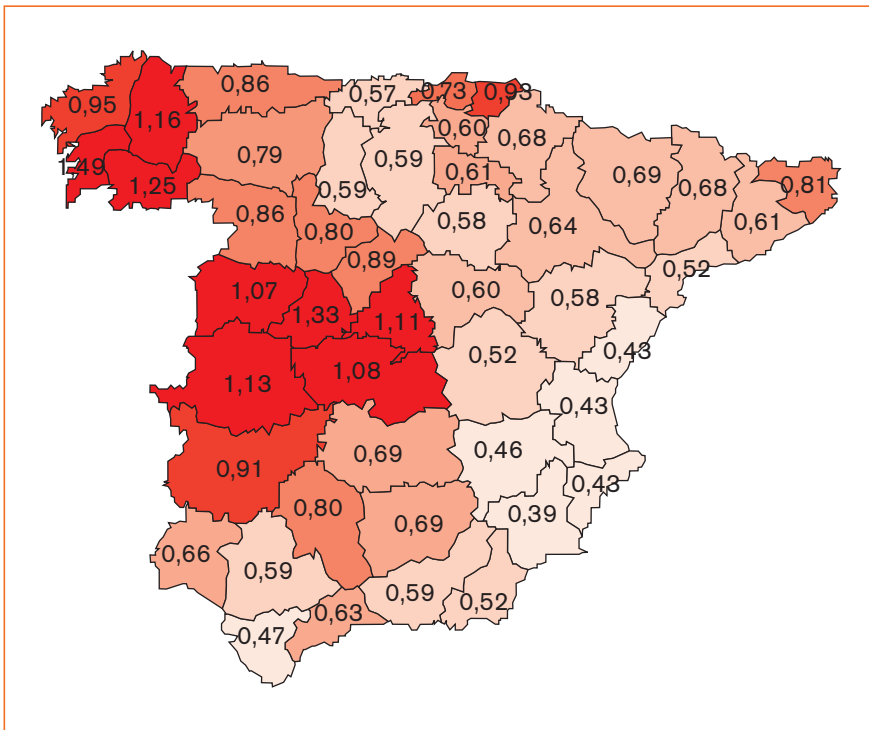


Figura 4. Tasa de exposición a la radiación gamma natural. Valores medios por provincia (milisievert / año).

menos frecuente, de un contador de centelleo y un preamplificador que permite la conducción de los impulsos hasta el integrador a través de un cable más o menos largo. A veces, el integrador y la sonda van incorporados en una misma unidad dentro de una caja metálica resis-

Figura 5. Señales de riesgo de irradiación.



tente. Para este tipo de control se suele colocar la sonda y una fuente radiactiva en las partes opuestas al tanque que contiene líquido, a la altura que se desee controlar el nivel. Cuando el nivel de líquido llega a dicha altura, se produce un cambio brusco en la velocidad de recuento suministrada para la sonda, el cual origina la excitación del relé. La señal emitida por éste puede utilizarse para accionar dispositivos de alarma de cualquier tipo o de control automático del nivel. En la figura 3 se representan dos esquemas con instalaciones de control de niveles de líquidos por este procedimiento. En otros casos, interesa controlar dos posiciones del nivel, al objeto de que el líquido no sobrepase un nivel máximo ni baje por debajo de un nivel mínimo.

Límites de dosis

Los límites de dosis son valores de radiactividad que no deben ser sobrepasados, y que se aplican a la suma de las dosis

recibidas por exposición externa durante el período considerado.

En el cómputo de las dosis totales, a efectos de comparación con los límites aplicables, no se incluirán las dosis debidas al fondo radiactivo natural, ni las derivadas de exámenes o tratamientos médicos que eventualmente puedan recibir como pacientes. Podemos destacar los siguientes límites de dosis:

1. Límites de dosis para trabajadores expuestos.

Son aquellos trabajadores que pueden estar expuestos a una radiación, teniendo un margen con unos límites más elevados.

El límite de dosis efectiva será de 100 mSv durante todo período de cinco años oficiales consecutivos, sujeto a una dosis efectiva máxima de 50 mSv en cualquier año oficial.

Existen también límites de dosis equivalente para diferentes zonas del cuerpo, por ejemplo:

- Para el cristalino es de 150 mSv por año oficial.

- Para la piel es de 500 mSv por año oficial.

- Para las extremidades (manos, antebrazos, pies y tobillos) es de 500 mSv por año oficial.

Se tendrá que indicar que el límite de dosis equivalente se aplica a la dosis promediada sobre cualquier superficie de un centímetro cuadrado, con independencia de la zona expuesta.

2. Límites de dosis para los miembros del público.

Nos referimos como miembros del público a todas las personas que no están expuestas a posibles radiaciones, tan sólo reciben la radiación cósmica y terrestre, los límites de dosis para los miembros del público son los siguientes:

El límite de dosis efectiva será de 1 mSv por año oficial. No obstante, en circunstancias especiales, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) podrá autorizar un valor de dosis efectiva más elevado en un único año oficial, siempre que el promedio en cinco años oficiales consecutivos no sobrepase 1 mSv por año oficial.

Existen también límites de dosis equivalente para diferentes zonas del cuerpo, por ejemplo:

- Para el cristalino es de 15 mSv por año oficial.

- Para la piel es de 50 mSv por año oficial.

- Para las extremidades (manos, antebrazos, pies y tobillos) es de 50 mSv por año oficial.

Este nivel de dosis para los miembros del público podrán tener diferentes valo-

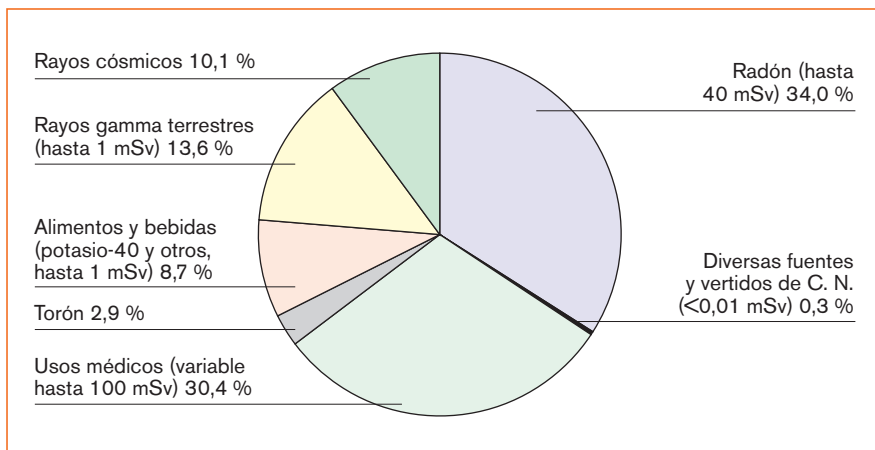


Figura 6. Dosis media anual de radiación en España.

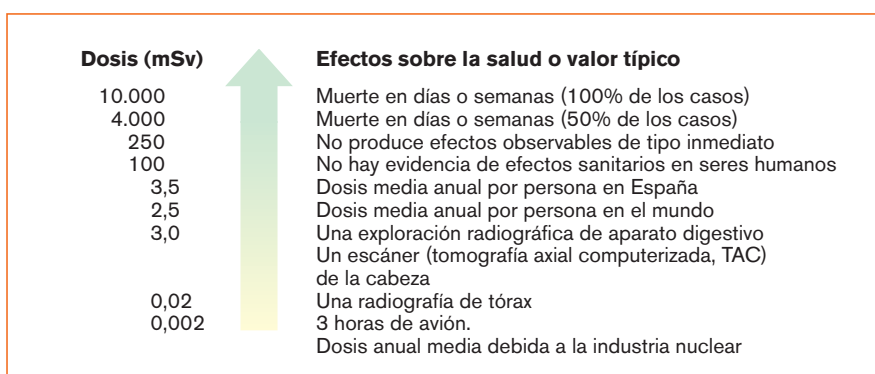


Figura 7. Dosis de radiación. Valores comparativos.

res, ya que dependiendo del lugar donde residan pueden recibir más o menos radiación, dada la radiación terrestre y cósmicas. Cuanto mayor es el color, mayor será la dosis (figura 4).

Señalización

La señalización de riesgo de irradiación vendrá definida mediante su símbolo

internacional: un *trébol* enmarcado por una orla rectangular del mismo color y de idéntica anchura que el diámetro del círculo interior del mismo (figura 5).

Todas las señales se colocarán en un lugar con buena visibilidad en la entrada de las correspondientes áreas y en los lugares significativos.

Figura 8. Contenido radioactivo en Becquerel (o desintegración por segundo) de distintos materiales naturales y artificiales.



Los colores de las señales indicadoras se pueden clasificar de la siguiente forma:

1. Gris azulado: Zona de vigilancia.
2. Verde: Zona controlada.
3. Amarillo: Zona de permanencia limitada.
4. Naranja: Zona de permanencia reglamentaria.
4. Rojo: Zona de acceso prohibido.

Tendremos que tener en cuenta los diferentes riesgos:

1. Si solamente existe un riesgo de radiación externa y el riesgo de contaminación es despreciable, el *trébol* vendrá rodeado de puntas radiales.
2. Si el riesgo es de contaminación y el de radiación es despreciable, el *trébol* irá sobre campo punteado.
3. Si existen ambos riesgos, irá rodeado de puntas radiales y sobre campo punteado.

En las zonas que no tienen una clasificación permanente, se colocará junto a la señal preceptiva un cartel indicando las restricciones aplicables.

Por último, los equipos móviles de rayos X llevarán una señal que indique sus características, riesgo y restricciones de uso.

Todas estas indicaciones serán de vital importancia para trabajar, ya que la información es importante para un trabajo seguro.

Bibliografía

- Jorba Bisbal, Jaime. Radiaciones ionizantes: Utilización y riesgos. Ediciones. UPC
- La protección radiológica en la industria, la agricultura, la docencia o la investigación. Consejo de Seguridad Nuclear.
- Serradell García, Vicente. Curso de capacitación para operadores de instalaciones radiactivas. Ediciones UPV.
- Hoyle, Fred. ¿Energía o extinción? Ediciones ENE.

Internet

Consejo de Seguridad Nuclear (www.csn.es)

AUTOR

José Antonio Cárcel Carrasco
jacarcel@isirymp.upv.es

Ingeniero técnico industrial en Electricidad por la Universidad Politécnica de Valencia. Ingeniero en Organización Industrial por la ETSII de Valencia. Máster en Electrónica y Automatismos. Ha trabajado en el Departamento de Ingeniería Química y Nuclear como técnico de laboratorio. Actualmente es becario de apoyo a la investigación de la Generalitat Valenciana en el Instituto de Seguridad Industrial, Radiofísica y Medioambiental (Isirymp) de la Universidad Politécnica de Valencia.