

## MONOGRAFÍA

### Instalaciones radiactivas

Se entiende por instalaciones radiactivas las de cualquier clase que contengan una fuente de radiación ionizante, los aparatos productores de radiaciones ionizantes que funcionen a una diferencia de potencial superior a 5 kilovoltios o los locales, laboratorios, fábricas e instalaciones donde se produzcan, utilicen, posean, traten, manipulen o almacenen materiales radiactivos, excepto el almacenamiento incidental durante su transporte.

Las instalaciones radiactivas se clasifican en tres categorías en función del riesgo radiológico asociado a los equipos o materiales radiactivos que utilizan o almacenan.

Las instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear (las fábricas de producción de uranio, y fábricas de producción de elementos combustibles) y otro tipo de instalaciones que manejan inventarios muy elevados de sustancias radiactivas o haces de radiación muy intensos corresponden a instalaciones radiactivas de primera categoría

Instalaciones radiactivas de segunda y tercera categoría son instalaciones donde se manipulen o almacenen nucleidos radiactivos que puedan utilizarse con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales o las instalaciones que utilicen aparatos generadores de rayos X, en los que a la categoría es establece los valores de actividad de los radionucleidos o la tensión del aparato generador de radiaciones ionizantes.

Todas las instalaciones radiactivas requieren ser autorizadas por el Ejecutivo correspondiente, previo informe del Consejo de Seguridad Nuclear y son objeto de inscripción en el «Registro de Instalaciones Radiactivas» adscrito a la Dirección General de la Energía.

### Categorías

Las instalaciones radiactivas se clasifican en tres categorías en función del riesgo radiológico asociado a los equipos o materiales radiactivos que utilizan o almacenan. Las de mayor riesgo potencial son las de primera categoría, las de segunda tienen un riesgo intermedio y las de tercera un riesgo bajo.

Las instalaciones radiactivas se dividen en tres categorías:

1. Instalaciones radiactivas de primera categoría:

- Las fábricas de producción de uranio, torio y sus compuestos.
- Las fábricas de producción de elementos combustibles de uranio natural.
- Las instalaciones que utilicen fuentes radiactivas con fines de irradiación industrial.
- Las instalaciones complejas en las que se manejen inventarios muy elevados de sustancias radiactivas o se produzcan haces de irradiación de muy elevada frecuencia de energía, de forma que el potencial impacto radiológico de la instalación sea significativo.

2. Instalaciones radiactivas de segunda categoría:

- Las instalaciones donde se manipulen o almacenen nucleidos radiactivos que puedan utilizarse con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales, cuya actividad total sea igual o mayor de 1000 veces la de exención que se establezca reglamentariamente.
- Las instalaciones que utilicen aparatos de rayos X que puedan funcionar con una tensión de pico superior a 200 kilovoltios.
- Los aceleradores de partículas y las instalaciones donde se almacenen fuentes de neutrones siempre que no proceda su clasificación como de 1ª categoría.

3. Instalaciones radiactivas de tercera categoría:

- Las instalaciones donde se manipulen o almacenen nucleidos radiactivos cuya actividad total sea superior a la de exención que se establezca reglamentariamente o inferior a 1000 veces ésta.
- Las instalaciones que utilicen aparatos generadores de rayos X cuya tensión de pico sea inferior a 200 kv.

## Instalaciones médicas

La utilización de las radiaciones ionizantes en medicina se lleva a cabo tanto en el diagnóstico como en la terapia o tratamiento.

Además de la utilización de los rayos x para diagnóstico médico, que permite diagnosticar con precisión patologías inalcanzables por otras técnicas, con fotones y electrones de alta energía, podemos irradiar tumores malignos y esterilizar (radioterapia), controlando así su comportamiento neoplásico, alargando y mejorando la calidad de vida de los pacientes oncológicos, mediante el empleo de aceleradores de partículas (Radioterapia externa) y fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad (Braquiterapia). Además, el empleo de fármacos marcados con radioisótopos emisores de radiación permite el seguimiento de la actividad celular (Medicina Nuclear, Tomografía por emisión de positrones-PET) e incluso su metabolismo (terapia metabólica), mediante el empleo de fuentes radiactivas no encapsuladas de periodo de semidesintegración relativamente corto que se inyectan en el cuerpo humano.

El campo de las aplicaciones médicas de las radiaciones ionizantes está en continuo desarrollo como lo demuestran los avances tecnológicos en radioterapia que están dando lugar al aumento en la realización de técnicas especiales como la radioterapia conformada tridimensional, la radioterapia de intensidad modulada o la radioterapia estereotáxica intra y extra craneal. El uso de estas técnicas exige sistemas de localización del tumor muy precisos. Para ello se utilizan técnicas de radioterapia guiada por la imagen que localizan el volumen tumoral mediante equipos modernos de imagen con objeto de compensar el movimiento del paciente.

Estas técnicas se desarrollan en instalaciones radiactivas, normalmente de 2ª categoría, encuadradas en el siguiente grupo:

- Las instalaciones donde se manipulen o almacenen nucleidos radiactivos que puedan utilizarse con fines científicos, médicos, agrícolas comerciales o industriales cuya actividad total sea igual o superior a 1000 veces los valores de exención (2ª categoría) o simplemente superiores a los valores de exención (3ª categoría) que se establecen en la reglamentación sobre instalaciones nucleares y radiactivas y en la IS-05 del CSN
- Las instalaciones que utilicen aparatos generadores de rayos x para radioterapia que puedan funcionar con una tensión de pico igual o superior a 200 kV (2ª categoría) o inferior a 200 kV (3ª categoría)
- Los aceleradores de partículas (2ª categoría) y las instalaciones donde se almacenen fuentes de neutrones (2ª categoría)

El funcionamiento de estas instalaciones está sometido a la obtención de una autorización de Funcionamiento que faculta a su titular para proceder a la construcción, montaje y preparación de las operaciones y técnicas a llevar a cabo. Cuando la instalación esté en disposición de iniciar las operaciones a las que le faculta su autorización de funcionamiento, comunicará el hecho al CSN para que este pueda

realizar una visita de inspección preceptiva. Una vez que el CSN haya estimado que la instalación puede funcionar en condiciones de seguridad, emitirá una notificación para la puesta en marcha, que remitirá al titular. No se podrán tratar pacientes hasta que no se disponga de la mencionada notificación.

## Instalaciones radiodiagnóstico médico

Dentro de los usos de las radiaciones ionizantes en medicina, el radiodiagnóstico médico es sin duda el más extendido. Desde el descubrimiento de los rayos X a finales del siglo XIX, ha sido objeto de un constante desarrollo gracias a los beneficios que supone para la población siendo, por otro lado, la práctica que contribuye en mayor medida a la exposición a radiaciones de la población mundial.

En las instalaciones de rayos X de diagnóstico médico, se utilizan las radiaciones ionizantes para obtener un beneficio para la sociedad con el mínimo detrimento radiológico para las personas. Para reducir este detrimento a valores aceptables, se han de aplicar en las instalaciones criterios y medidas de seguridad y protección radiológica en las siguientes fases:

- En el diseño, fabricación y correcto funcionamiento de los equipos de rayos X.
- En la instalación, diseñándose correctamente las salas, su distribución, blindajes y en el establecimiento de programas de protección radiológica y garantía de calidad, orientados a reducir las exposiciones y optimizar cada uno de los aspectos de la práctica radiológica de manera que se obtenga el número de imágenes imprescindibles de la calidad necesaria, con las dosis tan bajas como sea posible.
- Durante el funcionamiento, atendiendo a la protección de todo el personal, utilizando adecuadamente los equipos, optimizando los métodos de trabajo y efectuando verificaciones periódicas tanto de los equipos como de la instalación en su conjunto

El radiodiagnóstico es el conjunto de procedimientos de exploración y visualización de las estructuras anatómicas del interior del cuerpo humano mediante la utilización de rayos X. Las principales técnicas y procedimientos que se llevan a cabo en este campo consisten en la radiología convencional; fluoroscopia, mamografía, exploraciones dentales; intraoral y ortopantomografía; y la radiología digital; tomografía computarizada (TC), angiografía digital, radiografía digital convencional y, además, toda la radiología intervencionista.

Las instalaciones de rayos X de diagnóstico médico están reguladas mediante un Real Decreto que establece para estas instalaciones un régimen de declaración e

inscripción registral diferente al sistema de autorizaciones requerido para el resto de las instalaciones radiactivas.

En el proceso de declaración se establece la obligación de que el proyecto y montaje de la instalación sea certificado por un Servicio o Unidad Técnica de protección radiológica (SPR o UTPR). Así mismo, el reglamento incluye los requisitos de formación en materia de protección radiológica del personal encargado de dirigir el funcionamiento de las instalaciones y operar los equipos, estableciéndose un régimen de concesión de acreditaciones

## Instalaciones industriales

En las aplicaciones industriales se utilizan emisores radiactivos que pueden ser fuentes radiactivas (encapsuladas o no), o bien equipos generadores de rayos X o aceleradores de partículas.

Los principales campos de aplicación de las radiaciones en la industria son los siguientes:

- **Control de procesos industriales.** En función del principio de funcionamiento en que se basan se establecen dos grupos, uno con los equipos medidores (de nivel, densidad, espesor, gramaje, caudal etc.) y otro con los equipos analizadores de materiales (como cemento, minerales, carbón, explosivos, etc.,)
- **Medida de densidad y humedad en suelos y en sondeos.** La medida “in situ” de la densidad o la humedad en suelos se realiza bien mediante sondas de testificación a las que se incorporan fuentes radiactivas encapsuladas o utilizando equipos que ya las llevan incorporadas en su interior.
- **Radiografía de tuberías y equipos.** Se utilizan las radiaciones ionizantes para la obtención de imágenes en forma de placas radiográficas (grafía) o mediante escopia (imagen dinámica obtenida con intensificador de imagen y que se recibe en un monitor de TV).

Para realizar radiografía industrial se pueden utilizar tres tipos de equipos:

- Gammágrafos, que incorporan una fuente radiactiva gamma
- Equipos convencionales generadores de rayos X
- Aceleradores partículas (electrones, protones...)
- **Irradiación industrial.** Sus aplicaciones más usuales o demandadas son la esterilización, higienización y conservación de productos médicos-quirúrgicos, farmacéuticos, de laboratorio y cosmética, así como, conservación de alimentos, mejora de las propiedades térmicas y mecánicas de plásticos, corchos y coloración de vidrios.

- **Otros campos de aplicación**, tales como trazadores (El trazador es una sustancia que se añade a un sistema para estudiar su comportamiento dinámico), Detectores de humo (DIH) y Lámparas HID.

## Instalaciones de investigación

Las instalaciones de investigación son instalaciones radiactivas de 1ª, 2ª o 3ª categoría encuadradas dentro del grupo de “instalaciones donde se manipulen o almacenen radionucleidos o equipos generadores de radiación, que puedan utilizarse con fines científicos, médicos, agrícolas, comerciales o industriales”. Se clasificarán como de 2ª o 3ª categoría dependiendo de la actividad total existente en la instalación, la cual está fijada en la reglamentación correspondiente y en la normativa del CSN en la que se definen los valores de exención para radionucleidos recogidos en el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

Las actividades de estas instalaciones están basadas en el empleo de material radiactivo como trazadores. La técnica consiste en incorporar radionucleidos a un compuesto químico material para seguir su curso o comportamiento mediante la detección de las radiaciones ionizantes que emiten. Estas técnicas se encuentran ampliamente difundidas desde los estudios médicos y bioquímicos hasta los estudios de transporte de fluidos y de contaminación ambiental. La elección del radionucleido a utilizar depende del estudio que se desarrolle en cada momento y de la técnica empleada, como por ejemplo en los ensayos in vivo o in vitro en el estudio de los diferentes procesos biológicos que tienen lugar en los seres vivos.

Las instalaciones que utilizan generadores de rayos X o aceleradores de partículas también están muy extendidas en investigación para análisis de materiales, espectrometría, fluorescencia y difracción de rayos X. Existe una única instalación de 1ª categoría en España en la que se generan, aceleran y almacenan haces de electrones para emitir luz sincrotrón con fines de investigación.

Recientemente se ha puesto en funcionamiento otra instalación radiactiva en la que se utilizan láseres pulsados ultracortos y ultraintensos para la producción de radiación ionizante.

## Instalaciones comerciales

El Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas (RINR), regula la comercialización y asistencia técnica de fuentes y aparatos radiactivos.

Requerirá autorización, la comercialización de materiales radiactivos y de aparatos, equipos, accesorios o cualesquiera otros elementos que incorporen materiales radiactivos o sean generadores de radiaciones ionizantes y la asistencia técnica de los aparatos radiactivos y generadores de radiaciones ionizantes. En el RINR se indica la documentación a aportar para la solicitud de autorización.

También requiere autorización la introducción en el mercado español de productos de consumo que incorporen materiales radiactivos, aunque el uso de los mismos esté incluido en las exenciones previstas en el mencionado Reglamento.

Las empresas de comercialización y asistencia técnica que para el desarrollo de sus actividades precisen que en sus dependencias se vaya a almacenar materiales o fuentes radiactivas o que se vaya a poner en funcionamiento equipos emisores de radiaciones ionizantes, necesitan disponer de una instalación radiactiva autorizada, pudiendo solicitar una autorización única como instalación radiactiva de comercialización.

El Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) dispone de bases de datos en las que se recoge información sobre los equipos y fuentes que cuentan con autorización para su distribución y uso, sobre los equipos autorizados a cada una de las instalaciones radiactivas y sobre los equipos que cuentan con aprobación de tipo para su utilización exenta y de los productos de consumo con material radiactivo que se introducen en España.

## Instalaciones del ciclo del combustible

Las instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear, de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas, son las fábricas de producción de uranio, torio y sus compuestos, así como las de producción de elementos combustibles de uranio natural y se consideran instalaciones radiactivas de primera categoría.

La antigua Junta de Energía Nuclear (JEN) dispuso de, algunas instalaciones de investigación o plantas piloto de este tipo de instalaciones, pero la primera fábrica comercial de concentrados de uranio en España fue la antigua fábrica de tratamiento de minerales de uranio que se emplazó en Andújar (Jaén) por lo que se conoce como fábrica de uranio de Andujar (FUA). La instalación fue explotada también por la antigua JEN hasta 1981.

Tras la creación de Enusa, a comienzos de los ochenta, esta empresa pública se hizo cargo de las actividades relativas a la primera parte del ciclo del combustible nuclear, poniendo en explotación varias fábricas de concentrados de uranio: Lobo-G en La Haba (Badajoz), ya clausurada, y en Saelices (Salamanca) la planta Elefante, actualmente cerrada y la Planta Quercus en cese definitivo de explotación. Por tanto, todas estas instalaciones están cerradas o en proceso de desmantelamiento y cierre.