

SEMINARIO 18

RIESGO RADIOLÓGICO

Y NUCLEAR



ProtecCyL/CIM-BSE

Plan de promoción de la Autoprotección
Plano de promoção da Autoproteção



Interreg
España – Portugal



Cofinanciado por
la Unión Europea
Cofinanciado pela
União Europeia



NORMATIVA DE REFERENCIA

- Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio, por el que se aprueba el Plan Básico de Emergencia Nuclear, publicado en el BOE nº 169, de 14 de julio. Última actualización publicada el 03 de enero de 2020.
- Real decreto 1428/2009, de 11 de septiembre, por el que se modifica el Plan Básico de Emergencia Nuclear, aprobado por Real Decreto 1546/2004, de 25 de junio.
- Real Decreto 586/2020, de 23 de junio, relativo a la información obligatoria en caso de emergencia nuclear o radiológica.
- Real Decreto 35/2008, de 18 de enero, por el que se modifica el Reglamento sobre Instalaciones Nucleares y Radiactivas, aprobado por Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre.
- Nota Técnica de Prevención 614: Radiaciones ionizantes. Normas de protección.
- Guía Higiene Industrial del Instituto de Seguridad y Salud en el Trabajo. 5ª edición, 2008



DEFINICIONES

Emergencia nuclear:

Situación o suceso no habitual que implica una fuente de radiación y exige una intervención inmediata para mitigar las consecuencias adversas graves para la salud y seguridad humanas, la calidad de vida, los bienes o el medio ambiente, o un peligro que pudiera dar lugar a esas consecuencias adversas, que tiene lugar en una central nuclear ubicada en el territorio nacional.

Emergencia radiológica:

Situación o suceso no habitual que implica una fuente de radiación y exige una intervención inmediata para mitigar las consecuencias adversas graves para la salud y seguridad humanas, la calidad de vida, los bienes o el medio ambiente, o un peligro que pudiera dar lugar a esas consecuencias adversas, que ocurre en otra actividad o instalación regulada, distinta de las centrales nucleares, ubicada en territorio español; en instalaciones o actividades nucleares o radiactivas situadas en otros países, en las que un accidente implica consecuencias radiológicas en alguna parte del territorio nacional que requieran tomar alguna medida de protección para la población o el medio ambiente; o en otras instalaciones o actividades no reguladas en las que pudiera existir excepcionalmente riesgo radiológico.



Exposición:

Acción y efecto de someter a las personas a las radiaciones ionizantes.

Exposición ocupacional:

Exposición de los trabajadores, personas en formación y estudiantes durante el desempeño de su trabajo.

Plan de nivel de respuesta exterior:

Medidas para planificar, a efectos de protección civil, una respuesta adecuada en el exterior de las instalaciones nucleares o radiactivas, o en otras instalaciones o actividades no reguladas en las que pudiera existir excepcionalmente riesgo radiológico, en caso de producirse una exposición de emergencia a partir de sucesos hipotéticos y las circunstancias correspondientes.

Radiación ionizante:

Radiación que al interaccionar con la materia produce la ionización de la misma, es decir, origina partículas con carga eléctrica (iones). El origen de estas radiaciones es siempre atómico, pudiéndose producir tanto en el núcleo del átomo como en los orbitales y pudiendo ser de naturaleza corpuscular (partículas subatómicas) o electromagnética (rayos X, rayos gamma (γ)).



Las radiaciones ionizantes de naturaleza electromagnética son similares en naturaleza física a cualquier otra radiación electromagnética pero con una energía fotónica muy elevada (altas frecuencias, bajas longitudes de onda) capaz de ionizar los átomos. Las radiaciones corpusculares están constituidas por partículas subatómicas que se mueven a velocidades próximas a la de la luz.

Radiación no ionizante:

Es cualquier tipo de radiación en el espectro electromagnético que no tiene suficiente energía para remover un electrón de un átomo y convertirlo en un ion.

Esto contrasta con las radiaciones ionizantes como los rayos X, los rayos gamma y las partículas alfa, que provienen del otro extremo del espectro y son inestables y reactivas. La radiación no ionizante puede generar calor, que es la forma en que se cocinan los alimentos en un horno de microondas. Los seres humanos y otros organismos pueden ver algunos tipos de radiación no ionizante, como la luz visible y la luz infrarroja.



Tipos de radiaciones

Radiaciones no ionizantes

- Campos eléctricos y magnéticos estáticos
- Subradiofrecuencias
- Radiofrecuencias
- Microondas
- Infrarrojo
- Visible
- Ultravioleta A y B
- Ultravioleta C

Radiaciones ionizantes

- Rayos X
- Rayos Gamma



Efectos de las radiaciones no ionizantes

La acción de las radiaciones sobre el organismo humano ocasiona un efecto distinto según sea la frecuencia de la radiación, o la facilidad con que las radiaciones puedan ser absorbidas.

Interacción de las radiaciones no ionizantes con la materia

Región espectral	Interacción con la materia
Radiación ELF	Inducción de corrientes eléctricas
Radiofrecuencias	Inducción de corrientes eléctricas y absorción como energía vibratoria de las moléculas que se transforma en calor
Microondas	Absorción como energía rotacional y vibratoria de las moléculas que se transforma en calor
Radiación IR	Absorción como energía rotacional que se transforma en calor
Radiación visible y UV	Absorción como energía fotoquímica y calor



Las radiaciones Ultravioleta producen efectos en la piel y ojos tales como:

- Eritema
- Envejecimiento acelerado
- Aumento de la pigmentación
- Quemaduras de la piel
- Fotoqueratinis (córnea)
- Catarata

Las radiaciones IR producen:

- Quemaduras en la piel
- Quemaduras en la retina y córnea
- Catarata

Las radiaciones láser producen:

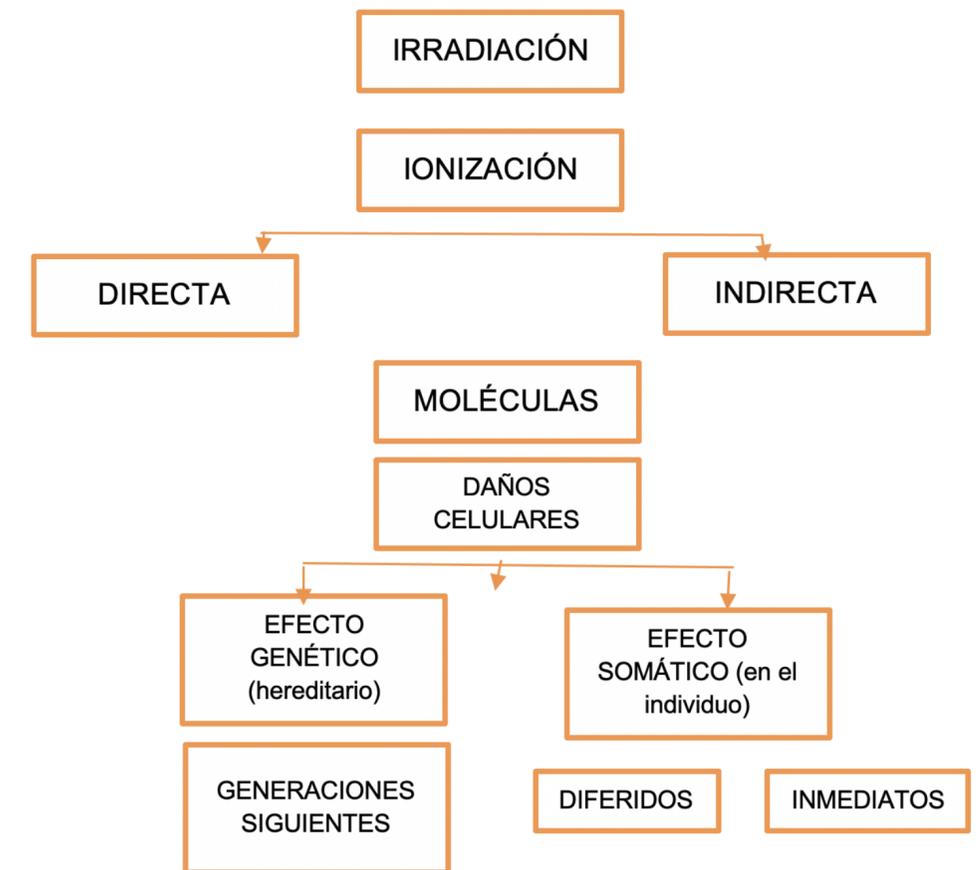
- Lesiones térmicas
- Lesiones fotoquímicas
- Lesiones de la retina



Proceso de una radiación ionizante y efectos

La energía depositada por las radiaciones ionizantes al atravesar las células vivas da lugar a iones y radicales libres que rompen los enlaces químicos y provocan cambios moleculares que dañan las células afectadas.

En principio, cualquier parte de la célula puede ser alterada por la radiación ionizante, pero el ADN es el blanco biológico más crítico debido a la información genética que contiene.



Fuente: NTP 614. Radiaciones ionizantes



Instalaciones nucleares y radiactivas

Son instalaciones nucleares:

- Las centrales nucleares.
- Los reactores nucleares.
- Las fábricas que utilicen combustibles nucleares o se proceda al tratamiento de sustancias nucleares, incluidas las instalaciones de tratamiento o reprocesado de combustibles nucleares irradiados.
- Las instalaciones de almacenamiento de sustancias nucleares.
- Los dispositivos o instalaciones que utilicen reacciones nucleares de fusión o fisión para producir energía o con vistas a la producción o desarrollo de fuentes energéticas.

Son instalaciones radiactivas:

- Las instalaciones 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 kV.
- Los locales, laboratorios, fábricas e instalaciones donde se produzcan, utilicen, posean, traten, manipulen o almacenen materiales radiactivos, excepto el almacenamiento incidental durante su transporte.



EL DEBER DE INFORMACIÓN PREVIA PARA LA POBLACIÓN QUE PUEDA VERSE AFECTADA POR EMERGENCIA NUCLEAR O RADIOLOGICA

Responsables

Los directores de los planes de nivel de respuesta exterior, están obligados a facilitar la información previa a la población que pueda verse afectada, de acuerdo con los criterios establecidos en el Real Decreto 586/2020, de 23 de junio, relativo a la información obligatoria en caso de emergencia nuclear o radiológica, y a las previsiones de los propios planes.

Los titulares de las centrales nucleares y de aquellos centros que puedan dar lugar a riesgos radiológicos significativos en el exterior del emplazamiento; es decir, los titulares de los establecimientos e instalaciones



catalogados en los grupos de **emergencia radiológica I y II** del Real Decreto 586/2020, de 23 de junio, relativo a la información obligatoria en caso de emergencia nuclear o radiológica, y a las previsiones de los propios planes, **estarán obligados a comunicar al director del plan de emergencia nuclear o al director del plan especial de protección civil**, ante el riesgo radiológico de la **comunidad autónoma**, los programas de información puestos en práctica y la información facilitada.

La Dirección General de Protección Civil y Emergencias y el Consejo de Seguridad Nuclear, a solicitud de los órganos competentes en materia de protección civil de las comunidades autónomas y/o sanitarias, podrán **prestar apoyo técnico en la elaboración y aplicación de los programas de información**.

En el caso de los planes de emergencia nuclear, los objetivos y procedimientos de los programas preventivos de información previa a desarrollar con la periodicidad necesaria **se establecerán** de acuerdo con las correspondientes directrices que serán aprobadas por la **Dirección General de Protección Civil y Emergencias**, previo informe favorable del Consejo de Seguridad Nuclear y de la Dirección General de Salud Pública, Calidad e Innovación.

Las Administraciones competentes para la concesión de una autorización o modificación significativa de una instalación o actividad, que por sus características o situación pudieran suponer un impacto sobre una instalación nuclear o radiactiva de primera categoría, con carácter previo a la emisión de dicha autorización o modificación, **darán traslado al Consejo de Seguridad Nuclear del informe de seguridad o información** suficiente sobre la cuestión.



Contenido de la información previa

El contenido de la información previa incluirá, como mínimo:

- Nociones básicas sobre la radiactividad y sus efectos en el ser humano y el medio ambiente.
- Las distintas clases o categorías de emergencia postulados y sus consecuencias para la población y para el medio ambiente.
- Medidas de emergencia previstas para alertar, proteger y socorrer a la población en caso de emergencia nuclear o radiológica.
- Información adecuada sobre el comportamiento que deberá observar la población en caso de emergencia nuclear o radiológica.

Esta información será accesible a la población de manera permanente.



Actualización del contenido de la información previa

1. Los resultados de la aplicación de los programas preventivos de información previa se valorarán periódicamente para establecer las posibles modificaciones en contenidos y procedimientos de comunicación, que permitan mejorar la eficacia de los programas sucesivos.
2. En el caso de los planes de emergencia nuclear, la frecuencia de esas valoraciones será **como mínimo de una vez cada cuatro años** y sus resultados se incorporarán a las directrices aprobadas por la Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
3. En el caso de los planes especiales de protección civil ante el riesgo radiológico, la frecuencia de las valoraciones será la que en ellos se establezca.



EL DEBER DE INFORMACIÓN PARA LA POBLACIÓN AFECTADA POR EMERGENCIA NUCLEAR O RADIOLÓGICA

Responsables

En caso de emergencia nuclear o radiológica los directores de los planes de nivel de respuesta exterior estarán obligados, de acuerdo con los procedimientos establecidos en dichos planes, a alertar e informar sin dilación a la población efectivamente afectada, sobre los datos de la situación de emergencia, sobre el comportamiento que deba adoptarse y, dado el caso, sobre las medidas de protección sanitaria que les sean aplicables.



Los directores de los planes de nivel de respuesta exterior actuarán en esa **tarea de información** con la necesaria **cooperación** y asesoramiento del **Consejo de Seguridad Nuclear y de la autoridad sanitaria** competente, **del titular de la instalación nuclear o radiactiva** que está sufriendo el accidente, y de cualquier otra organización cuyo concurso sea relevante en la información que se suministra.

Los directores de los planes de repuesta exterior velarán para que las actuaciones previstas de coordinación de la información a la población efectivamente afectada **en caso de emergencia** nuclear o radiológica, **sean ejercitadas y evaluadas**.

En aquellos casos de emergencias nucleares o radiológicas que no tengan consecuencias en el exterior y para las **que no sea necesaria la activación de los correspondientes planes de nivel de respuesta exterior, será el Consejo de Seguridad Nuclear** el organismo encargado de informar a la población sobre la situación, los aspectos técnicos involucrados en la misma y las medidas adoptadas, a través de los medios de comunicación social y de cualquier otro sistema que considere adecuado, observando en todo caso las medidas de accesibilidad necesarias para el acceso a la información de las personas con discapacidad.

El titular de cada autorización será responsable del funcionamiento de la instalación o actividad en condiciones de seguridad y siempre dentro de lo establecido en los documentos oficiales al amparo de los cuales se concede la correspondiente autorización. A él le corresponde aplicar y mantener actualizada dicha documentación, informar al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y al Consejo de Seguridad Nuclear de cuantas cuestiones puedan afectar a las condiciones de la autorización o a la seguridad nuclear y protección radiológica y, en general, cumplir las reglamentaciones vigentes. Asimismo, recae en el titular la responsabilidad de la instalación en las situaciones de emergencia que pudieran producirse.

El titular deberá garantizar que todas las **personas físicas o jurídicas que intervengan como contratistas o subcontratistas cumplan igualmente los requisitos del párrafo anterior**, en aquellos supuestos que les correspondan.



Contenido de la información para la población afectada

1. En función del plan de nivel de respuesta exterior ante emergencias establecido previamente, la población efectivamente afectada en caso de emergencia nuclear o radiológica recibirá de forma rápida y reiterada:
 - b. Información sobre la situación de emergencia ocurrida y, en la medida de lo posible, sobre sus características (tales como su origen, su magnitud, su previsible evolución).
 - c. Instrucciones de protección que, según el caso del que se trate, podrán referirse, entre otros, a los elementos mencionados a continuación:
 - Restricción del consumo de ciertos alimentos y agua que puedan estar contaminados.
 - Normas fundamentales de higiene y descontaminación.
 - Recomendación de permanencia en el domicilio.
 - Distribución y uso de sustancias protectoras.
 - Disposiciones que deban adoptarse en caso de evacuación.



- Y además, ir acompañadas, si fuese necesario, de advertencias especiales para determinados grupos de población.
- c. Consejos de cooperación, en el marco de las instituciones y requerimientos formulados por las autoridades competentes.
4. Si a la situación de emergencia precediese una fase de prealerta, la población que pudiera verse afectada recibirá ya durante esta fase información y consignas tales como:
- e. Instrucciones a la población afectada para que permanezca atenta a los canales de comunicación pertinentes, como la radio, la televisión, páginas web oficiales, las redes sociales de cuentas institucionales u otros de similar impacto.
 - f. Instrucciones preparatorias destinadas a las organizaciones que tengan responsabilidades colectivas específicas.
 - g. Recomendaciones a los grupos ocupacionales especialmente afectados.
8. Esta información y estas instrucciones se completarán en función del tiempo disponible, con un recordatorio de las nociones básicas sobre la radiactividad y sus efectos en el ser humano y el medio ambiente.



Actualización del contenido de la información en emergencia nuclear o radiológica.

1. La **información que haya de facilitarse a la población** efectivamente afectada **se actualizará con la periodicidad** que resulte **necesaria para mantenerla perfectamente informada** y, en particular, siempre que se produzca un suceso relevante para el devenir de la emergencia, o cambien las condiciones, o se requiera la aplicación de otras medidas de protección o la modificación de las medidas ya implantadas. En ese proceso los directores de los planes contarán con la colaboración y el asesoramiento técnico del Consejo de Seguridad Nuclear y de la autoridad sanitaria competente.
2. En **tanto no se dé por finalizada la emergencia nuclear o radiológica**, deberá haber, al menos, una **actualización diaria del contenido** de la información en emergencia.



PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE LOS TRABAJADORES

Protección contra las radiaciones ionizantes

Las medidas de protección radiológica contra las radiaciones ionizantes se basan en el principio de que la utilización de las mismas debe estar plenamente justificada con relación a los beneficios que aporta y ha de efectuarse de forma que el nivel de exposición y el número de personas expuestas sea lo más bajo posible, procurando no sobrepasar los límites de dosis establecidos para los trabajadores expuestos, las personas en formación, los estudiantes y los miembros del público.

Estas medidas consideran los siguientes aspectos:

- **Evaluación previa de las condiciones laborales para determinar la naturaleza y magnitud del riesgo radiológico y asegurar la aplicación del principio de optimización.**



- **Clasificación de los lugares de trabajo en diferentes zonas**, considerando la evaluación de las dosis anuales previstas, el riesgo de dispersión de la contaminación y la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales.

TIPO DE ZONA	TIPO DE ZONA	TIPO DE ZONA	TIPO DE ZONA	COLOR DE IDENTIFICACIÓN
 RIESGO DE IRRADIACIÓN	 RIESGO DE CONTAMINACIÓN	 RIESGO DE CONTAMINACIÓN Y DE IRRADIACIÓN	ZONA VIGILADA	GRIS
			ZONA CONTROLADA	VERDE
			ZONA DE PERMANENCIA LIMITADA	AMARILLO
			ZONA DE ACCESO PROHIBIDO	ROJO
			ZONA DE PERMANENCIA REGLAMENTADA	NARANJA



- **Clasificación de los trabajadores expuestos en diferentes categorías según sus condiciones de trabajo.**
- **Medidas dosimétricas.** Aplicación de las normas y medidas de vigilancia y control relativas a las diferentes zonas y las distintas categorías de trabajadores expuestos, incluida, si es necesaria, la vigilancia individual. Las dosis recibidas por los trabajadores profesionalmente expuestos deberán determinarse con periodicidad no superior a un mes para la dosimetría externa y con la periodicidad necesaria para la dosimetría interna en aquellos trabajadores que estén expuestos a riesgos de incorporar radionucleidos.
- **Vigilancia sanitaria.**
- **Formación e información:** El titular o, en su caso, la empresa externa debe informar, antes de iniciar su actividad, a sus trabajadores expuestos, personas en formación y estudiantes sobre los siguientes aspectos:
 - Los riesgos radiológicos asociados.
 - La importancia del cumplimiento de los requisitos técnicos, médicos y administrativos.
 - Las normas y procedimientos de protección radiológica, tanto en lo que se refiere a la práctica en general como al destino o puesto de trabajo que se les pueda asignar.



Asimismo, también se debe proporcionar, antes de iniciar su actividad y de manera periódica, formación en materia de protección radiológica a un nivel adecuado a su responsabilidad y al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes en su puesto de trabajo.

El nivel de dosis de radiación recibida por un individuo, en las proximidades de una determinada fuente radiactiva, depende de tres factores fundamentales: el tiempo de exposición, la distancia entre la fuente y el individuo y la materia interpuesta entre ambos. En consecuencia, las medidas preventivas incidirán en estos aspectos.

- **Limitación del tiempo de exposición:** La dosis recibida es proporcional al tiempo de exposición, por lo que, reduciendo ese tiempo, disminuirá la dosis. La planificación previa de las operaciones, el conocimiento exacto de su desarrollo y un adecuado entrenamiento permiten en la mayor parte de los casos reducir considerablemente la irradiación del personal, eliminando pérdidas de tiempo y exposiciones innecesarias. Constituye una medida sencilla, eficaz y económica que no siempre es suficientemente utilizada.
- **Distancia a la fuente radiactiva:** La dosis recibida es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre el individuo y la fuente radiactiva. Por consiguiente, si se aumenta la distancia al doble, la dosis



recibida se reducirá a la cuarta parte. Se recomienda, siempre que sea técnicamente posible, la utilización de mandos a distancia (sistemas telecomandados).

- **Apantallamiento o utilización de blindajes:** Toda radiación, al atravesar la materia, sufre una disminución de su intensidad. En función del tipo de radiación, energía de la misma y grado de atenuación a conseguir, deberá elegirse el tipo y espesor de blindaje adecuados. Así pues, una hoja de papel sería suficiente para detener la radiación α , la radiación β sería totalmente absorbida por unos pocos centímetros de algún material ligero (como vidrio, madera, etc.), mientras que para obtener un blindaje adecuado para la radiación γ o los rayos X es necesario emplear materiales pesados como el hormigón o el plomo. En el caso de riesgo de irradiación por contaminación radiactiva, en el que hay o puede haber un contacto directo con la fuente radiactiva, las medidas preventivas se orientarán de cara a evitar el contacto. Como norma general, el personal que trabaja con fuentes radiactivas no encapsuladas debe conocer de antemano el plan de trabajo, los procedimientos y las personas que van a efectuar las distintas operaciones. El plan de trabajo contendrá, entre otras, información sobre: medidas preventivas que deben tomarse, procedimientos de descontaminación, gestión de residuos radiactivos, actuación en casos de accidentes o incidentes, así como acerca del plan de emergencia.



- **Protección de las estructuras, instalaciones y zonas de trabajo.** Las superficies deben ser lisas, exentas de poros y fisuras, de manera que permitan su fácil descontaminación.

Debe disponerse de sistemas de ventilación adecuados, especialmente cuando se manipulen productos volátiles. Estos sistemas han de permitir una evacuación eficaz de los vapores o aerosoles y disponer de filtros de alta eficacia que impidan la emisión al ambiente.

Es necesario establecer controles periódicos de las zonas de trabajo, de los materiales y de las ropas utilizadas para verificar la ausencia de contaminación.

Los materiales constructivos delimitadores de la zona deben tener la resistencia al fuego (RF) requerida y debe disponerse de los correspondientes sistemas de detección y extinción de incendios.

- **Protección del personal y procedimientos de trabajo.** Además de las normas de tipo general, se han de contemplar las siguientes medidas y métodos de trabajo: Es obligado llevar un control de los radioisótopos o radionucleidos utilizados, desde su llegada hasta su salida, indicándose el tipo de radionucleido, su vida media y su actividad. La manipulación de los radionucleidos es recomendable efectuarla siempre sobre



bandejas recubiertas de algún material absorbente, con el fin de evitar la dispersión de la contaminación en el caso de derrames accidentales.

Todo el material utilizado en el área radiactiva, en tanto no haya sido descontaminado, debe considerarse como radiactivo, y debe estar identificado y no salir del área. Si se utiliza material de un solo uso (guantes, puntas de pipeta, etc.), debe considerarse como residuo radiactivo.

Se debe disponer de los equipos y prendas de protección necesarios en función del tipo de radionucleidos utilizados y de las operaciones a efectuar. Asimismo, debe disponerse de la información necesaria para su correcta manipulación. Los equipos y prendas de protección deben estar claramente señalizados y no han de salir del área si no han sido previamente descontaminados. No se debe permanecer con ropa de calle en el interior de la zona radiactiva.

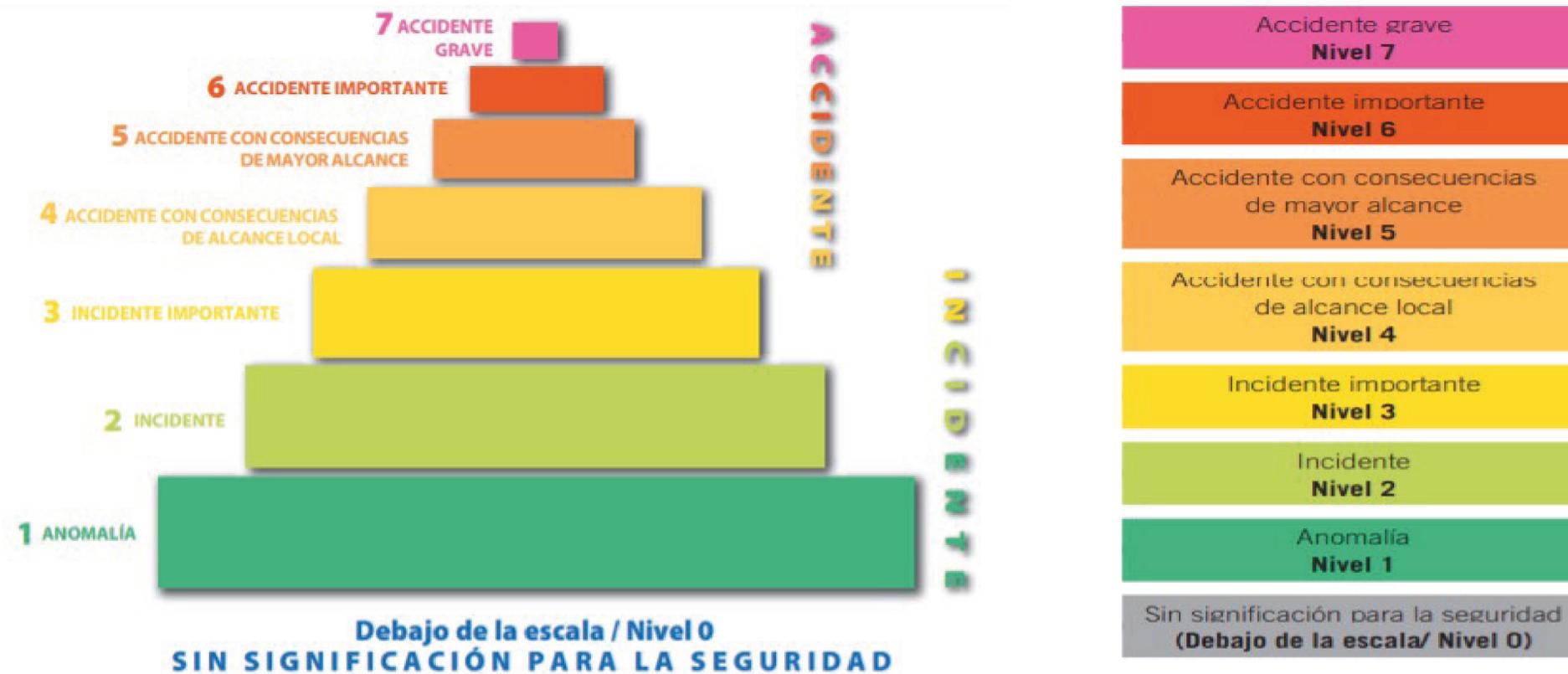
En la instalación radiactiva debe estar absolutamente prohibido comer, beber, fumar y aplicarse cosméticos. A la salida de las zonas controladas o vigiladas es recomendable la instalación de detectores de radiación que permitan la detección de una posible contaminación.



- **Gestión de los residuos.** La gestión de residuos radiactivos ha de ser específica y diferenciada, siendo necesario disponer de un plan de gestión de los mismos. Debe disponerse de contenedores perfectamente identificados y que proporcionen una protección suficiente. Es importante contemplar que, cuando la actividad de un radionucleido se reduce a cero, deja de ser un residuo radiactivo; de ahí la conveniencia de utilizar radioisótopos de vida media corta que, después de un tiempo de almacenamiento, pueden eliminarse como residuo no radiactivo.
- **Plan de emergencia.** El área radiactiva debe disponer de un plan de emergencia y evacuación que ha de ser conocido por todos los afectados y estar situado en lugar bien visible. El personal debe estar entrenado sobre la actuación en casos de incidentes o accidentes.



ACCIDENTES NUCLEARES Y RADIOLÓGICOS. CONCIENCIACIÓN



Fuente: INES (Escala Internacional de Sucesos Nucleares y Radiológicos)



NORMAS DE SEGURIDAD BÁSICAS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LOS PELIGROS DERIVADOS DE LA EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES.

Obligaciones del titular

1. El titular de una instalación nuclear o radiactiva vendrá obligado a:
 - b. **Facilitar el acceso de los inspectores** a las partes de la instalación que consideren necesarias para el cumplimiento de su labor.
 - c. **Facilitar la colocación del equipo e instrumentación** que se requiera para realizar las pruebas y comprobaciones necesarias.
 - d. **Poner a disposición de los inspectores la información, documentación y medios técnicos** que sean precisos para el cumplimiento de su misión.



- e. **Permitir a los inspectores las tomas de muestras suficientes** para realizar los análisis y comprobaciones pertinentes. A petición del titular de la autorización deberá dejarse en poder del mismo una muestra testigo debidamente precintada y marcada.
 - f. **Facilitar el acceso de los inspectores a los centros de trabajo** de los suministradores de equipos y servicios relacionados con la seguridad de la instalación y el desarrollo de sus actividades con el alcance de las letras b), c) y d) anteriores.
- 2. Las obligaciones descritas en las letras a), b), c) y d) se harán extensivas al responsable de cualquier establecimiento o lugar donde se puedan encontrar los equipos generadores de radiaciones ionizantes o materiales radiactivos.**



Información y formación

Toda persona que trabaje en una instalación nuclear o radiactiva deberá conocer y cumplir las normas de protección contra las radiaciones ionizantes y su actuación en caso de emergencia. Adicionalmente, todo el personal que realice tareas relacionadas con la seguridad nuclear o la protección radiológica, deberá disponer de la formación necesaria para desempeñar adecuadamente sus funciones.

A tal fin, el titular de la instalación debe definir claramente los conocimientos y especialización necesarios y establecer los programas de formación que se precisen, que estarán a disposición de la inspección del Consejo de Seguridad Nuclear.

Registro de transportistas

- 1. Los transportistas de materiales radiactivos, en bultos no exceptuados, deberán declarar esta actividad inscribiéndose en un registro** que, a tal efecto, se establecerá en la Dirección General de Política Energética y Minas denominado “Registro de Transportistas de Materiales Radiactivos”. El desarrollo de la actividad de transporte de material radiactivo debe ajustarse, tanto a la reglamentación sobre transporte de mercancías peligrosas como al Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes y demás legislación nuclear aplicable.
- 2. Quedan exceptuadas de la inscripción en dicho registro las empresas que llevan a cabo las expediciones bajo contratación de otra empresa transportista registrada, actuando ésta como responsable de que las primeras se ajusten a la legislación aplicable al transporte de material radiactivo.**

3. Dichos transportistas deberán solicitar su inscripción en el mencionado registro, adjuntando la siguiente documentación:
 - a. Domicilio social de la entidad.
 - b. Tipos de transporte, frecuencias y rutas habituales.
 - c) Localización y características de las instalaciones y dependencias que puedan ser utilizadas para la recepción, distribución y almacenamiento en tránsito de materiales radiactivos.
- 3. Los transportistas deberán notificar al registro las variaciones producidas sobre los datos comunicados.**
4. La Dirección General de Política Energética y Minas comunicará al Consejo de Seguridad Nuclear y al Ministerio de Fomento cualquier variación que se produzca en el citado registro, para su conocimiento y efectos.



Capacitación del personal

El personal que manipule material o equipos radiactivos y el que dirija dichas actividades deberá estar provisto de una licencia específica.

Existen dos tipos de licencias: **la licencia de supervisor**, que capacita para dirigir y planificar el funcionamiento de una instalación radiactiva y las actividades de los operadores, **y la licencia de operador**, que capacita para la manipulación de materiales o equipos productores de radiaciones ionizantes, conforme a los procedimientos e instrucciones preestablecidos.



PLANES DE EMERGENCIA NUCLEAR

Según el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), podemos diferenciar entre Planes de Emergencia Interior y Planes de Emergencia Exterior.

Los Planes de Emergencia Interior (PEI) están regulados por la normativa sobre instalaciones nucleares y radiactivas y responden a la obligación de autoprotección corporativa definida en la normativa sobre protección civil, por lo que son responsabilidad del titular de la instalación.

Cada central nuclear tiene un PEI específico que detalla las actuaciones, medidas y responsabilidades de preparación y respuesta a las condiciones del accidente, con el objeto de mitigar sus consecuencias, proteger al personal de la instalación y notificar de forma inmediata a las autoridades competentes, incluyendo la evaluación inicial de las consecuencias potenciales de la emergencia.

Además, los PEI establecen las actuaciones previstas por el titular para prestar su ayuda en las intervenciones de protección en el exterior de la instalación, conforme establece el Plan Básico de Emergencia Nuclear (PLABEN).



Las emergencias que se declaran para hacer frente a los accidentes que se postulan en las centrales nucleares se clasifican en cuatro categorías en función de la gravedad del suceso y de la naturaleza y cantidad de material radiactivo que se pueda llegar a liberar al exterior.

Las categorías de emergencia se enumeran de la I a la IV en orden creciente de gravedad:

- Categoría I: Prealerta.
- Categoría II: Alerta de Emergencia.
- Categoría III: Emergencia en el Emplazamiento.
- Categoría IV: Emergencia General.

Los Planes de Emergencia Nuclear Exterior (PEN) tienen por objetivo evitar, o al menos reducir en lo posible, los efectos adversos de las radiaciones ionizantes sobre la población y el medio ambiente.

Se basan en las normas y criterios establecidos por el Plan Básico de Emergencia Nuclear y asignan responsabilidades a entidades u organismos públicos en materia de protección civil, seguridad ciudadana, sanidad, protección radiológica y otras, con la colaboración de los titulares de las instalaciones.



Los PEN establecen cuatro situaciones de emergencia en función de la gravedad del accidente y sus consecuencias radiológicas para la población. Estas situaciones de emergencia de los PEN tienen una correspondencia orientativa con las categorías de emergencia de los PEI, que es la que se muestra a continuación:

CATEGORÍA DE ACCIDENTE (PEI)	SITUACIÓN DE EMERGENCIA (PEN)
I	0
II,III	1
IV	2,3

Simulacros. A fin de comprobar el correcto funcionamiento de las herramientas y procedimientos que se utilizarían en situaciones de emergencia y de mantener el nivel de preparación del personal que tendría que intervenir, se realizan los simulacros de emergencia que tienen, como mínimo, carácter anual. Estos simulacros



se preparan tanto para el nivel de respuesta interior, es decir, en el ámbito de la propia instalación, como para el nivel de respuesta exterior, de las organizaciones externas de respuesta a emergencias.

Los simulacros giran en torno a un escenario que parte de un hipotético suceso anómalo (suceso iniciador), que evoluciona desfavorablemente al ir encadenándose una serie de fallos hasta dar lugar a una situación que requiere la declaración de la emergencia.



PLANES DE EMERGENCIA RADIOLÓGICA

Según el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), podemos diferenciar entre Planes de Emergencia Interior y Planes de Emergencia Exterior.

Planes de Emergencia Radiológica Interior

El nivel de respuesta interior se corresponde con las obligaciones que tienen los titulares de las instalaciones o actividades para afrontar las emergencias radiológicas.

En el caso de instalaciones reguladas, el nivel de respuesta interior se establecerá en el Plan de Emergencia Interior (PEI), que recogerá los criterios establecidos en la normativa sobre instalaciones nucleares y radiactivas, y que deberá cumplir con lo establecido en la Directriz Básica de Riesgos Radiológicos.

En el caso de las instalaciones no reguladas, en las que pudiera existir riesgo radiológico, el nivel de respuesta interior se establecerá en el Plan de Autoprotección aplicable, cumpliendo con los criterios establecidos en la normativa de protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes.



Planes Especiales de Emergencia Radiológica Exterior

El nivel de respuesta exterior se plasma en los siguientes planes:

- Los Planes Especiales de las comunidades autónomas, que incluyen los planes especiales de actuación municipal.
- El Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo radiológico.

Estos planes especiales no tienen un ámbito de aplicación concreto en torno a la instalación donde existen actividades con riesgo radiológico, sino que son planes territoriales con la especificidad de contener medidas para afrontar las emergencias radiológicas que se produzcan en esos territorios.

En ellos se establecen cuatro situaciones de emergencia en función de las consecuencias producidas o previsibles y del nivel de responsabilidad en la toma de decisiones. Las zonas de planificación y las medidas de protección urgentes y de larga duración se establecen en la Directriz Básica de Riesgos Radiológicos (DBRR) y se recogen en los respectivos planes autonómicos.



DINÁMICA

En grupos de máximo 5 personas

Identifica el nivel en la escala de sucesos en instalaciones nucleares, de los siguientes sucesos acaecidos:

Tiempo: 20 min

1. Chernóbil, 1986: Efectos generalizados en la salud y el medio ambiente, con liberación externa de una fracción considerable del inventario del núcleo del reactor.
2. Tokaimura (Japón) 1999: Sobreexposición letal de trabajadores como consecuencia de un suceso de criticidad en una instalación nuclear
3. Vandellós, España. 1989: Cuasi accidente provocado por un incendio que destruyó los sistemas de seguridad en la central nucleoelectrica.



4. Fleurus (Bélgica) 2006: Graves efectos en la salud de un trabajador en una instalación comercial de irradiación como resultado de la exposición a dosis de alta radiación.
5. Estados Unidos, 2005: Sobreexposición de radió grafo al superar el límite anual establecido para los trabajadores expuestos a radiación.



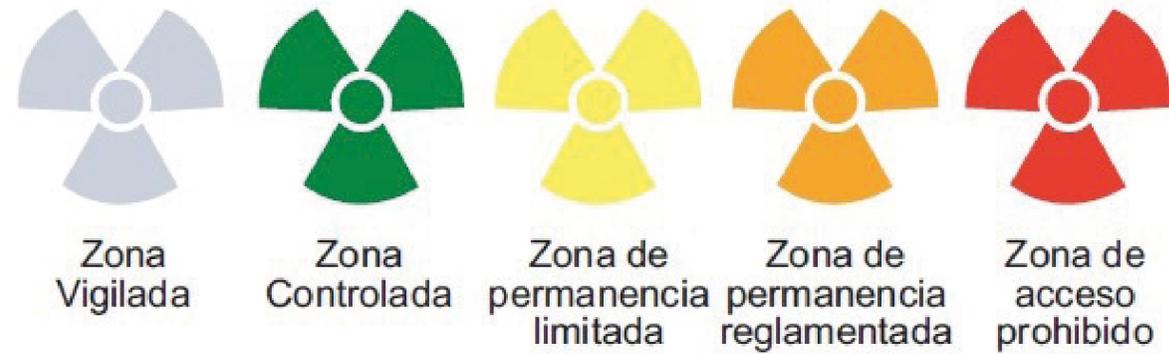
Solución

- 1.- Nivel 7
- 2.- Nivel 4
- 3.- Nivel 3
- 4.- Nivel 4
- 5.- Nivel 2



Dinámica: Investigar Un Accidente En Una Central Nuclear

ZONAS DE PERMANENCIA



Un trabajador de una central nuclear muere y otros tres empleados resultaron heridos por un incendio y fusión del núcleo, emitiéndose gases al medio ambiente.

Durante la investigación del accidente pudieron observarse las siguientes situaciones:

- Existió un fallo mecánico en la turbina. Esta turbina alimentaba el sistema de refrigeración del reactor y el ordenador de control.
- La fusión de núcleo es el término con el que se designa a un tipo de accidente grave en un reactor nuclear, en el que, al calentarse, el combustible cambia de estado sólido a líquido, lo cual puede producirse por un aumento de potencia o por imposibilidad de ser refrigerado. La fusión de núcleo es el accidente más temido, debido a que puede provocar el colapso de la estructura del reactor, y con ello expulsar gran cantidad de materiales radiactivos al medio ambiente si hay algún tipo de explosión o si se filtran al subsuelo.
- La empresa de mantenimiento no atendió la llamada de uno de los empleados de la central que indicaba que el nivel de refrigerante era bajo.
- Se produjo un incendio en el núcleo.
- El recurso preventivo se encontraba de vacaciones



1. Realiza la investigación del accidente siguiendo los siguientes puntos:

- Descripción del accidente
- Causas del accidente
- Medidas del accidente
- Conclusiones

2. Clasifica el accidente según la escala internacional de Sucesos Nucleares.



SOLUCIÓN

1. Causas del accidente

- **Fallo de mantenimiento:** Los trabajadores de mantenimiento no repusieron los niveles de refrigerante. La pérdida del refrigerante ocasionaría un desequilibrio en la transferencia de calor del núcleo al refrigerante, o bien la formación de una burbuja que acumule dicho calor.
- **Incendio dentro del núcleo provocado por la no existencia de refrigerante:** Un incendio dentro del núcleo contribuye a aumentar el calor del material radiactivo y, con ello, a favorecer su fundición
- **Incumplimiento de procedimiento:** Las centrales nucleares son empresas con riesgos reglados como peligrosos. En ellos es obligatoria la existencia de procedimientos y de Plan de Autoprotección y deben cumplirse. Existe un procedimiento en el que se explica que ante cualquier alerta de mantenimiento, debe solventarse al instante, puesto que el tiempo es uno de los factores más importantes en los refrigerantes. Controlando el tiempo, podemos controlar que el núcleo no se funda.
- **Falta de un sistema de refrigeración redundante como protección activa,** de tal forma que si falla uno, permita que los demás sigan funcionando y eviten el sobrecalentamiento del fuego.



- Falta de diseño de la vasija de modo que resista el calor de la fusión del núcleo. Esto es una medida de protección pasiva que debe tenerse en cuenta durante la implantación de una central nuclear y su diseño.

2. MEDIDAS

- **Diseño de la instalación nuclear con protección pasiva**
 - Presencia de un edificio de contención que evite la liberación de material radiactivo a la atmósfera.
 - Diseño de la vasija de modo que resista el calor de la fusión de núcleo. En cualquier caso, si se produce la fusión del combustible y la vasija, ésta debe ser controlada, es decir, debe producirse de un modo que sea conocido por los ingenieros, técnicos y operadores, a fin de minimizar los imprevistos.
- **Diseño de la instalación nuclear con protección activa:**
 - Uso de sistemas de refrigeración efectivos, seguros y redundantes. La redundancia es vital, puesto que implica que si un sistema de refrigeración falla, los demás sigan funcionando y eviten el sobrecalentamiento del núcleo.



- Sistemas de control redundantes. La redundancia en el control es necesaria para los casos en que un incendio u otra contingencia inutiliza los sistemas tradicionales de control.
- Sistemas de seguridad no desconectables. El diseño de los sistemas de seguridad debe estar encaminado a que sea imposible operar el reactor sin uno solo de los sistemas automáticos de control.
- **Formación a los trabajadores de forma recurrente.** Píldoras de sensibilización y de actuación a los trabajadores de la central de forma semestral.



Muchas gracias



ProtecCyL/CIM-BSE

Plan de promoción de la Autoprotección
Plano de promoção da Autoproteção



Interreg



Cofinanciado por
la Unión Europea
Cofinanciado pela
União Europeia

España – Portugal

