

NOR/21-003

Guía de Seguridad GS-10.12

Revisión 1

Control radiológico de actividades de recuperación y reciclado de chatarras, y de otras actividades que puedan verse afectadas por la problemática de fuentes o material radiactivo huérfano

Borrador 1

Octubre 2022

Índice

1	Objeto y ámbito de aplicación	5
1.1	Objeto	5
1.2	Ámbito de aplicación	5
2	Definiciones	6
3	Consideraciones generales	7
4	Prevención	8
4.1	Ámbito de aplicación de las medidas de prevención	9
4.1.1	Medidas de prevención en la recolección de la chatarra	9
4.1.2	Medidas de prevención en las instalaciones de almacenamiento y manipulación de la chatarra y otros materiales metálicos	10
4.1.3	Medidas de prevención en las instalaciones de procesamiento de materiales metálicos (incluida la fundición) y otras instalaciones	10
4.1.4	Medidas de prevención en los acuerdos contractuales para el suministro de chatarra y otros materiales metálicos	11
4.1.5	Medidas Preventivas en el almacenamiento y manipulación de mercancías en puertos marítimos y otros lugares importantes de tránsito	11
4.1.6	Medidas Preventivas en cualquier instalación no incluida entre las anteriores, que pueda verse afectada por la problemática de fuentes huérfanas, por ejemplo: incineradoras de residuos, vertederos, plantas de tratamiento de residuos especiales, etc.	11
4.2	Organización y procedimientos de prevención	12
4.3	Entidades de asesoramiento especializado en PR para fuentes huérfanas	13
4.3.1	Actividades	13
4.3.2	Personal	13
4.3.3	Medios técnicos	14
5	Detección de la presencia de material radiactivo en la chatarra y otros materiales	14
5.1	Equipos para la detección	15
5.2	Requisitos técnicos de los equipos de detección	15
5.2.1	Pórticos	15
5.2.2	Equipos portátiles	16
5.3	Verificaciones y calibraciones de los equipos	17
5.3.1	Proceso inicial en la instalación	17
5.3.2	Proceso de verificación periódica de los pórticos	18
5.3.3	Proceso de calibración de pórticos	18
5.4	Sistemática del proceso de detección	20
5.5	Niveles de investigación	21
5.6	Lugares de detección	21

6	Detección de la presencia de contaminación radiactiva en los productos: metal, escoria, polvo de humos y otros productos.....	21
6.1	Metal.....	22
6.2	Escoria.....	22
6.3	Polvo de humos.....	22
6.4	Otros productos.....	23
7	Reacción en el caso de detección de material radiactivo.....	23
7.1	Detección de material radiactivo en un cargamento de material a la entrada de la instalación.....	23
7.1.1	Actuaciones iniciales.....	23
7.1.2	Segregación e identificación del material radiactivo.....	24
7.1.3	Cualificación y cuantificación de material radiactivo.....	24
7.1.4	Acondicionamiento y aislamiento de material radiactivo.....	25
7.2	Detección de material radiactivo en los productos resultantes del proceso de fundición o fragmentación de los materiales metálicos y otros materiales.....	26
7.2.1	Actuaciones iniciales.....	26
7.2.2	Evaluación del alcance de la contaminación.....	27
7.3	Plan de limpieza y descontaminación de la instalación tras la detección de material radiactivo en los productos resultantes del proceso de fundición o fragmentación de los materiales metálicos y otros materiales.....	28
7.3.1	Objetivos o criterios radiológicos del plan.....	29
7.3.2	Descripción de los trabajos de limpieza y descontaminación.....	29
7.3.3	Personal encargado de la limpieza y descontaminación.....	29
7.3.4	Protección radiológica durante la limpieza y descontaminación.....	30
7.3.5	Plan de pruebas a realizar tras la limpieza y descontaminación.....	31
7.3.6	Gestión de residuos generados. Caracterización de residuos radiactivos.....	31
7.3.7	Gestión de residuos generados. Acondicionamiento y almacenamiento temporal de residuos radiactivos.....	32
7.3.8	Informe final de actuaciones derivadas del plan.....	32
7.3.9	Normalización de la instalación.....	33
7.4	Actuaciones especiales de emergencia.....	33
7.5	Gestión final de material radiactivo: Retirada de residuos radiactivos.....	33
7.5.1	Materiales generados a partir de una detección.....	33
7.5.2	Materiales generados en labores de descontaminación.....	34
8	Información al CSN.....	34
9	Registros y archivo.....	34
10	Referencias.....	36
11	Anexos.....	37

Prólogo

La prevención y la limitación de los riesgos en cualquier actividad industrial es objeto de atención preferente en diversas disposiciones normativas genéricas o específicas de distinto rango, que usualmente, y entre los riesgos relacionados con la seguridad industrial, incluyen referencias a los riesgos asociados a los materiales radiactivos.

Si bien existe una regulación específica para las instalaciones nucleares y radiactivas, en la práctica se ha podido constatar que existen también riesgos de carácter radiológico en otras actividades fuera del mencionado ámbito.

Éste es el caso de las actividades industriales relacionadas con la recuperación, almacenamiento o manipulación de materiales metálicos para su reciclado, en las que la posible presencia inadvertida de materiales radiactivos en las chatarras que estas industrias utilizan como materia prima, así como su eventual fundición o fragmentación, puede dar lugar a la contaminación de las personas, el medio ambiente, las instalaciones industriales y los productos resultantes.

Por otra parte, existen otras actividades que podrían verse afectadas por la problemática del material radiactivo fuera de control regulador (lugares y circunstancias en las que pueden encontrarse fuentes huérfanas), en las que se aplicarían los mismos principios que para las instalaciones de recuperación y reciclado de materiales metálicos, adaptados a las situaciones que se presenten.

El uso de los materiales nucleares y las diversas aplicaciones de la radiactividad han sido sometidos desde sus inicios a estrictos controles en la mayoría de los países. Sin embargo, desde finales del siglo pasado, se ha detectado frecuentemente la presencia de materiales radiactivos en las chatarras y en algunas ocasiones su procesamiento inadvertido ha supuesto la contaminación de las instalaciones y el consiguiente riesgo radiológico para las personas y para el medio ambiente.

Estas circunstancias motivaron la preocupación internacional y la aparición de iniciativas fundamentalmente de carácter preventivo en numerosos países, así como el reforzamiento de las medidas tendentes a la detección y lucha contra el tráfico ilícito de los materiales nucleares y radiactivos.

En este marco, resulta generalmente aceptado que cualquier iniciativa, tanto de carácter nacional como internacional, tendente a reducir la probabilidad de aparición de riesgos radiológicos para las personas y para el medio ambiente, debe configurarse en torno a tres niveles de acción fundamentales: la prevención, la detección y la reacción.

La prevención es el nivel de acción más importante y se materializa en la adopción de medidas de carácter general tanto en el ámbito internacional como en el nacional, así como medidas de carácter particular reflejadas en los propios planes de prevención de las empresas o entidades que pudieran ser potencialmente afectadas.

Las infraestructuras jurídicas y técnicas de los países, la protección de los materiales y la adopción de las medidas necesarias para lograr la seguridad de las fuentes y materiales radiactivos y el control de su importación y exportación, son los medios más eficaces para prevenir su tráfico ilícito.

En el sector del reciclado de metales, dado el carácter transnacional del mercado de la chatarra y la marcada dependencia importadora del sector recuperador, resultan trascendentales las actuaciones específicas de todos los agentes involucrados encaminadas a la prevención, la detección y la reacción ante la eventual aparición de fuentes o materiales radiactivos en cualquiera de sus procesos.

En la vertiente de las actuaciones de prevención ya implantadas en España, se sitúan los siguientes instrumentos (normativa y acuerdos voluntarios):

1. El Real Decreto 451/2020, de 10 de marzo, *sobre control y recuperación de las fuentes radiactivas huérfanas* (R.D. 451/2020), que tiene por objeto evitar o, al menos, reducir en lo posible la exposición de los trabajadores y de los miembros del público a las radiaciones ionizantes, y la contaminación del medio ambiente, como consecuencia de la existencia de fuentes huérfanas; así como el nuevo sistema regulatorio basado en el mismo, destacándose los mecanismos de autorización de Unidades Técnicas de Protección Radiológica (UTPR) especializadas en la recuperación de fuentes huérfanas. Este Real Decreto transpone lo dispuesto en la Directiva 2013/59/Euratom, del Consejo, de 5 de diciembre de 2013, *por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes*; en lo dispuesto en materia de fuentes radiactivas huérfanas.
2. El Protocolo de colaboración sobre la vigilancia radiológica de los materiales metálicos, suscrito voluntariamente en 1999 por diversos órganos de la administración española, agentes involucrados en el sector de la recuperación y reciclado de metales y otras organizaciones relevantes en la materia. El Protocolo mencionado detalla los compromisos específicos, de carácter eminentemente organizativo y de infraestructura, asumidos por las partes firmantes, con el objetivo de planificar las actuaciones y establecer los mecanismos que disminuyan al máximo la eventual incorporación de los materiales radiactivos al ciclo de recuperación y reciclado de la chatarra y que limiten el riesgo radiológico en las situaciones en las que esto no haya sido posible.
3. Protocolo de actuación en caso de detección de movimiento inadvertido o tráfico ilícito de material radiactivo en puertos de interés general (conocido como protocolo Megaports), instrumento de colaboración suscrito el 15 de junio de 2010 entre el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN); la Agencia Estatal de Administración Tributaria (AEAT) la Secretaría de Estado de Seguridad; la Secretaría de Estado de Energía; la Secretaría de Estado de Transportes y la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa); que tiene por objeto describir las diferentes funciones de las Autoridades y Entidades correspondientes, así como las actuaciones a llevar a cabo en caso de detección en los puertos marítimos de material radiactivo fuera del control regulador.

En línea con lo anterior y sirviéndose de la experiencia adquirida durante la aplicación de los anteriores instrumentos (especialmente el Protocolo de Colaboración para la Vigilancia Radiológica de Materiales Metálicos), de los resultados ofrecidos por la creciente actividad internacional en esta materia desde finales de la década de los años noventa, y de las lecciones aprendidas en los incidentes ocurridos en acerías españolas, el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) ha revisado y actualizado la presente Guía de Seguridad con el objetivo de recomendar medidas de seguridad y protección radiológica necesarias para prevenir los riesgos radiológicos para las personas y para el medio ambiente asociados a la eventual presencia de materiales radiactivos en la chatarra. Esta Guía de Seguridad GS-10.12 destaca la importancia y la utilidad del establecimiento de acuerdos de actuación y colaboración mutua entre todos los agentes involucrados, e incentiva cualesquiera otras iniciativas sectoriales que pudieran constituirse a la luz de sus recomendaciones.

Los principios recogidos en esta guía pueden ser asimismo aplicables a otras actividades, distintas del procesado de chatarra metálica, potencialmente afectadas por fuentes radiactivas huérfanas u otro material radiactivo fuera de control regulador.

1 Objeto y ámbito de aplicación

1.1 Objeto

La presente guía tiene por objeto recomendar medidas de seguridad y protección radiológica, encaminadas a prevenir los riesgos radiológicos para las personas y para el medio ambiente, asociados a la posible presencia de materiales radiactivos en las chatarras y otros materiales.

La guía contiene criterios que se recomienda aplicar a la vigilancia radiológica de la chatarra y otros materiales, para facilitar la pronta detección de materiales radiactivos, así como recomienda actuaciones y medidas de protección radiológica aplicables, una vez detectados, para proceder a su aislamiento en condiciones de seguridad.

Los criterios establecidos en la presente guía pueden extenderse a otros tipos de materiales en otras actividades diferentes al procesamiento de chatarra que podrían verse afectadas por la problemática del material radiactivo fuera de control regulador: puertos marítimos de interés general u otros lugares importantes de tránsito de personas o mercancías, vertederos, escombreras o centros de recogida de residuos, empresas o personas que tengan en su poder fuentes que no estén sometidas al control reglamentario, otras circunstancias en las que puedan encontrarse fuentes huérfanas en cualquier lugar por posible abandono, pérdida, extravío o robo.

Asimismo, se incluyen formatos para facilitar la comunicación al CSN de los aspectos relevantes en relación con la detección de material radiactivo y con las actuaciones realizadas.

1.2 Ámbito de aplicación

El contenido de esta guía es aplicable a las siguientes actividades, lugares y circunstancias en las que pueden encontrarse fuentes huérfanas:

1. Las actividades de recuperación de materiales metálicos y las plantas de reciclado de chatarras, para el procesado y producción de aleaciones metálicas.
2. Las actividades relacionadas con el tránsito de mercancías en puertos marítimos (de interés general) y otros lugares importantes de tránsito de personas y materiales.
3. Cualquier actividad o instalación no incluida entre las anteriores, que pueda verse afectada por la problemática de fuentes huérfanas y puedan aplicarse protocolos de vigilancia radiológica.

El contenido de la guía está planteado para ser aplicado por los titulares de las instalaciones o actividades señaladas en la anterior lista. Sin embargo, la mayor parte de los principios de prevención y de respuesta recogidos en la misma, pueden ser aplicados por entidades que presten asesoramiento en el ámbito de recuperación de fuentes huérfanas y otro material radiactivo fuera de control regulador, o Unidades Técnicas de Protección Radiológica (UTPR) especializadas en este ámbito, sin que ello suponga el traslado de las responsabilidades de los titulares citados a estas unidades técnicas.

2 Definiciones

Las definiciones de los términos y conceptos utilizados en la presente guía de seguridad se corresponden con las contenidas en las siguientes normas jurídicas:

- Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear.
- Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear.
- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 451/2020, de 10 de marzo, sobre control y recuperación de las fuentes radiactivas huérfanas.

Además de lo anterior, dentro del contexto de esta guía de seguridad, los términos siguientes se entienden como sigue:

Chatarra: material con elevado contenido en metales férricos o no férricos susceptible de ser sometido a diferentes operaciones para su reciclaje.

Material metálico: la chatarra, lingotes y semiproductos metálicos que servirán de materia prima para su procesado.

Fuente huérfana: fuente radiactiva cuyo nivel de actividad, en el momento de ser descubierta, es igual o superior al valor de exención establecido en las tablas A y B de la Instrucción IS/05 del Consejo de Seguridad Nuclear (actualmente se aplican los valores establecidos en el anexo VII de la Directiva 2013/59/Euratom), y mencionadas en el anexo I del Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas, aprobado por Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, y que no esté sometida a control regulador, sea porque nunca lo ha estado, sea porque ha sido abandonada, perdida, extraviada, robada o transferida de otro modo sin la debida autorización. A los efectos de este real decreto, dentro del concepto de fuente huérfana se incluye también el material radiactivo que no esté sometido al control regulador por los mismos motivos que los descritos para las fuentes huérfanas propiamente dichas.

Sistema de vigilancia y control radiológicos: conjunto constituido por los detectores fijos o portátiles para la detección y medida de la radiación, el personal debidamente cualificado y entrenado para la operación e interpretación de los resultados proporcionados por dichos equipos y sistemas, y los procedimientos operativos para actuar en los casos que sea necesario.

Técnico/a especialista en protección radiológica: persona debidamente cualificada que forma parte de un Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica y que, bajo la dirección de persona titular del puesto de Jefe de Servicio o Unidad Técnica de Protección Radiológica, realiza las actividades propias de dicho Servicio o Unidad.

Técnica/o acreditado en protección radiológica: persona con conocimientos acreditados o reconocidos de protección e instrumentación radiológica perteneciente a una empresa adscrita (al Protocolo de colaboración para la vigilancia radiológica de los materiales metálicos) o a una Unidad Técnica de Protección Radiológica.

Unidad técnica de protección radiológica (UTPR): entidad expresamente autorizada por el CSN que depende de un titular y actúa como empresa de servicios, realizando prestaciones

en materia de seguridad nuclear y protección radiológica a instalaciones de distintos titulares.

Criterio ALARA: criterio en base al cual deben planificarse y ejecutarse trabajos que impliquen exposición a radiaciones ionizantes, de manera que se reduzca en la medida de lo posible la exposición a esta radiación (literalmente: tan bajo como sea razonablemente posible alcanzar).

Exposición: acción y efecto de someter a las personas a radiaciones ionizantes, bien procedentes del exterior del organismo (exposición externa) o interiores a él (exposición interna).

Trabajador/a expuesto/a: persona sometida a una exposición a causa de su trabajo derivada de las prácticas a las que se refiere el Reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (R.D. 783/2001) que pudieran entrañar dosis superiores a alguno de los límites de dosis para miembros del público (1 mSv/año).

Emergencia radiológica: Situación que requiere medidas urgentes con el fin de proteger a los trabajadores, a los miembros del público o a la población, en parte o en su conjunto, para evitar o reducir los efectos adversos de las radiaciones ionizantes.

3 Consideraciones generales

El reciclado de metales para su utilización como materia prima en la industria metalúrgica y otras actividades afines, como cualquier otra actividad industrial, debe llevar asociado a los aspectos económicos de la producción, la protección y el respeto del medio ambiente.

En los países industrializados el uso de materiales radiactivos se encuentra regulado, por lo que la probabilidad de que metales contaminados o fuentes radiactivas se incorporen a los procesos de reciclado debería ser muy baja. Sin embargo, en particular en esta industria, resulta relativamente frecuente la presencia inadvertida de estos materiales, lo que podría ocasionar situaciones de riesgo radiológico inaceptable para los trabajadores de las empresas implicadas, para el público o para el medio ambiente. Estas consideraciones deberían ser tenidas en cuenta por los agentes de esta industria.

Con el objetivo de minimizar la probabilidad de ocurrencia de sucesos que pudieran entrañar estos riesgos, se considera necesario que los titulares de las instalaciones establezcan medidas de vigilancia radiológica de los materiales que se incorporan a los procesos productivos de estas industrias del reciclado de metales y otras actividades afines, de manera que puedan detectar su presencia y proceder posteriormente a su segregación y aislamiento en condiciones de seguridad.

Para conseguir el objetivo anteriormente señalado, las medidas de vigilancia radiológica deberían integrarse en un sistema de actuación de los distintos agentes involucrados, que asegure la existencia de medidas de prevención, la rápida y eficaz detección de las fuentes radiactivas o de los materiales contaminados y las actuaciones de reacción ante estas incidencias.

Los titulares de las propias instalaciones industriales, así como las organizaciones responsables de lugares o actividades directamente relacionadas con la cadena de suministro de materias primas o gestión de residuos o subproductos, como por ejemplo: puertos marítimos donde se importan mercancías (chatarra), deberían implantar medidas preventivas. Estas medidas tendrán como objetivo la detección de material radiactivo antes de su incorporación a los procesos productivos.

Los agentes involucrados deberían ser conscientes del problema y estar preparados para abordar el problema con los medios humanos y técnicos necesarios, conociendo sin ambigüedad cuáles son sus actuaciones y cuándo deberían ser puestas en práctica. En este sentido se considera de gran utilidad que se establezcan de acuerdos de actuación y colaboración entre los mencionados agentes, como ha sido el caso de los protocolos suscritos en España hasta la fecha (*Vigilancia Radiológica de Materiales Metálicos y Vigilancia Radiológica en Puertos*), sin perjuicio de las obligaciones derivadas de la normativa (R.D. 451/2020).

- En relación a los medios humanos, se ha establecido por normativa la necesidad de que los trabajadores potencialmente expuestos a fuentes huérfanas tengan una formación mínima que les permita la identificación de estos materiales (según el programa del artículo 14 del R.D. 451/2020). También ha sido regulado el sistema de acreditación de personal, bien sea de la instalación o externo (entidades especializadas o UTPR), que preste servicios de asesoramiento en materia de fuentes huérfanas (con los programas formativos que figuran en la Circular nº8/2019 del CSN).
- En relación a los medios técnicos, también se ha establecido por normativa la necesidad de que las instalaciones destinadas a la recuperación, almacenamiento o manipulación de materiales metálicos para su reciclado (a partir de 1000 toneladas de producción anual), dispongan de un sistema de vigilancia radiológica, cuyas características dependerán del tipo de instalación y de su producción (según condiciones del artículo 7 del R.D. 451/2020).

La detección se establecerá con el objetivo de localizar materiales o fuentes radiactivas que potencialmente puedan encontrarse entre los metales que van a ser reciclados, o entre los productos resultantes del proceso productivo (siempre que implique fundición, fragmentación o cizallamiento, o en sentido más amplio, cualquier proceso susceptible de producir la destrucción de una fuente), de manera que pueda conjugarse la fiabilidad de las medidas obtenidas con la práctica operativa habitual en los sectores industriales afectados.

Los titulares y organizaciones anteriormente mencionados, deberían igualmente implantar medidas o protocolos de reacción. La reacción estará constituida por el conjunto de actuaciones que se inician una vez detectado el material radiactivo, con el objetivo de confirmar la detección efectuada, reducir al mínimo la exposición a la radiación de los trabajadores y del público, proceder al aislamiento del material en condiciones adecuadas e informar a las autoridades competentes, de forma que el material pueda gestionarse de forma segura (como residuo radiactivo).

4 Prevención

Las medidas de prevención tienen como objetivo la planificación y la organización de las actuaciones del personal y de los mecanismos necesarios para evitar la incorporación del material radiactivo al ciclo de recuperación de la chatarra y a otros procesos industriales afines, así como para limitar el riesgo radiológico en las situaciones en las que esto no haya sido posible.

En este contexto se entiende por ciclo de recuperación de la chatarra y otros materiales similares el conjunto de las actividades asociadas tanto con su recogida y manipulación física como con sus transacciones comerciales, en las cuales es posible establecer actuaciones de prevención para evitar la incorporación de materiales radiactivos lo más cerca posible del momento en que dicha incorporación se pueda producir y para mitigar las consecuencias radiológicas de su presencia en el caso de que ésta se produzca.

4.1 Ámbito de aplicación de las medidas de prevención

Las medidas de prevención se establecerán, de forma preferente, en las siguientes actividades del ciclo de recuperación:

- Recolección de la chatarra.
- Instalaciones de almacenamiento y manipulación de la chatarra
- Instalaciones de fundición.
- Acuerdos contractuales para el suministro.
- Almacenamiento y manipulación de mercancías en puertos marítimos y otros lugares importantes de tránsito.
- Cualquier instalación no incluida entre las anteriores, que pueda verse afectada por la problemática de fuentes huérfanas y puedan aplicarse medidas de vigilancia radiológica (aunque no sea obligatorio por normativa), por ejemplo: incineradoras de residuos, vertederos, plantas de tratamiento de residuos especiales, etc.

En cualquier caso, la normativa establece que las instalaciones destinadas a la recuperación, almacenamiento o manipulación de materiales metálicos para su reciclado, deberán disponer de un sistema documentado de vigilancia y control radiológicos (artículo 4 del R.D. 451/2020).

4.1.1 Medidas de prevención en la recolección de la chatarra

En la fase de recolección de la chatarra y otros materiales similares, adquieren una gran importancia las medidas de prevención basadas en la pronta identificación visual de objetos potencialmente radiactivos, prestando especial atención a aquellos similares a contenedores o equipos que puedan ir señalizados con el símbolo de radiactividad o disponer de inscripciones con las diversas expresiones idiomáticas de la palabra «RADIATIVO».

Para ello se recomienda la presencia y exposición de catálogos fotográficos o ilustraciones de objetos o contenedores de estas características en los centros de recolección de chatarra y otros materiales similares, y su amplia difusión para conocimiento por el personal de estos centros y por sus suministradores.

Las medidas preventivas que se establecerán para las situaciones en las que sea detectado un objeto potencialmente radiactivo tendrán en consideración las siguientes reglas de seguridad:

- Cuando el objeto tenga el símbolo de radiactividad o se sospeche que pueda contener material radiactivo se deberá mantener a distancia de las personas y se deberá notificar al CSN.
- Nunca se abrirá un contenedor, embalaje o maquinaria en la que existan sospechas de la presencia de materiales radiactivos.

En aplicación de lo dispuesto en la normativa, en concreto artículo 14 del R.D. 451/2020, las instalaciones afectadas, deberán haber formado al personal potencialmente expuesto a fuentes huérfanas sobre: 1. *métodos de detección visual de las fuentes*, y 2. *medidas que deben tomarse in situ en caso de detectarse o sospecharse la presencia de una fuente*.

Las medidas preventivas se extienden además a acciones previas a la recolección de esta materia prima, es decir, al suministro de la misma, detallándose este aspecto en un apartado posterior de esta guía (*acuerdos contractuales*).

4.1.2 Medidas de prevención en las instalaciones de almacenamiento y manipulación de la chatarra y otros materiales metálicos

En el momento de la recepción de los cargamentos de chatarras y otros materiales similares en los que sea posible la presencia de sustancias radiactivas, se debería asegurar que se realizan controles radiológicos y que estas tareas son ejercidas por personal con formación básica en protección radiológica. Tras la detección es conveniente requerir la colaboración de personal técnico especialista en protección radiológica.

Como ha sido señalado anteriormente (apartado 3), actualmente se encuentra regulados tanto la formación preventiva básica para trabajadores de la instalación, como los programas específicos para el asesoramiento especializado en fuentes huérfanas (ver Anexo IV), este personal especializado puede estar adscrito a las instalaciones o a las UTPR.

Los equipos de medida a utilizar dependerán de diversos factores tales como la cantidad de material a examinar y el tipo de maquinaria existente en la instalación. Generalmente es posible utilizar sistemas fijos y portátiles, siendo recomendable la utilización de combinaciones de ambos en las grandes instalaciones de procesamiento de chatarras.

Como ha sido señalado anteriormente (apartado 3), actualmente se encuentra regulada la dotación mínima de equipamiento radiométrico en el sistema de detección, según el tipo de instalación y su producción (ver anexo V).

En el apartado 4 de esta guía se exponen las recomendaciones técnicas más relevantes para facilitar la selección e instalación de los sistemas de control radiológico adecuados.

4.1.3 Medidas de prevención en las instalaciones de procesamiento de materiales metálicos (incluida la fundición) y otras instalaciones

En el momento de la recepción de los cargamentos de chatarras y otros materiales similares, en los que sea posible la presencia de sustancias radiactivas, es recomendable asegurar que se realizan controles radiológicos mediante detectores de pórtico. Este tipo de detectores es obligatorio en ciertas condiciones.

Además, con objeto de garantizar que durante los procesos de fundición o fragmentación de materiales no se ha producido el procesamiento accidental de una fuente radiactiva, es recomendable realizar controles radiológicos a los productos y materiales resultantes del proceso, así como en las fases críticas del proceso, en forma acorde con la viabilidad y fiabilidad operativa de tales controles; y siempre acorde con las obligaciones que establece la normativa (artículo 7 del R.D.451/2020, ver anexo V de esta guía).

Los controles radiológicos serán realizados por personal con formación básica. Tras la detección puede ser conveniente requerir la colaboración de técnicos especialistas en protección radiológica. Los requisitos respecto a la formación referida han sido presentados en esta guía (apartado 3).

En los apartados 5 y 6 de esta guía se exponen las recomendaciones técnicas más relevantes para facilitar la selección e instalación de los sistemas de control radiológico adecuados.

4.1.4 Medidas de prevención en los acuerdos contractuales para el suministro de chatarra y otros materiales metálicos

Las medidas de prevención en el marco de los acuerdos contractuales para suministro de chatarra y otros materiales similares, irán encaminadas a que la entidad expedidora del material proporcione las máximas garantías de la ausencia de radiactividad en los materiales objeto de la transacción.

Para ello se recomienda la adopción de las siguientes prevenciones contractuales en los movimientos transfronterizos e importaciones de materiales metálicos, sin menoscabo de la legislación vigente en la Unión Europea:

- En los pedidos de material que se efectúen se incluirá la exigencia de que los metales o chatarras suministrados deben estar libres de radiactividad.
- En la recepción de material se debe exigir al suministrador la certificación de que ha sido adecuadamente verificada la ausencia de materiales radiactivos.

En cualquier caso, ya sea la chatarra de procedencia nacional como extranjera, los contratos de suministro deberían incluir cláusulas relativas a los derechos y obligaciones de las partes en caso de determinarse la presencia de materiales radiactivos.

En relación a la importación de materiales metálicos desde países no pertenecientes a la Unión Europea, actualmente están reguladas las condiciones que deben cumplirse para certificar la ausencia de material radiactivo.

Para ello, se exigiría un certificado en el que indique que el cargamento ha pasado un control radiológico previo y que se ha descartado la presencia de material radiactivo en el mismo (según establece el artículo 10 del R.D. 451/2020), que de forma resumida contendrá lo siguiente:

- Identificación de los agentes (instalaciones exportadora e importadora);
- Tipo y cantidad de materiales;
- Detalles de la vigilancia radiológica efectuada, niveles de investigación, personal (cualificado) que realizó la vigilancia, etc.

4.1.5 Medidas Preventivas en el almacenamiento y manipulación de mercancías en puertos marítimos y otros lugares importantes de tránsito

Se destaca la aplicación del protocolo Megaports, en puertos de interés general. A este protocolo están asociados una serie de medios de detección para la vigilancia radiológica de las mercancías (importaciones y exportaciones) que transitan través del puerto; así como protocolos específicos de actuación en caso de detecciones, que siguen las organizaciones afectadas. Se destaca el papel de la administración de Aduanas de la Agencia Tributaria, en la gestión inicial de la detección, actuando con asistencia tanto del CSN como de una UTPR específicamente designada.

4.1.6 Medidas Preventivas en cualquier instalación no incluida entre las anteriores, que pueda verse afectada por la problemática de fuentes huérfanas, por ejemplo: incineradoras de residuos, vertederos, plantas de tratamiento de residuos especiales, etc.

Se recomienda de forma genérica la aplicación de medidas de vigilancia radiológica, aunque no sea obligatorio por normativa, en función del volumen de materiales tratados en las instalaciones. Para ello, puede tomarse como referencia el anexo V de esta guía.

4.2 Organización y procedimientos de prevención

La organización de los recursos humanos y técnicos y la planificación de las actuaciones necesarias para evitar la incorporación del material radiactivo al ciclo de recuperación de los materiales metálicos y similares, deberían estar integradas en los planes de prevención de las empresas o entidades involucradas.

En este sentido se recomienda incluir en los planes de prevención un capítulo específico que desarrolle, al menos, el contenido siguiente:

- a) Los objetivos generales de la prevención ante la probabilidad de aparición de materiales radiactivos en las chatarras.
- b) La organización de medios materiales y humanos destinada a la puesta en práctica de las medidas de prevención con indicación de los puestos responsables para su adopción.
- c) Las medidas específicas que serán adoptadas en la empresa en atención a los objetivos señalados.
- d) Los procedimientos que, debidamente referenciados, deben seguirse para el establecimiento de cada medida preventiva seleccionada.
- e) Los planes, programas y objetivos de formación del personal implicado en la puesta en práctica de las medidas de prevención.

Actualmente, está regulado que esta organización y procedimientos preventivos esté documentada y sea registrada en los órganos competentes de la Administración: la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEyM) del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico y el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN). Existen dos modalidades de registro:

1. Instalaciones adscritas al Protocolo de Colaboración para la Vigilancia Radiológica de Materiales Metálicos, denominadas “Instalaciones de Vigilancia Radiológica (IVR)”, y que se registran según lo dispuesto en el apartado 4 (y anexo 1) del Anexo Técnico del dicho Protocolo.
 - Los datos a comunicar para instalaciones adscritas al Protocolo son en esencia los mismos que los requeridos reglamentariamente (R.D. 451/2020).
2. Instalaciones no adscritas, denominadas “Instalaciones de Fuentes Huérfanas (IFH)” y que se registran según lo dispuesto en el artículo 6 del R.D. 451/2020; comunicando lo siguiente:
 - a) Razón social y Código de Identificación Fiscal (CIF) del titular de la instalación; y Número de Identificación Medioambiental (NIMA), en su caso.
 - b) Memoria descriptiva de la instalación.
 1. Localización.
 2. Características básicas de la instalación.
 3. Descripción de los procesos que desarrolla.
 4. Planos de edificios, viales, entradas, etc.
 5. Producción media anual aproximada (en toneladas).
 - c) Descripción del sistema de vigilancia radiológica.
 1. Instrumentación automática (pórticos).
 2. Instrumentación móvil o portátil.
 3. Instrumentación para la vigilancia del proceso.

- d) Procedimientos utilizados para aplicar el sistema de vigilancia y control radiológicos.
- e) Descripción del área de aislamiento para el almacenamiento temporal del material radiactivo.
- f) Contrato o acuerdo con una Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR) autorizada por el CSN para la prestación de servicios en el ámbito de aplicación del R.D. 451/2020.

4.3 Entidades de asesoramiento especializado en PR para fuentes huérfanas

Como parte fundamental del sistema de prevención referido en este capítulo de la guía, se ha establecido un sistema de reconocimiento y supervisión de entidades de asesoramiento especializado en protección radiológica o UTPR, para el ámbito de recuperación y control de fuentes radiactivas huérfanas. Las UTPR deberán contar con autorización para prestar servicio, según lo dispuesto en el artículo 24 del R.D. 783/2001, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.

Se puede tener en cuenta lo dispuesto en este apartado para la preparación de las solicitudes de autorización de UTPR para el ámbito de control y recuperación de fuentes huérfanas y otro material radiactivo fuera de control regulador, así como la información detallada que se presenta en el anexo VI de esta guía.

4.3.1 Actividades

Estas entidades cubren las siguientes actividades:

- Acciones de respuesta en caso de detección de material radiactivo huérfano.
- Acciones de respuesta en caso de procesamiento accidental de fuentes radiactivas.
- Impartición de la formación básica a trabajadores y trabajadoras potencialmente expuestos/as a fuentes huérfanas, establecida en el artículo 14 del R.D. 451/2020.
- Otras actividades complementarias (asesoramiento), en el marco del R.D. 451/2020: registro de instalaciones, instrumentación de vigilancia radiológica, transferencia de material radiactivo.

Estas UTPR especializadas, deberán contar con autorización del CSN, y actuarán en el marco de un contrato o acuerdo con las instalaciones, entidades o personas, que requieran sus servicios; en aquellos lugares y circunstancias en las que pueden encontrarse fuentes huérfanas.

Para el desarrollo de su actividad, estas entidades deben contar con personal y medios técnicos adecuados; y actuarán en base a unos procedimientos adecuados formulados dentro de un sistema de gestión de calidad certificado.

4.3.2 Personal

El personal especializado en protección radiológica de estas entidades, está formado por:

1. Jefatura de UTPR. La persona que tenga este cargo, deberá contar con un diploma otorgado por el CSN específico para actividades de recuperación de fuentes huérfanas y otro material radiactivo fuera de control regulador.
 - Asimismo, el CSN ha establecido los requisitos de formación específica para Jefe/a de UTPR en este ámbito (programa formativo del Adjunto II de la Circular nº8/2019, ver anexo IV).
 - El CSN podría conceder diplomas a Jefes/as de UTPR que dispongan de un diploma de ámbito general (modalidad A “instalaciones nucleares y radiactivas”, de la

Instrucción IS-03 del CSN) y una experiencia mínima con adecuado desempeño en actividades de control y recuperación de fuentes huérfanas.

2. Personal técnico de UTPR. Las personas que desempeñen funciones como técnicos de UTPR especializados en actividades de recuperación de fuentes huérfanas y otro material radiactivo fuera de control regulador, deberán haber sido acreditados por jefatura de UTPR, en base a que hayan recibido el programa formativo específico (programa formativo del Adjunto III de la Circular nº8/2019, ver anexo IV), y tengan una experiencia mínima en trabajos de UTPR.

4.3.3 Medios técnicos

Estas entidades dispondrán de un equipamiento radiométrico adecuado, que estará formado por una dotación mínima de equipos portátiles para las siguientes mediciones:

- Determinación de isótopo,
- Medida de radiación (gamma) (tasa de dosis),
- Contaminación superficial fija y desprendible.

Adicionalmente, es recomendable que estas entidades además dispongan de sonda con pértiga y equipo de medidor de neutrones. Es necesario asimismo disponer de dotación de dosímetros de lectura directa.

Los equipos de medida tendrán una adecuada gestión y mantenimiento, incluyendo calibraciones periódicas.

Además de los equipos de medida, será necesario que dispongan de los siguientes medios:

- Equipamiento auxiliar necesario para las tareas propias del ámbito: caracterización de material radiactivo, delimitación de zonas, toma de muestras, medios para limpieza y descontaminación (cuando no deban ser aportados por la instalación afectada), etc.
- Equipamiento de protección radiológica, además de equipos de protección individual (EPI) convencionales.
- Herramientas de cálculo para estimación de actividad, o medios alternativos.

5 Detección de la presencia de material radiactivo en la chatarra y otros materiales

Las particularidades que presenta la detección de la presencia de material radiactivo en la chatarra exigen la instalación de equipos específicos y su utilización siguiendo una sistemática adecuada.

En este apartado se describen los criterios para la elección de un sistema de detección, así como la sistemática a seguir en el proceso de medición e interpretación de los resultados. Estos criterios pueden aplicarse además a otros tipos de material similares a la chatarra.

Adicionalmente, lo expuesto en este apartado puede utilizarse de orientación para la elección de los sistemas de detección y para establecer la sistemática de los procesos de medición para cumplir con lo establecido en el Protocolo de actuación en caso de detección de movimiento inadvertido o tráfico ilícito de material radiactivo en puertos de interés general.

5.1 Equipos para la detección

Para la vigilancia radiológica de la chatarra y otros materiales, con carácter general, pueden utilizarse los siguientes tipos de equipos: fijos, portátiles y de proceso.

Los equipos fijos son los denominados detectores de pórtilo y se utilizan para la vigilancia radiológica automática de grandes volúmenes de material. Suelen estar constituidos por un conjunto de varios detectores de centelleo, con un sistema informático asociado que permite analizar en continuo las variaciones del fondo de radiación al paso de los vehículos.

Los detectores de pórtilo deben tener la sensibilidad suficiente para detectar, en cortos períodos de tiempo, pequeños incrementos de la radiación de fondo, ser resistentes a las condiciones ambientales y permitir el control radiológico del vehículo completo.

Los equipos o detectores portátiles se utilizan para identificar el origen de la señal obtenida en los pórticos. Deberían ser ergonómicos, de fácil manejo, y disponer de alarmas acústicas, así como permitir la medida de los niveles de tasa de dosis o contaminación superficial en diversas escalas.

Los detectores de proceso son equipos (fijos) que se instalan en puntos clave del proceso productivo, en los que puede concentrarse un determinado isótopo radiactivo (en el caso de procesamiento accidental de material radiactivo, ver apartado 6 de esta guía). Normalmente solo se exigen para instalaciones con procesos de fusión de cierta envergadura (artículo 7 del R.D. 451/2020, ver anexo V). Algunos ejemplos de estos equipos son: espectrómetros de colada, detectores en líneas de salida de polvo de humos; sistemas de detección en los puentes grúa, en las cintas transportadoras, en las cestas de carga, etc.

Adicionalmente existen equipos que pueden ser portátiles o fijos, más sofisticados, a utilizar por personal especializado, que permiten identificar cualitativa y cuantitativamente el emisor radiactivo.

Los equipos de detección también pueden clasificarse en función de la medida obtenida:

1. Medidores de radiación (gamma, neutrónica). Ejemplos habituales: *pórticos gamma (mayoría de las instalaciones), radiómetros portátiles, pórticos de neutrones (en puertos de internos general)*.
2. Medidores de contaminación (actividad alfa y beta). Ejemplos habituales: *medidores portátiles de contaminación (con sonda alfa y beta), equipos de laboratorio*.
3. Espectrómetros (identificación de isótopo radiactivo). Ejemplos habituales: *espectrómetros portátiles, pórticos espectrométricos (en puertos de internos general), espectrómetros de proceso*.

5.2 Requisitos técnicos de los equipos de detección

5.2.1 Pórticos

El sistema de detección de pórtilo más recomendado consiste en varios paneles y una unidad de control basada en un microprocesador y su electrónica asociada.

Cada uno de estos paneles contendrá uno o varios detectores en función de las necesidades del usuario, que proporcionarán una cobertura vertical cuya área sensitiva de detección abarque la totalidad del vehículo. La configuración básica del pórtilo suele consistir en dos paneles situados en los laterales del camino de entrada del vehículo. Esta configuración

puede admitir distintas variantes mediante la instalación de detectores adicionales que permitan mejorar la capacidad de detección, como son la instalación de más de dos paneles para cada lateral y en la parte superior del pórtico.

Cada detector debe estar blindado, con el objetivo de proporcionar la necesaria reducción del fondo y aumentar la respuesta direccional. Este blindaje puede estar constituido por una capa de plomo de espesor variable en función del fondo, que cubra todas sus caras excepto la que sirve de ventana de entrada de la radiación.

El pórtico debe estar convenientemente protegido para evitar contactos accidentales por los vehículos y debería ser seleccionado de acuerdo con las condiciones ambientales habituales de su ubicación, para asegurar su óptimo funcionamiento de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Los detectores más utilizados son grandes centelleadores de plásticos planos, capaces de detectar un amplio espectro de emisores gamma con energías comprendidas entre 50 keV y 1.400 keV.

Las especificaciones técnicas de cada sistema de detección varían según el fabricante, pero como características básicas deberían disponer de autodiagnóstico, sensores y alarmas de paso y presencia de vehículos y radiación, con salida impresa de datos y, además, deberían tener un funcionamiento fácil y un mantenimiento simple.

En la elección del equipo se tendrá en cuenta que influyen en su sensibilidad: el tiempo de conteo, la distancia del vehículo al detector, la radiación del fondo natural, la densidad y distribución de la carga, e incluso las variaciones de las condiciones atmosféricas.

5.2.2 Equipos portátiles

Dependiendo del tipo de radiación a medir, los equipos portátiles se clasifican en:

1. Contaminómetros, capaces de medir la contaminación radiactiva;
2. Radiómetros, capaces de medir el nivel de radiación;
3. Espectrómetros, capaces de identificar isótopos radiactivos.

Existe una variada gama de equipos en el mercado, siendo los más recomendables para la medida de los niveles de radiación aquellos que disponen de detectores de cámara de ionización, o detectores de centelleo, y para la medida de la contaminación superficial los contadores proporcionales.

Es recomendable que las instalaciones dispongan de equipos portátiles para la realización de las siguientes medidas radiológicas:

- a. Determinación del radionúclido.
- b. Medidas de tasa de dosis.
- c. Contaminación superficial fija y desprendible.

Además, este equipamiento es exigible para las entidades que presten servicios de asesoramiento en fuentes huérfanas (UTPR) (Circular de la DPR (CSN) nº 8/2019 acerca del procedimiento de autorización de unidades técnicas de protección radiológica para prestar servicio de asesoramiento en materia de recuperación de fuentes huérfanas y otro material radiactivo fuera de control regulador).

5.3 Verificaciones y calibraciones de los equipos

Con relación a los equipos portátiles de detección las verificaciones y calibraciones se realizarán conforme a las instrucciones de sus fabricantes.

Para asegurar que los pórticos de radiación funcionan correctamente y tienen las características de detección apropiadas, se recomienda la realización de tres “procesos”, que están asociados:

1. A la instalación inicial del equipo, donde se elabora un informe con los datos del equipo.
2. A las verificaciones periódicas que aseguran su correcto funcionamiento.
3. A las calibraciones anuales para evaluar su respuesta para muestras de Cs-137 y asegurar que tienen una respuesta apropiada.

Los ensayos definidos en estos procesos permiten obtener los parámetros físicos cuantitativos y los parámetros límites del pórtico aplicando la norma ISO-11929, asociados a las medidas estáticas y dinámicas, que realizan los detectores de radiación del pórtico.

Los criterios para seleccionar los ensayos se han basado en las recientes normas relacionadas con los pórticos instalados en las fronteras ANSI-N.42-35, IEC-62244 y de la guía de la IAEA, TS-1-1240.

5.3.1 Proceso inicial en la instalación

Se recomienda realizar el proceso inicial durante la instalación del equipo. Éste puede ser realizado por el suministrador y deberá recogerse en un informe inicial de instalación, que ha de entregar al usuario. Igualmente, este informe debe realizarse o complementarse cuando se realice una reparación o modificación que afecten a los resultados de las medidas.

El informe inicial de instalación debe contener los datos y características del sistema que afectan o influyen en su calidad operativa. Este informe, también lo puede realizar la persona usuaria basado en los datos del suministrador, y recoger los resultados y datos necesarios para poder definir y activar los siguientes ensayos que están relacionados con los procesos.

El contenido mínimo del informe inicial ha de ser:

1. Listado de los documentos más importantes asociados al equipo, de los componentes principales que forman parte del sistema de detección y de los accesorios más importantes entregados por el suministrador o añadidos por el usuario. También se recomienda, incluir los datos generales de la obra civil y de los sistemas de protección.
2. Los datos o parámetros que indican las características técnicas, dimensionales y operativas más importantes del pórtico: dimensión de los detectores, altura y separación de los paneles, separación de los sistemas de protección, roderas para definir la trayectoria de los vehículos, listado de los parámetros fijados, etc.
3. Los procesos de verificación y calibración periódica que el suministrador recomienda realizar. Se han de indicar de forma clara si se emplean los procesos de ensayo definidos en este documento, los recomendados por el suministrador, así como las variaciones o ampliaciones que también se desean realizar sobre ellos. Para cada proceso que se defina se ha de fijar el periodo de ejecución recomendado y los condicionantes y objetivos que se han de superar.

5.3.2 Proceso de verificación periódica de los pórticos

El proceso de verificación incluye los procesos cualitativos y cuantitativos que se han de realizar en los pórticos de forma periódica. Estos procesos los puede realizar el usuario del equipo u otra persona suficientemente cualificada. Su alcance y contenido se habría de incluir en el informe inicial de instalación. Coincidiendo con la instalación el mantenimiento del sistema, debe realizarse una verificación inicial en la que se establezcan los valores de referencia de los parámetros cuantitativos que se han de verificar periódicamente.

Las **Verificaciones Cualitativas** más importantes que se han de realizar si se sospecha un mal funcionamiento y al menos una vez al mes, son:

1. Listado de los parámetros operativos del pórtico para verificar que no se han modificado. Cuando se realicen modificaciones se incluye el nuevo listado.
2. Funcionamiento correcto de los sensores de paso del vehículo.
3. Funcionamiento correcto de las alarmas sonoras y luminosas de detección, empleando muestras radiactivas exentas que se aproximan a los detectores, con los sensores activos o inactivos.
4. Fondo radiactivo del equipo cuando no pasan vehículos y no hay vehículos próximos que atenúan el fondo.

Cuando se detecte el funcionamiento incorrecto de algún componente básico se ha de avisar al responsable del equipo y al servicio técnico.

La **Verificación Cuantitativa** que se realizará de manera mensual, o al menos trimestral, consiste en:

1. Un Ensayo Estático para calcular la eficiencia en la superficie del panel, que consiste en medir el fondo radiactivo y las detecciones estáticas en 30 s, para una muestra de Cs-137 exenta, colocada siempre en un punto central en contacto con la superficie de cada panel. Este proceso se realiza según las instrucciones referidas en el apartado 5.3.3 de esta guía, aunque se puede sustituir por el recomendado por el fabricante.
2. Con los datos obtenidos para cada panel se cumplimentan los formatos correspondientes y se calculan las detecciones netas o la eficiencia, como la relación entre las detecciones netas y las emisiones en %.
3. Se ha de verificar que las detecciones netas o la eficiencia no varían, con respecto del valor de la verificación inicial o respecto a la verificación realizada después de la modificación de algún parámetro del pórtico. El error debe estar dentro de un margen recomendado por el fabricante o en su defecto el 10%. Si se supera el margen de variación, se ha de realizar una revisión del equipo y establecer un nuevo valor de referencia para la eficiencia en la superficie del panel.

Si esta verificación se cumple durante tres meses seguidos, se puede ampliar el periodo de verificación a una frecuencia trimestral.

5.3.3 Proceso de calibración de pórticos

El proceso de calibración de los pórticos, consiste en dos ensayos que los puede realizar el personal técnico de una UTPR o el personal de supervisión si la empresa es una instalación radiactiva. Para ello, se empleará una muestra radiactiva no exenta calibrada de Cs-137 de 370 kBq. Este proceso de calibración permite asegurar que los detectores del pórtico funcionan dentro de unos parámetros aceptables. Para ello se debe realizar un ensayo estático y otro ensayo dinámico con el objetivo de comprobar que su respuesta dinámica es mejor que el Valor Guía de detección recomendado. Este Valor Guía se establece en 600 kBq de Cs-137 con una probabilidad de detección del 95%.

Se realizarán estos ensayos una vez al año, o si se ha producido una reparación o modificación que afecte a su respuesta. Debido a las actividades de las fuentes radiactivas a utilizar en estos ensayos, éstos deben de ser realizados por personal expuesto a las radiaciones ionizantes de acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Nucleares y Radiactivas.

Los ensayos recomendados se definen en los apartados siguientes (esta información puede completarse con el *Estudio del control de material radiactivo con pórticos: EP-IF-1, Protocolos de verificación y calibración de los pórticos*; elaborado bajo convenio de Enresa-CSN-UPM, 10 de marzo de 2008).

Ensayo estático

Se ha de medir el fondo y las detecciones para la muestra, colocada en el centro de la zona sensible de detección, siguiendo las instrucciones del anexo I (del documento EP-IF-1). Con los datos obtenidos para cada detector se cumplimentan los formatos del anexo III (del documento EP-IF-1) y se calculan con las expresiones indicadas en el anexo II (del documento EP-IF-1), los siguientes parámetros:

- Eficiencia Estática: para medidas de 30 s, calculada como la relación entre la tasa de las detecciones netas y la tasa de las emisiones, y expresada en %.
- Factor tasa de dosis-actividad: este factor permite calcular el incremento de la tasa de dosis en la superficie del detector, cuando la muestra está colocada en el centro de la zona sensible del pórtico, expresado en (nSv/h)/kBq.
- Variación de la Eficiencia Estática: se ha de verificar que la eficiencia estática de cada detector, con respecto del valor de la verificación inicial o respecto a la verificación realizada después de la modificación de algún parámetro del pórtico. El margen de error debe mantenerse dentro de un margen recomendado por el fabricante o en su defecto el 10%. Si se supera este margen de variación, se ha de realizar una revisión del equipo y establecer un nuevo valor de referencia para la eficiencia estática.

Ensayo dinámico

Se pasa andando con la muestra calibrada de Cs-137 por la trayectoria que cruza el centro de la zona sensible de detección, de acuerdo con las instrucciones del anexo I (del documento EP-IF-1). Con los resultados obtenidos se cumplimentan los formatos del anexo III (del documento EP-IF-1) y se calculan con las expresiones indicadas en el anexo II (del documento EP-IF-1), los siguientes parámetros:

- Eficiencia Dinámica, calculada como la relación entre la tasa de las detecciones netas, (detecciones máximas durante un segundo, menos el fondo en 30 segundos) y la actividad de la fuente de Cs-137, expresada en %.
- Límite de Detección Dinámico, en kBq, para medidas del fondo realizadas antes de la medida dinámica durante 30 s, medidas dinámicas de la muestra durante 1 s y probabilidades de detección positivas y negativas del 99,9%.
- Nivel de Alarma, en kBq, calculadas con las detecciones dinámicas netas que fijan el nivel de la alarma definido con los parámetros del pórtico.

Con los parámetros calculados, se ha de verificar que:

- 1) El Nivel de Alarma es inferior al Valor Guía de detección recomendado de 600 kBq.
- 2) El Límite de Detección Dinámico es inferior al Valor Guía de detección recomendado de 600 kBq.

Se recomienda que el Nivel de Alarma de detección sea igual o ligeramente superior al Límite de Detección Dinámico. Si el Nivel de Alarma de detección es inferior al Límite de Detección Dinámico, la probabilidad de detectar una muestra es inferior al 99,9%, por lo que aumenta la probabilidad de falsas alarmas. No obstante, la instalación puede establecer el Nivel de Alarma de detección por debajo del Límite de Detección Dinámico, si justifica que la dinámica de trabajo es compatible con las posibles falsas alarmas.

5.4 Sistemática del proceso de detección

El procedimiento a seguir para la detección de material radiactivo en la chatarra dependerá de la instrumentación utilizada y de la actividad realizada dentro del ciclo de recuperación. Como se ha indicado, la instrumentación dependerá del tipo de instalación y de su producción (anexo V).

En las pequeñas instalaciones dedicadas a la clasificación de chatarra y otros materiales similares, el proceso de detección puede basarse en la utilización de equipos de detección portátiles. El personal de la instalación medirá la tasa de dosis en contacto con la superficie del medio de transporte en que llegue la chatarra. Si se superara el nivel de investigación (ver apartado 5.5), se procederá de acuerdo al apartado 7.1 de esta guía.

En las instalaciones de fundición y en las instalaciones dedicadas a la manipulación de la chatarra y otros materiales similares en las que existe maquinaria (cizalladoras, fragmentadoras, etc.), así como en otras instalaciones que incorporen procesos que puedan producir el deterioro o destrucción de las fuentes radiactivas), el proceso de detección debería basarse en la utilización de sistemas automáticos de detección (pórticos).

En este caso, la sistemática a seguir podría ser:

1. El vehículo cargado debería pasar obligatoriamente por el pórtico, que debería estar tarado en función de los niveles de investigación establecidos.
2. En caso de superación del nivel de tarado la señal debería ser verificada pasando de nuevo el vehículo cargado por el mismo pórtico.
3. Si tras sucesivas medidas con el pórtico, realizadas con tiempos de contaje superiores o bien en sentido inverso de marcha del camión, se reitera la señal de alarma de radiactividad en el vehículo, se deberá proceder de acuerdo al apartado 7.1 de esta guía.

En el anexo III de esta guía, se presentan esquemas con la sistemática del proceso de detección, según el tipo de instrumentación disponible.

Esta sistemática se podría extender a cualquier instalación que incorpore pórticos de detección, además de instalaciones de procesamiento de materiales metálicos o chatarra.

En el caso de instalaciones dedicadas a la manipulación de materiales metálicos el paso de los vehículos por los pórticos existentes en la instalación se debería realizar tanto a la entrada como a la salida de los cargamentos de material (chatarra, materias primas; productos, subproductos y residuos).

En las instalaciones que incorporen instrumentación o controles de proceso, la vigilancia se realizaría en continuo o mediante el muestro y análisis en laboratorio, y se dispondrá de protocolos específicos de respuesta ante detecciones.

5.5 Niveles de investigación

En procesos de detección basados en la utilización de sistemas automáticos de detección, el nivel de investigación se establecerá siguiendo las instrucciones técnicas del fabricante del equipo, de forma que sea equivalente a la tasa de dosis debida al fondo radiactivo natural de la zona más tres veces su desviación típica.

En procesos de detección basados en la utilización de equipos de detección portátiles, el nivel de investigación se fijará en una tasa de dosis de 0,3 microSievert/hora ($\mu\text{Sv/h}$) medida en contacto con la superficie del medio de transporte en el que llegue la mercancía.

5.6 Lugares de detección

La localización más apropiada para los equipos de detección dependerá del diseño de la instalación y de cómo sea manipulado material. El lugar elegido para situar los equipos de detección será compatible con los requisitos de tiempo y distancia de medida, así como con el entorno general de la instalación.

La posición más favorable para situar los equipos fijos de medida de la radiación es aquella que proporcione la más pronta detección y estará localizada donde el tránsito del material a controlar (chatarra, otros materiales) sea ineludible y de paso obligatorio previo a cualquier tipo de manipulación o proceso.

En las instalaciones de fundición de los materiales metálicos se considera recomendable la instalación de sistemas de detección en los puentes grúa, en las cintas transportadoras, en las cestas de carga o en cualquier otro punto intermedio en el flujo de materiales previo a la carga en el horno (instrumentación de control de proceso).

Como ha sido indicado respecto a la instrumentación de control de proceso (apartado 5.1 de esta guía), estos equipos se situarán en puntos clave del proceso productivo, en los que puede concentrarse un determinado isótopo radiactivo (ver apartado 6 de esta guía).

6 Detección de la presencia de contaminación radiactiva en los productos: metal, escoria, polvo de humos y otros productos

En el caso de instalaciones con procesos de fundición, la existencia de una fuente radiactiva en la materia prima a introducir en el horno puede dar lugar a la contaminación de los productos resultantes de la fusión de la chatarra: metal, escoria y polvo de humos. La distribución de la radiactividad entre estas tres fases dependerá de las propiedades físicas y químicas del radionucleido involucrado. Por ejemplo, en la fabricación del acero el Co-60 pasa prácticamente en su totalidad al acero, el uranio pasa a la escoria, y el Cs-137 al polvo de humos.

6.1 Metal

La vigilancia del metal producido como consecuencia de la fusión de la chatarra se podrá realizar mediante los analizadores de prueba de colada. Estos equipos de laboratorio, que deben ser operados por personal especializado y convenientemente entrenado en su manejo, determinan la concentración y emisor radiactivo presente en el metal mediante técnicas espectrométricas.

El límite inferior de detección de estos equipos es función de sus características propias, del tiempo de conteo y del fondo de radiación; siendo capaces de medir la presencia de Co-60 en el acero a niveles de 0,1 Bq/g en un tiempo de pocos minutos. Este isótopo, Co-60, tiende a incorporarse en el metal, al igual que el Ir-192.

6.2 Escoria

La determinación de la actividad presente en la escoria se podrá realizar utilizando el analizador de la prueba de colada para lo que habrá que tener en cuenta que la calibración de las muestras de escoria será diferente a la calibración realizada para las muestras de metal.

Otro método que puede emplearse es vigilar los camiones cargados con escoria que salgan de la instalación mediante los detectores de pórtico, pudiendo utilizarse los existentes a la entrada de la misma. La sistemática del proceso de detección sería igual a la descrita en el apartado 5.4, aunque en este caso habría que tener en cuenta que la escoria puede tener una concentración de material radiactivo de origen natural (también denominado NORM, suele presentar isótopos naturales: Ra-226 y Th-232) que no está asociado a la posible fusión de una fuente radiactiva.

6.3 Polvo de humos

La determinación de la actividad presente en el polvo de humos podrá realizarse utilizando el analizador de la prueba de colada o bien con un equipo de vigilancia en continuo situado en la línea del polvo de humos. En la práctica la obtención de muestras del polvo de humo no se realiza de forma rutinaria por lo que el análisis de las muestras de polvo de humos en el equipo de la prueba de colada se utilizaría preferentemente para confirmar una posible alarma generada por el equipo de vigilancia en continuo.

La ubicación más idónea para los equipos de vigilancia en continuo es la zona de recolección de polvo de humo después del paso por los filtros de mangas.

Las especificaciones técnicas de cada sistema de detección varían según el fabricante, pero como características básicas deberían disponer de autodiagnóstico, señal de alarma por alto nivel de radiación, salida impresa de datos, y mantenimiento simple.

En aquellas instalaciones que no dispongan de equipos de vigilancia en continuo en la línea del polvo de humos, o cuando éstos se encuentren fuera de servicio, será conveniente vigilar los vehículos cargados con polvo de humos que salgan de la instalación, pudiendo utilizarse los detectores de pórtico existentes a la entrada de la misma. Algunos isótopos, como el Cs-137, tienden a concentrarse en el polvo de humos.

6.4 Otros productos

En el caso de instalaciones con procesos distintos a la fundición, las situaciones que se pueden dar por procesamiento accidental de fuentes son diferentes y no están tan bien definidas, en base a la experiencia existente a nivel nacional sobre este tipo de sucesos.

En el caso de rotura de una fuente, dependiendo del tipo de fuente y de los productos de la instalación, podrían darse situaciones como, por ejemplo: una contaminación superficial de Cs-137 en el material de salida del proceso de fragmentación, por rotura de fuente de cesio; o una dispersión de fragmentos metálicos con actividad relativamente alta de Co-60, por rotura de fuente de cobalto, etc.

En el caso de deterioro de una fuente en otros tipos de procesos, las situaciones pueden ser más variadas, por ejemplo: una emisión de I-131 a la atmósfera por destrucción accidental de una fuente de yodo radiactivo en una planta de incineración de residuos.

7 Reacción en el caso de detección de material radiactivo

La detección de material radiactivo puede producirse en los materiales metálicos antes del procesado, o posteriormente, en sus productos resultantes, lo que requerirá diferentes actuaciones en cada caso.

7.1 Detección de material radiactivo en un cargamento de material a la entrada de la instalación

Una vez que la presencia de material radiactivo sea detectada y confirmada por los sistemas de vigilancia de la radiación, el titular o la persona responsable tendría que realizar las actuaciones que se indican a continuación:

7.1.1 Actuaciones iniciales

Estas actuaciones se aplicarían normalmente por personal de las instalaciones con la formación básica (establecida por el artículo 14 del R.D. 451/2020), pudiendo tener asistencia o asesoramiento de personal especializado en protección radiológica (PR).

- 1) Inmovilización del cargamento (normalmente del vehículo cargado) en condiciones de seguridad en una zona apartada del tránsito de personas y vehículos. Se aplicará esta medida ante indicación de superar el punto de tarado del sistema automático de detección.
- 2) Investigación de la carga (normalmente mediante inspección del vehículo), por personal con formación básica en protección radiológica, utilizando instrumentación portátil, para determinar:
 - a) La extensión del área alrededor del vehículo en la cual existe un incremento de los valores de la radiación con respecto del fondo.
 - b) Los incrementos de radiación puntuales en cualquiera de los lados del vehículo.
 - c) El valor máximo de la tasa de dosis en contacto con la superficie exterior del vehículo.
 - d) La tasa de dosis máxima medida en la cabina del conductor.

- 3) Evaluación preliminar del riesgo radiológico, teniendo en cuenta los datos de la inspección anterior, con el fin de adoptar las medidas de protección radiológica adecuadas.

7.1.2 Segregación e identificación del material radiactivo

Estos trabajos podrán efectuarse por personal de la instalación o por personal especializado en PR (técnicos/as acreditados/as en PR pertenecientes a una empresa adscrita, o técnicos/as especializados/as en PR pertenecientes a una UTPR), excepto en el caso de que se hayan medido tasas de dosis superiores a 50 $\mu\text{Sv/h}$, en cuyo caso será necesario que intervengan técnicos especializados en PR.

- 1) Descarga minuciosa del vehículo, adoptando las medidas de protección radiológica que sean necesarias, hasta identificar y aislar del resto de la carga, el material o piezas del mismo fácilmente segregables que contienen las sustancias radiactivas.

Los trabajos de segregación se realizarán evitando la dispersión de la contaminación. Se aplicarán técnicas específicas de segregación en el caso de materiales especiales, como bidones, tubos, paquetes de chatarra, etc.; o piezas de gran tamaño (por ejemplo: vaciado de bidones con material radiactivo en el interior, corte de piezas de gran tamaño, etc.).

Para efectuar los trabajos de segregación correctamente, puede utilizarse como referencia la guía técnica para la caracterización, acondicionamiento y almacenamiento de residuos radiactivos en espera de ser retirados, en el marco del Protocolo de vigilancia radiológica para los materiales metálicos (Guía A10-IF-UT-0440, de Enresa).

- 2) Comprobación, mediante los sistemas de vigilancia, de la ausencia de material radiactivo en el resto de la carga.
- 3) Aislamiento y señalización de zonas afectadas por radiación, mediante la clasificación de las mismas en función de la existencia de riesgo de exposición a la radiación; y su delimitación física, mediante balizamiento u otros medios y señalización. Estas zonas se establecerían en esta fase para realizar los trabajos de segregación y caracterización, aunque estas medidas se aplicarán también cualquier zona de almacenamiento temporal de material radiactivo en la instalación; serán efectuadas por personal especializado en PR.

7.1.3 Cualificación y cuantificación de material radiactivo

Estos trabajos serán realizados siempre por personal especializado PR (artículo 8 del R.D. 451/2020), aplicando los procedimientos correspondientes.

- 1) Caracterización radiológica, en la que se identificará el (los) radionucleido (s) emisor (es) y se procederá a la estimación de la actividad presente.

Además del isótopo y la actividad, son requeridos los siguientes datos para la caracterización (completa) del material:

- Medida de tasa de dosis en contacto y a 1 m.
- Descripción del objeto indicando las dimensiones de la pieza y peso.
- Fotografía.

Existen algunos materiales y circunstancias, en las que puede efectuarse una caracterización simple del material, no siendo en este caso necesario aportar la actividad.

La actividad podrá ser estimada a partir de métodos teóricos de cálculo de blindajes y niveles de radiación, o bien otros medios alternativos, por ejemplo: identificación de modelo de equipo radiactivo, información en la señalización de riesgo radiactivo, etc.

Si la actividad (Bq) o la concentración de actividad (Bq/g) superara los *valores de referencia* referidos en el anexo I de esta guía, el material radiactivo deberá ser gestionado por una entidad autorizada al efecto, conforme a lo establecido en la legislación vigente en materia de seguridad nuclear y protección radiológica, en España, la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa).

Para esta gestión especializada, será necesario solicitar la transferencia del material a dicha entidad (artículo 8 del R.D. 451/2020). En caso contrario, podrá valorarse la incorporación al proceso (con el visto bueno del CSN, quien supervisa la aplicación de los valores de referencia).

Para efectuar los trabajos de caracterización correctamente, puede utilizarse como referencia la citada Guía A10-IF-UT-0440, de Enresa.

7.1.4 Acondicionamiento y aislamiento de material radiactivo

- 1) El material será debidamente acondicionado (por ejemplo: plastificado, introducido en recipientes), y debe ser identificado (etiquetado), señalizado y registrado.

La zona de almacenamiento temporal del material radiactivo debería cumplir las siguientes condiciones:

1. El material almacenado estará protegido contra la intrusión y contra la humedad. Si se almacena en el exterior, deberá cubrirse con lonas, plásticos, etc.
 2. La zona de almacenamiento tendrá facilidad de acceso a medios de transporte, aunque es recomendable que el tránsito de vehículos y maquinaria sea el mínimo posible en las zonas circundantes.
 3. El lugar de almacenamiento tendrá espacio suficiente para un número mínimo de contenedores (por ejemplo: 3-4 bidones 200 litros); y adicionalmente tendrá:
 - Pavimento uniforme, resistente y que evite la acumulación de agua, por ejemplo: hormigón o asfalto;
 - Iluminación adecuada;
 - Si es un lugar exterior, estará protegido contra el agua de lluvia (mediante cubierta), y si es interior, tendrá posibilidad de ventilación;
 - El lugar deberá estar delimitado mediante barreras físicas, y señalizado.
- 2) A lo largo del proceso de segregación y caracterización, se aplicarán medidas básicas de protección radiológica:
 - Uso de equipo de protección (tyvek, mascarilla, cubrecalzados, EPIS propios: casco, guantes, gafas, etc.);
 - Medidas para evitar la dispersión de contaminación (comprobación de zonas, herramientas y materiales, confinamiento del material separado);
 - Vigilancia radiológica continua durante todo el proceso (mediante medidas de tasa de dosis).
 - 3) Comunicación del incidente al Consejo de Seguridad Nuclear, utilizando el formato del anexo II de esta guía.

La información básica sobre la detección se transmitirá de forma inmediata (descripción y medidas del objeto, fotografía, país de procedencia, tasa de dosis medida en contacto y a 1 m, etc.). Para el envío del resto de la información (isotopo o espectro, y actividad) o presentación de un informe completo, se establece un margen de tiempo, en función de los protocolos aplicables (6 meses en el caso del Protocolo de Colaboración para la Vigilancia Radiológica de Materiales Metálicos, siempre y cuando el material no presente ningún peligro inmediato).

Las actuaciones presentadas, están referidas a instalaciones con pórtico, medidores portátiles y personal con formación básica y especializada (en el apartado 5.4 de esta guía, aparece más información al respecto). En instalaciones o circunstancias en que se apliquen otros protocolos, la operativa presentada puede variar ligeramente, por ejemplo: en puertos de interés estaría incluida la inspección de la carga con pórtico espectrométrico.

7.2 Detección de material radiactivo en los productos resultantes del proceso de fundición o fragmentación de los materiales metálicos y otros materiales

En el caso de detectar niveles de radiación anómalos o contaminación radiactiva en alguno de los productos resultantes del proceso de fundición, fragmentación o similar, como consecuencia del posible procesamiento accidental (fusión, fragmentación) de una fuente radiactiva, la empresa realizaría las siguientes actuaciones:

7.2.1 Actuaciones iniciales

Estas actuaciones se aplicarían por personal de la instalación afectada por el incidente, siguiendo las recomendaciones del CSN desde el momento en que se efectúa la primera comunicación del suceso. También puede denominarse *intervención primaria*.

- 1) Confirmación de la detección, para ello:
 - Rearmar y volver a operar sistemas de detección.
 - Aplicar detectores manuales en el punto de detección y en otros puntos de los procesos y productos resultantes (con asistencia de técnicos especializados en PR).
 - Tomar muestras de todos los productos resultantes (metal, escoria, polvo de humos, triturados metálicos, u otros productos), y proceder a su análisis radiológico (con asistencia de técnicos especializados en PR y laboratorio acreditado).
- 2) Detención de la actividad productiva, medidas de autoprotección e informar.
 - a) Detención de actividad productiva involucrada en el procesamiento de la fuente radiactiva (artículo 9 del R.D. 451/2020): detener todas las fases del proceso que se entiendan afectadas, salvo aquellas en las que su funcionamiento ayude a aminorar las consecuencias, así como las labores de limpieza y descontaminación.
 - En el caso de detectar contaminación en el polvo de acería o en los conductos del sistema de ventilación (por ejemplo, debido a fusión de una fuente de Cs-137): mantener operando los sistemas de ventilación para facilitar la extracción de las áreas operativas hacia los filtros del sistema de ventilación. Previamente habrá que analizar el buen estado de los filtros para evitar posibles emisiones al exterior de la instalación.
 - En caso de detectar contaminación en el acero (por ejemplo, debido a fusión de una fuente de Co-60 o Ir-192): finalizar el proceso hasta la obtención del producto final con objeto de facilitar la posterior gestión del material contaminado. Previamente habrá que haber analizado la posibilidad real de llevar a cabo la

medida debido a la posible incidencia en la instrumentación de los hornos y la dosis a los trabajadores.

- b) Desarrollar las medidas de autoprotección precisas: aplicar las acciones urgentes que determine el CSN con el fin de proteger a los trabajadores de la instalación, a los miembros del público y al medio ambiente (artículo 9 del R.D. 451/2020).
- c) Informar inmediatamente a las autoridades competentes (artículo 9 del RD 451/2020): *Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), a la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEyM), y al órgano competente en materia de protección civil de la comunidad autónoma y a la delegación o subdelegación del Gobierno.*

3) Aplicación de medidas adicionales e intervención especializada (UTPR).

a) Aplicación de medidas adicionales de autoprotección:

- Suspender inmediatamente la salida de productos resultantes de la instalación, que hayan estado en contacto con las fases del proceso que presumiblemente puedan haber estado contaminadas.
 - Notificar la situación a cualquier destinatario que haya recibido productos resultantes que se crean afectados por el incidente, si los hubiere.
 - En caso de posibilidad de haberse distribuido el material radiactivo al mercado, la instalación en coordinación con la autoridad reguladora y la organización de respuesta a emergencias radiológicas, deberán emprender medidas para rastrear y retener o incautar los productos, informando al público y asegurando su protección.
- b) Requerir la actuación de una UTPR autorizada, quien procederá a determinar el alcance de la contaminación en la línea de proceso y en su entorno inmediato.
- Restringir el acceso al área afectada por el incidente y señalizarla.
 - Informar al personal sobre el suceso e identificar a los posibles afectados a fin de realizar la evaluación de las dosis recibidas por los mismos (exposición externa y contaminación interna).
- c) Aplicar las medidas excepcionales para evitar la dispersión de material radiactivo que establezcan las autoridades (DGPEyM, informadas favorablemente por el CSN).

7.2.2 Evaluación del alcance de la contaminación

Estas actuaciones se aplicarían por personal especializado de una UTPR, bajo supervisión del CSN. También puede denominarse *intervención especializada*.

- 1) Determinar el alcance de la contaminación en la línea de proceso y en su entorno inmediato.
- 2) Elaborar un plan de acción para adoptar las medidas de protección radiológica y de gestión de materiales que sean necesarias para descontaminar la instalación y gestionar de forma segura los residuos resultantes de las operaciones, denominado *Plan de limpieza y descontaminación*. Los aspectos de este plan, se tratan en el apartado 7.3 de esta guía.
- 3) Confirmar que las concentraciones medidas en las muestras son superiores a los *valores de referencia* referidos en el anexo I de esta guía, para determinar qué

material debe ser gestionado como residuo radiactivo (por Enresa). Los aspectos de gestión de residuos radiactivos y transferencia de material radiactivo se tratan respectivamente en los apartados 7.3 y 7.5 de esta guía.

7.3 Plan de limpieza y descontaminación de la instalación tras la detección de material radiactivo en los productos resultantes del proceso de fundición o fragmentación de los materiales metálicos y otros materiales

El Plan de limpieza y descontaminación de la instalación afectada será requerido a la instalación por las autoridades competentes, informado favorablemente por el Consejo de Seguridad Nuclear (CSN) y aprobado por la Dirección General de Política Energética y Minas (DGPEyM).

Este plan será redactado y ejecutado por una UTPR especializada en el ámbito de fuentes huérfanas, autorizada por el CSN para la prestación de este servicio, y para el control de los trabajos asociados. Este plan deberá estar refrendado por el titular de la instalación, y deberá haber sido informado favorablemente por el CSN antes de su ejecución (artículo 9 del R.D. 451/2020).

Como ha sido indicado, el Plan de limpieza y descontaminación contendrá las medidas de protección radiológica y de gestión de materiales que sean necesarias para descontaminar la instalación y gestionar de forma segura los residuos resultantes de las operaciones.

El contenido referido genérico de estos planes es el siguiente:

- Criterios radiológicos que se habrán de utilizar para cumplir con el límite de dosis establecido en el Reglamento de Protección Sanitaria contra las Radiaciones Ionizantes (RPSRI).
- Caracterización radiológica de todas las partes que han resultado contaminadas, e identificación de zonas y equipos que requieren descontaminación (línea de proceso y de los productos y subproductos afectados).
- Labores y maquinaria a utilizar para la limpieza y descontaminación de la instalación, incluyendo medidas para prevenir la dispersión de la contaminación.
- Personal encargado de la limpieza.
- Plan de pruebas a realizar.
- Gestión de los residuos generados en la limpieza y descontaminación: medidas para la segregación, caracterización radiológica y almacenamiento de material y residuos radiactivos; acondicionamiento del lugar previsto para este almacenamiento, hasta la retirada por Enresa.
- Otros aspectos a considerar: medidas de protección radiológica fundamentales, supervisión de trabajos por UTPR (vigilancia y control radiológico).

Debe tenerse en cuenta que sería necesario adaptar este contenido a cada situación accidental particular, y que podrán establecerse por el CSN condiciones especiales para la ejecución de estos planes.

Para la planificación y ejecución de los trabajos del Plan de limpieza y descontaminación, además de lo dispuesto en esta guía, puede utilizarse como referencia el anexo 6 del Informe Final de la estrategia para la prevención, detección y respuesta frente a la presencia

inadvertida de material radiactivo en el reciclado de metales y otros procesos asociados (Guía del Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares).

7.3.1 Objetivos o criterios radiológicos del plan

El objetivo de las actuaciones de limpieza y recuperación de la instalación será conseguir que la dosis residual máxima sea inferior al límite anual de dosis para miembros del público (de 1 mSv) establecido en el vigente Reglamento de Protección Sanitaria Contra las Radiaciones Ionizantes (RPSRI) (R.D. 783/2001), teniendo en cuenta las distintas vías de exposición.

Para el cumplimiento de dicho criterio se fijan los siguientes niveles derivados:

- Tasa de dosis (TD): En cada una de las zonas afectadas, se intentará reducir el valor de la tasa de dosis a 0,5 $\mu\text{Sv/h}$. Este valor es derivado del límite de dosis para miembros del público (1 mSv/año), considerando una jornada laboral de 2000 h/año. Dicho valor podrá ser modificado en función del nivel de ocupación de cada zona.
- Actividad superficial: En las zonas afectadas, los niveles de actividad superficial total (fija + desprendible) serán lo más bajos posibles, estableciéndose como objetivo a alcanzar el valor de 4 Bq/cm², para actividad superficial fija; y 0,4 Bq/cm², para actividad superficial desprendible.
- Concentración de actividad: Se considerará residuo radiactivo (a gestionar por Enresa), todos aquellos materiales cuya concentración de actividad supere los valores de referencia (anexo I de esta guía).

Independientemente de lo anterior, los criterios para determinar el tipo de gestión de material radiactivo residual, generado en trabajos de descontaminación, estarán basados en lo dispuesto en la Directiva 2013/59/Euratom respecto a *niveles de referencia* para *intervenciones* (anexo I de esta Directiva), y considerando que se deberán adaptar a cada situación particular, y deberán ser aprobados con el Plan de limpieza y descontaminación.

La definición de los objetivos radiológicos se realizará teniendo en cuenta principios ALARA (ver definiciones), y este concepto será aplicado durante el desarrollo de estos trabajos, para reducir en la medida de lo posible, la exposición a la radiación.

7.3.2 Descripción de los trabajos de limpieza y descontaminación

Se indicarán los trabajos que se realizarán en todas aquellas partes de la instalación que como consecuencia del procesamiento accidental hayan resultado afectadas, como podrían ser, por ejemplo:

- En el caso de fusión (de fuente de Cs-137): sistema de depuración de polvo de humos, silos, cisternas de camiones con polvo, etc.
- En el caso de rotura (de una fuente): fragmentadora, sistemas de aspiración, residuo ligero, metales contaminados, prensa-cizalla, etc.

Se describirán en detalle los métodos de descontaminación a aplicar y los medios técnicos necesarios, bien sean aportados por la entidad especializada (UTPR) o por la instalación.

7.3.3 Personal encargado de la limpieza y descontaminación

Los trabajos de limpieza y descontaminación han de ser realizados por personal expuesto a radiaciones ionizantes (ver definiciones) de empresas con experiencia en limpieza y descontaminación de material radiactivo, y controlados por una UTPR autorizada por el CSN para la prestación de esta clase de servicios (artículo 9 del R.D. 451/2020).

Puede ser necesario que determinados trabajos tengan que ser realizados por personal de la instalación afectada por ser conocedor en profundidad de la instalación. La participación de personal de la instalación en estos trabajos puntuales, deberá ser autorizada por el CSN (dentro del Plan de limpieza y descontaminación), y deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- No podrá superarse el límite de dosis vigente para el público (1 mSv/año), por ello, no podrá realizarse en zonas con una tasa de dosis superior a 1 μ Sv/h.
- Los trabajos se realizarán en zonas donde no exista riesgo de contaminación interna.
- Se dotará al personal de dosímetro personal y equipos de protección radiológica.
- Se actuará en compañía de un monitor de protección radiológica.
- El personal deberá haber sido informado de los riesgos y procedimiento de trabajo.

Los trabajos de protección radiológica serán realizados por una UTPR autorizada por el CSN y requerirán al menos de un técnico/a, con la cualificación adecuada en protección radiológica (técnico/a especialista en PR), para supervisar los trabajos.

Adicionalmente habrá un técnico/a especialista en protección radiológica por turno y por cada zona contaminada en la cual se trabaje simultáneamente en el mismo turno.

7.3.4 Protección radiológica durante la limpieza y descontaminación

Se describirán los trabajos que se vayan a realizar dentro del ámbito de la protección radiológica. Estos trabajos serán:

- Vigilancia y control radiológico de la planta: medición de la tasa de dosis y actividad superficial en las zonas de la instalación objeto de descontaminación y limpieza, así como las zonas circundantes.
- Monitores de vigilancia radiológica (continua durante los trabajos de descontaminación).
- Medidas de prevención de la dispersión de la contaminación: delimitación y clasificación de zonas, establecimiento de zonas de paso, determinación de zonas para almacenamiento y acopio de residuos, materiales a plastificar, etc.
- Determinación de equipos de protección individual a utilizar en cada zona, para las tareas a realizar en las zonas contaminadas (guantes, máscaras, buzos tyvek, calzas, máscaras respiratorias con filtros de partículas, etc.).
- Chequeo (monitorización operacional) de personal que realiza labores de limpieza y descontaminación, labores auxiliares, público en general potencialmente afectado: comprobación de niveles de radiación y contaminación, chequeo de contaminación de personas y materiales, a la salida de las zonas afectadas, etc.:
 - a. Metodología para efectuar el chequeo de personas (medidas de dosis y medidas de contaminación tanto externa como interna);
 - b. Metodología para efectuar el chequeo de materiales (medidas de contaminación).

El chequeo de miembros del público se aplicaría a todo el personal que se encontrase bajo responsabilidad del titular de la instalación, que no participe en las tareas del plan de limpieza: trabajadores/as, contratas, etc.; y que pueda haber sido afectado por el incidente en la instalación.

- Toma de muestras (para posterior análisis) para cuantificación de material radiactivo (determinación de actividad específica) y determinación isotópica.

7.3.5 Plan de pruebas a realizar tras la limpieza y descontaminación

Los trabajos de limpieza en una zona o sistema finalizan cuando, por parte de la UTPR, se consideren cumplidos los criterios radiológicos, es decir, cuando el nivel de contaminación se encuentre dentro de los valores de referencia fijados por la autoridad reguladora. En este caso, se solicitará al CSN autorización para realizar una serie de pruebas con el objeto de verificar la limpieza y descontaminación de la instalación.

Los resultados de las pruebas servirán para confirmar que se han cumplido los criterios radiológicos (resultados obtenidos en dichas pruebas inferiores a los criterios radiológicos), en cuyo caso, se puede solicitar la vuelta a la actividad productiva. En caso contrario se deberá seguir limpiando todos los sistemas afectados y seguir realizando pruebas.

7.3.6 Gestión de residuos generados. Caracterización de residuos radiactivos

Los residuos generados se irán acondicionando e introduciendo en recipientes adecuados. Todos los recipientes se caracterizarán radiológicamente, para lo cual se realizarán las siguientes medidas:

- Medición de los niveles de radiación en contacto por todos los lados, por arriba y a un metro de distancia en el punto de mayor tasa de dosis de los recipientes usados para el almacenamiento de residuos (bolsas tipo big-bag, bidones, etc.). Se anotará para cada recipiente el valor máximo medido en cada uno de los lados, caras, superficie lateral, etc.
- Análisis espectrométrico a cada una de las muestras recogidas de cada uno de los recipientes generados, siempre que por el tamaño y naturaleza del material permita un muestreo representativo del contenido. En el caso de big-bag de 1 m³ de capacidad con polvo de acería o material similar, para que la muestra sea representativa del total se podrá utilizar como método de muestreo, la toma de muestras de manera fraccionada en tres veces, según se vaya produciendo el llenado. Cada una de ellas se introducirá en una bolsa para proceder a la mezcla y homogeneización del contenido. Desde el punto de vista operativo es más recomendable obtener muestras según se vaya llenando el recipiente. En caso contrario, habría que tomar las muestras con un útil que alcanzara la zona inferior del contenedor y tomar tres muestras a distintas alturas.

Para el análisis de las muestras se deberá contar con la colaboración de un laboratorio externo especializado en la medida de radiactividad, que deberá estar acreditado para el análisis radiológico y disponer de un sistema de gestión de calidad reconocido.

Este laboratorio podrá realizar el análisis de todas las muestras; o bien, validar los resultados de las medidas realizadas en el espectrómetro que posea la instalación mediante el contraste de los resultados de una serie de muestras (en este caso es recomendable que el número de análisis realizado en el laboratorio no sea inferior a 15).

Como criterio orientativo, habrá que disponer de al menos 120 recipientes de 1 m³ de capacidad, y el mismo número de recipientes para el análisis cuantitativo de las muestras, cuya capacidad sea tal que permita introducir dicha muestra dentro de los espectrómetros donde se vayan a realizar las medidas.

- Determinación de actividad superficial fija y desprendible (bultos).
- Estimación de actividad, que podrá basarse en cálculos utilizando métodos teóricos de cálculo de blindajes y niveles de radiación medidos en los diferentes recipientes. Para ello se modelizará cada recipiente con su contenido obteniéndose un factor de conversión de tasa de dosis a actividad. El resultado se comparará con las medidas de caracterización radiológica realizadas en laboratorio.

Los residuos radiactivos generados deberán ser gestionados por Enresa (artículo 9 del R.D. 451/2020). La entidad afectada tendrá que suscribir un contrato con Enresa, con la cual acordará las retiradas de los residuos radiactivos que se generen.

7.3.7 Gestión de residuos generados. Acondicionamiento y almacenamiento temporal de residuos radiactivos

Será habilitada una zona suficientemente amplia para el acopio de todos los recipientes que contengan material contaminado. Dicha zona tendrá que cumplir los siguientes requisitos:

- Zona segura para evitar la intrusión de personas ajenas a la instalación.
- Solera con superficie impermeable (de hormigón o asfalto, cubierta por un material plástico), nunca de tierra.
- Superficie techada para protección contra el agua de lluvia.
- Zona poco transitada por el personal de la instalación, estará acordonada según criterios radiológicos.

Los residuos generados se introducirán segregados por tipo de material en recipientes adecuados de material resistente y de tamaño apropiado, de manera que permitan su fácil manipulación y estiba, en cantidad acorde al tamaño de la planta y al volumen previsto. El llenado de los mismos se realizará lo más homogéneamente posible en cuanto a sus características radiológicas.

Se prestará atención a la segregación previa de materiales con contenido radiactivo de aquellos que no estén contaminados, evitando desde el principio de las operaciones la mezcla de los mismos. Los recipientes en los que se introduzcan los residuos irán referenciados. De manera orientativa, podrán utilizarse los siguientes tipos:

- Bolsas tipo *big-bag* de 1 m³ de capacidad.
- Bidones de 220 o 400 litros de capacidad.

Independientemente, para los materiales que por sus características radiológicas se vayan a retirar como residuo radiactivo, se acordará con Enresa el tipo de contenedor y acondicionamiento que se pueda realizar para su retirada.

De acuerdo con Enresa, y previa autorización del CSN, se podrán aplicar tratamientos para optimizar el volumen de residuos.

Los recipientes de residuos estarán señalizados e identificados, y si es necesario se dotarán de blindaje contra las radiaciones.

Los materiales con contenido radiactivo inferior a los valores establecidos en los objetivos radiológicos del Plan de limpieza y descontaminación aprobado por el CSN (según los *valores de referencia*, ver anexo I) podrán ser expedidos o gestionados como residuo convencional o residuo especial no radiactivo. Será no obstante necesario, que se informe al CSN sobre el destino de los mismos.

7.3.8 Informe final de actuaciones derivadas del plan

La instalación informará al CSN de todas las actuaciones que vaya realizando, y a la conclusión de los trabajos de limpieza y descontaminación, presentará un informe final como paso previo para la normalización de la instalación. Este informe final de actuaciones, es un documento distinto al Plan de limpieza y descontaminación.

7.3.9 Normalización de la instalación

El Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, en concreto la DGPEyM, autorizará la normalización de la instalación previo informe favorable del CSN.

7.4 Actuaciones especiales de emergencia

Las actuaciones especiales de emergencia por sucesos como procesamiento accidental de una fuente o en general, por situaciones de emergencia debidas a fuentes huérfanas, justificadas por verse comprometida la protección de los trabajadores o trabajadoras y la del público en general, contemplarán una serie de medidas a aplicar en fase de emergencia, adicionales, no presentadas en los puntos anteriores. En estos casos, en coordinación con las autoridades competentes (CSN y Protección Civil), se aplicarán, siempre de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 15 del R.D. 451/2020:

- Medidas del plan de autoprotección, a nivel de la instalación.
- Medidas específicas contempladas en los protocolos a los que se encuentre adherida la instalación (*Vigilancia Radiológica de Materiales Metálicos*, *Vigilancia Radiológica en Puertos*).
- Planes de Protección Civil frente a emergencias radiológicas (guía de desarrollo: Guía Técnica del CSN para el Desarrollo y la Implantación de los Criterios Radiológicos de la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo Radiológico).

7.5 Gestión final de material radiactivo: Retirada de residuos radiactivos

7.5.1 Materiales generados a partir de una detección

Una vez realizado el acondicionamiento de residuos radiactivos (clasificados como tal en función de los valores de referencia), y situados el lugar de almacenamiento temporal de la instalación; debe tramitarse la transferencia de este material a la entidad autorizada al efecto, en España, Enresa; si la retirada no ha sido efectuada anteriormente como acción urgente debida a situación de emergencia.

La transferencia de material radiactivo a Enresa, en función de la situación de la entidad que la solicita, se efectuará mediante:

- Transferencia genérica, para entidades adscritas al Protocolo de Colaboración para la Vigilancia Radiológica de Materiales Metálicos (trámite simplificado, delegado al órgano competente del CSN). Se inicia por el CSN de oficio, una vez que la instalación haya aportado todos los datos de caracterización del material radiactivo, referidos al apartado 7.1 de esta guía.
- Transferencia específica, para el resto de entidades (la transferencia la autoriza la DGPEyM, previo informe del CSN). La transferencia del material debe ser solicitada a la DGPEyM, según lo dispuesto en el artículo 13 del R.D. 451/2020.

La transferencia a Enresa del material radiactivo deberá solicitarse por registro a la DGPEyM, aportando la siguiente documentación (artículo 13 del R.D.451/2020):

- a) Identificación de la empresa o entidad.
- b) Descripción del material o equipos radiactivos.
- c) Procedencia de los materiales o equipos radiactivos.
- d) Ubicación del lugar de almacenamiento seguro del material o equipos radiactivos.

- e) Medios de señalización y seguridad de que se disponga para impedir el acceso de personal no autorizado a los materiales o equipos radiactivos cuya transferencia se solicita.
- f) Informe realizado por la Unidad Técnica de Protección Radiológica autorizada por el Consejo de Seguridad Nuclear para la prestación de servicios en este ámbito.

Hasta que el material sea retirado, la entidad titular del mismo será responsable de su custodia y almacenamiento en condiciones seguras.

7.5.2 Materiales generados en labores de descontaminación

En relación a la retirada de residuos radiactivos generados en las labores de limpieza y descontaminación, esta quedaría aprobada intrínsecamente por el CSN al informar favorablemente el Plan de limpieza y descontaminación, el cual deberá incluir un acuerdo formal con Enresa para la retirada de los residuos radiactivos generados.

8 Información al CSN

El titular o el responsable de la instalación o actividad, una vez practicadas las oportunas acciones (de urgencia), según lo indicado en los apartados 7.1 y 7.2, dirigirá la correspondiente comunicación al CSN (teléfonos: 91 346 06 16, 91 346 06 19, 91 346 06 18; telefax: 91 346 04 71; e-mail: marcha@csn.es; con copia a ore@csn.es).

En general, en el caso de incidentes o emergencias debidos a fuentes huérfanas, se contactará con el CSN de forma urgente, comunicando la siguiente información disponible acerca del suceso (datos a aportar con carácter orientativo):

- a) El nombre y dirección del lugar del incidente/accidente.
- b) El nombre, número de teléfono y organización a la que pertenece el comunicante.
- c) La fecha y hora de ocurrencia del suceso.
- d) Naturaleza y descripción del suceso (localización y detección del material radiactivo).
- e) Estado físico del material radiactivo.
 - Estado de conservación (intacta o dañada).
 - Datos de la etiqueta del bulto radiactivo: actividad, índice de transporte, etc.
 - Fotografías, planos o descripciones de la fuente o material radiactivo, de las etiquetas y del emplazamiento.
- f) Datos radiológicos del material radiactivo.
 - Radionúclidos implicados.
 - Resultados de cualquier medida de exposición o contaminación efectuada, así como identificación de la persona que las ha realizado y el equipo utilizado.
- g) Miembros del público potencialmente expuestos a la radiación o lesionados (o que han manipulado la fuente/material radiactivo). Tipo de asistencia que se requiere; (las personas potencialmente expuestas a la radiación deberán ser identificadas para su posterior control).
- h) Si se ha notificado a algún otro organismo público.

9 Registros y archivo

El titular de la instalación o actividad mantendrá un archivo donde se registre la fecha en que se realizaron las vigilancias radiológicas a los cargamentos de chatarra u otros

materiales y a los productos resultantes del proceso productivo. Estos registros serán archivados durante un periodo mínimo de seis meses.

Cada detección de material radiactivo concluiría con la emisión de un informe en el que se describan las actuaciones realizadas y sus resultados. Este informe, junto con la documentación correspondiente, será archivado por el titular de la instalación durante un período mínimo de tres años.

Adicionalmente, tanto los titulares de la actividad como las entidades especializadas (UTPR) que hayan realizado actuaciones ante detecciones de material radiactivo o ante procesamiento accidental de fuentes radiactivas, prepararán y mantendrán, en cada caso aplicable, los siguientes registros e informes y los mantendrán archivados durante un período mínimo de tres años:

- Registro de los datos de detecciones (puede emplearse en formato del anexo II de esta guía).
- Informe de las actuaciones ante detecciones. Se puede tomar como referencia el siguiente contenido:
 - i. Información sobre la detección.
 - ii. Control radiológico de la carga y actuaciones iniciales de la instalación.
 - iii. Medios aportados para la intervención.
 - iv. Segregación del material radiactivo.
 - v. Caracterización del material radiactivo.
 - vi. Estimación de actividad.
 - vii. Acondicionamiento y almacenamiento.
- Registro de los datos del proceso de descontaminación (incorporados a cada plan de limpieza y descontaminación): registro de los datos de ejecución del plan: *dosis individuales, radiación externa (TD), niveles de contaminación medidos, volumen de residuos*, etc.
- Planes de limpieza y descontaminación de la instalación (contenidos descritos en el apartado 7.3 de esta guía).
- Informe de las actuaciones ante fusiones o fragmentaciones. Se puede tomar como referencia el siguiente contenido:
 - i. Funcionamiento de la planta.
 - ii. Sistemas de detección de la radiación instalados.
 - iii. Descripción cronológica del suceso.
 - iv. Situación radiométrica inicial de la instalación.
 - v. Recuperación de la instalación.
 - vi. Descontaminación de equipos y maquinaria. Técnicas utilizadas.
 - vii. Situación radiométrica final de la instalación.
 - viii. Gestión de residuos radiactivos. Expediciones realizadas.
 - ix. Normas de protección radiológica usadas.
 - x. Dosimetría del personal durante la intervención.
 - xi. Procedimientos utilizados.
 - xii. Conclusiones.

10 Referencias

Para la elaboración de esta guía, se ha tenido en cuenta la siguiente relación de normativa y documentos de referencia:

- Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear.
- Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear.
- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 451/2020, de 10 de marzo, sobre control y recuperación de las fuentes radiactivas huérfanas.
- Directiva 2013/59/Euratom, del Consejo de 5 de diciembre de 2013, por la que se establecen normas de seguridad básicas para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes.
- Circular nº8/2019 acerca del procedimiento de autorización de unidades técnicas de protección radiológica para prestar servicio de asesoramiento en materia de recuperación de fuentes huérfanas y otro material radiactivo fuera de control regulador.
- Circular nº2/2020 acerca de la aplicación práctica del RD 451/2020, de 10 de marzo, sobre control y recuperación de fuentes radiactivas huérfanas.
- Protocolo de colaboración sobre la vigilancia radiológica de los materiales metálicos (Rev.2, de 29 de abril de 2015).
- Protocolo de actuación en caso de detección de movimiento inadvertido o tráfico ilícito de material radiactivo en puertos de interés general (Protocolo Megaports, firmado en Madrid, el 15 de junio de 2010).
- Guía técnica para la caracterización, acondicionamiento y almacenamiento de residuos radiactivos en espera de ser retirados, en el marco del Protocolo de vigilancia radiológica para los materiales metálicos (Enresa, A10-IF-UT-0440).
- Informe final de Estrategia para la prevención, detección y respuesta frente a la presencia inadvertida de material radiactivo en el reciclado de metales y otros procesos asociados, o *del Foro* (Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares, 2011).

11 Anexos

Anexo I

Valores de referencia.

Como valores de referencia de *actividad* o *actividad específica*, para determinar la exención del control regulador de material radiactivo detectado, o para determinar la modalidad de gestión de residuos generados en las actividades que contempla esta Guía, se utilizarán:

- Los **valores de exención** de la tabla A del anexo VII de la Directiva 2013/59/Euratom, en el caso de actividades asimilables a “prácticas” (todas las detecciones de material radiactivo identificadas en operación normal de la actividad).

La aplicación de los valores de la tabla B del anexo VII de la Directiva 2013/59/Euratom, queda reservada al organismo regulador, debido a que su aplicación requiere consideraciones especiales (complejas) respecto al tipo y cantidad de material radiactivo.

- Los **valores de referencia**, derivados de “niveles de intervención” (dosis), establecidos por el organismo regulador según lo establecido en anexo I de la Directiva 2013/59/Euratom, en el caso de intervenciones debido a accidentes o emergencias radiológicas originadas por fuentes huérfanas (por ejemplo, material residual generado en labores de descontaminación de una instalación por procesamiento accidental de fuente: gestionado como residuo radiactivo o como residuo convencional).

TABLA A

Valores de la concentración de actividad para exención o desclasificación de materiales que pueden aplicarse por defecto a cualquier cantidad y a cualquier tipo de material sólido

TABLA A PARTE 1

Radionucleidos artificiales

Radionucleido	Concentración de actividad (kBq kg ⁻¹)	Radionucleido	Concentración de actividad (kBq kg ⁻¹)	Radionucleido	Concentración de actividad (kBq kg ⁻¹)
H-3	100	K-43	10	Mn-56	10
Be-7	10	Ca-45	100	Fe-52 (*)	10
C-14	1	Ca-47	10	Fe-55	1 000
F-18	10	Sc-46	0,1	Fe-59	1
Na-22	0,1	Sc-47	100	Co-55	10
Na-24	1	Sc-48	1	Co-56	0,1
Si-31	1 000	V-48	1	Co-57	1
P-32	1 000	Cr-51	100	Co-58	1
P-33	1 000	Mn-51	10	Co-58 m	10 000
S-35	100	Mn-52	1	Co-60	0,1
Cl-36	1	Mn-52 m	10	Co-60 m	1 000
Cl-38	10	Mn-53	100	Co-61	100
K-42	100	Mn-54	0,1	Co-62 m	10

Radionucleido	Concentración de actividad (kBq kg ⁻¹)	Radionucleido	Concentración de actividad (kBq kg ⁻¹)	Radionucleido	Concentración de actividad (kBq kg ⁻¹)
Ni-59	100	Mo-93	10	Te-129 m (°)	10
Ni-63	100	Mo-99 (°)	10	Te-131	100
Ni-65	10	Mo-101 (°)	10	Te-131 m (°)	10
Cu-64	100	Tc-96	1	Te-132 (°)	1
Zn-65	0,1	Tc-96 m	1 000	Te-133	10
Zn-69	1 000	Tc-97	10	Te-133 m	10
Zn-69 m (°)	10	Tc-97 m	100	Te-134	10
Ga-72	10	Tc-99	1	I-123	100
Ce-71	10 000	Tc-99 m	100	I-125	100
As-73	1 000	Ru-97	10	I-126	10
As-74	10	Ru-103 (°)	1	I-129	0,01
As-76	10	Ru-105 (°)	10	I-130	10
As-77	1 000	Ru-106 (°)	0,1	I-131	10
Se-75	1	Rh-103 m	10 000	I-132	10
Br-82	1	Rh-105	100	I-133	10
Rb-86	100	Pd-103 (°)	1 000	I-134	10
Sr-85	1	Pd-109 (°)	100	I-135	10
Sr-85 m	100	Ag-105	1	Cs-129	10
Sr-87 m	100	Ag-110 m (°)	0,1	Cs-131	1 000
Sr-89	1 000	Ag-111	100	Cs-132	10
Sr-90 (°)	1	Cd-109 (°)	1	Cs-134	0,1
Sr-91 (°)	10	Cd-115 (°)	10	Cs-134 m	1 000
Sr-92	10	Cd-115 m (°)	100	Cs-135	100
Y-90	1 000	In-111	10	Cs-136	1
Y-91	100	In-113 m	100	Cs-137 (°)	0,1
Y-91 m	100	In-114 m (°)	10	Cs-138	10
Y-92	100	In-115 m	100	Ba-131	10
Y-93	100	Sn-113 (°)	1	Ba-140	1
Zr-93	10	Sn-125	10	La-140	1
Zr-95 (°)	1	Sb-122	10	Ce-139	1
Zr-97 (°)	10	Sb-124	1	Ce-141	100
Nb-93 m	10	Sb-125 (°)	0,1	Ce-143	10
Nb-94	0,1	Te-123 m	1	Ce-144	10
Nb-95	1	Te-125 m	1 000	Pr-142	100
Nb-97 (°)	10	Te-127	1 000	Pr-143	1 000
Nb-98	10	Te-127 m (°)	10	Nd-147	100
Mo-90	10	Te-129	100	Nd-149	100

Radionucleido	Concentración de actividad (kBq kg ⁻¹)	Radionucleido	Concentración de actividad (kBq kg ⁻¹)	Radionucleido	Concentración de actividad (kBq kg ⁻¹)
Pm-147	1 000	Pt-197	1 000	Pu-235	100
Pm-149	1 000	Pt-197 m	100	Pu-236	1
Sm-151	1 000	Au-198	10	Pu-237	100
Sm-153	100	Au-199	100	Pu-238	0,1
Eu-152	0,1	Hg-197	100	Pu-239	0,1
Eu-152 m	100	Hg-197 m	100	Pu-240	0,1
Eu-154	0,1	Hg-203	10	Pu-241	10
Eu-155	1	Tl-200	10	Pu-242	0,1
Gd-153	10	Tl-201	100	Pu-243	1 000
Gd-159	100	Tl-202	10	Pu-244 (°)	0,1
Tb-160	1	Tl-204	1	Am-241	0,1
Dy-165	1 000	Pb-203	10	Am-242	1 000
Dy-166	100	Bi-206	1	Am-242 m (°)	0,1
Ho-166	100	Bi-207	0,1	Am-243 (°)	0,1
Er-169	1 000	Po-203	10	Cm-242	10
Er-171	100	Po-205	10	Cm-243	1
Tm-170	100	Po-207	10	Cm-244	1
Tm-171	1 000	At-211	1 000	Cm-245	0,1
Yb-175	100	Ra-225	10	Cm-246	0,1
Lu-177	100	Ra-227	100	Cm-247 (°)	0,1
Hf-181	1	Th-226	1 000	Cm-248	0,1
Ta-182	0,1	Th-229	0,1	Bk-249	100
W-181	10	Pa-230	10	Cf-246	1 000
W-185	1 000	Pa-233	10	Cf-248	1
W-187	10	U-230	10	Cf-249	0,1
Re-186	1 000	U-231 (°)	100	Cf-250	1
Re-188	100	U-232 (°)	0,1	Cf-251	0,1
Os-185	1	U-233	1	Cf-252	1
Os-191	100	U-236	10	Cf-253	100
Os-191 m	1 000	U-237	100	Cf-254	1
Os-193	100	U-239	100	Es-253	100
Ir-190	1	U-240 (°)	100	Es-254 (°)	0,1
Ir-192	1	Np-237 (°)	1	Es-254 m (°)	10
Ir-194	100	Np-239	100	Fm-254	10 000
Pt-191	10	Np-240	10	Fm-255	100
Pt-193 m	1 000	Pu-234	100		

(*) Los radionucleidos padre y su progenie cuyas contribuciones de dosis se tienen en cuenta al calcular la dosis (y exigen por tanto considerar solamente el nivel de exención del radionucleido padre), se enumeran en la tabla siguiente:

Radionucleido padre	Progenie	Radionucleido padre	Progenie
Fe-52	Mn-52 m	Sn-113	In-113 m
Zn-69 m	Zn-69	Sb-125	Te-125 m
Sr-90	Y-90	Te-127 m	Te-127
Sr-91	Y-91 m	Te-129 m	Te-129
Zr-95	Nb-95	Te-131 m	Te-131
Zr-97	Nb-97 m, Nb-97	Te-132	I-132
Nb-97	Nb-97 m	Ce-137	Ba-137 m
Mo-99	Tc-99 m	Ce-144	Pr-144, Pr-144 m
Mo-101	Tc-101	U-232	Th-232, Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208
Ru-103	Rh-103 m	U-240	Np-240 m, Np-240
Ru-105	Rh-105 m	Np-237	Pa-233
Ru-106	Rh-106	Pu-244	U-240, Np-240 m, Np-240
Pd-103	Rh-103 m	Am-242 m	Np-238
Pd-109	Ag-109 m	Am-243	Np-239
Ag-110 m	Ag-110	Cm-247	Pu-243
Cd-109	Ag-109 m	Es-254	Bk-250
Cd-115	In-115 m	Es-254 m	Fm-254
Cd-115 m	In-115 m		
In-114 m	In-114		

TABLA A PARTE 2
Radionucleidos naturales

Valores de exención o desclasificación para radionucleidos naturales en materiales sólidos en equilibrio secular con sus descendientes:

Radionucleidos naturales de la serie del U-238	1 kBq kg ⁻¹
Radionucleidos naturales de la serie del Th-232	1 kBq kg ⁻¹
K-40	10 kBq kg ⁻¹

En el caso de presentarse una mezcla de radionucleidos, los materiales radiactivos detectados no necesitarán ser gestionados por una entidad autorizada si se verifica el cumplimiento de la expresión:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{Li}} \leq 1$$

Siendo:

C_i la concentración del isótopo i en el material considerado, por unidad de masa (Bq/g) o actividad superficial (Bq/cm²).

C_{Li} los valores de referencia de actividad por unidad de masa (Bq/g) o actividad superficial (Bq/cm²).

n número de radionucleidos existente en la mezcla.

Anexo II

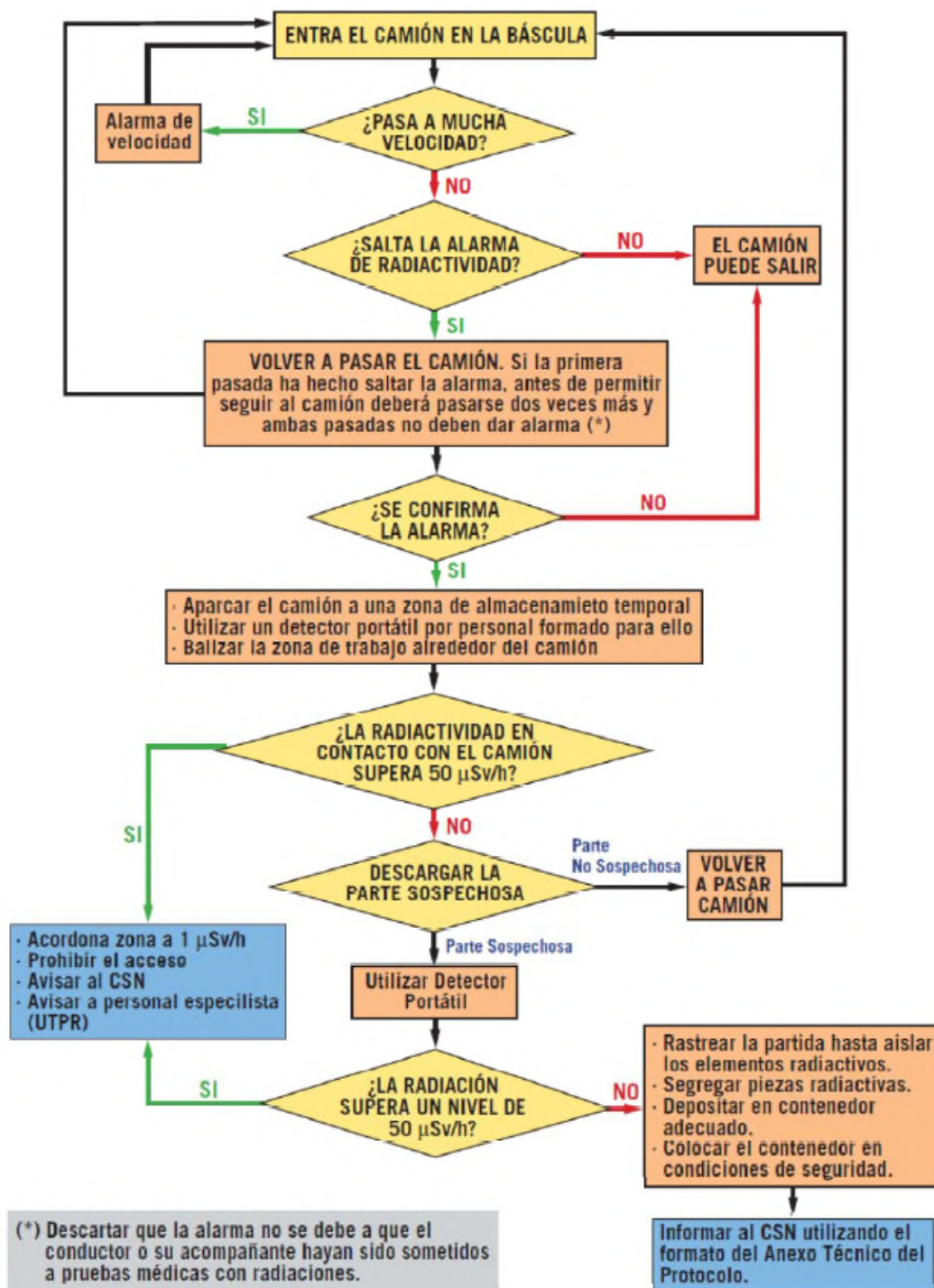
Comunicación al Consejo de Seguridad Nuclear de la detección de material radiactivo entre los materiales metálicos (válido también para otros tipos de materiales o detecciones en su parte aplicable).

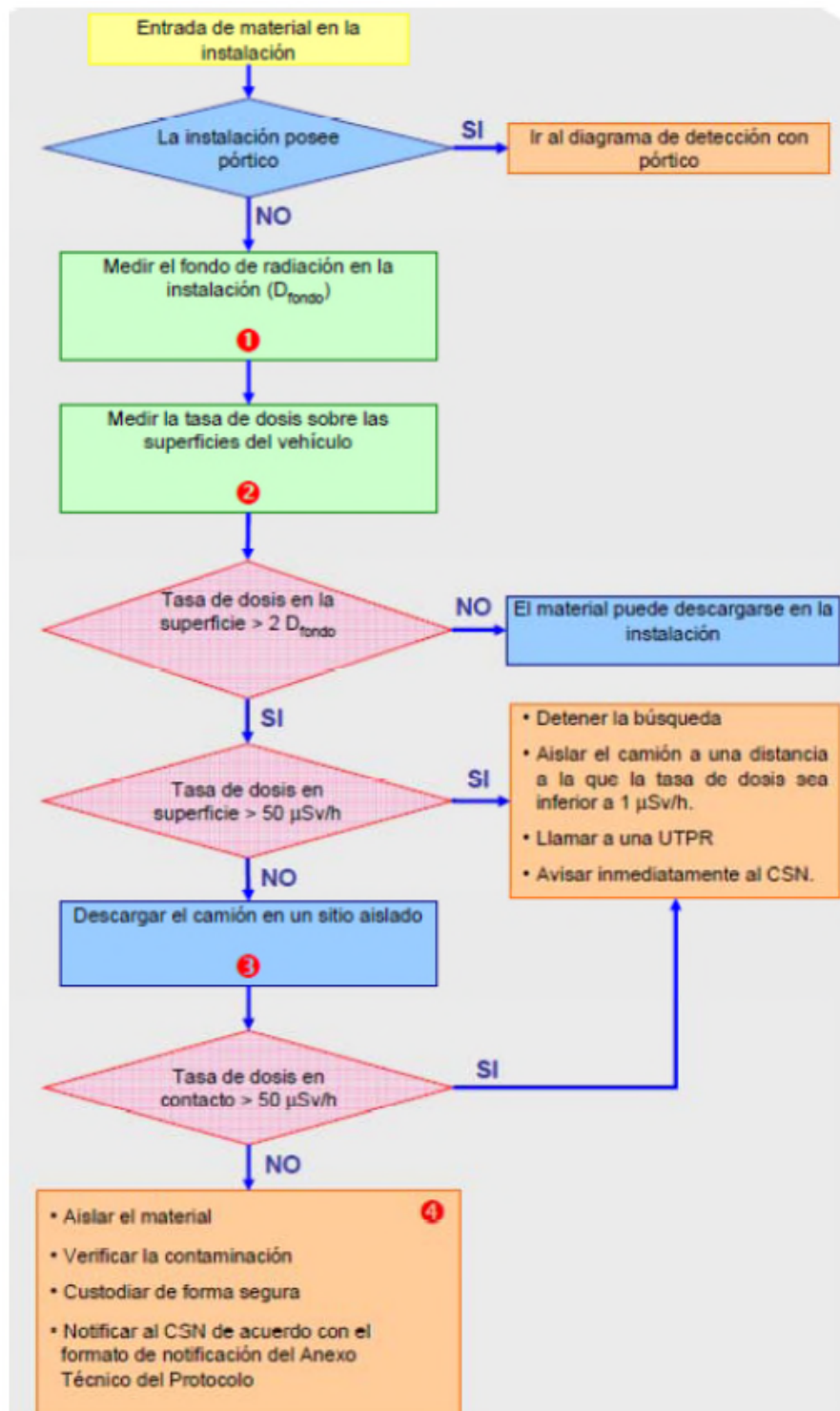
Fecha de la detección:
IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN O LUGAR DE DETECCIÓN
Lugar de detección
Dirección
Persona de contacto
Teléfono de contacto
Fax de contacto
Correo electrónico (e-mail)
Procedencia de la carga
País de origen de la mercancía Si el país de origen de la mercancía es diferente del país del proveedor, indicar el país de origen del material. (Apartado 6 del Anexo VII del Reglamento (CE) 1013/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de junio de 2006, relativo a los traslados de residuos).
Proveedor de la mercancía (dirección, persona y teléfono de contacto)
Medio de transporte (Identificar camión, barco, contenedor, etc.)
Datos preliminares de la investigación
Valores medidos por el sistema de instrumentación fija (Siempre que sea posible, adjuntar ticket)
Valor del fondo de radiación ambiental de la zona $\mu\text{Sv/h}$.
Extensión del área en la cual existe un incremento de los valores de la radiación con respecto del fondo
Identificación de incrementos de radiación puntuales en algunos de los lados del camión, contenedor o vagón (identificar situación).
Tasa de dosis máxima medida en la cabina del conductor, en $\mu\text{Sv/h}$

Acciones llevadas a cabo tras la detección		
(Marcar con un círculo lo que proceda)		
Descarga y segregación del resto de la carga	SI	NO
Identificación del material	SI	NO
Plastificado	SI	NO
Blindado	SI	NO
Aislado en condiciones de seguridad	SI	NO
Otras (indicar)		
Identificación del material segregado		
Descripción del material (piezas contaminadas, fuentes radiactivas con blindaje o sin blindaje, pararrayos radiactivo, ...)		
Se adjunta información fotográfica (Marcar con un círculo lo que proceda)	SI	NO
Dimensiones y peso de cada pieza/material		
Estado físico (intacto, deteriorado, oxidado, corroído, ...)		
Naturaleza (plomo, acero, cerámico, latón, aluminio, ferroaleación, cobre ...)		
Fuente encapsulada (marcar con un círculo lo que proceda)	SI	NO
Alojada en el interior de su contenedor de blindaje	SI	NO
Etiquetas, señalizaciones, placas, marcas		
Caracterización radiológica de cada pieza/material		
Medida de tasa de dosis en contacto	μSv/h	
Medida de tasa de dosis a 1 metro	μSv/h	
Material contaminado superficialmente con emisores β-γ	Bq/cm ²	
Material contaminado superficialmente con emisores α	Bq/cm ²	
Isótopo(s) radiactivo(s)		
Actividad o concentración de actividad	Bq, Bq/g	

Anexo III

Diagrama de flujo para el procedimiento de control de materiales (chatarra) a la entrada de instalaciones con pórtico y con instrumentación portátil.





1

Antes de medir el valor de fondo, se comprobará que el nivel de carga de la batería es correcto (mirar las especificaciones del fabricante).

Realizar 10 medidas de fondo en un lugar donde no se sospeche la presencia de material radiactivo. A modo orientativo y siempre que se pueda, se realizará la medida en el mismo lugar donde se vaya a efectuar la vigilancia radiológica de la entrada de materiales. Esta medida se hará siempre que no haya ningún camión presente en el lugar.

Anotar las lecturas y calcular el valor medio.

Algunos radiómetros calculan automáticamente el valor medio para un determinado periodo de medida (en este caso, el periodo de medida no deberá ser inferior a 3 minutos)

2

La medida de la tasa de dosis se efectúa acercándose progresivamente al vehículo. Si la tasa de dosis medida es superior a 50 $\mu\text{Sv/h}$, se deberá parar la inspección y realizar las acciones descritas para el supuesto de que la tasa de dosis en superficie supere este valor.

Las medidas se realizarán en todo el perímetro de la caja en intervalos de un metro, a una distancia de 5 cm de la superficie y a la altura media de la carga del vehículo.

3

Se deberá tener prevista una área de descarga específica

La descarga del cargamento se efectuará sobre una superficie con suelo duro. Para evitar una posible contaminación del suelo, se puede recubrir la zona de descarga con una cubierta plástica o con una pintura descontaminable.

En el momento de la descarga, se cerrarán las ventanas del vehículo y se detendrá la ventilación. Si la presencia del chofer del vehículo no es necesaria para efectuar la descarga, el chofer se alejará del lugar de intervención.

El personal que realice la intervención y el que manipule el cargamento deberá llevar equipo de protección personal consistente en: guantes de protección, una máscara antipolvo, un mono desechable y cubre zapatos.

La descarga se efectuará de manera progresiva y en pequeños lotes (en torno a 500 kg y extendiendo dicho material de forma uniforme sobre el suelo). Cada lote deberá ser caracterizado radiológicamente (es decir se caracterizará toda la carga para evitar que pueda haber otra pieza con contenido radiactivo) y si se encuentra alguna pieza cuyo valor en contacto sea superior a 2 veces el valor de fondo deberá ser aislada y custodiada.

Durante la operación, la persona que efectúa la intervención medirá la tasa de dosis continuamente.

4

El material segregado se colocará en una bolsa de plástico y luego en un contenedor situado en un cuarto cerrado con llave. Se colocará el trébol radiactivo sobre el contenedor con el fin de que sea visible para todo aquel que entre en el local. Si se utilizan varios contenedores, cada uno deberá estar claramente numerado. La tasa de dosis medida sobre la pared externa de este local, incluido el nivel de fondo, no podrá ser superior a 1 $\mu\text{Sv/hora}$ en todos los casos y 0,5 $\mu\text{Sv/hora}$ si hubiera un puesto de trabajo permanente contiguo a este local. El objeto deberá estar protegido de la temperie.

Anexo IV

Programas formativos de Jefe/a de Unidad Técnica de Protección Radiológica (UTPR) y Técnico/a experto/a en protección radiológica de UTPR; especializadas en el ámbito de material radiactivo huérfano (Referencia: *Circular de la DPR (CSN) nº 8/2019 acerca del procedimiento de autorización de unidades técnicas de protección radiológica para prestar servicio de asesoramiento en materia de recuperación de fuentes huérfanas y otro material radiactivo fuera de control regulador*).

PROGRAMA DE FORMACIÓN PARA OBTENER EL DIPLOMA DE JEFE DE UNIDAD TÉCNICA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA PARA LA RECUPERACIÓN DE MATERIAL RADIATIVO HUÉRFANO (Adjunto II de la Circular nº8/2019)

(25 horas lectivas: 15 teóricas y 10 prácticas)

1. Legislación y normativa específica aplicables. Exención y desclasificación.
2. Conceptos básicos y metrología de los radionúclidos naturales y artificiales.
3. Estadística de la radiación.
4. Instrumentación de protección radiológica.
 - a. Pórticos de radiación
 - b. Pórticos espectrométricos
 - c. Radiómetros
 - d. Contaminómetros
 - e. Espectrómetros (portátiles y de proceso)
5. El Protocolo de colaboración para la vigilancia radiológica de los materiales metálicos.
6. El Protocolo de actuación en caso de detección de movimiento inadvertido o tráfico ilícito de material radiactivo en puertos de interés general.
7. Descripción de una empresa siderúrgica, metalúrgica y empresa destinada a la recuperación de metales. Riesgos radiológicos asociados a la empresa siderúrgica, metalúrgica y empresa destinada a la recuperación de metales. Vías de exposición. Clasificación y señalización de zonas. Medidas de protección radiológica en situación normal y en situaciones accidentales.
8. Procesos de calibración y verificación de pórticos de radiación.
9. Modelos y herramientas de cálculo de dosis. Análisis cualitativo y cuantitativo.
10. Dosimetría interna y externa.
11. Planes de limpieza y descontaminación. Técnicas de limpieza.
12. Gestión de residuos radiactivos generados en la detección y limpieza. Caracterización radiológica, clasificación y señalización.
13. Trabajadores externos.

PROGRAMA DE FORMACIÓN PARA EL TÉCNICO EXPERTO EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA DE UNA UTPR EN MATERIA DE RECUPERACIÓN DE FUENTES HUÉRFANAS Y OTRO MATERIAL RADIATIVO FUERA DE CONTROL REGULADOR (Adjunto III de la Circular nº8/2019)

(12 horas lectivas, teóricas y prácticas)

Programa de formación teórica

1. Problemática específica de presencia de material radiactivo en chatarra. Protocolo y resolución sobre actuaciones y compromisos.
2. Radiaciones ionizantes: radiación natural y artificial. El átomo: la tabla periódica. Radiactividad: isótopos radiactivos. Magnitudes y unidades radiológicas.
3. Usos y aplicaciones de las radiaciones ionizantes: equipos, materiales y fuentes. Residuos Radiactivos. Riesgos radiológicos y efectos sobre la salud.
4. Principios básicos de protección radiológica.
5. Detección y medida de la radiación. Detectores y pórticos. Monitores de radiación y contaminación.
6. Actuación en caso de detección. Localización, segregación y acondicionamiento. Gestión final de los materiales.

Programa de formación práctica

Uso de equipos de detección de la radiación ionizante. Medida de niveles de radiación y contaminación ambiental y superficial. Verificaciones previas y calibración. Interpretación de resultados. Criterios de selección de los equipos detectores en función del tipo, energía e intensidad de la radiación incidente.

Dosímetros personales: tipos y características. Dosímetros cuya lectura es realizada por centros debidamente autorizados por el CSN y dosímetros operacionales de lectura directa.

Manejo y precauciones. Dosimetría interna.

Comprobación de la variación de la dosis producida por una fuente de radiación puntual en función de la distancia, tiempo de exposición y blindaje. Determinación de estos factores en casos prácticos en función a los niveles de radiación medidos o estimados.

Uso de sistemas de protección personal. Procedimientos de descontaminación aplicables a personas, materiales y equipos.

Gestión de residuos: clasificación, almacenamiento, etiquetado, registro.

Clasificación y señalización de zonas de trabajo.

Los programas formativos específicos de técnicos de UTPR pueden ser impartidos por las UTPR autorizadas en el ámbito de fuentes huérfanas, y por otras entidades reconocidas (Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat), Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (Enresa)).

Anexo V

Equipamiento radiométrico mínimo obligatorio. Requisitos de instrumentación por tipo de instalación y producción anual (Referencia: artículo 7 del Real Decreto 451/2020, de 10 de marzo, sobre control y recuperación de las fuentes radiactivas huérfanas).

Tipo de instalación	Pórtico de detección	Instrumentación portátil	Espectrómetro
Fundición que procese chatarra de paquete de estampación y otros materiales metálicos procedentes directamente de centros productivos.		X	
Fundición que procese al año más de 10.000 Tm de chatarra.	X	X	X
Fundición que procese al año 10.000 Tm de chatarra o menos.		X	
Acería.	X	X	X
Empresa con fragmentadoras.	X	X	
Empresa con prensas cizallas cuya fuerza de corte sea superior a 500.000 kg.	X	X	
Instalación que procese al año más de 100.000 Tm de chatarra.	X	X	
Instalación que procese al año 100.000 Tm de chatarra o menos.		X	

Estos requisitos se aplican a instalaciones destinadas a la recuperación, almacenamiento o manipulación de materiales metálicos para su reciclado, sus titulares o los gestores de las mismas; siempre que procesen 1000 toneladas o más de material al año.

Para el resto de instalaciones de procesamiento de chatarras o materiales metálicos, se recomienda que dispongan de instrumentación portátil.

Anexo VI

Criterios para la autorización de UTPR especializadas en fuentes huérfanas y otro material radiactivo fuera de control regulador.

1) Documentación de la solicitud

Las UTPR deberán contar con autorización para prestar servicio, según lo dispuesto en el artículo 24 del RD 783/2001, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. La autorización se de estas entidades se sustenta en una serie de documentos que demuestran el cumplimiento de unos criterios de aceptación. Estos documentos desarrollarán los diferentes aspectos de la actividad especializada de la UTPR, agrupados en: *ámbito de actuación y alcance de las actividades; descripción de los recursos humanos disponibles; descripción de los medios técnicos previstos para llevar a cabo las actividades objeto de la solicitud; procedimientos técnicos necesarios para el desarrollo de las actividades objeto de solicitud; registros e informes.*

2) Ámbito de actuación y alcance de las actividades

En la Memoria de actividades o documento equivalente, quedarían definidas las actividades que la UTPR pretenda realizar dentro del ámbito de actuación solicitado. Se señalan las siguientes actividades básicas, recogidas en el Adjunto I de la Circular de la DPR (CSN) nº 8/2019 *acerca del procedimiento de autorización de unidades técnicas de protección radiológica para prestar servicio de asesoramiento en materia de recuperación de fuentes huérfanas y otro material radiactivo fuera de control regulador:*

1. Actividades a realizar en caso de detección de material radiactivo huérfano

- i) Localización y segregación del material radiactivo.
- ii) Medidas radiológicas.
 - a. Determinación del radionúclido.
 - b. Medidas de tasa de dosis.
 - c. Contaminación superficial fija y desprendible.
- iii) Aislamiento y señalización de zonas afectadas.
- iv) Cuantificación de la actividad del material radiactivo.
- v) Acondicionamiento del material radiactivo como residuo para su posterior retirada por Enresa.

2. Actividades a realizar en caso de fusión, fragmentación o cizallamiento de fuentes radiactivas

- i) Vigilancia y control radiológico de la instalación (medidas de tasa de dosis y de actividad superficial de las zonas de la instalación objeto de descontaminación, así como de zonas circundantes).
- ii) Medidas de prevención de la dispersión de la contaminación (delimitación y clasificación de zonas, establecimiento de las zonas de paso, determinación zonas para almacenamiento y acopio de residuos).
- iii) Establecimiento de equipos de protección individual para las diferentes tareas a realizar en las zonas contaminadas.
- iv) Chequeo de personal que realiza labores de limpieza y descontaminación, labores auxiliares, público en general (comprobación de niveles de radiación y contaminación, chequeo de contaminación de personas y materiales, etc.).
- v) Toma de muestras y posterior análisis de las mismas para cuantificación de la medida y determinación isotópica.
- vi) Caracterización de bultos y residuos radiactivos.
- vii) Acondicionamiento de bultos para su posterior retirada por Enresa.

La UTPR también podrá desempeñar las siguientes actividades relacionadas con la recuperación de fuentes huérfanas:

- Actuaciones en *lugares de tránsito* (reguladas por el capítulo III del RD 451/2020), incluyendo el contexto de iniciativas como *Megaports*.
- Actuaciones en *emergencias debidas a fuentes huérfanas* (reguladas por los artículos 9 y 15 del RD 451/2020).
- Impartición de *formación a trabajadores potencialmente expuestos a fuentes huérfanas* (regulada por el artículo 14 del RD 451/2020).
- Otras actividades complementarias de la UTPR, dentro del marco del RD 451/2020.

Para el desempeño de estas actividades, la UTPR seguirá lo dispuesto en los artículos aplicables del RD 451/2021.

- La formación de trabajadores expuestos deberá recoger el programa del artículo 14 del RD 451/2020.
- Las actividades de asesoramiento a instalaciones en el marco del RD 451/2020, deberán cumplir lo dispuesto en los artículos que sean aplicables de este Real Decreto: *registro de instalaciones* (artículo 6), *instrumentación de vigilancia radiológica* (artículo 7), *transferencia de material radiactivo* (artículo 13).

Para la definición completa del ámbito de actuación puede ser útil responder a las siguientes preguntas: *¿Qué actividades desempeña la UTPR?, ¿dónde desempeña estas actividades?*

3) Descripción de los recursos humanos disponibles

En la documentación sobre personal (currículos, certificados de formación, organigramas, etc.) se definirán los siguientes aspectos:

1. La cualificación del/la jefe/a de la UTPR (JPR), propuesto/a.
2. La cualificación de los técnicos/as expertos/as en protección radiológica (TEPR).

Esta cualificación debería ser conforme a los requisitos expresados en el apartado 4.3 de esta Guía GS-10.12 (subapartado *Personal*). En dicho apartado de la Guía también aparece información acerca de los mecanismos de acreditación de TEPR.

Para cada persona candidata, la documentación recogerá información sobre: *diplomas, certificados de formación específica y experiencia*.

Para acreditar el sistema de certificación de TEPR podrán aportarse: *modelos de acreditación, procedimientos de formación y acreditación*, o documentos equivalentes.

En relación a la disponibilidad de personal, la UTPR deberá disponer de al menos un JPR y de tantos técnicos (TEPR) como sea necesario, en función del alcance de los servicios que pretenda prestar esta UTPR candidata a autorización.

La estructura organizativa de la UTPR quedará definida con las correspondientes relaciones jerárquicas y se identificarán cuales van a ser las unidades encargadas de las actividades relacionadas con fuentes huérfanas.

4) Descripción de los medios técnicos previstos

En la documentación sobre medios técnicos (relación de equipos, certificados de calibración, etc.) estarán definidos los siguientes aspectos:

1. Instrumentación radiométrica.
2. Equipamiento auxiliar.
3. Equipamiento de protección radiológica.
4. Herramientas de cálculo (programas) para estimación de actividad, o medios alternativos y medios para determinar actividad superficial desprendible.

Esta instrumentación debería cumplir los requisitos expresados en el apartado 4.3 de esta Guía GS-10.12 (subapartado *Medios técnicos*). Esta instrumentación estará identificada (indicación de: *marca, modelo y número de serie*).

La instrumentación será objeto de un programa de mantenimiento y calibraciones periódicas, conforme a la intensidad de su utilización. Serán aportados los correspondientes certificados de calibración actualizados (UTPR en activo), o las previsiones para la calibración periódica (UTPR de nueva creación).

Como equipamiento auxiliar, serán necesarios medios materiales para la caracterización de material radiactivo (por ejemplo: *peso y medida de piezas, toma de fotografías*); delimitación de zonas (por ejemplo: *material para el balizamiento*); toma de muestras, medios para la limpieza y descontaminación, etc.

Algunos equipos específicos (por ejemplo: maquinaria), podrían ser aportados por la instalación en la que la UTPR presta servicios. En este caso, esta circunstancia estará prevista en la documentación de la solicitud (modelo de contrato o documento alternativo).

Como equipamiento de protección radiológica, se citan, por ejemplo: *tyvek, mascarilla, cubrecalzados, máscaras de filtro, etc.*; además de equipo de protección convencional (*casco, guantes, gafas, etc.*).

En relación a la disponibilidad de medios técnicos, la UTPR dispondrá de una cantidad de los mismos, acorde al alcance de los servicios que pretenda prestar esta UTPR candidata a autorización. El personal encargado de la utilización de los medios técnicos deberá estar cualificado en su manejo.

5) Procedimientos técnicos necesarios para el desarrollo de las actividades

Los procedimientos de la UTPR desarrollarán la forma de realizar las actividades declaradas en el ámbito de actuación. Por ello, los procedimientos recogerán todas estas actividades, pudiendo presentarse procedimientos unificados o procedimientos independientes, a criterio de la UTPR.

Los procedimientos se desarrollan en el contexto de un sistema de gestión de calidad certificado según un estándar de calidad o norma reconocida.

Los procedimientos contendrán (como mínimo) las siguientes actividades esenciales:

1. Actuaciones ante detecciones de material radiactivo en las instalaciones de procesamiento de materiales metálicos y en otros lugares donde pueda aparecer material radiactivo huérfano.
2. Actuaciones ante fusión o fragmentación de fuentes radiactivas en las instalaciones de procesamiento de materiales metálicos.

Estas actividades, se desarrollarán en los procedimientos acorde a lo dispuesto en los artículos 8 y 9, respectivamente, del RD 451/2020; y recogerán exclusivamente actividades a desarrollar por la UTPR.

Asimismo, las actuaciones serán coherentes con el contexto en el que la UTPR presta servicios. Por ejemplo, en instalaciones adscritas al *Protocolo de Colaboración para la Vigilancia Radiológica de Materiales Metálicos*, las actuaciones de la UTPR deberían ser coherentes con dicho protocolo. Este mismo planteamiento sería aplicable a puertos marítimos adscritos a Megaports.

Pueden ser procedimentadas actuaciones adicionales, aparte de las dos esenciales, para desarrollar los aspectos definidos en el ámbito de actuación de la UTPR (actuaciones de emergencia, formación, asesoramiento, etc.). Para estas actuaciones adicionales, el criterio que se seguirá es su adecuación a lo dispuesto para las mismas en el artículo correspondiente del RD 451/2020 (ver punto 2) de este anexo), y en los protocolos que sean aplicables.

Además, debe tenerse en cuenta que algunas de las actuaciones, aunque se desarrollen en contextos diferentes, pueden ser esencialmente las mismas que las definidas como actividades esenciales. Por ejemplo, las actuaciones de la UTPR ante una detección de material radiactivo en una instalación de procesamiento de metales y en un puerto marítimo, podrían seguir el mismo procedimiento.

Para el desarrollo en procedimiento de las dos actividades esenciales pueden tomarse como referencia los apartados 7.1, 7.2 y 7.3 de esta Guía GS-10.12, pero teniendo en cuenta que su contenido no es directamente aplicable a las UTPR y que por lo tanto es necesaria la adaptación de mismo. Por ello, se estima conveniente incluir en este documento un listado detallado de los requisitos para las actividades esenciales de la UTPR, en relación al control de fuentes huérfanas, y que deberán desarrollarse en los procedimientos.

Si algunas de estas acciones se desarrollan en detalle en procedimientos complementarios (por ejemplo: la UTPR puede seguir un procedimiento común para realizar medidas de TD), o en otros documentos (como el Manual de protección radiológica); esta información debería quedar referenciada en los procedimientos sobre actividades esenciales para el control de fuentes huérfanas, indicando el documento y apartado donde se completa la información necesaria.

5.1) Listado de requisitos para actuaciones ante detección de material radiactivo

En los procedimientos se incluirán acciones específicas, suficientemente detalladas, para el caso de detecciones de material radiactivo:

i. Segregación e identificación de material radiactivo:

- Métodos de segregación y tratamiento de materiales, incluyendo el tratamiento de materiales especiales y piezas de gran tamaño; aparte de material localizado en cargas (camiones, contenedores, etc.).
- Definición del criterio bajo el cual la segregación y caracterización debe ser efectuada exclusivamente por la UTPR (debido a la existencia de riesgo radiológico, por haber medido una TD en contacto $> 50 \mu\text{Sv/h}$); en caso contrario, podría también realizarse por personal cualificado de la instalación afectada.

ii. Mediciones:

- Metodología para utilización de instrumentación radiométrica (definida en la relación de medios técnicos); adaptada principalmente a medidas de materiales.

iii. Aislamiento y señalización de zonas afectadas:

- Establecimiento de criterios para la clasificación de zonas radiológicas (por ejemplo: zonas de segregación), su aislamiento y señalización, especialmente zonas de almacenamiento de material para su retirada.

iv. Cualificación y cuantificación de material radiactivo:

- Criterios para determinar el tipo de caracterización necesaria (simple o completa) (la caracterización completa implica determinaciones de actividad);
- Acciones y mediciones para realizar la caracterización;
- Métodos para el cálculo o estimación de actividad (datos, cálculos, resultados, etc.);
- Criterios para establecer si un material debe ser objeto de transferencia a Enresa. Los criterios estarán basados en los *valores de exención* aplicables (tabla A del anexo VII de la Directiva 2013/59/Euratom).

v. Acondicionamiento y almacenamiento de material radiactivo para su retirada:

- Condiciones de almacenamiento y vigilancia de material (residuos radiactivos) almacenado para ser retirado por Enresa: identificación, señalización y registro.

vi. Medidas de protección radiológica (PR) fundamentales en todas las acciones en consecuencia de la detección de material radiactivo:

- Listado de vestuario de protección recomendado y condiciones de utilización;
- Pautas para efectuar una segregación adecuada evitando la dispersión de la contaminación y confinando el material separado (verificación de ausencia de contaminación en herramientas y materiales, acondicionamiento de zonas de segregación, etc.);
- Vigilancia radiológica durante el proceso.

Puede utilizarse como referencia: el apartado 7.1 de esta GS-10.12 y la *Guía técnica para la caracterización, acondicionamiento y almacenamiento de residuos radiactivos en espera de ser retirados, en el marco del Protocolo de vigilancia radiológica para los materiales metálicos* (Enresa, A10-IF-UT-0440).

5.2) Listado de requisitos para actuaciones ante procesamiento accidental de fuentes radiactivas

En los procedimientos se incluirán acciones específicas, suficientemente detalladas, para el caso de fusiones, fragmentaciones o cizallamiento de fuentes (que puede ser identificado por detecciones de radiactividad en los productos resultantes del procesado de materiales metálicos):

i. Plan de limpieza y descontaminación, en base al que se desarrollarán los trabajos de limpieza ante fusiones o roturas de fuentes:

- Definición de objetivos radiológicos (niveles de descontaminación a conseguir expresados en términos de varios tipos de medidas radiológicas), basados en reducción de las dosis tras la limpieza y recuperación.
- Medios para conseguir los objetivos radiológicos; mediante el desarrollo del contenido previsto para el Plan de limpieza y descontaminación (este contenido deberá ser genérico, puesto que deberá adaptarse a cada caso particular de incidente de fusión o fragmentación de fuente). Contenido y capacidades de la UTPR para realizar este tipo de trabajos (apartado 6.3 de esta GS-10.12 o alternativamente anexo 6 de la Guía del Foro):
 - *Caracterización radiológica inicial de la línea de proceso y de los productos y subproductos afectados por el suceso.*
 - *Identificación de las zonas y equipos que requieren limpieza y descontaminación.*
 - *Medios humanos y materiales a utilizar en las labores de limpieza y descontaminación.*
 - *Medidas para prevenir la dispersión de la contaminación: delimitación y control de las áreas donde se realiza la limpieza y descontaminación, establecimiento de zonas de paso, determinación de zonas y materiales a plastificar, etc.*
 - *Medidas para la segregación, caracterización radiológica y almacenamiento de los desechos producidos en las acciones de limpieza y descontaminación.*
 - *Lugar previsto para el almacenamiento provisional de los desechos radiactivos producidos.*
- Aplicación del principio ALARA en la planificación de las operaciones de descontaminación.

ii. Mediciones:

- Metodología para utilización de instrumentación radiométrica (definida en la relación de medios técnicos); adaptada principalmente a medidas de zonas, equipos de la instalación y materiales.

iii. Chequeo de personas y de materiales:

- Medidas de dosis a personas (incluyendo control dosimétrico externo e interno);
- Medidas para chequeo de contaminación a personas y materiales.

iv. Determinación isotópica, muestras para cuantificación de material radiactivo y medida:

- Metodología para muestreo de materiales para análisis espectrométrico;
- Metodología de análisis espectrométrico de muestras;

- Previsiones de colaboración con laboratorio de análisis (identificación del laboratorio, que debe estar certificado según un sistema de gestión de calidad reconocido).

v. Caracterización de material radiactivo (cualificación y cuantificación de material radiactivo, especialmente bultos para retirada como residuos radiactivos):

- Determinación de actividad superficial fija y desprendible (protocolo de medida y métodos de determinación);
- Determinación de concentración de actividad (protocolo de medida y métodos de cálculo o estimación de actividad: datos, cálculos, resultados, etc.);
- Metodología para toma de muestras para determinación de concentración de actividad;

vi. Acondicionamiento y almacenamiento de material radiactivo (bultos) para su retirada:

- Medidas de gestión de residuos radiactivos pendientes de retirada, procedentes de la limpieza de instalaciones afectadas por la fusión o fragmentación de fuentes (condiciones de *segregación de residuos*; recipientes de residuos: *caracterización, clasificación, señalización y blindaje*; zonas de almacenamiento: *control de acceso, superficies impermeables, protección contra lluvia*, etc.).

vii. Medidas de protección radiológica (PR) fundamentales en todas las acciones en consecuencia de fusiones o fragmentaciones de fuentes:

- Listado de vestuario de protección recomendado, (*guantes, máscaras de filtro, cubre- calzado, tyvek, etc.*; destacándose equipo contra contaminación) y condiciones de utilización;
- Medidas de prevención de dispersión de contaminación (*delimitación y clasificación de zonas, establecimiento de las zonas de paso, determinación zonas para almacenamiento y acopio de residuos*, entre otras);
- Supervisión de trabajos por la UTPR, previsión de monitores de PR.

Puede utilizarse como referencia: los apartados 7.2 y 7.3 de esta GS-10.12 y el anexo 6 del *Informe final de Estrategia para la prevención, detección y respuesta frente a la presencia inadvertida de material radiactivo en el reciclado de metales y otros procesos asociados (Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares, 2011)* (referida también como *Guía del Foro*).

6) Registros e informes

La actividad de la UTPR deberá estar adecuadamente documentada. Para ello, es preciso presentar formatos para los principales registros o informes de actuación de la UTPR. También pueden aportarse índices de contenidos, informes de ejemplo, etc.

1. Formatos de registro para datos de las detecciones. Puede tomarse como referencia el formato del anexo II de esta Guía GS-10.12, con las adaptaciones que sean necesarias.
2. Informe de las actuaciones ante detecciones. Lo más adecuado es que siga el contenido propuesto en el apartado 9 de esta Guía GS-10.12 para esta clase de informe.
3. Formatos para registro de datos del proceso de descontaminación (que deberán ser incorporados a cada plan de limpieza y descontaminación). Pueden tomarse como referencia (aunque no de forma exclusiva) los registros propuestos a este respecto en el apartado 9 de esta Guía GS-10.12.
4. Informe de las actuaciones ante fusiones o fragmentaciones (este documento es distinto del *Plan de limpieza y descontaminación* descrito anteriormente). Lo más

adecuado es que siga el contenido propuesto en el apartado 9 de esta Guía GS-10.12 para esta clase de informe.

BORRADOR-1