

# **Guía de Seguridad 10.12**

## **Control radiológico de actividades de recuperación y reciclado de chatarras**

Madrid, febrero de 2003

© Copyright Consejo de Seguridad Nuclear, 2003

Publicado y distribuido por:  
Consejo de Seguridad Nuclear  
Justo Dorado, 11. 28040 - Madrid  
<http://www.csn.es>  
[peticiones@csn.es](mailto:peticiones@csn.es)

Imprime: Imprenta Fareso, S. A.  
Paseo de la Dirección, 5. 28039 Madrid

ISBN: 84-95341-40-9  
Depósito legal: M.



Impreso en papel reciclado

# Índice

<b>1 Introducción</b> . . . . .	9
1.1 Objeto . . . . .	9
1.2 Ámbito de aplicación . . . . .	9
<b>2 Consideraciones generales</b> . . . . .	9
<b>3 Prevención</b> . . . . .	11
3.1 Ámbito de aplicación de las medidas de prevención . . . . .	11
3.2 Organización y procedimientos de prevención . . . . .	14
<b>4 Detección de la presencia de material radiactivo en la chatarra</b> . . . . .	14
4.1 Equipos para la detección . . . . .	15
4.2 Requisitos técnicos de los equipos de detección . . . . .	15
4.3 Sistemática del proceso de detección . . . . .	17
4.4 Niveles de investigación . . . . .	18
4.5 Lugares de detección . . . . .	18
<b>5 Detección de la presencia de contaminación radiactiva en los productos: metal, escoria, polvo de humos</b> . . . . .	19
5.1 Metal . . . . .	19
5.2 Escoria . . . . .	19
5.3 Polvo de humos . . . . .	20
<b>6 Reacción en el caso de detección de material radiactivo</b> . . . . .	20
6.1 Detección de material radiactivo en un cargamento de chatarra a la entrada de la instalación . . . . .	21
6.2 Detección de material radiactivo en el proceso de fundición de los materiales metálicos . . . . .	22
<b>7 Información al CSN</b> . . . . .	23
<b>8 Registros y archivo</b> . . . . .	23
<b>Anexos</b> . . . . .	24
<b>Definiciones</b> . . . . .	30

## 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 y el reciclado de metales, 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, puede dar lugar a la contaminación de las personas, el medio ambiente, las instalaciones industriales y los productos resultantes.

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, en los últimos años, 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 han motivado la preocupación internacional y la aparición de iniciativas fundamentalmente de carácter preventivo en numerosos países, así como el reforzamiento de las me-

didadas 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 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 sitúa 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 de la

chatarra y que limiten el riesgo radiológico en las situaciones en las que éste no haya sido posible.

En línea con lo anterior y sirviéndose de la experiencia adquirida durante la aplicación del Protocolo, 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 elaborado 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.

## 1. Introducción

### 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.

La Guía contiene criterios que deben aplicarse a la vigilancia radiológica de la chatarra 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.

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 actividades de recuperación de chatarras y a las plantas de reciclado de las mismas, para el procesado y producción de aleaciones metálicas.

## 2. Consideraciones generales

El reciclado de metales para su utilización como materia prima en la industria metalúrgica, 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 inad-

vertida 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.

Con el objetivo de minimizar la probabilidad de ocurrencia de sucesos que pudieran entrañar estos riesgos, se considera necesario establecer medidas de vigilancia radiológica de los materiales que se incorporan a los procesos productivos en las industrias del reciclado de metales, de manera que pueda detectarse 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 deben 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 ocurrencias.

La prevención exigirá que los agentes involucrados sean conscientes y estén preparados para abordar el problema con los medios humanos y técnicos necesarios, conociendo sin ambigüedad cuáles deben ser sus actuaciones y cuándo deben ser puestas en práctica. En este sentido se considera de gran utilidad el establecimiento de acuerdos de actuación y colaboración entre los mencionados agentes, como ha sido el caso del Protocolo español mencionado en el prólogo.

La detección tiene como objetivo la localización de materiales o fuentes radiactivas que potencialmente puedan encontrarse entre los metales que van a ser reciclados, o entre los productos resultantes del proceso de fundición, de manera que pueda conjugarse la fiabilidad de las medidas obtenidas con la práctica operativa habitual en este sector industrial.

La reacción está constituida por el conjunto de actuaciones que deben emprenderse 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.

### 3. Prevención

Las medidas de prevención deben tener 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, 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 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.

#### 3.1. 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.

#### Medidas de prevención en la recolección de la chatarra

En la fase de recolección de la chatarra 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 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.

### **Medidas de prevención en las instalaciones de almacenamiento y manipulación de la chatarra**

En el momento de la recepción de los cargamentos de chatarras en los que sea posible la presencia de sustancias radiactivas, se debe 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 técnicos especialistas en protección radiológica.

Los equipos de medida que deberán ser utilizados 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 procesado de chatarras.

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.

## **Medidas de prevención en las instalaciones de fundición**

En el momento de la recepción de los cargamentos de chatarras en los que sea posible la presencia de sustancias radiactivas, es necesario asegurar que se realizan controles radiológicos mediante detectores de pórtico. Además, con objeto de garantizar que durante el proceso de fundición no se ha producido la fusión de una fuente radiactiva, se deberán realizar controles radiológicos a los productos y materiales resultantes del proceso, en forma acorde con la viabilidad y fiabilidad operativa de tales controles.

Los controles radiológicos deben ser realizados por personal con formación básica. Tras la detección puede ser conveniente requerir la colaboración de técnicos especialistas en protección radiológica.

En los apartados 4 y 5 de esta Guía se exponen las recomendaciones técnicas más relevantes para facilitar la selección e instalación de los sistemas de control radiológico adecuados.

## **Medidas de prevención en los acuerdos contractuales para el suministro de chatarra**

Las medidas de prevención en el marco de los acuerdos contractuales para suministro de chatarra 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, importaciones o comercio intracomunitario de materiales metálicos:

- 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.

### 3.2. 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 la chatarra, deben estar integradas en los planes de prevención de las empresas 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.

## 4. Detección de la presencia de material radiactivo en la chatarra

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.

#### 4.1. Equipos para la detección

Para la vigilancia radiológica de la chatarra, con carácter general, pueden utilizarse dos tipos de equipos: fijos y portátiles.

Los equipos fijos son los denominados detectores de pórtico y se utilizan para la vigilancia radiológica automática de grandes volúmenes de material. Suelen estar constituídos 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 pórtico 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. Deben 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.

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.

#### 4.2. Requisitos técnicos de los equipos de detección

##### **Pórticos**

El sistema de detección de pórtico 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 pórtico 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 plástico 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 debe tenerse en cuenta que influyen en su sensibilidad: el tiempo de contaje, 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.

## Equipos portátiles

Dependiendo del tipo de radiación a medir, los equipos portátiles se clasifican en contaminómetros, capaces de medir la contaminación radiactiva y en radiómetros, capaces de medir el nivel de radiación.

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.

### 4.3. 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.

En las pequeñas instalaciones dedicadas a la clasificación de chatarra, el proceso de detección puede basarse en la utilización de equipos de detección portátiles. El personal de la instalación deberá medir 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 4.4), se procederá de acuerdo al apartado 6.1 de esta Guía.

En las instalaciones de fundición y en las instalaciones dedicadas a la manipulación de la chatarra en las que existe maquinaria (cizalladoras, fragmentadoras,...) que puede producir el deterioro 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 6.1 de esta Guía.

En el caso de instalaciones dedicadas a la manipulación de la chatarra 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 chatarra.

#### 4.4. 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.

#### 4.5. Lugares de detección

La localización más apropiada para los equipos de detección dependerá del diseño de la instalación y de cómo sea manipulada la chatarra. El lugar elegido para situar los equipos de detección debe ser 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 de la chatarra sea ineludible y de paso obligatorio previo a cualquier tipo de manipulación o proceso.

En las instalaciones de fundición de la chatarra se considera recomendable la instalación de sistemas de detección en los puentes grúa, en las cintas transportado-

ras, en las cestas de carga o en cualquier otro punto intermedio en el flujo de materiales previo a la carga en el horno.

## 5. Detección de la presencia de contaminación radiactiva en los productos: metal, escoria, polvo de humos

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.

### 5.1. 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 contaje 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.

### 5.2. 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 existentes a la entrada de la misma. La sistemática del proceso de detección sería igual a la descrita en el apartado 4.3, aunque en este caso habría que tener en cuenta que la escoria puede tener una concentración de material radiactivo de origen natural que no está asociado a la posible fusión de una fuente radiactiva.

### 5.3. Polvo de humos

La determinación de la actividad presente en el polvo de humos podrá realizarse utilizando el analizador de la prueba de colada ó 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, mediante los detectores de pórtico existentes a la entrada de la misma.

## 6. Reacción en el caso de detección de material radiactivo

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

## 6.1. Detección de material radiactivo en un cargamento de chatarra 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 debe realizar las actuaciones que se indican a continuación:

- 1) Inmovilización del vehículo cargado en condiciones de seguridad en una zona apartada del tránsito de personas y vehículos.
- 2) Inspección del vehículo, por personal con formación básica en protección radiológica, 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.
- 4) 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.
- 5) Comprobación, mediante los sistemas de vigilancia, de la ausencia de material radiactivo en el resto de la carga.
- 6) Aislamiento y custodia del material radiactivo en la propia instalación, en condiciones de seguridad radiológica.

- 7) Caracterización radiológica, con la ayuda de técnicos especialistas en protección radiológica, en la que se identificará el (los) radionucleido (s) emisor (es) y se procederá a la estimación de la actividad presente. Si dicha actividad superara los valores de referencia del 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.
- 8) Comunicación del incidente al Consejo de Seguridad Nuclear, utilizando el formato del Anexo II de esta Guía.

## 6.2. Detección de material radiactivo en los productos resultantes del proceso de fundición de los materiales metálicos

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

- 1) Tomar muestras de metal, escoria y polvo de humos, y proceder a su análisis radiológico.
- 2) Confirmar que las concentraciones medidas en las muestras son superiores a los niveles de referencia recogidos en el Anexo I de esta Guía.
- 3) Comunicar inmediatamente la situación al Consejo de Seguridad Nuclear.
- 4) Detener todas las fases del proceso que hayan podido resultar contaminadas
- 5) Suspender todas las salidas de la instalación de productos que hayan estado en contacto con las fases del proceso que presumiblemente puedan haber estado contaminadas.
- 6) Determinar el alcance de la contaminación.
- 7) 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.

## 7. Información al CSN

El titular o el responsable de la instalación, una vez practicadas las oportunas acciones, según lo indicado en los apartados 6.1 y 6.2, dirigirá la correspondiente comunicación al CSN (teléfono: 91 346 06 18 y 91 346 06 19; telefax: 91 346 04 71; e-mail: [marcha@csn.es](mailto:marcha@csn.es); con copia a [ore@csn.es](mailto:ore@csn.es)).

## 8. Registros y archivo

El titular de la instalación deberá mantener un archivo donde se registre la fecha en que se realizaron las vigilancias radiológicas a los cargamentos de chatarra y a los productos resultantes del proceso de fundición (instalaciones de fundición). Estos registros deberán archivarlos durante un periodo mínimo de seis meses.

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

**Anexo I**

Valores de referencia (\*)

Radionucleido	Actividad por unidad de masa (Bq/g)	Actividad superficial (Bq/cm <sup>2</sup> )
H-3	1000	100000
C-14	100	1000
Na-22	1	10
S-35	1000	1000
Cl-36	10	100
K-40	1	100
Ca-45	1000	100
Sc-46	1	10
Mn-53	10000	100000
Mn-54	1	10
Fe-55	10000	10000
Co-56	1	10
Co-57	10	100
Co-58	1	10
Co-60	1	10
Ni-59	10000	10000
Ni-63	10000	10000
Zn-65	1	100
As-73	100	1000
Se-75	1	100
Sr-85	1	100
Sr-90	10	10
Y-91	10	100
Zr-93	10	100
Zr-95	1	10
Nb-93m	1000	10000
Nb-94	1	10
Mo-93	100	1000
Tc-97	1000	1000
Tc-97m	1000	1000
Tc-99	100	1000
Ru-106	1	10
Ag-108m	1	10

Radionucleido	Actividad por unidad de masa (Bq/g)	Actividad superficial (Bq/cm <sup>2</sup> )
Ag-110m	1	10
Cd-109	10	100
Sn-113	1	100
Sb-124	1	10
Sb-125	10	100
Te-123m	10	100
Te-127m	100	100
I-125	1	100
I-129	1	10
Cs-134	1	10
Cs-135	10	1000
Cs-137	1	100
Ce-139	10	100
Ce-144	10	10
Pm-147	10000	1000
Sm-151	10000	1000
Eu-152	1	10
Eu-154	1	10
Eu-155	10	1000
Gd-153	10	100
Tb-160	1	10
Tm-170	100	1000
Tm-171	1000	10000
Ta-182	1	10
W-181	100	1000
W-185	1000	1000
Os-185	1	10
Ir-192	1	10
Tl-204	1000	1000
Pb-210	1	1
Bi-207	1	10
Po-210	1	0,1
Ra-226	1	0,1
Ra-228	1	1
Th-228	1	0,1
Th-229	1	0,1

Radionucleido	Actividad por unidad de masa (Bq/g)	Actividad superficial (Bq/cm <sup>2</sup> )
Th-230	1	0,1
Th-232	1	0,1
Pa-231	1	0,1
U-232	1	0,1
U-233	1	1
U-234	1	1
U-235	1	1
U-236	10	1
U-238	1	1
Np-237	1	0,1
Pu-236	1	0,1
Pu-238	1	0,1
Pu-239	1	0,1
Pu-240	1	0,1
Pu-241	10	10
Pu-242	1	0,1
Pu-243	1	0,1
Pu-244	1	0,1
Am-241	1	0,1
Am-242-m	1	0,1
Am-243	1	0,1
Cm-242	10	1
Cm-243	1	0,1
Cm-244	1	0,1
Cm-245	1	0,1
Cm-246	1	0,1
Cm-247	1	0,1
Cm-248	1	0,1
Bk-249	100	100
Cf-248	10	1
Cf-249	1	0,1
Cf-250	1	0,1
Cf-251	1	0,1
Cf-252	1	0,1
Cf-254	1	0,1
Es-254	10	1

(\*) Tomados de: Radiation Protection 89 «Recommended radiological protection criteria for the recycling of metals from the dismantling of nuclear installations». 1998. Tabla 3.1. European Commission.

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<sub>i</sub>** la concentración del isótopo *i* en el material considerado, por unidad de masa (Bq/g) o actividad superficial (Bq/cm<sup>2</sup>).
- C<sub>Li</sub>** los valores de referencia de actividad por unidad de masa (Bq/g) o actividad superficial (Bq/cm<sup>2</sup>).
- 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

Fecha de la detección:	IDMARCHA (a identificar por el CSN):
<b>IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN O LUGAR DE DETECCIÓN</b>	
Lugar de detección	
Dirección	
Persona de contacto	
Teléfono de contacto	
Fax de contacto	
Correo electrónico (e-mail)	
Técnico Especialista en Protección Radiológica (persona, empresa y cargo)	
<b>Procedencia de la carga</b>	
País de origen	
Proveedor de la mercancía (dirección, persona y teléfono de contacto)	
Medio de transporte (Identificar camión, barco, contenedor, etc.)	
<b>Datos preliminares de la investigación</b>	
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. (Si procede cuantificar en metros.)	
Identificación de incrementos de radiación puntuales en algunos de los lados del camión, container o vagón (identificar situación).	
Valor máximo de tasa de dosis en contacto con la superficie exterior del container, camión o vagón, en $\mu\text{Sv/h}$	
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)		
<b>Segregación e Identificación del material sospechoso</b>		
Descripción del material (piezas contaminadas, fuentes radiactivas con blindaje o sin blindaje, pararrayos radiactivo, ...)		
Dimensiones físicas (adjuntar croquis, fotografía, ...)		
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		
<b>Caracterización radiológica</b>		
Medida de tasa de dosis en contacto		$\mu\text{Sv/h}$
Medida de tasa de dosis a 1 metro		$\mu\text{Sv/h}$
Material contaminado superficialmente con emisores $\beta$ - $\gamma$		$\text{Bq/cm}^2$
Material contaminado superficialmente con emisores $\alpha$		$\text{Bq/cm}^2$
Isótopo(s) radiactivo(s)		
Actividad o concentración de actividad		Bq, Bq/g

## Definiciones

Las definiciones de los términos y conceptos utilizados en la presente Guía de Seguridad se corresponden con las contenidas en los siguientes documentos legales:

- Ley 25/1964, de 29 de abril, sobre Energía Nuclear (BOE n.º 107, del 04-05-64, artículo segundo), modificada por la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE n.º 285, de 28-11-97).
- Ley 15/1980, de 22 de abril, de creación del Consejo de Seguridad Nuclear (BOE n.º 100, del 25-04-80), modificada por la Ley 14/1999, de 4 de mayo, de Tasas y Precios Públicos por servicios prestados por el Consejo de Seguridad Nuclear (BOE n.º 107, del 05-05-99).
- Real Decreto 1836/1999, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones nucleares y radiactivas (BOE n.º 313, del 31-12-99).
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes (BOE n.º 178, del 26-07-01).

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

- **Chatarra:** cualquier material metálico que vaya a ser reciclado.
- **Técnico especialista en protección radiológica:** persona con conocimientos de protección radiológica, perteneciente a la empresa donde se efectúe la detección del material radiactivo o a una entidad externa.

# Colección Guías de Seguridad

## 1. Reactores de potencia y centrales nucleares

1.1 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación en centrales nucleares.

CSN, 1986 (16 págs.) ISBN 84-87275-31-1. Referencia: GSG-01.01.

1.2 Modelo dosimétrico en emergencia nuclear.

CSN, 1990 (24 págs.) ISBN 84-87275-48-6. Referencia: GSG-01.02.

1.3 Plan de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1987 (16 págs.) ISBN 84-87275-44-3. Referencia: GSG-01.03.

1.4 Control y vigilancia radiológica de efluentes radiactivos líquidos y gaseosos emitidos por centrales nucleares.

CSN, 1988 (16 págs.) ISBN 84-87275-25-7. Referencia: GSG-01.04.

1.5 Documentación sobre actividades de recarga en centrales nucleares de agua ligera.

CSN, 1990 (28 págs.) ISBN 84-87275-35-4. Referencia: GSG-01.05.

1.6 Sucesos notificables en centrales nucleares en explotación.

CSN, 1990 (24 págs.) ISBN 84-87275-47-8. Referencia: GSG-01.06.

1.7 Información a remitir al CSN por los titulares sobre la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1997 (46 págs.) ISBN 84-87275-67-2. Referencia: GSG-01.07.

1.9 Simulacros y ejercicios de emergencia en centrales nucleares.

CSN, 1996 (16 págs.) ISBN 84-87275-65-6. Referencia: GSG-01.09.

1.10 Revisiones periódicas de la seguridad de las centrales nucleares.

CSN, 1996 (12 págs.) ISBN 84-87275-60-5. Referencia: GSG-01.10.

1.11 Modificaciones de diseño en centrales nucleares.

CSN, 2002 (48 págs.) ISBN 84-95341-36-0. Referencia: GSG-01.11.

1.12 Aplicación práctica de la optimización de la protección radiológica en la explotación de las centrales nucleares.

CSN, 1999 (32 págs.) ISBN 84-87275-83-4. Referencia: GSG-01.12.

1.13 Contenido de los reglamentos de funcionamiento de las centrales nucleares.

CSN, 2000 (20 págs.) ISBN 84-95341-18-2. Referencia: GSG-01.13.

1.14 Criterios para la realización de aplicaciones de los Análisis Probabilistas de Seguridad.

CSN, 2001 (44 págs.) ISBN 84-95341-28-X. Referencia: GSG-01.14

## 2. Reactores de investigación y conjuntos subcríticos

## 3. Instalaciones del ciclo del combustible

## 4. Vigilancia radiológica ambiental

4.1 Diseño y desarrollo del Programa de Vigilancia Radiológica Ambiental para centrales nucleares.

CSN, 1993 (24 págs.) ISBN 84-87275-56-7. Referencia: GSG-04.01.

## 5. Instalaciones y aparatos radiactivos

5.1 Documentación técnica para solicitar las autorizaciones de construcción y puesta en marcha de las instalaciones de manipulación y almacenamiento de isótopos radiactivos no encapsulados (2ª y 3ª categoría).

CSN, 1986 (20 págs.) ISBN 84-87275-33-8. Referencia: GSG-05.01

5.2 Documentación técnica para solicitar autorización de construcción y puesta en marcha de las instalaciones de manipulación y almacenamiento de fuentes encapsuladas (2ª y 3ª categoría).

CSN, 1986 (16 págs.) ISBN 84-87275-32-X. Referencia: GSG-05.02.

5.3 Control de la hermeticidad de fuentes radiactivas encapsuladas.

CSN, 1987 (12 págs.) ISBN 84-87275-26-5. Referencia: GSG-05.03.

5.5 Documentación técnica para solicitar autorización de construcción y puesta en marcha de las instalaciones de radioterapia.

CSN, 1988 (28 págs.) ISBN 84-87275-37-0. Referencia: GSG-05.05.

5.6 Cualificaciones para la obtención y uso de licencias de personal de operación de instalaciones radiactivas.

CSN, 1988 (20 págs.) ISBN 84-87275-30-3. Referencia: GSG-05.06.

5.7 Documentación técnica necesaria para solicitar autorización de puesta en marcha de las instalaciones de rayos X para radiodiagnóstico.

CSN, 1988 (16 págs.) ISBN 84-87275-34-6<sup>(\*)</sup>. Referencia: GSG-05.07.

5.8 Bases para elaborar la información relativa a la explotación de instalaciones radiactivas.

CSN, 1988 (12 págs.) ISBN 84-87275-24-9. Referencia: GSG-05.08.

5.9 Documentación para solicitar la autorización e inscripción de empresas de venta y asistencia técnica de equipos de rayos X.

CSN, 1998 (20 págs.) ISBN 84-87275-85-0. Referencia: GSG-05.09.

<sup>(\*)</sup> Esta guía ha quedado sin validez al entrar en vigor el 4 de mayo de 1992 el Real Decreto sobre instalación y autorización de los equipos de rayos X con fines de diagnóstico médico.

5.10 Documentación técnica para solicitar autorización de instalaciones de rayos X con fines industriales.

CSN, 1988 (20 págs.) ISBN 84-87275-36-2. Referencia: GSG-05.10.

5.11 Aspectos técnicos de seguridad y protección radiológica de instalaciones médicas de rayos X para diagnóstico.

CSN, 1990 (28 págs.) ISBN 84-87275-20-6. Referencia: GSG-05.11.

5.12 Homologación de cursos de formación de supervisores y operadores de instalaciones radiactivas.

CSN, 1998 (64 págs.) ISBN 84-87275-81-8. Referencia: GSG-05.12.

5.14 Seguridad y protección radiológica de las instalaciones radiactivas de gammagrafía industrial.

CSN, 1999 (64 págs.) ISBN 84-87275-91-5. Referencia: GSG-05.14.

5.15 Documentación técnica para solicitar aprobación de tipo de aparato radiactivo.

CSN, 2001 (24 págs.) ISBN 84-95341-33-6. Referencia: GSG-05.15.

5.16 Documentación técnica para solicitar autorización de funcionamiento de las instalaciones radiactivas constituidas por equipos para el control de procesos industriales.

CSN, 2001 (32 págs.) ISBN 84-95341-29-8. Referencia: GSG-05.16.

## 6. Transporte de materiales radiactivos

6.1 Garantía de calidad en el transporte de sustancias radiactivas

CSN, 2002 (32 págs.) ISBN 84-95341-37-9. Referencia: GSG-06.01.

6.2 Programa de protección radiológica aplicable al transporte de materiales radioactivos.

CSN, 2003 (52 págs.) ISBN 84-87275-46-X. Referencia: GSG-06.02.

## 7. Protección radiológica

7.1 Requisitos técnico-administrativos para los servicios de dosimetría personal individual.

CSN, 1985 (12 págs.) ISBN 84-87275-46-X. Referencia: GSG-07.01.

7.2 Cualificaciones para obtener el reconocimiento de experto en protección contra las radiaciones ionizantes para responsabilizarse del correspondiente servicio o unidad técnica.

CSN, 1986 (8 págs.) ISBN 84-87275-29-X. Referencia: GSG-07.02.

7.3 Bases para el establecimiento de los servicios o unidades técnicas de protección radiológica.

CSN, 1987. (Rev.1. 1998) (36 págs.) ISBN 84-87275-88-5. Referencia: GSG-07.03

7.4 Bases para la vigilancia médica de los trabajadores expuestos a la radiaciones ionizantes.

CSN, 1986 (Rev. 2, 1998) (36 págs.) ISBN 84-87275-86-9. Referencia: GSG-07.04.

7.5 Actuaciones a seguir en caso de personas que hayan sufrido un accidente radiológico.

CSN, 1989 (12 págs.) ISBN 84-87275-19-2. Referencia: GSG-07.05.

7.6 Contenido de los manuales de protección radiológica de instalaciones nucleares e instalaciones radiactivas del ciclo del combustible nuclear.

CSN, 1992 (16 págs.) ISBN 84-87275-49-4. Referencia: GSG-07.06.

7.7 Control radiológico del agua de bebida.

CSN, 1990 (Rev.1, 1994) (16 págs.) ISBN 84-87275-27-3. Referencia: GSG-07.07.

## 8. Protección física

8.1 Protección física de los materiales nucleares y en instalaciones radiactivas.

CSN, 2000 (32 págs.) ISBN 84-95341-14-X. Referencia GSG-08.01.

## 9. Gestión de residuos

9.1 Control del proceso de solidificación de residuos radiactivos de media y baja actividad.

CSN, 1991 (16 págs.) ISBN 84-87275-28-1. Referencia: GSG-09.01.

9.2 Gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en instalaciones radiactivas.

CSN, 2001 (28 págs.) ISBN 84-95341-34-4. Referencia: GSG-09.02.

## 10. Varios

10.1 Guía básica de garantía de calidad para instalaciones nucleares.

CSN, 1985 (Rev. 2, 1999) (16 págs.) ISBN 84-87275-84-2. Referencia: GSG-10.01.

10.2 Sistema de documentación sometida a programas de garantía de calidad en instalaciones nucleares.

CSN, 1986 (Rev.1, 2002) (20 págs.) ISBN 84-95341-35-2. Referencia: GSG-10.02.

10.3 Auditorías de garantía de calidad.

CSN, 1986 (Rev.1, 2001) (24 págs.) ISBN 84-95341-32-8. Referencia: GSG-10.03.

10.4. Garantía de calidad para la puesta en servicio de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (8 págs.) ISBN 84-87275-39-7. Referencia: GSG-10.04.

10.5 Garantía de calidad de procesos, pruebas e inspecciones de instalaciones nucleares.

CSN, 1987 (Rev.1, 1999) (24 págs.) ISBN 84-95341-06-9. Referencia: GSG-10.05

- 10.6 Garantía de calidad en el diseño de instalaciones nucleares.  
CSN, 1987 (Rev.1, 2002) (16 págs.) ISBN 84-95341-38-7. Referencia: GSG-10.06.
- 10.7 Garantía de calidad en instalaciones nucleares en explotación.  
CSN, 1988 (Rev.1, 2000) (20 págs.) ISBN 84-95341-17-4. Revisión: GSG-10.07
- 10.8 Garantía de calidad para la gestión de elementos y servicios para instalaciones nucleares.  
CSN, 1988 (Rev.1, 2001) (24 págs.) ISBN 84-87275-42-7. Referencia: GSG-10.08
- 10.9 Garantía de calidad de las aplicaciones informáticas relacionadas con la seguridad de las instalaciones nucleares.  
CSN, 1998 (20 págs.) ISBN 84-87275-92-3. Referencia: GSG-10.09
- 10.10 Cualificación y certificación de personal que realiza ensayos no destructivos.  
CSN, 2000 (20 págs.) ISBN 84-95341-13-1. Referencia: GSG: 10.10
- 10.11 Garantía de calidad en instalaciones radiactivas de primera categoría  
CSN, 2001 (16 págs.) ISBN 84-95341-25-5. Referencia: GSG-10.11.
- 10.12 Control radiológico de actividades de recuperación y reciclado de chatarras  
CSN, 2003 (36 págs.) ISBN 84-95341-40-9. Referencia: GSG-10.12.

Las guías de seguridad contienen los métodos recomendados por el CSN, desde el punto de vista de la seguridad nuclear y protección radiológica, y su finalidad es orientar y facilitar a los usuarios la aplicación de la reglamentación nuclear española. Estas guías no son de obligado cumplimiento, pudiendo el usuario seguir métodos y soluciones diferentes a los contenidos en las mismas, siempre que estén debidamente justificados.

Los comentarios y sugerencias que puedan mejorar el contenido de estas guías se considerarán en las revisiones sucesivas. Tanto la correspondencia como los pedidos deben dirigirse al Consejo de Seguridad Nuclear, Oficina de Normas Técnicas, C/ Justo Dorado, 11, 28040-Madrid.