



CNSMS



**FORO**

*“Estrategia para la prevención, detección y respuesta frente a la presencia inadvertida de material radiactivo en el reciclado de metales y otros procesos asociados”*

**INFORME FINAL**  
Septiembre 2011

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA  
DE MATERIAL RADIATIVO EN EL RECICLADO DE  
METALES Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**INFORME FINAL**

**Setiembre 2011**

El presente trabajo fue realizado bajo el auspicio y financiación del Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares.

## **CONTENIDO**

### **1\_ PRESENTACIÓN**

### **2\_ GLOSARIO, DEFINICIONES**

### **3\_ INTRODUCCIÓN**

#### **3.1\_ Antecedentes**

#### **3.2\_ Objetivo**

#### **3.3\_ Alcance**

#### **3.4\_ Estructura**

### **4\_ MODELOS DE ESTRATEGIA Y SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA**

### **5\_ ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA**

#### **5.1\_ Factores a considerar en la elaboración de la estrategia**

#### **5.2\_ Financiación de la estrategia**

### **6\_ IMPLANTACIÓN DE LA ESTRATEGIA**

#### **6.1\_ Medidas para la prevención**

#### **6.2\_ Medidas para la detección**

#### **6.3\_ Medidas para la respuesta**

##### **6.3.1\_ Detección de material radiactivo en la chatarra**

##### **6.3.2\_ Detección de material radiactivo en los procesos o productos**

##### **6.3.3\_ Gestión del material radiactivo**

#### **6.4\_ Registros**

#### **6.5\_ Formación e información**

#### **6.6\_ Cooperación internacional e intercambio de información**

### **7\_ Seguimiento de la implantación de la estrategia**

### **8\_ MATERIAL RADIATIVO DE ORIGEN NATURAL - NORM**

### **9\_ CONTRIBUYENTES A LA REDACCIÓN Y REVISIÓN DEL DOCUMENTO**

### **10\_ ANEXOS (SEPARADOS DEL CUERPO PRINCIPAL DEL DOCUMENTO)**

**ANEXO 1 RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA**

**ANEXO 2 RECURSOS HUMANOS Y TÉCNICOS PARA LA PUESTA EN PRÁCTICA DE LA ESTRATEGIA Y PROGRAMAS DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL INVOLUCRADO.**

- ANEXO 3 METODOLOGÍA PARA LA CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE PORTALES O PÓRTICOS DE DETECCIÓN.**
- ANEXO 4 PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN EN CASO DE DETECCIÓN DE MATERIAL RADIATIVO A LA ENTRADA DE LAS INSTALACIONES.**
- ANEXO 5 REPORTE DE DETECCIÓN DE MATERIAL RADIATIVO EN LA ENTRADA DE LAS INSTALACIONES.**
- ANEXO 6 PROCEDIMIENTO PARA LA MITIGACIÓN, LIMPIEZA Y DESCONTAMINACIÓN EN CASO DE RUPTURA O FUSIÓN DE UNA FUENTE RADIATIVA.**
- ANEXO 7 METODOLOGÍA PARA INVESTIGAR LA PROCEDENCIA DE LAS FUENTES DETECTADAS.**
- ANEXO 8 EJEMPLO DE AUTORIZACIÓN GENÉRICA PARA LA TRANSFERENCIA DE FUENTES RADIATIVAS DETECTADAS EN LA CHATARRA A UN GESTOR AUTORIZADO**
- ANEXO 9 EJEMPLO DE ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS PARA EL REGISTRO DE NOTIFICACIONES DE DETECCIONES EN INSTALACIONES VINCULADAS AL RECICLADO DE CHATARRA**
- ANEXO 10 EJEMPLO DE REGISTRO DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN EN LOS LUGARES DONDE SE ENCUENTRAN INSTALADOS.**
- ANEXO 11 MODELO DE POSTER PARA DIVULGACIÓN FOLLETOS INFORMATIVOS PARA LA POBLACIÓN Y LOS TRABAJADORES DEL SECTOR DE LA RECUPERACIÓN DE METALES.**
- ANEXO 12 MODELO DE TRIPTICO PARA DIVULGACIÓN FOLLETOS INFORMATIVOS PARA LA POBLACIÓN Y LOS TRABAJADORES DEL SECTOR DE LA RECUPERACIÓN DE METALES.**
- ANEXO 13 REGISTROS DE DETECCIONES DE MATERIAL RADIATIVO Y MECANISMOS DE NOTIFICACIÓN PARA LA COLABORACIÓN ENTRE LOS PAÍSES DEL FORO.**

## **11\_ BIBLIOGRAFÍA**

**“Estrategia para la prevención, detección y respuesta frente a la presencia inadvertida de material radiactivo en el reciclado de metales y otros procesos asociados.”**

## **1\_PRESENTACIÓN**

La industria de la recuperación y del reciclado de metales contribuye en todo el mundo a optimizar el uso de los recursos naturales, incidiendo positivamente en el logro del desarrollo sostenible. En las últimas décadas han ocurrido una serie de incidentes en numerosos países, caracterizados por la presencia inadvertida de material radiactivo en los materiales recuperados o en los productos resultantes de su reciclado.

La experiencia ha demostrado que la aparición de material radiactivo en el proceso de reciclado de metales, puede tener su origen tanto en materiales o productos procedentes del mercado nacional como del internacional. Así mismo, los incidentes ocurridos hasta la fecha han puesto de manifiesto que si bien lo más frecuente es que el material radiactivo se presente en forma de contaminación de piezas por radionúclidos de origen natural (NORM), el mayor riesgo radiológico se encuentra asociado a la presencia de fuentes huérfanas en las corrientes de recuperación.

Entre los incidentes que han tenido mayores consecuencias, se pueden citar la fusión de fuentes radiactivas en los hornos de acerías, la fragmentación de fuentes durante el proceso de reciclado de metales y la manipulación inadvertida de fuentes radiactivas abandonadas. Algunos de estos sucesos han dado lugar a altos niveles de exposición a la radiación de personas, con consecuencias graves para la salud, y a la contaminación de instalaciones y bienes, ocasionando importantes repercusiones económicas para las empresas del sector, sus instalaciones e, incluso, para los gobiernos.

Por todo ello, estos sucesos han suscitado la preocupación de las autoridades nacionales y organizaciones internacionales que han emprendido una serie de iniciativas tendentes a prevenir su ocurrencia y a desarrollar estructuras y metodologías para responder a estos eventos y reducir sus consecuencias.

Entre estas iniciativas destacan el fortalecimiento del control de las fuentes radiactivas, acorde con lo previsto en el Código de Conducta para la Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas aprobado por el OIEA en el año 2004; las campañas nacionales de recuperación de fuentes huérfanas; el establecimiento de sistemas nacionales para la vigilancia radiológica del proceso de recuperación y reciclado de metales; y la mejora de los mecanismos de vigilancia radiológica en el movimiento transfronterizo de mercancías.

Esta situación ha impulsado a numerosos países a establecer mecanismos a nivel nacional para el control radiológico de la chatarra, consensuando protocolos y acuerdos institucionales entre las partes interesadas, basados en las lecciones aprendidas en los sucesos ocurridos.

En el año 2009, tuvo lugar en Tarragona (España) la Conferencia Internacional sobre Control y Gestión de Material Radiactivo Inadvertidamente Presente en Reciclado de Metales, donde participaron más de 200 expertos de 65 países y 5 organizaciones internacionales, quienes coincidieron en señalar que la presencia de material

radiactivo en la chatarra es un problema global cuya prevención y detección requiere los esfuerzos de todas las partes implicadas y actuaciones coordinadas en el ámbito internacional que permitan el intercambio de experiencias y lecciones aprendidas a nivel nacional.

Algunos de los sucesos ocurridos hasta la fecha han tenido lugar en los países cuyos organismos reguladores forman parte del Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Nucleares y Radiológicos (en adelante, FORO). La respuesta dada a escala nacional a estos sucesos, ha proporcionado una importante experiencia a estos países, lo cual sitúa al FORO en una situación propicia para estructurar el conocimiento adquirido y desarrollar una estrategia armonizada, en beneficio de sus miembros y, en la medida de su interés, de otros países del ámbito latinoamericano que, incluso, podría ser extrapolada a otros países del resto del mundo.

El Comité Técnico del FORO, en su reunión Plenaria de 2009, aprobó un proyecto para aprovechar esta experiencia, elaborado sobre las conclusiones de la Conferencia Internacional de Tarragona, para lo que constituyó un grupo de trabajo, formado por expertos de todos sus estados miembros, con el mandato de elaborar una “estrategia para la prevención, detección y respuesta frente a la presencia inadvertida de material radiactivo en el reciclado de metales y otros procesos asociados”.

La estrategia debería servir para que todas las partes implicadas -organismos gubernamentales, organismos reguladores, empresas del sector, entidades gestoras de residuos, empresas proveedoras de servicios y organizaciones sociales- establezcan los procedimientos adecuados para la prevención, detección y respuesta frente a la presencia de material radiactivo en la recuperación y reciclado de metales.

El presente documento es la respuesta dada por el grupo de trabajo, al mandato del Comité Técnico del FORO.

## **2\_DEFINICIONES**

**a) Alara:** Proceso por el cual se determina el nivel de protección y seguridad tecnológica que hace que las exposiciones, así como la probabilidad y magnitud de las exposiciones potenciales, se mantengan en “el valor más bajo que pueda razonablemente alcanzarse” (ALARA), teniendo en cuenta los factores económicos y sociales, tal como se estipula en el sistema de protección radiológica de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

**b) Almacenamiento:** Colocación de fuentes radiactivas, combustible gastado o desechos radiactivos en una instalación dispuesta para su contención, con la intención de recuperarlos.

**c) Autoridad regulatoria / organismo regulador:** Autoridad o conjunto de autoridades a las que el gobierno de un Estado confiere facultades legales para llevar a cabo el proceso de reglamentación, incluida la concesión de autorizaciones y, de este modo, reglamentar la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte.

**d) Autorización:** Permiso otorgado por escrito para que una entidad autorizada realice actividades especificadas.

**e) Calibración:** Medición o ajuste de un instrumento, componente o sistema para cerciorarse de que su exactitud o respuesta es aceptable.

**f) Chatarra:** Conjunto de trozos de metal, generalmente hierro u otros metales de desecho, que proceden de dispositivos o piezas en desuso o con poco valor.

**g) Fuente huérfana:** Fuente radiactiva que no está sometida a control reglamentario, sea porque nunca lo ha estado, sea porque ha sido abandonada, perdida, extraviada, robada o transferida sin la debida autorización.

**h) Fuente radiactiva:** Material radiactivo permanentemente encerrado en una cápsula o fuertemente consolidado, en forma sólida, y que no está exento de control reglamentario. También comprende todo material radiactivo liberado por fuga o rotura de la fuente radiactiva

**i) Fuente en desuso:** Fuente radiactiva que ya no se utiliza, ni se tiene la intención de utilizar, en la práctica para la cual se otorgó la autorización.

**j) Fondo natural:** Dosis, tasa de dosis o concentraciones de actividad asociadas a fuentes naturales o a cualesquiera otras fuentes existentes en el medio ambiente, que no sean susceptibles de control.

**k) Gestión de residuos radiactivos:** Conjunto de actividades administrativas y operacionales que se ocupan de la manipulación, tratamiento previo, tratamiento, acondicionamiento, transporte, almacenamiento y disposición final de los desechos radiactivos.

**l) Material radiactivo:** Material que, según lo establecido en la legislación nacional o por un órgano regulador, está sometido al control reglamentario debido a su radiactividad.

**m) NORM:** Material radiactivo que no contiene cantidades significativas de radionucleidos distintos de los radionucleidos naturales.

**n) Protección y seguridad tecnológica:** Protección de las personas contra la exposición a la radiación ionizante o a los materiales radiactivos, así como seguridad tecnológica de las fuentes de radiación, incluidos los medios para conseguir esa protección y seguridad tecnológica, así como los medios para prevenir accidentes y atenuar las consecuencias de éstos si ocurrieran.

**o) Segregación:** Actividad en la que los tipos de desechos o materiales (radiactivos o exentos) son separados, o se mantienen separados, de acuerdo con sus propiedades radiológicas, químicas y/o físicas, a fin de facilitar la manipulación y/o el procesamiento de los desechos.

**p) Verificación:** Proceso por el que se determina si la calidad o el comportamiento de un producto o un servicio son los que se declaran, o se prevén o se requieren.

## **INTRODUCCIÓN**

### **3.1\_Antecedentes**

La gran mayoría de las fuentes radiactivas utilizadas en las diferentes aplicaciones de las radiaciones ionizantes, se encuentran selladas en cápsulas metálicas o electrodepositadas en una placa de metal estable, que son diseñadas y fabricadas de acuerdo a estándares internacionales. Las fuentes radiactivas, a su vez, se encuentran dentro de contenedores metálicos que aseguran su integridad y atenúan la radiación que emiten.

Las fuentes radiactivas selladas suelen ir incorporadas en equipos diseñados, a su vez, acorde a lo establecido en documentos o estándares internacionales. Tanto los contenedores de las fuentes como los equipos en los que se incorporan, son de naturaleza metálica, y por lo tanto son susceptibles de ser incorporados al proceso de reciclado de metales.

En los países del FORO el uso de las fuentes radiactivas se rigen por las regulaciones nacionales que son coherentes con las normas y recomendaciones internacionales y cumplen con los compromisos establecidos en el Código de Conducta del OIEA. El cumplimiento de estas normas garantiza en todos los países que las fuentes son utilizadas y gestionadas de forma segura una vez concluida su vida útil.

Sin embargo, la seguridad de las fuentes puede verse seriamente deteriorada si se pierde el control sobre ellas como consecuencia por ejemplo, del extravío o el abandono por el usuario autorizado, el robo o hurto de las fuentes radiactivas, el uso previo a la existencia de los actuales controles reguladores, el ingreso al país sin el debido control aduanero, el uso no declarado al organismo regulador, o su uso en aplicaciones militares que en algunos países está o ha estado exento del control regulador. En algunos casos, la falla principal ha sido la falta de aplicación de medidas de protección y seguridad tecnológica, requeridas durante la posesión y el uso de material radiactivo. En otros, la falta de gestión adecuada a través de requerimientos regulatorios, de fuentes radiactivas en desuso, que no son retiradas conforme son dejadas de utilizar por los usuarios, incrementan la posibilidad de que se produzcan incidentes radiológicos.

Las fuentes que se encuentran en estas condiciones, a las que suele llamarse *fuentes huérfanas*, pueden ser incorporadas al flujo de reciclado de metales donde pueden irradiar a los trabajadores de esta industria o ser sometidas a condiciones superiores a sus especificaciones de diseño, dando lugar a la contaminación de las instalaciones, de los productos y subproductos del reciclado, así como al medio ambiente.

En las últimas décadas han ocurrido una serie de incidentes de esta naturaleza que han dado lugar a la fusión de fuentes radiactivas en acerías, la fragmentación de fuentes durante el proceso de reciclado de metales o la manipulación inadvertida de dispositivos que contenían materiales radiactivos. Algunos de estos incidentes han tenido graves consecuencias radiológicas sobre las personas y económicas sobre las empresas. Este tipo de incidentes han sucedido en numerosos países entre los que se encuentran algunos que integran el FORO. Entre éstos, cabe destacar los sucesos acaecidos en Ciudad Juárez (México 1983), Goiania (Brasil 1987) y Los Barrios (España 1998) , que en algunos casos dieron lugar a:

- La irradiación y contaminación de personas, que ocasionaron la pérdida de vidas humanas o graves daños para la salud;
- La contaminación de las instalaciones, productos y subproductos, cuya solución requirió inversiones que van desde cientos de miles hasta decenas de millones de dólares; graves pérdidas de la imagen corporativa y la desaparición de la empresa propietaria de la instalación en la que ocurrió el incidente;
- La contaminación del medio ambiente, cuya recuperación requirió de la demolición de viviendas y edificios, así como la descontaminación de espacios públicos, tareas que se desarrollaron durante largo tiempo;

- La generación de grandes cantidades de residuos radiactivos, de cientos a miles de toneladas, cuya gestión requirió de grandes recursos económicos así como la construcción o adaptación de instalaciones específicas para su tratamiento, almacenamiento y posterior evacuación;
- Una gran preocupación de las personas potencialmente afectadas por los sucesos que han requerido atención social y psicológica, que en algunos casos se ha prolongado por decenas años;
- Actuaciones legales para atender a demandas civiles por daños y perjuicios.

La adopción de soluciones para hacer frente a la presencia inadvertida de material radiactivo en la chatarra se han visto dificultadas en la mayoría de los casos, por el hecho de que las empresas que participan en el reciclado de metales (recolectores, fragmentadores, gestores de chatarra, transportistas, fundiciones, etc.) no están habituadas a aplicar los principios de seguridad radiológica en sus procesos industriales.

Las dificultades se incrementan además por el hecho de que la solución del problema involucra a un gran número de actores, entre los que se pueden citar a: organismos gubernamentales, organismos reguladores, entidades de control aduanero, importadores y exportadores de chatarra, gestores de desechos radiactivos, organizaciones laborales, etc., los cuales necesitan intervenir de manera integrada y coordinada.

En este contexto, varios países, entre ellos algunos representados en el FORO, han emprendido actuaciones tendentes a reducir este riesgo mediante programas nacionales para la vigilancia radiológica de los materiales metálicos, la gestión de los materiales radiactivos que se detecten y planes de respuesta ante situaciones que generen la contaminación de las instalaciones, productos y subproductos.

Esta vigilancia ha permitido retirar un número importante de fuentes del proceso de reciclado de metales, recuperar el control sobre ellas y evitar el daño que pudieran haber producido a los trabajadores, al público, a la instalación y al medio ambiente. Por otra parte, esta vigilancia ha evidenciado que el número de fuentes detectadas está directamente relacionado con el volumen de la chatarra que se somete a vigilancia, aunque hay otros factores, que también influyen en la probabilidad de detección.

Finalmente, cabe resaltar que estas actuaciones han contribuido a incrementar la confianza general en la seguridad radiológica del comercio internacional asociado al reciclado de metales y ha motivado a otros países y organizaciones internacionales a emprender sus propias actuaciones en este ámbito.

### **3.2\_Objetivo**

Este documento tiene por objetivo ayudar a los gobiernos nacionales y a los organismos reguladores de los países que forman parte del FORO a establecer estrategias nacionales armonizadas para prevenir y paliar los riesgos derivados de la presencia inadvertida de material radiactivo, así como a contribuir a la mejora del control de las fuentes radiactivas, mediante la reincorporación al sistema regulador de las fuentes detectadas en cualquier fase del proceso de reciclado de metales.

En particular, los objetivos específicos del documento están dirigidos a:

- Aumentar la eficacia de los programas nacionales de control de radiactividad en la chatarra, aprovechando las experiencias acumuladas en cada uno de los países.
- Contar con una estrategia homogénea y eficaz, para detectar material radiactivo, y lograr un alto nivel de capacidad de respuesta.
- Mejorar la eficiencia en la utilización de recursos, mediante mecanismos de trabajo conjunto y común entre organismos reguladores.
- Crear una red de expertos en este tema, con amplia capacidad para asesorar al FORO y a otros países de la región, que puedan solicitar apoyo o asistencia para enfrentar estos problemas, u otros similares.

En este sentido, el documento incluye una serie de recomendaciones dirigidas a las autoridades gubernamentales y reguladoras de los países del FORO, sobre la implantación de medidas técnicas, formativas, informativas y financieras para establecer un sistema nacional de vigilancia radiológica de la chatarra y de los productos y subproductos resultantes de su reciclado, así como para hacer frente a la aparición de material radiactivo en esta industria.

### **3.3\_Alcance**

El alcance del documento abarca el desarrollo, implantación y mantenimiento de la estrategia en la cual es imprescindible la participación directa de todas las entidades involucradas en el proceso de reciclado de metales, como son los organismos gubernamentales y reguladores, las entidades de control aduanero, los gestores de desechos radiactivos y las empresas y organizaciones empresariales y laborales involucradas en esta actividad industrial.

### **3.4\_Estructura**

Este documento contiene una serie de recomendaciones para los países cuyos organismos reguladores constituyen el FORO, orientadas a establecer una estrategia nacional de prevención, detección y respuesta ante la presencia inadvertida de material radiactivo en el proceso de reciclado de metales.

En el capítulo segundo se describen los modelos de estrategias nacionales de vigilancia radiológica de los productos metálicos más utilizados en la actualidad, se analizan las principales ventajas e inconvenientes de cada modelo y se opta por un modelo basado en compromisos voluntariamente adquiridos por las partes implicadas.

En el capítulo tercero se mencionan las recomendaciones necesarias para desarrollar una estrategia nacional, analizándose los factores que condicionan su desarrollo, implantación y mantenimiento, así como sobre los mecanismos de financiación que deberían arbitrarse a nivel nacional para proveer los recursos que serían necesarios para implantar y mantener plenamente operativa la estrategia.

En el capítulo cuarto se describen las actividades que se deben llevar a cabo para poner en práctica la estrategia a través de las actuaciones técnicas necesarias para su implantación, destinadas a prevenir, detectar y responder a la detección de radiación en la chatarra o en los productos y subproductos resultantes de su procesado. Así mismo incluye: recomendaciones para la gestión de los materiales radiactivos detectados y los residuos generados en las actuaciones de respuesta; recomendaciones para la capacitación del personal involucrado en la implantación de la estrategia; el establecimiento de registros de instalaciones y actuaciones; y la colaboración entre los países que forman parte del FORO, con otros países de la comunidad iberoamericana y con el resto de países.

En el capítulo quinto se presentan recomendaciones para efectuar el seguimiento de la estrategia implantada por cada país, con el propósito de analizar sus resultados y mantener su eficacia.

Los apéndices incluyen el mandato dado por el Comité Técnico del FORO al Grupo de Trabajo que se creó para elaborar la propuesta, y el resumen del proceso seguido para su elaboración.

Los anexos incluyen ejemplos de actuaciones de países que tienen establecidas estrategias nacionales para la vigilancia radiológica del proceso de reciclado de metales, y recomendaciones y procedimientos para elaborar los aspectos técnicos de la estrategia.

#### **4\_ MODELOS DE ESTRATEGIA Y SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA**

Las estrategias adoptadas por los países que disponen de programas sistemáticos de vigilancia radiológica del proceso de reciclado de metales obedecen básicamente a dos modelos:

- *“Modelo mandatorio”* que se basa en considerar el reciclado como una práctica radiológica regulada según los procedimientos reguladores habituales, es decir: notificación, registro, autorización, inspección y coerción.

- “*Modelo voluntario*” que se basa en el compromiso adquirido por cada una de las partes involucradas en el proceso del reciclado, sobre la aplicación de las medidas de seguridad radiológicas adecuadas para su instalación, bajo la supervisión y guía del organismo regulador.

Ambos modelos podrían ser válidos para el propósito de reducir el riesgo radiológico en el proceso de reciclado de metales en los países representados en el FORO, siendo las autoridades nacionales las que deberían decidir cuál es el más adecuado para ser implantado en cada país.

En la elección del modelo es necesario tener en cuenta las ventajas y desventajas que ofrece cada uno de ellos, que se resumen brevemente a continuación.

El *modelo mandatorio* requiere el establecimiento de un marco legal específico, basado en los procedimientos reguladores de cada país y tiene la ventaja de obedecer a un proceso plenamente experimentado y bien conocido por las autoridades reguladoras. La puesta en práctica de un modelo de estas características debería llevar consigo la previsión de medidas coercitivas en el marco legal que se establezca, para asegurar su eficacia. No obstante ello, este modelo tiene el inconveniente que debe ser aplicado a un sector industrial que no está familiarizado con estas prácticas administrativas, a las que suele considerar difícilmente compatibles con el ritmo de su sistema productivo, cuya viabilidad depende de la agilidad con que debe desarrollarse. La puesta en práctica de este modelo lleva consigo el desarrollo de normas, procedimientos de supervisión y control que necesariamente generan una mayor carga administrativa para todas las actividades ligadas al proceso.

El *modelo voluntario* se basa en la adquisición de compromisos formales entre las empresas del sector del reciclado de metales, los organismos reguladores y las entidades autorizadas para la gestión de residuos radiactivos, en los que se especifican las funciones de cada parte, y la asunción de los costes derivados de las acciones de vigilancia radiológica y gestión de los materiales radiactivos que se recuperen. La puesta en práctica de este modelo suele llevar incorporados mecanismos incentivadores de la participación, por ejemplo, gratuidad de la gestión de materiales radiactivos recuperados y del asesoramiento técnico que aporta el organismo regulador. Así mismo, es aconsejable llevar a cabo acciones divulgativas dirigidas a todas las partes involucradas, porque la eficacia de una estrategia basada en este modelo está estrechamente relacionada con la amplitud de la participación, el grado de compromiso y la actitud colaborativa de todas ellas. En todo caso, la adopción de una estrategia basada en este modelo no descarta la posibilidad de implantar, en una etapa posterior, una estrategia basada en el *modelo mandatorio* si se considerase necesario.

La experiencia adquirida y los resultados positivos alcanzados en el caso español con la aplicación del *modelo voluntario* (Anexo1), permiten considerar a este modelo como la solución más adecuada para su adopción por parte de los países integrantes del

FORO. La propuesta del grupo de trabajo se basa en el *modelo voluntario*, y toma como referencia el caso español y las experiencias de los países que integran el FORO, armonizadas con los enfoques que se aplican a nivel internacional.

## **5\_ELABORACIÓN DE LA ESTRATEGIA**

Una vez que el país ha seleccionado el modelo que desea adoptar ha de poner en marcha una serie de actuaciones para definir, implantar y mantener la estrategia de prevención, detección y respuesta frente a la presencia inadvertida de material radiactivo en el reciclado de productos metálicos, siendo necesario establecer compromisos formales entre las partes involucradas.

El compromiso debería plasmarse en acuerdos y protocolos de colaboración entre las partes interesadas, con objeto de que todas se vean beneficiadas y, en conjunto, contribuyan a la seguridad radiológica de la población, trabajadores y medio ambiente.

Para asegurar el éxito de la estrategia es aconsejable crear una comisión de seguimiento que vele por el cumplimiento de los compromisos adquiridos por cada parte y analice los resultados de las experiencias adquiridas durante la vigencia de los acuerdos.

### **5.1\_Factores a considerar en la elaboración de la estrategia**

La estrategia debería basarse en una evaluación del riesgo radiológico que la presencia de material radiactivo en el reciclado de metales representa para el país. El análisis debería tener en cuenta la dimensión del sector nacional del reciclado, sus interfaces internacionales, los países con los que se intercambia materiales metálicos, la fortaleza y debilidades del sistema nacional de control de fuentes y gestión de residuos radiactivos, y las capacidades nacionales de respuesta ante los incidentes que pudieran derivarse, así como la experiencia internacional al respecto.

La estrategia podría implantarse de forma gradual por etapas cuyo alcance debería ser priorizado de acuerdo con las necesidades y capacidades nacionales. En términos generales, es aconsejable que en una primera etapa, las actuaciones técnicas necesarias para poner en práctica la estrategia comiencen en las industrias siderúrgicas y grandes instalaciones de recuperación, para extenderse posteriormente y de forma gradual, al conjunto de instalaciones nacionales involucradas en el proceso del reciclado de metales.

Las actuaciones y la dimensión del sistema de vigilancia radiológica que debería implantar cada país, debería ser el resultado de un análisis que tenga en cuenta los tipos y número de instalaciones existentes, la importancia de la actividad económica y social del sector de la recuperación y reciclado, y el volumen de chatarra consumida que procede de la importación o que es destinada a la exportación.

Con objeto de facilitar al máximo la recuperación del control sobre los materiales radiactivos que se detecten con la implantación de la estrategia, es conveniente que el marco legal nacional contemple disposiciones específicamente aplicables a las actuaciones radiológicas que serán necesarias llevar a cabo si se detecta material radiactivo, en concreto, a las tareas de manipulación de materiales radiactivo fuera de instalaciones reguladas, a las actividades derivadas de la gestión del material radiactivo detectado, a la gestión de los residuos radiactivos que se pudieran generar en las actuaciones, y a la intervención en caso de un incidente que afecte a la instalación, población o al medio ambiente.

La implantación de la estrategia requerirá de recursos técnicos, humanos y financieros cuya dimensión debería graduarse en función del volumen y complejidad de las actuaciones, y de las prioridades que se establezcan a la hora de implementación de la estrategia en cada país (Anexo 2). Los recursos técnicos y humanos existentes en el país podrían ser suficientes para implantar y mantener la estrategia de manera eficaz. No obstante, es aconsejable realizar un análisis de las capacidades nacionales para identificar disponibilidades y carencias de recursos, tales como: suministradores de instrumentación, laboratorios de análisis y calibración, entidades proveedoras de servicios de protección radiológica y formación, y gestores de residuos radiactivos.

Desde el punto de vista del control de las fuentes radiactivas, la implantación de una estrategia de esta naturaleza constituye una herramienta muy eficaz para devolver al ámbito regulado, a aquellas fuentes sobre las que se perdió el control y que finalmente fueron incorporadas a la chatarra. Adicionalmente, debe resaltarse el hecho de que la implantación de la estrategia tiene un fuerte interface con otras actuaciones de ámbito nacional e internacional tendientes a incrementar la seguridad física de las fuentes radiactivas.

## **5.2\_Financiación de la estrategia**

La implantación y mantenimiento de la estrategia requerirá proveer los mecanismos financieros necesarios para cubrir al menos los costes asociados a los siguientes conceptos: inversiones para la adquisición e instalación de equipos, costes de operación y mantenimiento de los mismos, costes derivados de las actuaciones tras las detecciones, gestión de los materiales radiactivos detectados, costes de las actuaciones reguladoras para la supervisión y asesoramiento en materias de seguridad radiológica y costes asociados a las actividades formativas e informativas.

Adicionalmente, será necesario tener en cuenta los costes derivados de posibles incidentes relacionados con la incorporación de fuentes radiactivas al proceso para hacer frente a las operaciones de limpieza y descontaminación de las instalaciones afectadas, el lucro cesante de las empresas afectadas mientras duran dichas operaciones, la gestión de los residuos radiactivos, la reparación de los daños (ambientales, sanitarios, clientes) causados a terceras partes, en caso de incidente.

En el desarrollo de la estrategia debería definirse claramente y por anticipado las responsabilidades y mecanismos financieros asociados con la implantación y mantenimiento de la estrategia. Sin perjuicio de las disposiciones que establezcan las leyes de cada país, es aconsejable que:

- Las empresas del sector del reciclado de metales asuman los costes de las inversiones necesarias para implantar la estrategia (adquisición, mantenimiento y operación de los sistemas de detección, gestión de los materiales radiactivos detectados en la chatarra hasta su transferencia al gestor autorizado, actividades formativas, etc.) y la adquisición de las pólizas de seguros necesarias para cubrir los costes derivados de posibles incidentes que afecten a las instalaciones, los productos y a terceras partes.
- La entidad gestora de los residuos radiactivos asuma los costes derivados de su gestión.
- Las autoridades reguladoras asuman sus propios costes de supervisión y guía de las actuaciones necesarias para implantar la estrategia.

## **6\_IMPLANTACION DE LA ESTRATEGIA**

La estrategia debería contemplar medidas para la prevención, que comprenda todas las actuaciones necesarias para asegurar la operatividad de los recursos técnicos y humanos asignados a la vigilancia radiológica; medidas para la detección de material radiactivo, en los accesos a las instalaciones en sus proceso y en los productos y subproductos; y medidas para la respuesta ante detecciones e incidentes de incorporación de material radiactivo en los procesos industriales de las instalaciones. Adicionalmente se requerirán actuaciones de registro, formación e información, cooperación internacional e intercambio de información.

### **6.1\_Medidas para la prevención**

La medida más importante para prevenir la ocurrencia de incidentes radiológicos en el proceso de reciclado de metales es la existencia de una estructura legal y de un sistema de autorización, fiscalización y control de fuentes radiactivas que garanticen su seguridad “desde la cuna a la tumba”. Dicha estructura deberá estar establecida a nivel nacional y contemplar una colaboración internacional eficaz entre los organismos reguladores nacionales de los distintos países.

La experiencia ha demostrado que aún en presencia de marcos reguladores adecuados, pueden existir fuentes radiactivas sin control que acaben incorporándose en el proceso de reciclado de materiales metálicos, por lo que las autoridades nacionales deberían adoptar medidas adicionales para reducir el riesgo radiológico asociado a estos sucesos. Entre estas medidas se mencionan:

- Establecimiento de acuerdos entre las partes implicadas para cumplir con los compromisos adquiridos en materia de vigilancia radiológica y actuación en caso de detección o incidente.
- Capacitación del personal para la detección visual o instrumental de material radiactivo en la chatarra y la actuación en caso de detección o incidente.
- Previsiones para la gestión segura de las fuentes y materiales radiactivos hallados, así como los desechos radiactivos que se originen como resultado de la incorporación de los mismos a los procesos de producción o transformación de metales.
- Establecimiento por parte del organismo regulador de niveles de referencia (por ejemplo: concentración de actividad, contaminación superficial o tasa de dosis) para considerar si un material se puede procesar o utilizar sin restricciones desde el punto de vista de la seguridad radiológica.
- Bajo circunstancias especiales, esta medida se podría complementar con el establecimiento de sistemas de detección radiológica en los pasos fronterizos.

Del mismo modo, la industria de la recuperación debería aportar los siguientes mecanismos:

- Instalación y operación de sistemas de detección en los accesos y procesos de las instalaciones dedicadas a la recuperación y reciclado de materiales metálicos, complementadas con los procedimientos y planes de actuación necesarios para garantizar su eficacia.
- Reducción del riesgo de entrada o salida de material radiactivo en la importación y exportación de chatarra, mediante el uso de certificados de control radiológico del material previo a su movimiento transfronterizo.

## **6.2\_Medidas para la detección**

La implantación de medidas de detección debería tener en cuenta la diversidad de actividades e instalaciones asociadas al proceso de recuperación y reciclado de metales, en el que participan desde pequeños recolectores de chatarra hasta empresas que manipulan grandes cantidades de materiales, por lo que es aconsejable que las medidas de detección estén graduadas de acuerdo con el tamaño de las instalaciones y las consecuencias potenciales de la incorporación de material radiactivo a los procesos industriales que tienen lugar en ellas.

Los pequeños recolectores de chatarra, que suelen actuar de forma individual o en pequeños grupos, manipulan directamente los materiales recuperados y pueden reconocer visualmente una fuente radiactiva si disponen de información básica para ello. En este sentido, este grupo deberían realizar una inspección visual de la chatarra para lo cual es aconsejable que se les proporcione material gráfico con imágenes de las

fuentes que pudieran encontrar así como instrucciones elementales de cómo proceder en caso de encontrar una fuente radiactiva.

Las pequeñas y medianas empresas recuperadoras de metales que habitualmente manejan unos miles de toneladas anuales, necesitan complementar la inspección visual con vigilancia radiológica mediante el uso de equipos portátiles para detectar material radiactivo a la entrada del patio de chatarra. Estas empresas pueden convertirse también en un vía eficaz para distribuir el material divulgativo entre los pequeños recolectores de chatarra.

Las grandes empresas recuperadoras, las acerías y las fundiciones de metales, que manejan cientos de miles de toneladas anuales e incorporan procesos que pueden dañar las fuentes y dispersar el material radiactivo que contienen, necesitan disponer de dispositivos de detección que reduzcan la probabilidad de que ocurran incidentes, sin perturbar su ritmo productivo. En este caso es aconsejable que la vigilancia radiológica se realice mediante portales de detección y equipos instalados en grúas o sistemas de movimiento de chatarra, complementada con equipos radiométricos portátiles para su uso, en caso de detección de radiación en algún punto de su proceso industrial. Adicionalmente, es también aconsejable que la vigilancia radiológica se extienda a los productos finales, subproductos y desechos generados en las acerías, fundiciones e instalaciones que cuenten con cizalladoras o fragmentadoras.

Los sistemas de detección empleados en esta vigilancia (portales de detección, equipos portátiles, detectores en polvos de humos, espectrómetros gamma para la medición de muestras de coladas y escoria) deberían adecuarse específicamente a las características de las instalaciones y de los materiales involucrados en su proceso industrial. En particular, los equipos de detección deben ser lo suficientemente sensibles para detectar, discriminar y alertar ante cualquier incremento de radiación significativo sobre el fondo natural.

Asimismo, para garantizar la eficacia de la vigilancia, es aconsejable que los dispositivos fijos de detección se ubiquen teniendo en cuenta la proximidad y características del material a monitorear, la estabilidad de las condiciones en las que se ejerce la vigilancia y las posibles perturbaciones ocasionadas por los materiales y operaciones que pudieran existir en su entorno.

Una vez instalados los sistemas de detección estos deben ser configurados, operados y mantenidos siguiendo los estándares de calidad aplicables y deberán ser verificados con arreglo a las instrucciones de su fabricante y calibrados de acuerdo con los procedimientos que le sean aplicables (Anexo 3).

### **6.3\_Medidas para la respuesta**

La detección de material radiactivo en las instalaciones que tienen implantados de forma adecuada sistemas y procedimientos de vigilancia radiológica, puede dar lugar a

dos tipos de escenarios que requieren respuestas de naturaleza diferente: la detección de material radiactivo en la chatarra o la detección de radiación en los procesos industriales y en los productos resultantes.

Es aconsejable que las partes implicadas, en colaboración con el organismo regulador, establezcan planes de actuación para ambos escenarios y para gestionar los materiales radiactivos detectados en ambos casos. Los planes de actuación deberán contemplar también el tratamiento de las personas que resulten expuestas a la radiación en cualquiera de los escenarios.

### **6.3.1\_Detección de material radiactivo en la chatarra**

El plan de actuación ante la detección de material radiactivo en la chatarra, debería incluir acciones para confirmar la detección y posteriormente segregar, caracterizar y almacenar en condiciones seguras, el material radiactivo hallado, hasta su transferencia a un gestor autorizado (Anexo 4).

En estos casos, las empresas deberían notificar al organismo regulador, tan pronto como sea posible, cualquier detección de material radiactivo que tenga lugar en sus instalaciones. (Anexo 5).

Es aconsejable que el organismo regulador y la entidad gestora de desechos radiactivos, presten apoyo técnico a las empresas para la gestión del material radiactivo detectado, incluyendo su transferencia a un gestor autorizado y, especialmente, cuando se trate de fuentes radiactivas encontradas en chatarra importada.

### **6.3.2\_Detección de material radiactivo en los procesos o productos**

En caso de detectarse radiación en cualquier fase de los procesos industriales de una instalación o en sus productos o subproductos resultantes, el plan de actuación debería incluir procedimientos para confirmar que la alarma procedente de los sistemas de vigilancia es real, determinar el alcance e intensidad de la contaminación y adoptar medidas inmediatas para evitar su dispersión.

Las actuaciones a realizar por la empresa deberían contemplar la notificación inmediata al organismo regulador y a todos los destinatarios que pudieran haber recibido los productos afectados por el incidente.

Una vez que el organismo regulador ha tenido conocimiento de la ocurrencia de un incidente de este tipo, debería evaluar si se requiere poner en marcha medidas de emergencia y, en caso de ser necesarias, debería recomendar a las autoridades competentes de forma inmediata, la activación de los planes de emergencia aplicables.

Una vez confirmada la presencia de contaminación en una instalación, sus productos, subproductos o residuos, su titular debería elaborar un plan de actuación para la

limpieza y descontaminación de las instalaciones, y para la gestión de los productos afectados y de los desechos radiactivos generados (Anexo 6). Es aconsejable que el titular cuente con la participación de personal experto en protección radiológica para la elaboración y puesta en práctica del plan de actuación. Antes de su puesta en práctica, el plan de actuación debería ser evaluado y aprobado por el organismo regulador, para asegurar que se cumplen los requisitos de seguridad radiológica aplicables. Las actuaciones contempladas en el plan no deberían darse por concluidas hasta que el organismo regulador evalúe y dictamine que se han alcanzado los objetivos radiológicos establecidos al respecto.

El organismo regulador junto con la entidad gestora de desechos radiactivos debería dar el apoyo técnico necesario a las empresas para minimizar el volumen de residuos generados y el tiempo necesario para que éstas reinicien la operación normal de las instalaciones afectadas, garantizando siempre que se cumplan los requisitos de protección radiológica de los trabajadores, público y ambiente.

### **6.3.3\_Gestión del material radiactivo**

Es recomendable que las autoridades nacionales establezcan mecanismos para la gestión de las fuentes y los materiales radiactivos detectados en la chatarra; así como de los residuos radiactivos que se pudieran generar en caso de la incorporación de fuentes radiactivas al proceso industrial.

La gestión de las fuentes y los materiales radiactivos detectados en la chatarra deberían llevarse a cabo teniendo en cuenta el riesgo radiológico asociado, pudiéndose establecer vías específicas para gestionar las fuentes radiactivas propiamente dichas, los materiales contaminados con radionúclidos de origen natural (NORM), los productos de consumo (detectores iónicos de humo, pararrayos, indicadores con pintura luminiscente, etc.) y otros productos que pudieran contener pequeñas cantidades de material radiactivo.

Si se detecta una fuente radiactiva en la chatarra, tanto la empresa como el órgano regulador deberían colaborar para investigar su procedencia (Anexo 7) y, de ser posible, identificar a su fabricante o distribuidor para su devolución. Si ello no fuera posible, la fuente debería ser transferida a un gestor autorizado para manipular y almacenar material radiactivo. En ambos casos la transferencia debería hacerse sin dilación para lo que será necesario facilitar al máximo los trámites reguladores necesarios (Anexo 8). En todo caso, una vez detectada la fuente deberían aplicarse los procedimientos legales establecidos en el marco regulador existente en el país.

Cuando se trate de fuentes radiactivas detectadas en chatarra importada, la colaboración entre las empresas, la entidad gestora de residuos y el organismo regulador es especialmente importante. En este caso deberían hacerse todos los esfuerzos para devolver la fuente al país del que procede la chatarra, lo que podría

requerir la correspondiente negociación con el suministrador y con las autoridades del país de procedencia.

La incorporación de fuentes radiactivas al proceso puede generar grandes volúmenes de material contaminado lo cual implica contar con instalaciones que tengan capacidad para el almacenamiento, tratamiento y gestión definitiva de los residuos resultantes. Por todo ello es aconsejable que las autoridades nacionales tengan en cuenta esta problemática en el momento de definir sus políticas de gestión de residuos radiactivos, y establezcan las vías de colaboración necesarias para la implementación de los planes de actuación.

#### **6.4\_Registros**

Las autoridades reguladoras deberían establecer un registro en el que figure la identificación detallada de las empresas involucradas en la implantación de la estrategia y las detecciones de material radiactivo e incidentes que le sean notificadas por las empresas (Anexo 1). Es recomendable que la información contenida en estos registros esté disponible para los titulares de las instalaciones y público en general, de acuerdo con unos criterios de confidencialidad y transparencia establecidos específicamente para este propósito.

Por su parte, las empresas propietarias de instalaciones en las que se lleva a cabo la vigilancia radiológica deberían registrar las detecciones realizadas, las falsas alarmas producidas y las pruebas o ensayos que se realicen a los sistemas de detección. Los compromisos que articula la estrategia deberían establecer las condiciones bajo las cuales la autoridad reguladora podría acceder a los registros (Anexo 10).

#### **6.5\_Formación e información.**

La implantación y el mantenimiento de la estrategia debería llevar consigo programas de formación e información que aseguren que la dirección y los trabajadores de las empresas de la recuperación y del reciclado de metales:

- sean informados de la posibilidad de hallar una fuente radiactiva;
- conozcan los procedimientos y vía de notificación de incidentes;
- tengan conocimientos básicos sobre las radiaciones ionizantes y sus efectos;
- conozcan y hayan recibido formación sobre los métodos de detección visual de las fuentes y de sus contenedores;
- estén capacitados para el manejo de los equipos de detección;
- conozcan y hayan recibido formación sobre las medidas a adoptar en caso de detectarse o sospecharse la presencia de una fuente radiactiva.

La responsabilidad de la puesta en práctica de estos programas de formación e información debería recaer sobre las empresas implicadas en la implantación de la

estrategia. Los programas deberían estar orientados específicamente a la formación e información sobre las medidas de prevención, detección y respuesta establecidas en sus instalaciones, y estar dirigidos a todos los estamentos de su organización en función de sus responsabilidades. Estos programas deberían prestar especial atención a la experiencia ganada desde la implementación de estas medidas en la propia instalación y en otras de naturaleza similar.

Es aconsejable que el organismo regulador emita guías sobre el alcance y contenido de los programas de formación, supervise su puesta en práctica y establezca mecanismos para facilitar la difusión de las experiencias ganadas en el país desde la implementación de la estrategia o en otros países que hayan llevado a cabo actuaciones similares.

Así mismo, es aconsejable que el organismo regulador, con la colaboración de las administraciones públicas y las empresas implicadas, elabore materiales divulgativos (boletines, trípticos, carteles, multimedia, etc.) para la difusión entre la población de las actuaciones nacionales asociadas a la presencia inadvertida de material radiactivo en la chatarra (Anexos 11 y 12).

## **6.6\_Cooperación internacional e intercambio de información**

Los acuerdos y arreglos existentes en materias de seguridad radiológica entre las diversas autoridades y órganos reguladores de los países integrantes del FORO deberían establecer el alcance y mecanismos de colaboración bilateral o multilateral en materias de prevención, detección y respuesta ante la presencia inadvertida de material radiactivo en el proceso de reciclado de metales. Dicho alcance debería contemplar al menos el intercambio de información, la prestación de asistencia mutua y la cooperación técnica para la resolución de situaciones concretas, tanto rutinarias como incidentales (Anexo 13).

La colaboración debería concretarse en protocolos, acuerdos, convenios, o cualquier otro instrumento legal que pudiera resultar adecuado teniendo en cuenta el alcance y naturaleza de la cooperación que se pretende establecer, la legislación nacional y los compromisos internacionales suscritos por cada país que pudieran ser aplicables a la notificación y ayuda en caso de incidentes radiológicos. Así mismo es aconsejable designar puntos nacionales de contacto que canalicen el intercambio de información, la solicitud de colaboración y la prestación de ayuda en caso necesario.

La colaboración podría extenderse también al conjunto de la región iberoamericana y otros estados con los que los países integrantes del FORO mantengan intercambios comerciales relacionados con el flujo de chatarra.

Las autoridades nacionales deberían intercambiar información y cooperar con las organizaciones internacionales pertinentes y con otros países que pudieran verse afectados en caso de un incidente en el que se haya procesado alguna fuente

radiactiva, sin perjuicio de las exigencias aplicables en materia de confidencialidad y de la normativa nacional. En el intercambio debería tenerse en cuenta los acuerdos internacionales de carácter bilateral o multilateral suscritos por las partes en materia de pronta notificación y ayuda mutua.

## **7\_SEGUIMIENTO DE LA IMPLANTACIÓN DE LA ESTRATEGIA**

Las partes implicadas en la implantación de la estrategia deberían constituir una comisión de seguimiento de todas las actuaciones que se lleven a cabo. Su función debería ser el seguimiento de los resultados de la estrategia. Para ello es aconsejable que establezca indicadores y objetivos cuantitativos, basados en la experiencia nacional e internacional, que permitan evaluar su grado de avance y eficacia. Entre estos podrían figurar el número de: empresas que cuentan con un programa sistemático de vigilancia, equipos instalados, detecciones anuales, incidentes ocurridos y personas que han sido capacitadas en el marco de la estrategia.

La comisión de seguimiento debería estar constituida por representantes de las autoridades gubernamentales y reguladoras, de las empresas, de los gestores de residuos radiactivos y de las organizaciones empresariales y laborales relacionadas con el reciclado de metales. En algunos casos, es aconsejable también que la comisión de seguimiento cuente con grupos técnicos estables o creados ad hoc para tratar asuntos concretos de naturaleza técnica.

La autoridad reguladora debería liderar y coordinar la comisión de seguimiento y definir su forma de proceder. Es aconsejable que la comisión establezca un calendario regular de reuniones y que se reúna cada vez que haya un incidente, que así lo amerite. Así mismo es aconsejable que la comisión canalice las relaciones técnicas entre cada país y las demás partes del FORO.

Se debe considerar la posibilidad de que cada país designe una persona como punto de contacto nacional, a los fines de realizar gestiones, organizar actividades, elaborar documentos o procedimientos, informar sobre las detecciones, así como para distribuir información y participar en reuniones para intercambiar experiencias, tanto a nivel nacional como internacional.

## **8\_MATERIAL RADIATIVO DE ORIGEN NATURAL - NORM**

Dentro de los materiales metálicos que se reprocesan en la industria del reciclado, es común que se detecte la presencia de pequeñas cantidades de material naturalmente radiactivo, conocido como NORM (Naturally Occurring Radioactive Materials)

Esta presencia es generalmente detectada por los portales ubicados a la entrada de las instalaciones, generando alarmas. Normalmente se los encuentran en tuberías que

han estado en contacto con procesos relacionados con el gas y el petróleo. Los NORM pueden generar valores de tasa de dosis en contacto, de algunas decenas de  $\mu\text{Sv/h}$ .

Se debe instruir al personal que realiza el control de ingreso de chatarra, así como al personal/operador que interviene en caso de una detección, sobre la presencia de materiales NORM.

Se recomienda que el organismo regulador establezca los valores que considere adecuados para la gestión de estos materiales.

Es aconsejable analizar y definir dichos valores, utilizando lo que establece la Guía de Seguridad del OIEA “Aplicación de los conceptos de exención, exclusión y dispensa” (RS-G- 1.7). En dicho documento se encontrarán las tablas que especifican los valores de concentración de actividad de radionucleídos de origen natural.

## **9\_CONTRIBUYENTES A LA REDACCIÓN Y REVISION DEL DOCUMENTO**

- Josilto Oliveira de Aquino (Brasil)
- Igor Iván Sarabia Molina (Cuba)
- Santiago Mansilla Pérez (Chile)
- Jorge Diaz Rivera (Chile)
- José Ignacio Serrano Renedo (España)
- Ignacio Jiménez Castro (México)
- Mardonio Jimenez (México)
- Renán Ramírez Quijada (Perú)
- Walter Cabral (Uruguay)
- Enrique Fernando Morales (Uruguay)
- Walter Adrián Truppa (Argentina)
- Diego Tellería (OIEA)
- Eugenio Gil Lopez (OIEA)
- Pedro Ortiz Lopez (OIEA)

## **10\_ANEXOS (SEPARADOS DEL CUERPO PRINCIPAL DEL DOCUMENTO)**

- Anexo 1 Recomendaciones para la implementación de la estrategia
- Anexo 2 Recursos humanos y técnicos para la puesta en práctica de la estrategia y Programas de capacitación del personal involucrado.

- Anexo 3 Metodología para la calibración y verificación de portales o pódicos de detección.
- Anexo 4 Procedimientos de actuación en caso de detección de material radiactivo a la entrada de las instalaciones.
- Anexo 5 Reporte de detección de material radiactivo en la entrada de las instalaciones.
- Anexo 6 Procedimiento para la mitigación, limpieza y descontaminación en caso de ruptura o fusión de una fuente radiactiva.
- Anexo 7 Metodología para investigar la procedencia de las fuentes detectadas.
- Anexo 8 Ejemplo de autorización genérica para la transferencia de fuentes radiactivas detectadas en la chatarra a un gestor autorizado
- Anexo 9 Ejemplo de estructura de base de datos para el registro de notificaciones de detecciones en instalaciones vinculadas al reciclado de chatarra
- Anexo 10 Ejemplo de registro del funcionamiento de los sistemas de detección en los lugares donde se encuentran instalados.
- Anexo 11 Modelo de póster para divulgación. Folletos informativos para la población y los trabajadores del sector de la recuperación de metales.
- Anexo 12 Modelo de tríptico para divulgación. Folletos informativos para la población y los trabajadores del sector de la recuperación de metales.
- Anexo 13 Registros de detecciones de material radiactivo y mecanismos de notificación para la colaboración entre los países del FORO.

## 11\_BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA PARA LA ENERGÍA NUCLEAR DE LA ORGANIZACIÓN DE COOPERACION Y DESARROLLO ECONÓMICOS, ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA, ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Normas Básicas Internacionales de Seguridad para la Protección contra la Radiación Ionizante y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación, Colección Seguridad No 115, OIEA, Viena (1997).

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, "Código de Conducta Revisado sobre seguridad tecnológica y física de las fuentes radiactivas", OIEA, Viena (2004).

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, "Directrices sobre la importación y exportación de fuentes radiactivas". OIEA, Viena (2005).

ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA, Requisitos de Seguridad. Infraestructura legal y estatal para la seguridad nuclear, radiológica, de los desechos radiactivos y del transporte, Colección de Normas de Seguridad No GS-R-1. OIEA, Vienna (2004).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Predisposal management of radioactive waste, including decommissioning, Safety Standards Series No. WS-R-2, IAEA, Vienna (2000).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Management of Waste from the use of radioactive material in medicine, industry, agriculture, research and education, Safety Standards Series No. WS-G-2.7, IAEA, Vienna (2005).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of the concepts of exclusion, exemption and clearance, Safety Standard Series no. RS-G-1.7, IAEA, Vienna (2004).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, General Safety Requirements, Predisposal management of radioactive waste, Safety series No. GS-R-5, IAEA, Vienna (2009).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Categorization of radioactive sources, Safety Standard Series No. RS-G-1.9, IAEA, Vienna (2005).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Dangerous quantities of radioactive material (D-Values), IAEA-EPR-D-Values, IAEA, Vienna (2006).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, derivation of activity concentration values for exclusion, exemption and clearance, Safety report series no. 44, IAEA, Vienna (2005).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Identification of radioactive sources and devices, Nuclear Security Series No. 5, IAEA, Vienna (2007).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Proc. Of the International Conference on Control and management of Inadvertent Radioactive material in Scrap metal, Tarragona, 23- 27 feb. 2009, IAEA, Vienna (2009).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION, OECD NUCLEAR ENERGY AGENCY, PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, UNITED NATIONS OFFICE FOR THE CO-ORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, WORLD HEALTH ORGANIZATION, Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency, safety Standard series No. GS-R-2, IAEA, Vienna (2002).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Regulatory control of radiation sources, Safety Standard Series No. GS-G-1.5, IAEA, Vienna (2004).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Remediation process for areas affected by past activities and accidents, Safety Standards Series No. WS-G-3.1, IAEA Vienna (2007).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Arrangements for preparedness for a nuclear or radiological emergency, Safety standard Series No. GS-G-2.1, IAEA, Vienna (2007).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, manual for first responders to a radiological emergency, emergency preparedness and response, EPR-FIRST RESPONDERS, IAEA, Vienna (2006).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, EUROPEAN LAW ENFORCEMENT ORGANIZATION, INTERNATIONAL CRIMINAL POLICE ORGANIZATION, WORLD

CUSTOMS ORGANIZATIONS. Detection of radioactive material at borders, IAEA-TECDOC- 1312, IAEA, Vienna (2002)

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Calibration of radiation protection monitoring instruments, Safety Report Series No. 16, IAEA, Vienna (2000).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Derivation of activity concentration values for exclusion, exemption and clearance, Safety report series no. 44, IAEA, Vienna (2005).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Security of radioactive sources, IAEA Nuclear Security Series No. 11, IAEA, Vienna (2009).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Building competence in radiation protection and the safe use of radiation sources, IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.4, IAEA, Vienna (2001).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, The management systems for facilities and activities. Safety Requirements, IAEA Safety Standards Series No. GS-R-3, IAEA, Vienna (2006).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Application of the management systems for facilities and activities. Safety Requirements, IAEA Safety Series No. GS-R-3.1 , IAEA, Vienna (2006).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, regulations for the safe transport of radioactive materials, Safety Standards Series No. TS-R-1, IAEA, Vienna (2005).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of radiation generators and sealed radioactive sources, RS-G-1.10, IAEA, Vienna (2006).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Technical and functional specifications of radiation border monitoring equipment , IAEA Nuclear Security Series No. 1, IAEA, Vienna (2005).

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, Recommendations on monitoring and response procedures for radioactive scrap metal, Report of an International Group of Experts convened by the United nations Economic Commission for Europe, ECE/TRANS/NONE/2006/8, UNECE, Geneva (2006).

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, Report on the improvement of the management of radiation protections aspects in the recycling of meta scrap, co-sponsored by the International Atomic Energy Agency and the European Commission, ECE/TRADE /278, UNECE, Geneva (2002).

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, Monitoring, interception and managing radioactively contaminated scrap metal, Proceedings of the UNECE Group of experts meeting, 5-7 April 2004, ECE/TRANS/NONE/2004/31, UNECE, (2004).

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, Monitoring and response procedures for radioactive scrap metal, Proceedings of the UNECE Group of experts on monitoring radioactive scrap metal, 12-14 June 2006, ECE/TRANS/NONE/2006/7, UNECE, Geneva (2006).

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, International Training and capacity building strategy for monitoring and response procedures for radioactive scrap metal. ECE/TRANS/NONE/2007/3, UNECE, Geneva (2007).

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA, MINISTERIO DE FOMENTO, CONSEJO DE SEGURIDAD NUCLEAR, EMPRESA NAIONAL DE RESIDUOS RADIATIVOS S:A: UNION DE EMPRESAS SIDERURGICAS Y FEDERACION ESPAÑOLA DE LA RECUPERACION. Protocolo de colaboración sobre la vigilancia radiológica de los materiales metálicos, Madrid (1999).

NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENT, Managing potentially radioactive scrap metal, NCRP Report No. 141, NCRP, Bethesda, Maryland (2002).

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA DE  
MATERIAL RADIACTIVO EN EL RECICLADO DE  
METALES Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA  
ESTRATEGIA**

**ANEXO I**

En todo el mundo, se comercializan anualmente innumerables fuentes radiactivas de todo tipo, para su uso en aplicaciones industriales, así como en medicina, investigación y docencia.

Para la fabricación de estas fuentes radiactivas, se emplean estándares internacionales que garantizan su durabilidad en condiciones normales de uso. Sin embargo, las medidas adoptadas pueden dejar de ser efectivas si dichas fuentes y equipos que las contienen caen fuera del control regulatorio, donde pueden ser sometidas a condiciones de impacto, temperatura, presión, punzado y vibración, superiores a los test de diseño. Esto quiere decir que la temperatura de un horno de fundición, la rotura de la capsula a través del golpe de una maquina fragmentadora o el cizallamiento de la misma, supera en muchos casos lo que dichas fuentes son capaces de soportar durante su uso normal.

Implementar estrategias o recomendaciones requiere el conocimiento de diferentes elementos que deben ser analizados en su totalidad, con el fin de obtener un resultado satisfactorio.

Para comenzar esta tarea es importante conocer cuál es la situación actual, cuáles fueron las acciones del pasado, el resultado de reuniones informativas con las partes intervinientes, y si hay otros potenciales interesados en participar.

Se remarca que en algunos casos puede ser necesario proponer reuniones informativas, divulgar situaciones e incidentes ocurridos en la actualidad y realizar documentos técnicos con las lecciones aprendidas de estos eventos.

La necesidad de cooperación y el intercambio de información constituyen una herramienta obligatoria de manera de acercar a las partes interesadas hacia un fin común.

De los aportes voluntarios de información se recibe gran cantidad de datos específicos, que ayudan a la hora de tomar decisiones.

Para ello es necesario tomar en cuenta los aspectos involucrados en la estrategia y considerar, al menos, las siguientes actividades:

- Proponer la creación de un grupo de evaluación y análisis involucrando a organizaciones e instituciones, así como la inclusión de expertos nacionales en el tema.
- Definir los objetivos que se pretenden alcanzar
- Revisión de antecedentes locales e internacionales del pasado y el presente

- Identificar problemas reales y potenciales
- Realizar una evaluación de la magnitud del problema, comparando la situación real con la ideal.
- Registrar las soluciones planteadas o aplicadas y reevaluar los resultados. (lecciones aprendidas)
- Definir quienes son los actores o partes interesadas. (empresas, instituciones, asociaciones, organismos, etc.)
- Evaluar que leyes, reglamentos, decretos etc. que han sido promulgadas y pueden colaborar en el proceso de control y que modificaciones pueden ser necesarias incorporar o crear.
- Definir qué medidas deben ser adoptadas, en particular las urgentes.
- Evaluar los recursos humanos y técnicos necesarios.
- Realizar la capacitación del personal involucrado
- Definir las prioridades en cuanto a los tiempos de implementación a corto, mediano y largo plazo.
- Evaluar los costos económicos de la implementación de las medidas adoptadas.
- Realizar el seguimiento de los resultados obtenidos, para garantizar la sustentabilidad de la estrategia, utilizando la verificación de cumplimiento por etapas.
- Evaluar resultados finales.
- Iniciar acciones de mejora continua.

De aquí se desprende que para lograr el conocimiento de la dimensión del problema es necesario obtener: “Que información es necesaria, como obtenerla y como aplicarla”. (Fig. 1)



Fig. 1 Ejemplo de obtención de información para aplicar la estrategia.

Resultará de particular interés realizar un cuestionario, para conocer con mayor detalle el tipo de industria y proceso, cantidad y tipo de metales reciclados, quienes son sus proveedores, elementos producidos (scrap fino o grueso, palanquillas, planchas, bobinas etc.), tipo de equipamiento disponible en la instalación para realizar la detección, personal afectado a la tarea, procedimientos disponibles, etc. A continuación se propone una tabla tipo, para elaborar un listado de empresas que intervienen en el proceso de reciclado y su estado actual. (Fig. 2)

Tipo de industria	Producción	Metal reciclado	Producción	Equipamiento	Personal	Procedimientos	Última actualización
Acería	1000T/día	Scrap	Palanquillas	Portal + monitores en grúa	4	Prevención + detección + respuesta	2011
Reciclador	100T/día	Scrap	Metales ferrosos	No dispone	0	No dispone	2009
Fragmentador	50T/día	Scrap	Metales ferrosos y no ferrosos	Monitor portátil	1	Detección	2011
Importador	50 a 100 T/semana	Scrap	Metales ferrosos	No dispone	0	No dispone	2010

Fig. 2 Ejemplo de información necesaria de las empresas involucradas.

Aquellas áreas en las que se detecte la falta de algún elemento o procedimiento básico o vital, debe ser resaltado de manera de determinar cuáles son las actividades primarias a implementar.

En particular es aconsejable, obtener un listado con datos de la instalación que ofrezca una evaluación actual del estado de preparación disponible a fines de determinar el grado de desarrollo que necesita cada industria o grupo específicamente.

Asimismo servirá para conocer la distribución de instalaciones en los países de manera de optimizar los recursos disponibles para su integración.

Conocer la cantidad de detectores, modelos, capacidades, procedimientos, personal afectado, etc., propondrá el nivel de complejidad que será necesario desarrollar para la implementación de la estrategia, así como el conocimiento entre los propios involucrados propiciando un interés común y la participación grupal o por sectores. (Fig. 3)

Tipo de industria	Dirección	Teléfono /Fax	Persona de contacto	mail/ teléfono	Tipo de control efectuado a productos y subproductos	Emite certificado del material exportado	Solicita certificado del material importado
Acería	XXXXXXX	111111	A.A.	@acería/11111-23	Entrada + Salida	No	Si
Reciclador	YYYYYYY	222222	B.B.	@reciclador/ 222222-11	No dispone	No	Si
Fragmentador	ZZZZZZZ	333333	C.C.	@fragmentador/ 333333-52	Entrada	SI	SI
Importador	TTTTTTT	444444	D.D.	@importador/444444-93	No dispone	No	No

Fig. 3 Ejemplo de información del contacto en cada una de las empresas relevadas.

Generalmente la implementación de una estrategia requiere de diferentes procesos, los cuales deben contemplar la valoración del grado de avance de cada etapa (meta) de manera de conseguir su inserción logrando el crecimiento de los sectores que intervienen y un compromiso creciente de las partes. En general se pasa de hacer preguntas a buscar soluciones, de tener dudas a generar certezas, de tomar decisiones particulares o sectoriales a buscar consenso.

Esta implementación de la estrategia requiere de la participación en conjunto y no deben ser actitudes aisladas sino que deben ser decisiones consensuadas y así pasar de intentos o intenciones a la obtención de metas concretas.

La aplicación de los criterios y recomendaciones como los mencionados en el Código de Conducta sobre Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas, las Directrices para la Importación y Exportación de Material Radiactivo, las Guías de Seguridad sobre la Protección Física del Material Radiactivo, El Reglamento de Transporte de Material Radiactivo y el documento Preparación y Respuesta ante Situaciones de Emergencia Nuclear y Radiológica, entre otros, deben ser tenidos en cuenta en la implementación de la estrategia.

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA  
DE MATERIAL RADIATIVO EN EL RECICLADO DE  
METALES Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**RECURSOS HUMANOS Y TÉCNICOS PARA LA PUESTA  
EN PRÁCTICA DE LA ESTRATEGIA. PROGRAMAS DE  
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL INVOLUCRADO.**

**ANEXO 2**

## **Introducción**

La problemática relacionada con la eventual presencia de materiales radiactivos en la industria de la recuperación y del reciclado de metales demanda de los gobiernos la existencia de un mínimo de recursos técnicos y humanos que permita eficazmente abordar las cuestiones relacionadas con la prevención, detección y respuesta ante los incidentes que podrían tener lugar.

En vista de los diversos tipos de actividades asociadas al mercado de la chatarra que involucran desde pequeños recolectores hasta grandes acerías, los recursos técnicos y humanos necesarios para detectar la presencia inadvertida de material radiactivo, deben ser acordes a las características de las instalaciones.

Los recursos necesarios para un control adecuado dependerán del volumen y complejidad de las operaciones, por lo cual estos recursos deben graduarse razonablemente en función de estos factores, con características que consideren requisitos mínimos para lograr que sean eficaces y contribuyan a una adecuada prevención y respuesta.

El documento brinda recomendaciones acerca de los recursos técnicos y humanos que son necesarios para prevenir incidentes debido a la presencia de materiales radiactivos en la chatarra así como las capacidades técnicas requeridas para la detección del material radiactivo en los distintos procesos en que se ve envuelta la chatarra y la preparación del personal involucrado en estos procesos.

### **1. RECURSOS TECNICOS**

Los recursos técnicos que se requieren para realizar el control efectivo sobre la chatarra son diversos y pueden agruparse en medios no instrumentales y los que usan instrumentos de detección.

*Asimismo, como apoyo técnico, es conveniente asegurar que se disponga de una infraestructura para la gestión de las fuentes que puedan ser interceptadas en la chatarra o para el material contaminado radiactivamente proveniente de la fusión de fuentes.*

## **Medios de detección**

Los medios no instrumentales para detectar fuentes radiactivas son aquellos que aprovechan los signos o marcas que pueden asociarse con una fuente radiactiva y que, a través de una revisión directa, permiten detectarlas.

El uso de este método depende de la información preparada y de la capacitación de las personas inmersas en su aplicación.

Dado que en la mayoría de los casos no es posible detectar la presencia de materiales radiactivos mediante medios de reconocimiento visual, se hace necesario disponer de equipamiento de detección si se desea establecer un programa de control que sea adecuado.

Si bien los costos asociados a estos equipos, en algunos casos pueden ser una inversión económica de importancia, cualquier situación de incidente radiológico, justifica ampliamente su uso o empleo.

Los medios instrumentales están conformados por equipos de detección que deben ser lo suficientemente sensibles para poder detectar pequeños incrementos sobre el nivel de radiación natural, (fondo natural) y la ubicación de los mismos deben ser lo más cercana posible al material a monitorear, teniendo en cuenta las características del material a medir, y que podrían estar entre 10 a 20 cm del material. Teniendo en consideración las características del material a inspeccionar, los detectores pueden ser:

- a) **Portales o pórticos de detección**, útiles para monitorear grandes volúmenes de chatarra y ubicados en puntos donde estos circulan permanentemente (accesos a instalaciones de reciclaje, almacenamiento, fundiciones, etc.). Detectan básicamente fuentes emisoras gamma y deben ser muy sensibles a éstas. (Fig. 1)



Fig. 1. Portales de medición de chatarra a la entrada de una acéría.

- b) **Detectores portátiles de radiación**, que se utilizan para inspeccionar manualmente la superficie externa de una carga de chatarra, productos de su fundición y subproductos, como son los polvos de humos, a fin de detectar incrementos del nivel de radiación por encima del fondo natural del lugar de monitoreo. Detectan básicamente fuentes radiactivas emisoras de radiación gamma y en algunos casos, también de emisores beta. (Fig. 2)

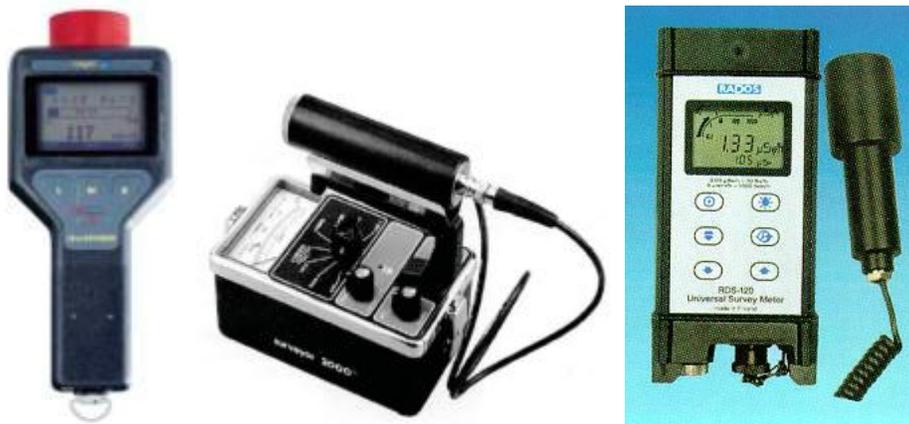


Fig. 2. Detectores portátiles de radiación.

- c) **Detectores fijos, con características y respuesta similares a los detectores portátiles.** Su aplicación al programa de vigilancia, puede ser dentro de las industrias metalúrgicas en ubicaciones seleccionadas dentro de la línea de producción (grúas, entrada a hornos, línea de humos), donde sea más probable que detecten cualquier fuente radiactiva que circule. Algunos dispositivos de tecnologías más evolucionadas permiten la transmisión de datos de forma remota. Esto quiere decir que existen programas para almacenar esta información e informar a las personas autorizadas sobre la detección de material radiactivo por ejemplo a través de señal de celular, mail u otras formas de información, lo que permite tener un monitoreo exhaustivo de forma permanente. (Fig. 3 y 4)



Figura 3. Detector instalado en grúa y sistema de transmisión remota (pulpo).



Fig. 4 Carga de chatarra dentro de una cesta.

- d) **Espectrómetros gamma para análisis de productos o subproductos.** (Fig. 5 y 6) Estos equipos se instalan en laboratorios de la propia acería o fundición. Permiten identificar y cuantificar en la colada o escoria de fundición, la presencia de radionucleidos emisores gamma. Esta medición, si bien se realiza en el momento de tener la colada lista para ser utilizada en la fabricación de productos, es el último momento en el cual se puede producir la detección si todos los dispositivos enunciados previamente no detectaron la presencia de material radiactivo. Esta medición es acompañada de otros estudios metalográficos que se realizan a dicha probeta para verificar la composición del acero. Es aconsejable disponer de un recipiente blindado para almacenar la probeta que pudiera contener material radiactivo. (Fig. 7 y 8)



Figura 5. Espectrómetro gamma, utilizado para análisis de probetas de colada y escoria

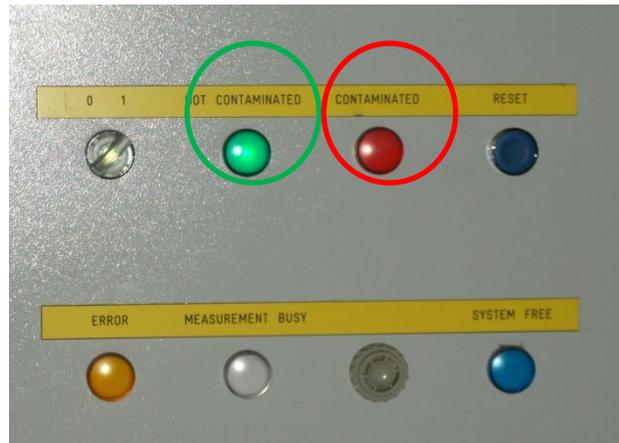


Figura 6. Panel informativo del espectrómetro de análisis de probetas.



Figura 7. Blindaje necesario en caso de detectar radiación en la probeta.



Figura 8. Modelos de probetas extraídas de la colada.

- e) **Dosímetros electrónicos personales.** Este tipo de instrumento, puede ser implementado con la idea de registrar la dosis recibida por el trabajador/operador que participa en las tareas de detección y respuesta. Modernos y pequeños dispositivos se ofrecen en el mercado actual, de manera de obtener información dosimétrica personal en tiempo real, a la vez que

disponen de alarmas que pueden informar al trabajador/operador sobre la presencia de radiación o un incremento importante de ella. (Fig. 9 y 10)



Figura 9. Empleo de dosímetro personal en el monitoreo de la carga de un vehículo.



Figura 10. Uso de dosímetro personal durante la intervención.

La utilización de estos recursos técnicos estará definida por el tamaño, características y complejidad de los establecimientos. Considerando estos factores se recomienda:

- a. En las pequeñas instalaciones de recuperación de metales así como los intermediarios que acopian o recolectan cantidades pequeñas se debería realizar como mínimo una inspección visual de la chatarra que permita identificar la presencia eventual de material radiactivo. Sería necesario que posean una preparación mínima que les permita identificar o sospechar de la presencia de una fuente o material radiactivo, así como de la respuesta requerida. En el caso de acopiadores o recolectores de mayor volumen, debería disponerse además de detectores portátiles u otro medio de detección instrumental.

*Recurso requerido:*

*Personal capacitado para poder distinguir o identificar una fuente o material radiactivo o equipo radiactivo. En este caso se puede utilizar información específicamente preparada en folletos o instrucciones.*

- b. En la entrada de los grandes patios de chatarra, de las instalaciones con cizalladoras y fragmentadoras, de las acerías y de las fundiciones de metales, además del procedimiento de inspección visual, se debería disponer de instrumentación de vigilancia para la detección de material radiactivo. Asimismo, dada la posibilidad de fusión de una fuente radiactiva en acerías y fundidoras es aconsejable extender la vigilancia a los productos finales, subproductos y desechos generados en el proceso.

*Recurso requerido:*

*Dependiendo de las características de la instalación, se pueden utilizar portales de detección, equipos instalados en grúas o sistemas de movimiento de chatarra, así como con equipos portátiles y equipamiento de análisis de muestras por espectrometría. En este caso se requiere también la presencia de personal capacitado en identificar y distinguir una fuente o material radiactivo.*

En la Tabla 1, se presenta el resumen de los recursos técnicos requeridos de acuerdo al tipo de instalación.

Del mismo modo, es importante que el órgano regulador establezca los valores de concentración de actividad en la chatarra, que permitan decidir si este material puede procesarse sin restricciones, desde el punto de vista de la seguridad radiológica. Para ello se recomienda utilizar un estándar internacional como la guía de seguridad RS-G-1.7 “Aplicación de los conceptos de exención, exclusión y dispensa”. Se deberán tener en cuenta las tablas:

- Radionucleidos de origen natural
- Radionucleidos de origen artificial
- Mezcla de radionucleidos

*Recursos:*

*Concentraciones de radionúclidos en materiales (chatarra, polvos, humos, materiales fundidos, etc.)*

### **Operatividad y mantenimiento de los instrumentos de detección.**

Todos los instrumentos de detección y medición, deberían ser calibrados previa a la operación de los mismos y recalibrados periódicamente.

Se recomienda que las calibraciones de los instrumentos de detección sean realizadas a través de los laboratorios de calibración de cada país. En los casos de los portales de detección las calibraciones podrían ser realizadas siguiendo los protocolos del fabricante o a través de una entidad reconocida en el país.

Asimismo, la operatividad de los instrumentos debe ser chequeada frecuentemente para asegurar su respuesta adecuada.

Las verificaciones periódicas, deberían ser realizadas con aquellas fuentes radiactivas que sean necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de los detectores.

Es recomendable mantener un registro de cada una de las calibraciones y/o verificaciones realizadas al/los instrumento/s, que deberían incluirse a los procesos de gestión del sistema de calidad propios de la instalación.

Estos registros deberían ser conservados al menos hasta la siguiente calibración del instrumento.

**Tabla 1. Resumen de recursos técnicos**

<b>Instalación</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Medios empleados</b>
Pequeños recolectores de chatarra	Aparición de fuentes radiactivas	Inspección visual	Carteles y folletos instructivos que permitan identificar fuentes radiactivas
Pequeños almacenes de chatarra	Aparición de fuentes radiactivas	Inspección visual e instrumental a la entrada de la instalación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carteles y folletos instructivos que permitan identificar fuentes radiactivas.</li> <li>- Monitores portátiles de radiactividad</li> </ul>
Grandes almacenes de chatarra	Aparición de fuentes radiactivas	Inspección visual e instrumental a la entrada de la instalación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Además de lo requerido a los pequeños almacenes de chatarra, debe incluirse la inspección a la entrada de la instalación mediante portales de detección.</li> </ul>
Reducidores de chatarra con cizallas de fuerza de corte menores que	Aparición de fuentes radiactivas	Inspección visual e instrumental a la entrada de la instalación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carteles y folletos instructivos que permitan identificar fuentes radiactivas.</li> <li>- Monitores portátiles de radiactividad.</li> </ul>

500 Ton.			
Reductores con fragmentadoras o cizallas de fuerza de corte a partir de 500 Ton.	Aparición de fuentes radiactivas y/o contaminación por rotura de fuente radiactiva	Inspección visual e instrumental a la entrada y la salida de la instalación	- Además de lo requerido para reductores de chatarra con pequeñas cizallas es recomendable la inspección a la entrada y salida de la instalación mediante portales de detección.
Fundiciones metálicas no ferrosas	Aparición de fuentes radiactivas y/o contaminación por fusión de fuente radiactiva	Inspección visual e instrumental a la entrada de la instalación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carteles y folletos instructivos que permitan identificar fuentes radiactivas.</li> <li>- Monitores portátiles de radiactividad.</li> <li>- En caso de grandes volúmenes de material a procesar es conveniente la inspección a la entrada de la instalación mediante portales de detección.</li> </ul>
Acerías	Aparición de fuentes radiactivas y/o contaminación por fusión de fuente radiactiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspección instrumental a la entrada de la instalación.</li> <li>- Inspección instrumental de productos, subproductos y desechos generados en el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Portales de detección en la entrada de chatarra. Estos dispositivos se pueden complementar con detectores instalados en grúas y cintas de transporte. Los productos, subproductos y desechos generados en el proceso pueden ser vigilados con portales de detección, a la salida de la instalación que pueden ser sustituidos o complementados con espectrómetros gamma, detectores fijos en la línea de polvos de humos, monitores portátiles de radiactividad,</li> </ul>
<p><b><i>Cuando se disponga de portales, también deberá contarse con detectores portátiles para separar los materiales o fuentes radiactivas del resto. En todos los casos es necesario contar con folletos, instructivos y guías que permitan identificar fuentes radiactivas.</i></b></p>			

## **2. RECURSOS HUMANOS**

Un elemento fundamental para la prevención y detección de fuentes radiactivas, así como para una adecuada respuesta, es disponer de personal calificado y entrenado en estos aspectos. La construcción de la capacidad nacional debería basarse en un programa que tome en cuenta las necesidades de calificación de los actores con el objetivo de concientizarlos e involucrarlos en los problemas provenientes de chatarra con presencia inadvertida de material radiactivo, así como en el conocimiento necesario para prevenir, detectar y responder en la medida de lo necesario.

En general, el programa de capacitación debería facultar a los actores a reconocer las fuentes radiactivas y los equipos que las contienen, a aplicar medidas técnicas de detección, utilizar equipos de medición, efectuar chequeos operacionales y verificaciones, así como a responder apropiadamente ante el hallazgo de fuentes radiactivas en chatarra.

El enfoque de la capacitación del personal debe ser gradual en consideración de las diversas funciones y responsabilidades que poseen, así como sus diversos niveles de conocimiento y percepción de los riesgos existentes.

### **Objetivos de la capacitación**

La capacitación del personal debería cumplir los siguientes objetivos:

- Concientizar sobre la posibilidad de hallar una fuente radiactiva;
- Adquirir conocimientos básicos sobre las radiaciones ionizantes y sus efectos;
- Adquirir formación sobre los métodos de detección visual de las fuentes y de sus contenedores o blindajes; así como en el manejo de los equipos de detección;
- Conocer y haber recibido formación sobre las medidas a adoptar en caso de detectarse o sospecharse la presencia de una fuente radiactiva.

### **Métodos de capacitación e información**

Las organizaciones industriales representativas del sector de la recuperación y del reciclado de metales, junto con las administraciones públicas y el organismo regulador, deberían elaborar distintos cursos de formación, guías y materiales de divulgación (boletines, trípticos, carteles, multimedia, etc.) para que sean usados por

los trabajadores de la industria de chatarra y, de ser posible, sirvan de difusión para la población.

Los métodos que se deberían emplear para la información y capacitación podrían ser:

- Información para Administraciones y público en general: Charlas inductivas, seminarios, folletos, carteles y página web de los organismos reguladores.
- Información para trabajadores de la industria de recuperación y reciclado (manipuladores, operadores de pórticos, responsables de seguridad, otros): Deben ser realizadas capacitaciones acordes a los distintos niveles de participación: cursos con información general, cursos específicos. Asimismo deben desarrollarse instructivos y boletines informativos.

#### **Enfoque gradual de la capacitación**

En el caso de los trabajadores de la industria, la intensidad y profundidad de la capacitación debe ser concordante con las funciones que realizan las personas, es decir, que les facilite su desarrollo efectivo, a saber:

##### **a) Manipuladores:**

- Revisar visualmente el material acopiado.
- Informar los hallazgos de material radiactivo.
- Ante sospechas comunicar al encargado o solicitar la asistencia de personal especializado. (órgano regulador, responsable de seguridad, etc.)

##### **b) Operadores de pórticos:**

- Chequear la operatividad de equipos.
- Registrar las alarmas del equipo. (tanto reales como falsas)
- Registrar anomalías durante el funcionamiento de los equipos.
- Notificar al encargado o responsable, ante alarmas de hallazgo de material.
- Ordenar la separación de los productos, con señales de radiactividad.

##### **c) Responsables de seguridad:**

- Verificar que el equipamiento opere correctamente.
- Asegurar que se encuentran debidamente calibrados.
- Segregar el material radiactivo con el uso de monitores portátiles.
- Dictar medidas iniciales de protección ante el hallazgo de material radiactivo o en caso de fuentes radiactivas fundidas.
- Comunicar hallazgos a organismos de control.

**d) Organismos reguladores:**

- Asesorar en las medidas de protección a aplicar en casos de detección y/o fusión de material radiactivo.
- Verificar que se realizó la gestión del material radiactivo de forma adecuada.
- Aprobar los planes de acción ante casos de fusión de material radiactivo.

**Contenido de la capacitación**

Los temas a impartir incluirán aspectos afines al control radiológico de la chatarra, y conceptos y criterios de protección radiológica que pueden aplicarse al caso. Es recomendable realizar cursos de refresco al personal ya capacitado, con la frecuencia que se considere conveniente.

El contenido fundamental de los cursos de capacitación debería incluir al menos los temas que se indican en la Tabla 2.

**Tabla No. 2. Contenido de la capacitación**

<b>Temas para la capacitación</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Marco legal.</li><li>• Visión general sobre las radiaciones ionizantes y sus efectos biológicos.</li><li>• Principios básicos de radioprotección.</li><li>• Riesgos radiológicos y problemas causados por la presencia de materiales radiactivos en la chatarra.</li><li>• Visión general de los monitores de radiación empleados. Ventajas y desventajas. Aplicación de portales al control de materiales metálicos, monitores portátiles y equipamiento utilizado para la identificación de nucleídos. Otros dispositivos (detectores en grúas, polvos de humos)</li><li>• Cómo actuar en caso de detección.</li><li>• Emergencias radiológicas y lecciones aprendidas.</li><li>• Experiencia internacional y recomendaciones.</li></ul>

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA  
DE MATERIAL RADIATIVO EN EL RECICLADO DE  
METALES Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**MÉTODOLOGÍA PARA LA CALIBRACIÓN Y  
VERIFICACIÓN DE PORTALES O PÓRTICOS DE  
DETECCIÓN**

**ANEXO 3**

## Introducción.

El objetivo de estos procesos, o protocolos de actuación, es asegurar de forma sencilla y rápida que los monitores de radiactividad de tipo portal, instalados en las empresas adheridas al “Protocolo para la vigilancia radiológica de los materiales metálicos”, funcionan correctamente.

En este documento se recomienda la realización de dos procesos, que están asociados:

- 1.- En la instalación inicial del equipo, donde la empresa suministradora elabora un informe con los datos del equipo.
- 2.- En las verificaciones periódicas que aseguran su correcto funcionamiento.

Estos procesos están definidos como los de un sistema de gestión de la calidad, su definición también es sencilla y clara, y además, su ejecución es rápida y económica.

Los criterios para seleccionar los ensayos se han basado en la experiencia de las empresas adheridas al Protocolo, y en las normas relacionadas con los pórticos instalados en las fronteras ANSI-N.42-35 y IEC-62244, en la guía de la IAEA, TS-1-1240, y en el reglamento aprobado en Holanda en 2003, para los portales instalados para detectar la radiactividad en la chatarra.

Como hay una gran variedad de modelos de portales, estos procesos pueden incorporar mejoras, simplificaciones, o ajustarse a las recomendaciones particulares del fabricante.

## Proceso inicial en la instalación de los portales.

El proceso inicial se recomienda que se realice durante la instalación del equipo. Éste proceso lo debe realizar el suministrador y documentarlo en el informe inicial de instalación del equipo, que ha de entregar al usuario.

El informe inicial de instalación debe contener los datos y las características del sistema que afectan o influyen en su calidad operativa, así como los resultados y los datos necesarios para poder definir y activar los ensayos relacionados con los procesos.

El informe inicial de instalación se debe complementar cuando el sistema tenga una reparación o una modificación que afecte de forma severa al funcionamiento del equipo, y se puede ampliar cuando se cambien, por motivos justificados, los

parámetros del sistema o los intervalos de los ensayos de los procesos de verificación y de calibración.

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 portal: 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 en el equipo, valores del fondo y de las detecciones o de la eficiencia medidas durante la instalación o la reparación, 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 de verificación y calibración, se ha de fijar el periodo de ejecución recomendado y los condicionantes y objetivos que se han de superar.

#### Proceso de verificación de los portales.

El proceso de verificación incluye tanto los procesos cualitativos como los cuantitativos que se han de realizar en los pórticos de forma periódica. Estos procesos los puede realizar el usuario del equipo o una persona adecuadamente cualificada y capacitada. Su alcance, contenido y frecuencia se han de incluir en el informe inicial de instalación.

Coincidiendo con la instalación del equipo, se define el mantenimiento del sistema, y se realiza una verificación inicial, donde se establecen los valores de referencia de los parámetros cuantitativos que se han de verificar periódicamente.

Para realizar los procesos de verificación se ha disponer de una muestra o una fuente radiactiva exenta o de poca actividad, por ejemplo de Cs-137 o de Eu-152, con un período de semidesintegración conocido. La muestra o la fuente no necesita estar calibrada pero se ha de emplear la misma que en los ensayos anteriores.

Los cálculos se pueden realizar en una hoja Excel que permita simplificar su ejecución.

### **3.1 Verificaciones cualitativas**

Las **Verificaciones cualitativas** permiten comprobar de forma rápida y sencilla que el equipo está operativo y funciona correctamente. Se recomienda realizarlas cada dos semanas o al menos una vez al mes, o si se sospecha un mal funcionamiento.

Las preguntas que se han de contestar de forma concisa son:

- ¿Han cambiado los parámetros del portal?
- ¿Funcionan bien los sensores de vehículos?
- ¿El valor del fondo ambiental es normal?
- ¿Se activa la alarma por fondo alto?
- ¿Se activa la alarma cuando pasa una muestra?

Los procesos de verificación cualitativa son:

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

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

Los resultados de las verificaciones cualitativas y el valor del fondo, se pueden anotar en un libro, o en un fichero informático (planilla electrónica).

Estos procesos se realizan de la manera siguiente:

#### **3.1.1. Parámetros del portal**

Se ha de tener un documento con el listado de los parámetros del portal y la fecha del último cambio.

- Se obtienen los parámetros del portal en la pantalla o impresos.
  - Si no han cambiado los parámetros, indicarlo.
  - Si han cambiado los parámetros, indicarlo y registrar los cambios.

### **3.1.2. Sensores de vehículos**

Los portales normalmente tienen dos sensores, pero algunos equipos tienen solo uno.

- Se bloquea cada uno de los sensores con la mano o con una cartulina.
  - Si el sensor funciona correctamente, indicarlo.
  - Si el sensor no funciona correctamente, limpiarlo y repetir el ensayo. Si sigue incorrecto anotarlo y comunicarlo al responsable del equipo.

### **3.1.3. Fondo ambiental**

Se ha tener un documento con el número de detecciones del fondo ambiental de cada detector del portal de fechas anteriores, en condiciones normales, tanto cuando está operativo sin alarmas, como cuando se activa la alarma.

- Se verifica que no hay vehículos próximos al portal.
- Se lee el fondo de los detectores en la pantalla y se anotan, junto con las condiciones ambientales: lluvia, polvo abundante, etc.
- Se verifica si la variación del fondo es inferior a 5 veces su raíz cuadrada o 3 veces la desviación típica de las medidas de los fondos anteriores.
  - Si la variación del fondo es inferior, indicarlo.
  - Si la variación del fondo es superior, indicarlo y consultar al responsable.

### **3.1.4. Alarma por fondo alto**

Se ha tener un documento donde se indique el nivel o el criterio de activación de la alarma del fondo.

- Se coloca la fuente sobre el panel sin activar los sensores y se espera unos segundos.
  - Si se activa la alarma por fondo alto, se indica incluyendo el valor del fondo impreso en el tique y con el tique impreso durante la alarma.

- Si no se activa la alarma por fondo alto, se lee en la pantalla el fondo del detector de ese panel, se anota y se comunica al responsable del equipo.

### **3.1.5. Alarma al pasar una muestra**

Los portales activan la alarma cuando pasa un vehículo con una muestra radiactiva.

- Se mantiene la fuente en un soporte, alejada del portal durante 30 o 40 segundos.
- Se bloquea con la mano o con una cartulina, un sensor y después de un segundo se bloquea también el segundo sensor, como lo hace un vehículo.
- Se acerca la muestra andando hasta colocarla, durante un segundo, muy próxima al centro del panel, y después se aleja la muestra del pórtico.
- Se espera a que la fuente este alejada.
- Se desbloquea el segundo sensor y después de un segundo se desbloquea también el primer sensor, como lo hace un vehículo.
- Se comprueba que se activa la alarma luminosa, la alarma sonora, se comprueba también en la pantalla y se obtiene el resultado del tique de la alarma. Se anotan los resultados.
- Se desactiva la alarma y se espera durante 30 o 40 segundos para que el equipo mida nuevamente el fondo de referencia de la próxima medida.
- Se repite todo este proceso para todos los paneles del portal.
- Si no se activa la alarma luminosa, o la sonora, o no se imprime el tique, se indica y se comunica al servicio técnico y al responsable del equipo.

### **3.2 Verificaciones cuantitativas**

Las **Verificaciones cuantitativas** permiten comprobar de forma rápida, menos de 5 minutos, que el equipo mantiene estable su capacidad de detección. Para verificar la estabilidad de cada detector, se comparan las detecciones netas obtenidas en cada detector con la misma muestra, cuando está situada en el mismo punto de la

superficie del panel. Se recomienda realizar las mensualmente o al menos trimestralmente.

Las variaciones de las detecciones netas se comparan con los resultados obtenidos durante el último año y se corrigen con el periodo de semidesintegración de la muestra. Cuando se conoce la actividad de la muestra también se puede calcular la eficiencia de cada detector en cps por Bq, en %, o, como indica la norma, directamente en cps por MBq. En estas medidas se calculan los valores y también las incertidumbres de la tasa neta de las detecciones.

El ensayo ha de contestar a la siguiente pregunta:

- ¿Ha variado la capacidad de detección en un año menos del 10 %?

Los procesos de verificación cuantitativa son:

- 1.- Medida del fondo radiactivo y de las detecciones estáticas en 30 o 100 segundos, para una muestra radiactiva, colocada siempre en el punto central en contacto con la superficie de cada panel.
- 2.- Con los datos obtenidos se cumplimenta el formato donde se calculan, las detecciones netas y la eficiencia, corregida con el periodo de semidesintegración.
- 3.- Se verifica que las detecciones netas y la eficiencia, cuando se conoce la actividad de la muestra, no varían, con respecto del valor de la verificación inicial, dentro de un margen recomendado por el fabricante o en su defecto del 10 % en un año.

Si se supera el margen de variación, se ha de realizar una revisión del equipo y se ha establecer un nuevo valor de referencia para las detecciones o 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.

Los procesos indicados se realizan según la siguiente secuencia:

- Se configuran los parámetros del pórtico para que se pueda obtener en la pantalla, o en la impresora, las medidas de las detecciones en 30 o 100 s.
- Se hace una medida del fondo ambiental en cada detector, cuando la fuente está alejada de los detectores y no hay vehículos en las

proximidades, y se anota el tiempo de detección y las detecciones obtenidas en cada detector.

- Se coloca la muestra en el centro de la superficie del detector o del panel (figura 1), se realiza una medida y se anotan las detecciones obtenidas.
- Se coloca la muestra en los demás detectores o paneles, se realiza una medida y se anotan las detecciones obtenidas.
- Se restablece la configuración inicial del pórtico y se verifica que es correcta.
- Se pasan las medidas del fondo y de la muestra a una hoja de cálculo, para calcular:
  - Las detecciones del fondo en cada detector en cps.
  - Las detecciones de la muestra en cada detector en cps.
  - Las detecciones netas y su incertidumbre en cada detector en cps.
  - La eficiencia cuando se conoce la actividad y el periodo de la muestra radiactiva.
- Se pasan los datos obtenidos en la verificación anterior: fecha de verificación y detecciones netas en cada detector, y se calcula la variación de las lecturas en un año en %.
  - Si la variación de las lecturas en un año es inferior al 10 %, el equipo funciona bien. Se registran los nuevos valores para compararlos con los anteriores.
  - Si la variación de las lecturas en un año es superior al 10 %, el equipo no funciona correctamente. Se anota y se avisa al responsable del equipo.

Cuando se conoce la actividad de la muestra, también se calcula la eficiencia y se puede comprobar si su variación es inferior al 10%, aunque esta comprobación no es el objetivo de esta verificación.



Fig. 1 – Medida de la eficiencia en el centro de la superficie del detector o del panel

#### Registro y mantenimiento de datos.

Los datos de los ensayos se registrarán en papel o en formato electrónico y estarán acompañados, cuando corresponda, del tique del equipo.

Los registros y tiques se mantendrán en la instalación durante los periodos siguientes:

- 1.- Informe Inicial y modificaciones: durante toda la vida operativa del equipo.
- 2.- Verificaciones: al menos durante dos años.

#### **Método para calibración / verificación de equipos portátiles.**

Una de las preocupaciones básicas de los sistemas de vigilancia radiológica es disponer de elementos para la detección de la radiación, correctamente calibrados.

Se recomienda utilizar el Safety Report Series N°16, Calibration of radiation protection monitoring instruments, así como el documento Nuclear Security Series

No. 1, Technical and functional specifications for border monitoring equipment, desarrollados por el OIEA, entre otros.

Dentro de las actividades relacionadas con este propósito, debe hacerse una clara división:

- Metodología para la calibración.
- Metodología para la verificación.

### **Calibración**

El objetivo primario de toda calibración es:

- Garantizar el correcto funcionamiento del dispositivo de medición
- Establecer dentro de un procedimiento aceptado (condiciones de presión, temperatura, humedad, repetitividad, dependencia angular, tiempo de estabilización, etc.), cual es el error de medición del instrumento.
- Verificar su respuesta en todo el rango disponible de medición.
- Verificar su respuesta a diferentes energías.
- Efectuar el ajuste (reparación y mantenimiento) en caso de ser necesario, recurriendo al fabricante del instrumento (emplear repuestos originales).
- Aceptar o rechazar el instrumento para su uso.

Las técnicas establecidas para realizar la calibración deben ser realizadas bajo un protocolo certificado, empleando patrones de calibración certificados y contrastados contra patrones de referencia. Esta tarea debe ser realizada por laboratorios certificados y autorizados para este propósito.

Es común indicar en el instrumento cual es el factor de calibración resultante y es útil en términos de brindar información, al momento de realizar cálculos teniendo en cuenta la precisión del instrumento.

Dentro de las metodologías aplicables a esta actividad se encuentran:

Método 1: calibración con un instrumento de referencia sin ningún tipo de seguimiento.

Método 2: calibración de un instrumento de referencia, con un monitor.

Método 3: calibración de la irradiación simultánea de instrumento de referencia y un instrumento bajo calibración.

Método 4: calibración de un instrumento en un campo de radiación conocido.

Esta tarea solo debe ser realizada por personal calificado. El organismo regulador podrá establecer la frecuencia con la cual deben ser calibrados los equipos de detección.

## Verificación

Para esta tarea, claramente diferenciada de la anteriormente enunciada, se requieren mecanismos y procedimientos más simples. Se debe verificar que, ante un campo de radiación conocido, la respuesta del instrumento es aceptable.

Esta actividad puede ser desarrollada utilizando un procedimiento establecido previamente por la propia instalación, y su aplicación requiere de conocimientos de las metodologías empleadas, así como de radioprotección.

Es necesario establecer el rango de tasa de dosis que se utilizará, así como las fuentes radiactivas. (generalmente Cs-137 o Co-60, o ambas) (Figura 2)

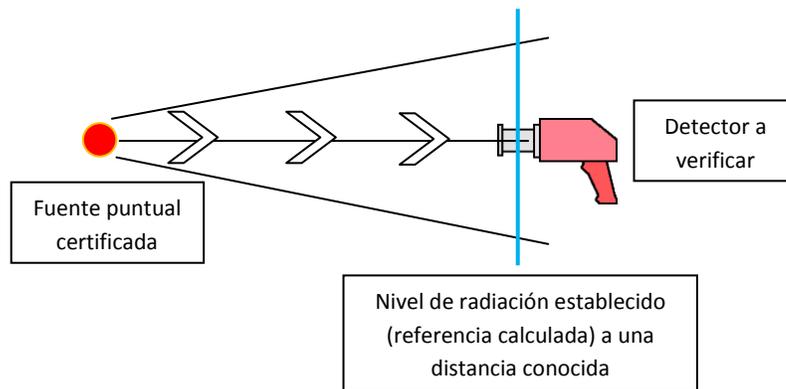


Fig. 2- Ejemplo de mecanismo empleado para verificar el funcionamiento de equipos portátiles. Esta actividad puede ser desarrollada por la propia empresa, empleando procedimientos aprobados.

El personal que realiza la verificación, debe:

- Registrar el ingreso del equipo
- Identificar el instrumento. (marca, modelo y número de serie)
- Realizar una revisión del estado del instrumento a verificar, focalizando dicha tarea en: golpes visibles en su estructura, perillas o teclas deterioradas,

chequeo de baterías, información del manual del fabricante, antecedentes de la última verificación realizada.

- Bajo estos criterios, aceptar el instrumento para su verificación o rechazarlo si no cumple con los requisitos mínimos e informar los motivos. En caso de rechazo, se debe informar al usuario del instrumento, de manera que sean realizadas las gestiones necesarias.
- Solo se procede a su verificación, cuando los criterios para aceptarlo así lo demuestren.
- Informar al usuario del resultado obtenido, mediante una planilla o registro.

Se propone un ejemplo a modo ilustrativo. (Figura 3)

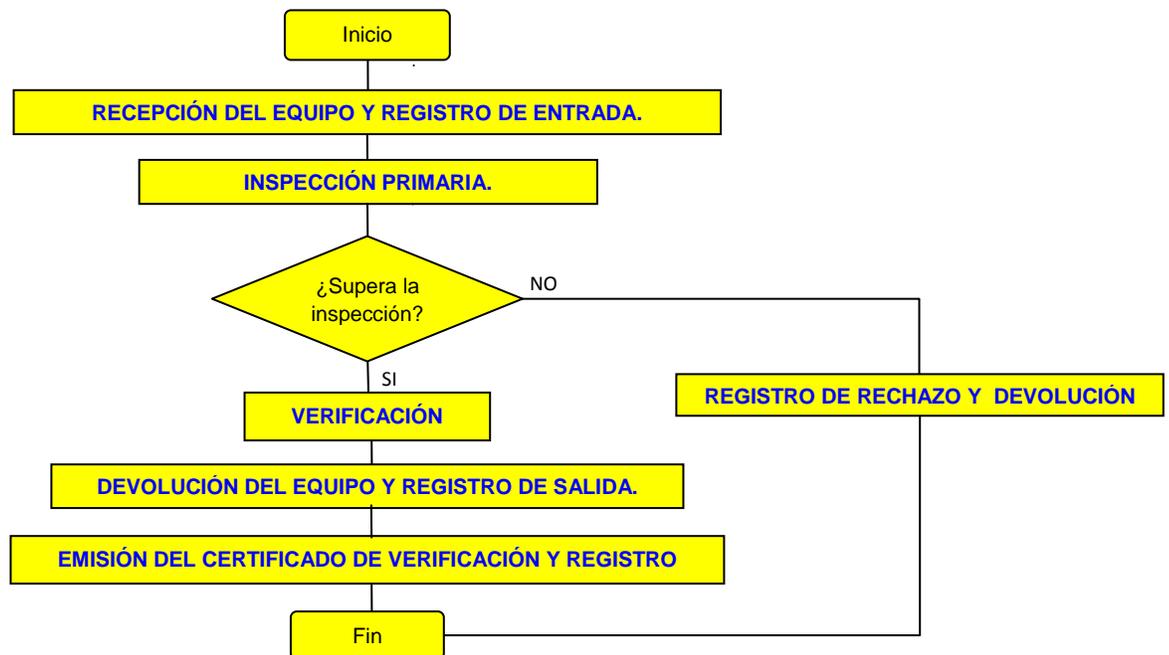


Fig. 3 -Diagrama de flujo usual para la verificación de equipos.

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA DE  
MATERIAL RADIACTIVO EN EL RECICLADO DE  
METALES Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

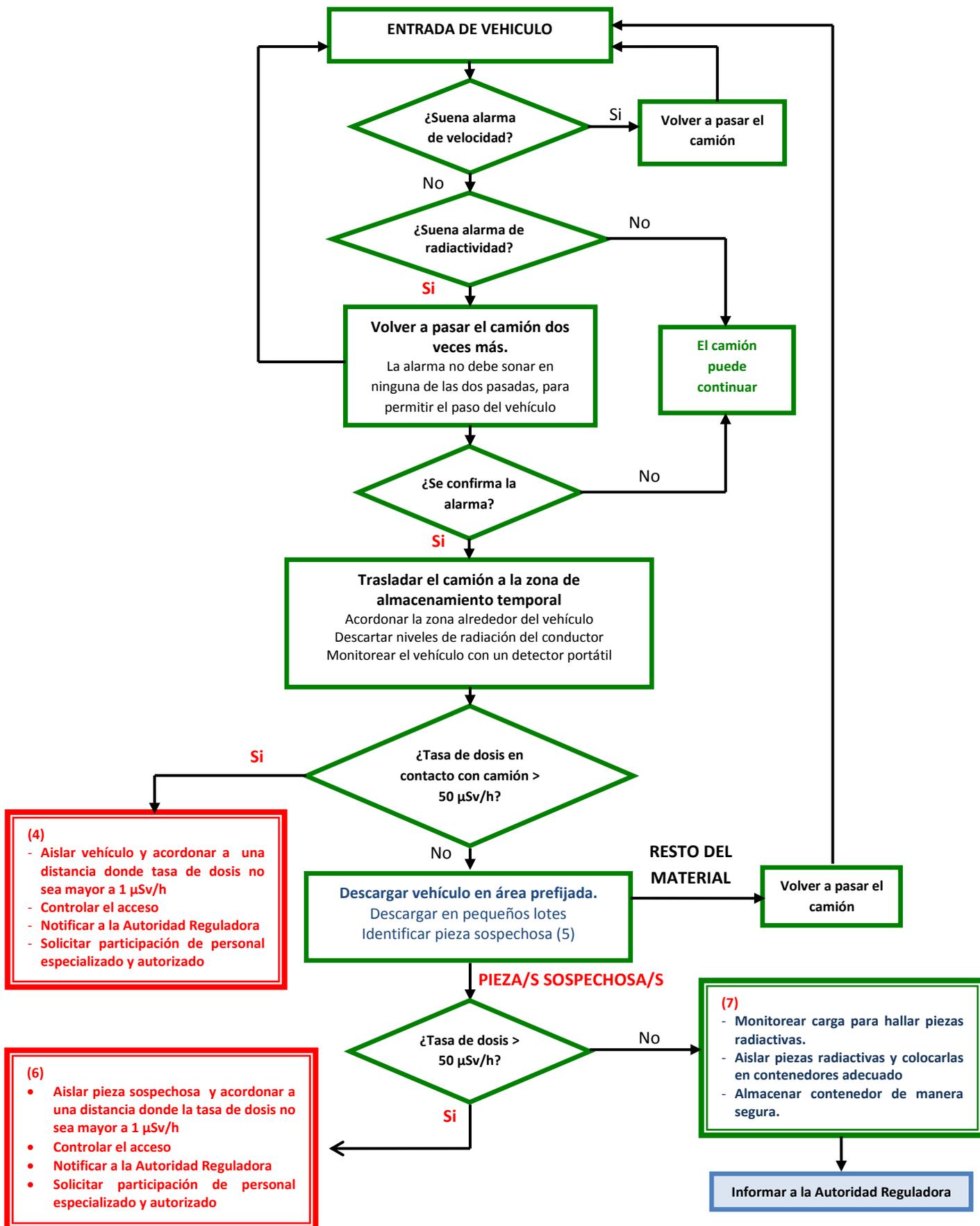
**PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN EN CASO DE  
DETECCIÓN DE MATERIAL RADIACTIVO A LA ENTRADA  
DE LAS INSTALACIONES.**

**CONTROL DE MATERIALES METÁLICOS MEDIANTE  
PÓRTICO DE DETECCIÓN**

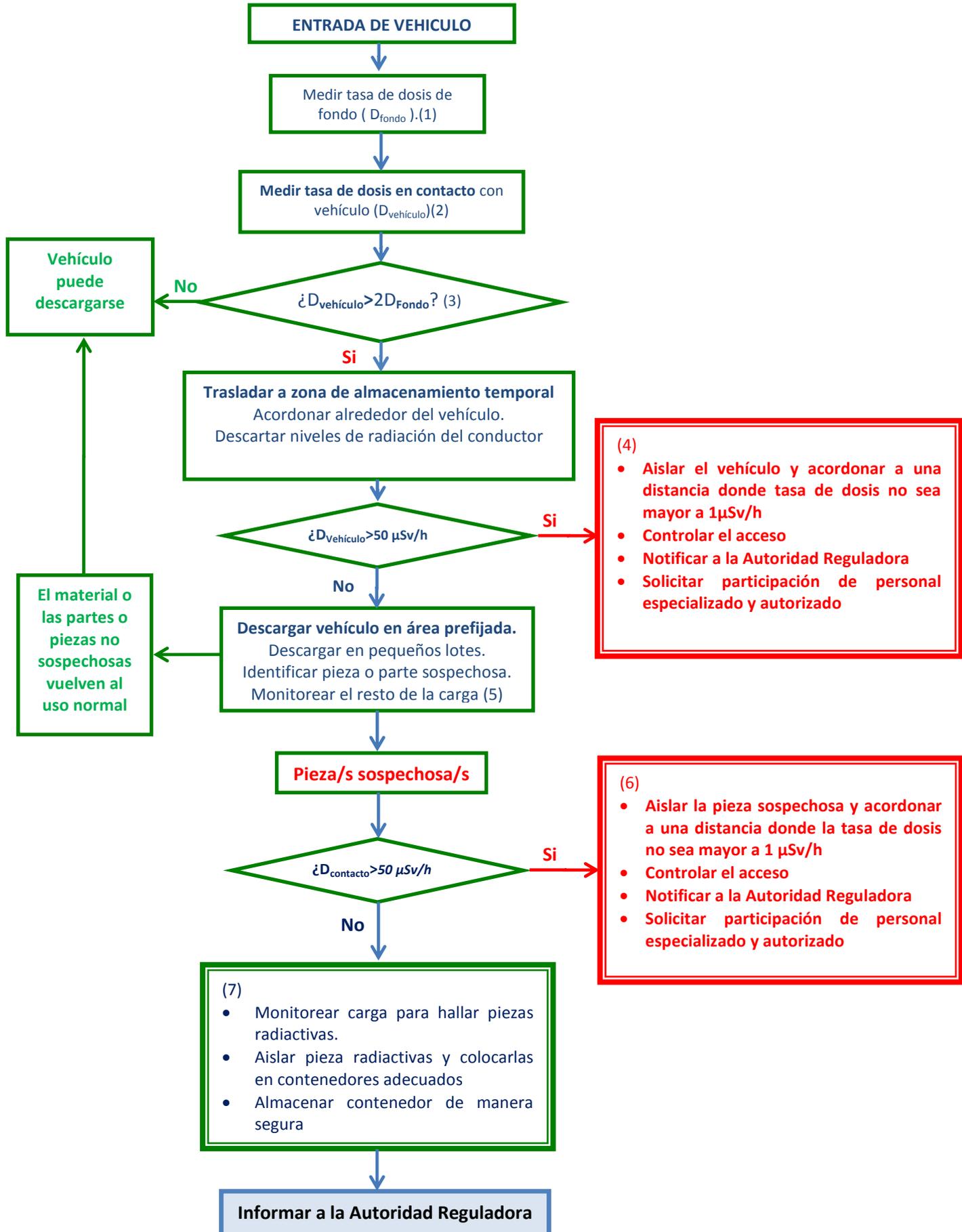
**ANEXO 4**

PROCEDIMIENTOS DE ACTUACIÓN EN CASO DE DETECCIÓN DE MATERIAL RADIACTIVO A LA ENTRADA DE LAS INSTALACIONES.

CONTROL DE MATERIALES METÁLICOS MEDIANTE PÓRTICO DE DETECCIÓN



## CONTROL DE MATERIALES METÁLICOS MEDIANTE DETECTORES PORTÁTILES



- Para la tasa de dosis máxima en contacto con la superficie del vehículo o en contacto con un pequeño volumen de chatarra se sugiere un valor de 50  $\mu\text{Sv/h}$ , aunque la Autoridad Reguladora puede fijar un valor diferente, de acuerdo a las circunstancias locales.
- Para la tasa de dosis de acordonamiento y restricción del público se sugiere un valor de 1  $\mu\text{Sv/h}$ , alrededor del vehículo o partes activas, aunque la Autoridad Reguladora puede establecer valores diferentes, de acuerdo a las circunstancias.

### Código de Colores

-   : Actividades a llevarse a cabo sólo por personal capacitado y autorizado.
-   : Actividades de la industria a desarrollar sólo por personal capacitado.

### Procedimiento

- 1) Verificar previamente que la batería del detector tenga el nivel de carga requerido, de acuerdo a lo indicado por el fabricante. Seguidamente medir el fondo natural de radiación efectuando una medición durante 60 segundos y registrar el resultado. El nivel de fondo natural debe ser medido en una zona apartada de cualquier fuente artificial de radiaciones. Como el nivel de fondo varía con el tiempo, es recomendable realizar varias mediciones y promediar los resultados. Anotar el valor promedio obtenido (valor de la tasa de dosis de fondo).
- 2) Medir la tasa de dosis en contacto con el vehículo con el detector prefijado en el nivel más sensible. Si al acercarse al vehículo, a una determinada distancia se leyera un valor mayor a 50  $\mu\text{Sv/h}$ , detener la inspección y realizar las acciones descritas en el punto 4).  
La medición debe realizarse en todo el perímetro del vehículo, a una distancia máxima de 5 cm de la superficie y a la altura media de la carga.
- 3) Si la lectura es mayor a dos veces el valor de fondo natural, trasladar el vehículo a la zona designada para almacenamiento temporal y realizar el acordonamiento a su alrededor, hasta una distancia donde la lectura de tasa de dosis no sea mayor a 1  $\mu\text{Sv/h}$ . Efectuar un monitoreo del conductor para descartar que la lectura se deba a algún radioisótopo incorporado con fines médicos (diagnóstico o terapia). En este caso, alejar a la persona y volver a hacer la medición del vehículo.
- 4) En caso que la lectura sea mayor a 50  $\mu\text{Sv/h}$ , aislar el vehículo y acordonar a su alrededor hasta una distancia donde la tasa de dosis no sea mayor a 1  $\mu\text{Sv/h}$ . Controlar el acceso al área, notificar a la Autoridad Reguladora y contactar con servicios o personal especializado y autorizado para manipular material radiactivo.
- 5) Descargar el vehículo en el área específica previamente asignada. La descarga del cargamento se efectuará sobre una superficie con suelo duro. Para prevenir o reducir la posible contaminación del suelo, recubrir la zona de descarga con una cubierta plástica o con una pintura descontaminable. En el proceso de descarga considerar las siguientes precauciones:
  - Cerrar las ventanas del vehículo y detener la ventilación. Si la presencia del chofer del vehículo no es necesaria, alejarlo del lugar.

- Proporcionar equipos de protección personal a los participantes, consistente en: guantes de protección, un mameluco o mono desechable y cubre zapatos. (debe ser evaluada la necesidad de utilizar protección respiratoria)
  - Realizar la descarga de manera progresiva y en pequeños lotes (en torno a 500 kg), extendiendo dicho material de forma uniforme sobre el suelo.
  - Caracterizar radiológicamente cada lote y, en caso de hallarse piezas cuya tasa de dosis sea superior a 2 veces el valor de fondo, aislarlas y custodiarlas.
  - Finalizar la descarga procediendo de acuerdo a los puntos anteriores, para descartar la presencia de otros materiales radiactivos en la carga.
  - Efectuar el monitoreo de las operaciones continuamente.
  - Al concluir las operaciones, medir las tasas de dosis en la superficie en donde se efectuó la descarga, para verificar la ausencia de contaminación radiactiva.
- 6) En caso que la tasa de dosis en el material segregado sea mayor a 50  $\mu\text{Sv/h}$ , aislar dicho material y acordonar el área a su alrededor a una distancia donde la tasa de dosis no sea mayor a 1  $\mu\text{Sv/h}$ . Controlar el acceso al área acordonada, notificar a la Autoridad Reguladora y contactar con servicios o personal especializado y autorizado para manipular material radiactivo.
- 7) En caso que el material descargado presente una tasa de dosis menor a 50  $\mu\text{Sv/h}$ , monitorear para hallar piezas radiactivas. Colocar las piezas radiactivas segregadas en una bolsa de plástico y luego en un contenedor situado en un local cerrado y con candado. Colocar un cartel o etiqueta indicando la presencia de radiación, de manera visible en el contenedor. Si se utilizan varios contenedores, cada uno debe estar numerado. La tasa de dosis medida en el área externa del local, no debe ser superior a 1  $\mu\text{Sv/h}$ , o 0,5  $\mu\text{Sv/h}$  en caso de ser un área ocupada permanentemente. El o los contenedores deberán estar protegidos de la intemperie. Se debe informar a la Autoridad Reguladora / Organismo Regulador sobre este hallazgo.

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA DE  
MATERIAL RADIACTIVO EN EL RECICLADO DE METALES Y  
OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**REPORTE DE DETECCIÓN DE MATERIAL RADIACTIVO EN LA  
ENTRADA DE LAS INSTALACIONES**

**ANEXO 5**

## REPORTE DE DETECCIÓN DE MATERIAL RADIATIVO EN LA ENTRADA DE LAS INSTALACIONES

Fecha de la detección:  -  -  Hora:  :

### IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y LUGAR DE DETECCIÓN

INSTALACIÓN:				
DIRECCIÓN:				
DATOS DE CONTACTO:	Identificar persona	Teléfono	Fax	e-mail

### PROCEDENCIA DE LA CARGA

PROCEDENCIA:	País y ciudad de origen
PROVEEDOR:	Razón Social, Dirección; persona y email de contacto
MEDIO DE TRANSPORTE:	Identificar tipo de transporte y datos de referencia

### DATOS DE MEDICIÓN PREVIOS A INTERVENCIÓN

VALORES MEDIDOS POR EL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN FIJA (Adjuntar ticket)	Medidas/ticket
VALOR DE FONDO DE RADIACIÓN AMBIENTAL DE LA ZONA, EN uSv/h	Medición
VALOR MÁXIMO DE TASA DE DOSIS EN CONTACTO CON LA SUPERFICIE DEL CONTAINER, CAMIÓN O VAGÓN, EN uSv/h (Identificar situación)	Medición
TASA DE DOSIS MÁXIMA MEDIDA EN LA CABINA DEL CONDUCTOR, EN uSv/h	Medición

### ACCIONES POSTERIORES A LA DETECCIÓN

DESCARGA Y SEGREGACIÓN DEL RESTO DE LA CARGA	Marcar lo que corresponda	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL	Marcar lo que corresponda	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
PLASTIFICADO	Marcar lo que corresponda	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
BLINDADO	Marcar lo que corresponda	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
OTRAS: Indicar		

### IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL SEGREGADO (DE ACUERDO A PROCEDIMIENTO)

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL (Piezas contaminadas, fuentes radiactivas con blindaje o sin blindaje, pararrayos radiactivos, etc.)

DIMENSIONES Y PESO	Indicar
SE ADJUNTA INFORMACIÓN FOTOGRÁFICA	Marcar lo que corresponda <b>SI</b> <input type="checkbox"/> <b>NO</b> <input type="checkbox"/>
ETIQUETAS, SEÑALIZACIONES, PLACAS, MARCAS: Indicar	

**CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA (DE ACUERDO A PROCEDIMIENTO)**

TASA DE DOSIS EN CONTACTO	<b>uSv/h</b>
TASA DE DOSIS A 1 METRO	<b>uSv/h</b>
MATERIAL CONTAMINADO CON EMISORES $\beta - \gamma$	<b>Bq/cm<sup>2</sup></b>
MATERIAL CONTAMINADO CON EMISORES $\alpha$	<b>Bq/cm<sup>2</sup></b>
ISÓTOPO(S) RADIATIVO(S): Indicar	
ACTIVIDAD O CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD	<b>Bq, Bq/g</b>

**COMENTARIOS E INFORMACIÓN ADICIONAL**

(Insertar fotografías)

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA DE  
MATERIAL RADIATIVO EN EL RECICLADO DE METALES  
Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**PROCEDIMIENTO PARA LA MITIGACIÓN, LIMPIEZA Y  
DESCONTAMINACIÓN EN CASO DE RUPTURA O FUSIÓN  
DE UNA FUENTE RADIATIVA.**

**ANEXO 6**

## 1. Objeto

Describir el procedimiento a seguir para mitigar las consecuencias derivadas de una fusión o ruptura de una fuente radiactiva y proceder a la limpieza y descontaminación de las instalaciones afectadas.

## 2. Alcance y propósito

El procedimiento se aplica en caso de ruptura o fusión de una fuente radiactiva en una instalación donde se procesan metales de reciclado.

### ***Definiciones:***

**Limpieza (remediación):** Cualquier medida que pueda llevarse a cabo para reducir la exposición de la contaminación existente mediante acciones aplicadas a la contaminación misma (la fuente) o a las vías de exposición a personas.

**Descontaminación:** Remoción total o parcial de la contaminación radiactiva ***de un objeto o área de uso o circulación pública*** a través de un proceso físico, químico o biológico, ***quedando los materiales radiactivos en una forma apta para ser gestionados posteriormente como desechos radiactivos.***

## 3. Proceso

La actuación ante estos eventos se implementará mediante una intervención primaria rápida, luego de la detección inicial, y una intervención especializada para la limpieza y descontaminación de la planta. La intervención primaria debería estar a cargo del personal de la planta que detecta la radiactividad y la intervención especializada se efectuaría bajo un plan de actuación aprobado por el organismo regulador y bajo la supervisión de un experto en seguridad radiológica. El concepto ALARA, (tan bajo como sea razonablemente posible alcanzar) debe ser aplicado durante el desarrollo de estas actividades o trabajos, de manera de reducir en la medida de lo posible, la exposición a la radiación.

### 3.1 Mitigación.

Cuando se active la alarma de detección de material radiactivo en el proceso o en los productos o subproductos generados y se confirme que es debida al procesamiento de una fuente radiactiva (repetición del monitoreo, medición de muestras del producto o subproducto afectado, verificación en otros puntos del proceso, etc.), la instalación deberá aplicar las siguientes medidas:

- Detener todas las fases del proceso de producción que pudieran haber resultado afectadas, salvo aquellas en las que su funcionamiento ayude a aminorar las consecuencias, así como las labores de limpieza y descontaminación. Entre estas figuran como ejemplo:
  - o En el caso de detectar contaminación en el polvo de acería o en los conductos del sistema de ventilación (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.
  - o En caso de detectar contaminación en el acero (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.
- Suspender la salida de productos resultantes que hayan estado en contacto con las partes afectadas.
- Solicitar la asistencia de un experto en protección radiológica para determinar el alcance de la contaminación.
- 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).

Adicionalmente, la instalación debería notificar de inmediato y por el medio más rápido posible a la autoridad reguladora la detección, transmitiendo toda la información disponible. 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 decomisar los productos, informando al público y asegurando su protección.

### 3.2 Limpieza y descontaminación

Una vez determinado el alcance de la contaminación, el titular de la instalación afectada con la colaboración de un experto en protección radiológica elaborará un plan de limpieza y descontaminación, que debería ser aprobado por la autoridad reguladora. El plan incluirá al menos:

- a) Caracterización radiológica inicial de la línea de proceso y de los productos y subproductos afectados por el suceso.
- b) Identificación de las zonas y equipos que requieren limpieza y descontaminación.
- c) Medios humanos y materiales a utilizar en las labores de limpieza y descontaminación.
- d) 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.
- e) Medidas para la segregación, caracterización radiológica y almacenamiento de los desechos producidos en las acciones de limpieza y descontaminación.
- f) Lugar previsto para el almacenamiento provisional de los desechos radiactivos producidos.

- ***Condiciones para la limpieza y descontaminación:***

El personal que participe en las operaciones de limpieza, descontaminación, muestreo y manejo de los desechos radiactivos, debería estar calificado y autorizado conforme las disposiciones reguladoras o trabajar bajo la supervisión de expertos en protección radiológica.

El personal debería contar con los medios de protección que sean necesarios, acorde con las operaciones que se efectúen, debiendo considerarse el uso de guantes, máscaras con filtros, overoles, trajes enterizos, cubrezapatos, etc.

En todo el proceso se debería realizar el monitoreo operacional de la radiación externa y de la contaminación de la planta, materiales y personas a fin de asegurar que no se superen los valores referenciales establecidos en el Plan de limpieza y descontaminación. La dosis del personal que interviene en el proceso debería ser vigilada y controlada durante toda la operación (dosimetría externa).

La limpieza de la planta finalizará cuando el nivel de contaminación se encuentre dentro de los valores referenciales fijados por la autoridad reguladora.

- **Niveles de acción:**

El objetivo de las actuaciones de limpieza y recuperación de la instalación será conseguir que la dosis residual máxima sea inferior al límite de dosis para miembros del público establecido en la normativa del país. Para el cumplimiento de este criterio, **y teniendo en cuenta las distintas vías de exposición**, pueden fijarse niveles derivados **máximos admisibles para tasa de dosis en las zonas afectadas** y actividad **de contaminación superficial**. **Un valor de referencia usual como restricción de dosis para el público, es emplear 1 mSv/año. Para lograrlo, se pueden tomar los límites derivados:**

- Tasa de dosis: En los lugares accesibles al personal de la instalación se intentará reducir el valor de la tasa de dosis a 0,5  $\mu\text{Sv/h}$ . No obstante, dicho valor podrá ser superado en función del nivel de ocupación de la zona.
- Actividad superficial: En las zonas afectadas se intentará reducir los niveles de actividad a 4  $\text{Bq/cm}^2$  para actividad total y 0,4  $\text{Bq/cm}^2$  en caso de actividad removable.

Los productos y subproductos que se pudieran haber visto afectados en el incidente o que se generen durante las operaciones de limpieza y descontaminación, y que presenten niveles de contaminación inferiores a los recogidos en la Tabla 1 (Ref.3) **pueden** no estar sometidos a control regulador desde un punto de vista radiológico.

Tabla 1

<b>Radionucleido</b>	<b>Concentración de actividad (Bq/g)</b>
Am-241, Co-60, Cs-137, Pu-239	0,1
Ir-192, Ra-226, Se-75, Sr-90	1

En función de la naturaleza del incidente y con objeto de optimizar los recursos utilizados para las labores de limpieza y descontaminación desde un punto de vista económico y social, la autoridad reguladora podrá autorizar la vuelta a la actividad industrial de la instalación aún cuando los niveles de contaminación alcanzados en los subproductos (por ejemplo: polvo de acería) presenten valores superiores a los recogidos en la Tabla 1. En este caso, las actuaciones de limpieza y descontaminación

deben contemplar la recogida y gestión de estos materiales, y no se debería considerar que estas actuaciones hayan finalizado hasta que no se alcancen dichos valores.

### **3.3 Tratamiento de desechos**

Los desechos producidos en la limpieza y descontaminación de la planta serán almacenados interinamente en las áreas previamente determinadas por el titular de la instalación. Estas áreas deberían disponer de un control de acceso, contar con superficies que impidan la contaminación del suelo (impermeables) y estar cubiertas y protegidas del agua; siendo recomendable que estén ubicadas en zonas con escaso tránsito de personas en sus alrededores.

Los desechos deberían ser previamente caracterizados radiológicamente y clasificados en función del tipo de material, tasas de radiación y contenido de radiactividad.

Se deberían preparar y disponer de una cantidad suficiente de recipientes, acorde con el tamaño de la planta, para el almacenamiento de los desechos producidos. Estos recipientes serán de material resistente y de tamaño apropiado, de manera que permitan su fácil manipulación y estiba.

Los desechos se deberían introducir en los recipientes segregados por tipo de material, y el llenado de los mismos se debería realizar lo más homogéneamente posible en cuanto a sus características radiológicas. En este proceso se debería evitar mezclar material con contenido radiactivo con otro que no esté contaminado.

Los recipientes en los que se introduzcan los desechos deberían señalizarse y caracterizarse radiológicamente. Se recomienda medir los niveles de radiación en contacto por todos los lados del recipiente y a un metro del punto de mayor tasa de dosis, y realizar un análisis espectrométrico de una serie de muestras representativas del material contenido en los recipientes. Se deben utilizar blindajes adecuados en el blindaje de estos recipientes, acorde al tipo de radiación involucrada.

Para la retirada y gestión final de los desechos radiactivos se debe contactar a la organización autorizada por la Autoridad Reguladora, conforme con las disposiciones legales establecidas.

## **4. Registros e informes.**

Las acciones y operaciones que se realicen en las tareas de mitigación, limpieza, descontaminación y gestión de desechos deberían ser registradas. En especial es recomendable disponer de los valores de dosis individual del personal interviniente, las tasas de radiación externa en las operaciones, los niveles de contaminación medidos, el volumen de los residuos producidos, la actividad recuperada de las fuentes fundidas o rotas, etc.

Una vez finalizadas las operaciones se debería preparar un reporte a la autoridad reguladora, donde se describan entre otras: las actividades de la planta y el equipamiento en materia de vigilancia radiológica, descripción del suceso, situación radiológica inicial de la planta, actividades realizadas de descontaminación y limpieza de equipos, superficies y material, situación radiológica al finalizar las tareas de limpieza y descontaminación, gestión de desechos, registros de dosis del personal, procedimientos utilizados.

## **5. Finalización**

Las operaciones de limpieza y descontaminación se consideraran finalizadas una vez que la autoridad reguladora haya aprobado el informe final, en donde se demuestre que los niveles de contaminación son iguales o menores a los valores referenciales establecidos.

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA  
DE MATERIAL RADIATIVO EN EL RECICLADO DE  
METALES Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**METODOLOGÍA PARA INVESTIGAR LA PROCEDENCIA  
DE LAS FUENTES DETECTADAS**

**ANEXO 7**

## **Introducción**

La detección de material radiactivo en la industria del reciclado puede presentarse durante la recolección, en los almacenes de chatarra, en las plantas de reducción de metales y en las fundiciones y acerías, la cuál debería ser notificada al órgano regulador. Además de además de recomendar las medidas de protección que sean necesarias adoptar, sería recomendable que el órgano regulador, en cooperación con las empresas donde se detecte el material radiactivo, investigara las causas y el origen de la presencia de la fuente radiactiva.

### **1. Objetivo**

El objetivo del procedimiento es determinar el origen de la fuente radiactiva hallada en la chatarra con el fin de encontrar otras fuentes radiactivas que pudieran estar en similares condiciones y adoptar medidas para su control, e identificar al propietario de la fuente, con el fin de asignar las responsabilidades que le correspondan. El procedimiento describe los pasos a seguir para investigar el origen de las fuentes radiactivas encontradas en la chatarra utilizada en la industria de recuperación y reciclado de metales, pudiendo ser aplicado a otros materiales radiactivos detectados.

### **2. Alcance**

El procedimiento aplica a recolectores, almacenes de chatarra, plantas de reducción de metales, fundiciones, acerías, importadores, órganos reguladores u otras instituciones afines a esta materia.

### **3. Normas de operación**

La investigación de los casos de detección de fuentes radiactivas en la chatarra se llevará a cabo, bajo la dirección y responsabilidad del órgano regulador, recomendándose, que las otras partes involucradas presten su cooperación y apoyo en los procesos que éste emprenda para desarrollar la investigación.

### **4. Desarrollo**

La instalación que detecte la presencia de la fuente radiactiva deberá notificar al organismo regulador de esta situación, tan pronto como sea posible. Esta notificación debería incluir, siempre que sea posible, fecha de detección, datos de la instalación y persona de contacto donde apareció la fuente, datos del transportista, fotografía o descripción de la fuente, isótopo, actividad y nivel de radiación. (Anexo 5)

El organismo regulador evaluará la notificación recibida y considerará la conveniencia de desplazarse hacia el lugar donde se produjo la detección, a fin de verificar:

- Niveles de radiación e integridad física de la fuente
- Marcas, etiquetas e inscripciones que permitan identificar la fuente radiactiva
- Rasgos característicos del material o equipo, en caso de no existir marca alguna.
- Identificación isotópica mediante instrumentación
- Antecedentes que permitan realizar seguimiento hasta el propietario de la fuente (datos del transportista, empresa comercializadora de la chatarra, etc.)

En el caso de poder identificar la marca, modelo y número de serie de la fuente, equipo o contenedor de la misma, se verificará si se encuentra registrada en la base de datos de fuentes radiactivas del organismo regulador y se identificará el usuario registrado como responsable de la misma. De ser positiva la búsqueda, el organismo regulador procederá a solicitar información acerca de las circunstancias de la pérdida de control e inspeccionará la instalación a fin corroborar el inventario de fuentes radiactivas. En caso de que se identifique una fuente fuera de control, se continuará la investigación con los procedimientos establecidos por el organismo regulador para estos casos.

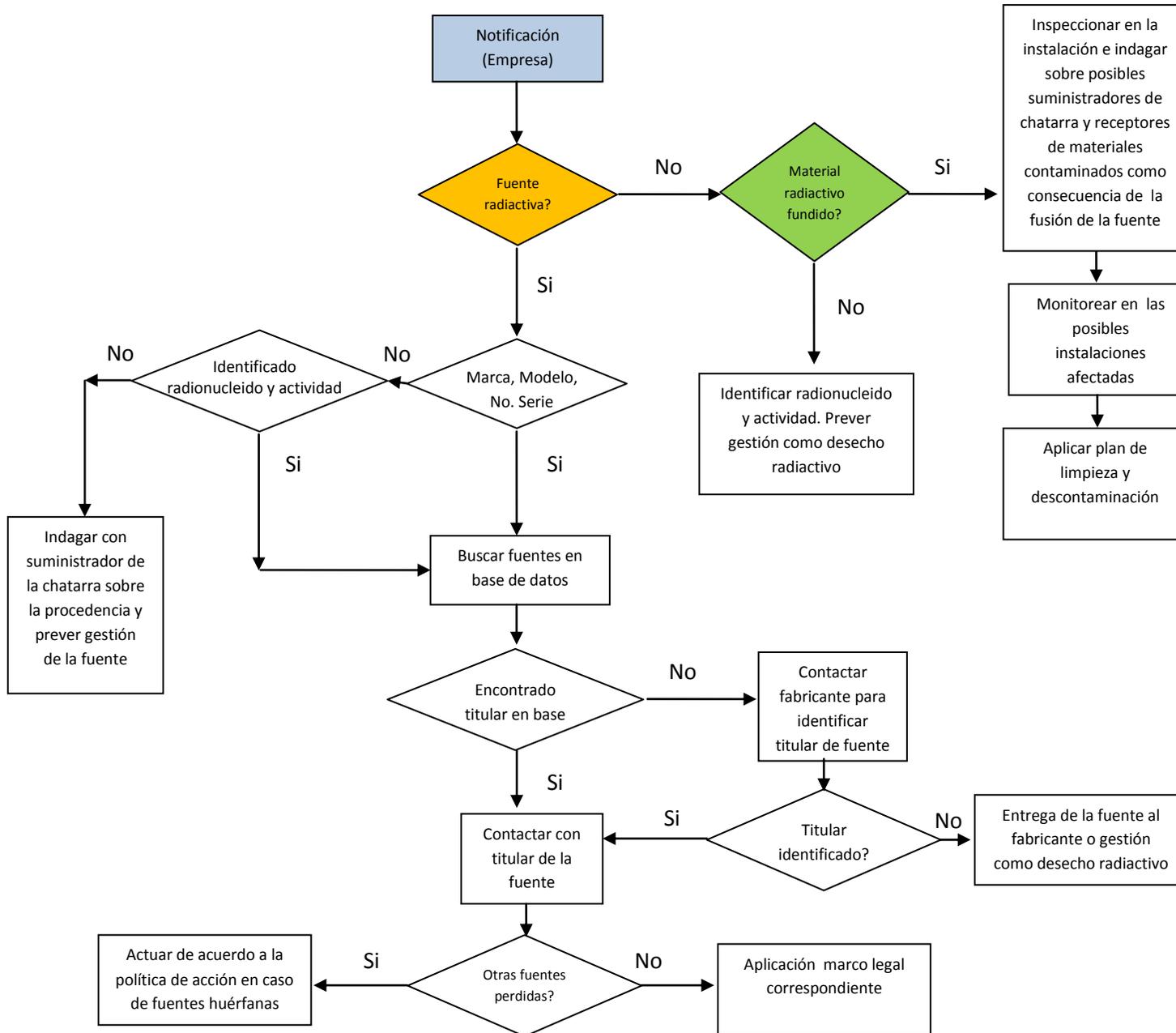
En caso de no haberse encontrado un propietario autorizado a cargo de la fuente radiactiva, el organismo regulador deberá efectuar las indagaciones con el fabricante del equipo o fuente radiactiva, a fin de conocer la actividad de la fuente, fecha en que fue vendida y nombre de la persona a quien fue vendida. De ser positiva la respuesta, el órgano regulador se pondrá en contacto con el propietario y aplicará las medidas que correspondan, entre las que se encuentra la devolución al país de origen en caso de que la fuente proceda de otro país.

Si la fuente no tiene marcas ni detalles que permitan su identificación completa, el organismo regulador consultará catálogos sobre fuentes radiactivas selladas y equipos, entre las que destaca la base de datos ICSRS (International Catalogue of Sealed Radioactive Sources and Devices) del OIEA, para tratar de completar los datos de la fuente. En caso de completarse los datos se procederá acorde a los párrafos anteriores.

Finalmente, si no se logra la plena identificación de la fuente, el organismo regulador, con los datos del lugar de procedencia de la chatarra, investigará las empresas que existen o existieron en la zona, a fin de evaluar la posibilidad de la presencia de otras fuentes radiactivas huérfanas.

Se describe a continuación, el ejemplo de procedimiento empleado. (Anexo 1)

**Anexo 1**  
**Diagrama de flujo para la investigación**



**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA DE  
MATERIAL RADIATIVO EN EL RECICLADO DE  
METALES Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**EJEMPLO DE AUTORIZACIÓN GENÉRICA PARA LA  
TRANSFERENCIA DE FUENTES RADIATIVAS  
DETECTADAS EN LA CHATARRA A UN GESTOR  
AUTORIZADO**

**ANEXO 8**

*Este formulario es aplicable solamente para transferencia de fuentes radiactivas halladas entre la instalación dedicada al reciclado de metales y un gestor autorizado.*

## **Autorización para transferencia de fuente radiactiva**

Autorización solicitada para la transferencia de: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_  
(Actividad) (Radioisótopo)

A: \_\_\_\_\_,  
(Nombre del receptor) (Cargo)

Nombre, razón social y dirección de la entidad que transfiere:

\_\_\_\_\_

Forma química y física del material a transferirse: \_\_\_\_\_

Fecha prevista de transferencia: \_\_\_\_\_

Medio específico de transporte: \_\_\_\_\_

Nivel de radiación en contacto:

Nivel de radiación a 1 metro:

Responsable de la instalación que transfiere: \_\_\_\_\_

Firma (s): \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

---

Autorización (Registro/Licencia) del receptor: \_\_\_\_\_

Vigencia de la Autorización (Registro/Licencia): \_\_\_\_\_

Dirección de la entidad receptora: \_\_\_\_\_

Responsable de seguridad radiológica de la entidad receptora: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

---

*Para uso del Órgano Regulador*

### **SE APRUEBA LA TRANSFERENCIA DEL MATERIAL RADIOACTIVO ESPECIFICADO**

Aprobado por: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_  
(Nombre del funcionario)

Fecha: \_\_\_\_\_



**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA DE  
MATERIAL RADIACTIVO EN EL RECICLADO DE METALES  
Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**EJEMPLO DE ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS PARA EL  
REGISTRO DE NOTIFICACIONES DE DETECCIONES EN  
INSTALACIONES VINCULADAS AL RECICLADO DE  
CHATARRA**

**ANEXO 9**

Este procedimiento está diseñado para la notificación vía un sistema informático (web) de las detecciones asociadas a materiales radiactivos en las instalaciones relacionadas con el reciclado de chatarra, permitiendo a la vez, la actualización y consulta de los diferentes registros en la base de datos, de manera oportuna, mediante un modulo de registro, notificación, reportes e informes.

El sistema deberá desarrollarse tomando estándares y recomendaciones de arquitectura acordes a los sistemas instalados en cada Autoridad competente que permitan garantizar su funcionamiento y operación en la plataforma actual de cada una de ellas y en aquellas mas comunes del mercado a través de browser tales como Explorer, Netscape, Opera, Mozilla, en ambientes Windows y Linux.

Los diferentes usuarios del sistema deben estar previamente registrados por la autoridad competente (aquella que administra el sistema), para lo cual se debe contar como mínimo:

- datos de las instalaciones (Rol único tributario o nacional, nombre, direcciones)
- sus datos personales (cedula de identificación, nombre y apellidos, correo electrónico, teléfonos de contacto), y
- el modo en que entrará en el sistema (para lo cual el mismo deberá contemplar diferentes opciones: administración total, gestión o consulta. Los usuarios que notifican, solo podrán acceder a los modos de gestión y consulta, de sus propias instalaciones)

La autoridad competente le proporcionará el acceso (usuario/password) que le permitirá el uso del sistema.

Se propone la designación de una persona como punto de contacto nacional, para la notificación y verificación de la información suministrada, así como para la distribución de las detecciones y otros datos a los países miembros del FORO.

Para tal efecto, el sistema debe ser capaz de registrar los datos que se desprenden del formulario tipo "REPORTE DE DETECCIÓN DE MATERIAL RADIATIVO EN ENTRADA DE INSTALACIONES (ANEXO 5), utilizando los siguientes campos:

## **SECCIÓN: IDENTIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN O LUGAR DE DETECCIÓN**

**Nombre Instalación (Lugar de detección):** sección que considera la identificación de la instalación donde ha tenido lugar la detección. Los campos requeridos, deberán tener en consideración las referencias nacionales de cada país que permitan identificar claramente a una empresa en particular (Rol único tributario o nacional, nombre de la empresa, nombre de la instalación), Este campo lleva asociado un desplegable en el que

aparecen todas aquellas instalaciones que cuentan con vigilancia radiológica y para las cuales el usuario tiene permiso de notificación.

**Fecha de detección:** Campo en el que se incluirá la fecha en la que se ha producido la detección. Se recomienda utilizar un campo que considere la selección de la fecha desde un calendario que se ubique al costado de este. Como la notificación debe ser oportuna y para evitar errores, se sugiere que el campo este habilitado para el ingreso en el día actual.

**Dirección:** sección en la que se indicará la dirección de la Instalación donde ha tenido lugar la detección. Los campos requeridos, deberán tener en consideración las referencias nacionales de cada país que permitan identificar claramente una dirección en particular (nombre de calle, número, distrito, comuna, ciudad, provincia, región, etc.). Se recomienda que cada subcampo considere un desplegable con información preingresada por el usuario autorizado y que represente a la instalación, para facilitar el llenado.

**Datos de Contacto:** sección en la que se indicará los datos de la persona que notifica la detección. Los campos requeridos, deberán tener en consideración las referencias nacionales de cada país que permitan identificar claramente a una persona (cedula de identidad, nombres, apellidos, email, fonos). Se recomienda que cada subcampo considere un desplegable con información preingresada por el usuario autorizado.

### **SECCIÓN: PROCEDENCIA DE LA CARGA**

**Procedencia de la carga:** este ítem contendrá los datos sobre la carga en la que se produce la detección. Los campos a considerar son:

- Procedencia: indica el origen de la carga, precisando ciudad y país de los que proviene la carga. Es obligatorio incluir el país del que proviene la carga.
- Proveedor: se debe considerar los siguientes subcampos que permitan identificar al proveedor de la chatarra: Razón Social; Rol único tributario o nacional; Dirección; nombre de contacto, fono contacto, fax de contacto, email de contacto.
- Medio de transporte: se debe indicar tipo de transporte y datos de referencia

## **SECCIÓN: DATOS DE MEDICIÓN PREVIOS A INTERVENCIÓN**

Esta sección, deberá dar cuenta de los registros instrumentales de monitoreo de la radiación presentes en la carga, considerando campos que adjunten desplegables con las posibles unidades a utilizar, para los siguientes registros:

- Valores medidos por el sistema de instrumentación fija: el campo debe permitir subcampos para el registro de unas 4 mediciones. Se sugiere que el sistema considere la posibilidad que se adjunten archivos en diferentes formatos (se recomienda PDF y JPG), de tal manera, que para este caso particular se pueda adjuntar el ticket de registro de mediciones del equipo.
- Valor de fondo de radiación ambiental de la zona.
- Valor máximo de tasa de dosis en contacto con la superficie del contenedor, camión o vagón.
- Tasa de dosis máxima medida en la cabina del conductor. (en caso de corresponder)

## **SECCIÓN: ACCIONES POSTERIORES A LA DETECCIÓN**

Esta sección, deberá dar cuenta de las acciones realizadas posteriores a la detección, considerando campos que permitan indicar “sí” o “no” para las siguientes opciones:

- Descarga y segregación del resto de la carga
- Identificación del material
- Plastificado
- Blindado
- Otras: este campo debe permitir indicar alguna otra acción mediante un comentario del usuario.

## **SECCIÓN: IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL SEGREGADO**

Esta sección, deberá dar cuenta de la caracterización del material contaminado o en el que se encuentra la fuente radiactiva:

- Descripción del material: este campo debe permitir indicar un breve comentario por parte del usuario a fin de caracterizar el material, en orden a precisar si se trata de piezas contaminadas, fuentes radiactivas con blindaje o sin blindaje, pararrayos radiactivo u otros.
- Dimensiones y Peso: campo que permite dimensionar físicamente el material radiactivo, para lo cual se deben considerar subcampos para alto, ancho, largo y peso, con menús desplegables con las posibles unidades a utilizar.
- Información fotográfica: este campo debe considerar subcampos que permitan indicar “sí” o “no”, así como la opción de adjuntar fotografía en un formato acorde a imágenes comprimidas

- Etiquetas, señalizaciones, placas, marcas: este campo debe permitir indicar un breve comentario por parte del usuario acerca de las identificaciones o sencillamente puede considerarse subcampos que permitan indicar “sí” o “no”, así como la opción de adjuntar fotografía.

### **SECCIÓN: CARACTERIZACIÓN RADIOLÓGICA**

Esta sección, deberá dar cuenta de los registros instrumentales de monitoreo de la radiación del material radiactivo, considerando campos que adjunten desplegables con las posibles unidades a utilizar, para los siguientes registros:

- Tasa de dosis en contacto. (se propone unidad: uSv/h)
- Tasa de dosis a 1 metro. (se propone unidad: uSv/h)
- Material contaminado con Emisores Beta, Gamma. (se propone unidad: Bq/cm<sup>2</sup>)
- Material contaminado con Emisores Alfa. (se propone unidad: Bq/cm<sup>2</sup>)
- Isótopo(s) Radiactivo(s): se puede considerar un menú desplegable para seleccionar más de un isótopo de una lista predefinida con los más recurrentes, así como un campo “otro”, para que sea digitado por el usuario.
- Actividad o concentración de actividad. (se propone unidad: Bq, Bq/g)

### **SECCIÓN: COMENTARIOS E INFORMACIÓN ADICIONAL**

- Esta sección, debe permitir indicar comentarios e información relevante por parte del usuario, así como la posibilidad que se adjunten archivos en diferentes formatos (se recomienda PDF y JPG).

### **NOTA:**

Con el fin de mantener una comunicación fluida con los miembros del foro acerca de las detecciones en cada uno de los países miembros, se sugiere que el mismo sistema incorpore una funcionalidad que permita remitir vía web a cada uno de los referentes, la información general de la detección, la que podría considerar la establecida en la sección “IDENTIFICACIÓN DEL MATERIAL SEGREGADO”.

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA  
DE MATERIAL RADIACTIVO EN EL RECICLADO DE  
METALES Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**EJEMPLO DE REGISTRO DEL FUNCIONAMIENTO DE  
LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN EN LOS LUGARES  
DONDE SE ENCUENTRAN INSTALADOS.**

**ANEXO 10**

Dentro de las tareas que se realizan para la verificación del funcionamiento de los instrumentos de detección, (portales y equipos portátiles) deben existir las comprobaciones o documentos que puedan ser utilizados para la verificación de los resultados de los chequeos o calibraciones.

Estos documentos llamados generalmente registros, son útiles al momento de realizar estudios, analizar respuestas y comparar resultados.

En la actualidad estos registros deben formar parte de los sistemas de calidad de la instalación y deberían ser guardados por un lapso de tiempo lo suficientemente amplio, de manera de permitir la revisión o auditoria de funcionamiento de los dispositivos de detección.

Es de utilidad almacenar esta información en archivos electrónicos en forma de planilla de cálculo, lo cual facilita el estudio estadístico.

A modo de ejemplo, se listan las actividades que se consideran deben formar parte de estos registros.

Registros de:

- Aceptación inicial y puesta en marcha
- Alarmas
- Falsas alarmas
- Valores de fondo (background) del sitio donde se instalaron
- Verificaciones semanales, mensuales y trimestrales
- Calibraciones anuales (realizadas por el fabricante u otro servicio autorizado)
- Sensibilidad individual de los detectores
- Mantenimiento
- Estabilidad electrónica
- Operatividad de sensores de paso
- Daños
- Funcionamiento de las alarmas sonoras y audibles
- Modificaciones al diseño original
- Fuentes radiactivas empleadas en la verificación /calibración (certificados)
- Pruebas de transmisión de datos en dispositivos inalámbricos
- Personal que realiza las tareas de calibración, verificación, mantenimiento y reparación.

Si bien el listado incluye las áreas de interés para la comprobación del funcionamiento de los equipos de detección, pueden existir otros registros que puedan ser considerados relevantes, de acuerdo al tipo de instalación y funcionalidad de los mismos.

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA DE  
MATERIAL RADIACTIVO EN EL RECICLADO DE METALES  
Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**MODELO DE POSTER PARA DIVULGACIÓN**

**ANEXO 11**

# RADIATIVIDAD EN LA CHATARRA ¿QUÉ HACER?

## ¿CÓMO IDENTIFICAR SI UN ARTICULO U OBJETO METÁLICO CONTIENE MATERIAL RADIATIVO?



Este símbolo indica la presencia de materiales radiactivos o campos de radiaciones ionizantes. Si usted lo observa grabado, estampado, troquelado o en etiquetas sobre las superficies de un objeto metálico, es muy probable que esté en presencia de un material radiactivo.

Tenga presente que en ocasiones las marcas o etiquetas pueden aparecer borrosas o dañadas. Además no necesariamente todos los artículos u objetos que requieren estar señalizados con este símbolo estarán rotulados apropiadamente, en ocasiones podrán no estarlo.

Puede aparecer además del símbolo de peligro radiactivo otra información que indique la presencia de un material radiactivo. Por ejemplo puede brindarse información sobre el nombre o el símbolo químico del material radiactivo.

Cobalto - 60 (Co-60 o <sup>60</sup>Co)  
 Iridio - 192 (Ir-192 o <sup>192</sup>Ir)  
 Cesio - 137 (Cs-137 o <sup>137</sup>Cs)  
 Radio - 226 (Ra-226 o <sup>226</sup>Ra).

También puede hacerse referencia a las cantidades presentes del material radiactivo dentro del artículo u objeto. Por ejemplo: Curios (Ci), Millicurios (mCi), Becquerels (Bq), Guigabecquerels (GBq).

## ¿QUÉ HACER?

Si usted encuentra artículos similares a los mostrados en este afiche, si además encuentra en cualquier pedazo de superficie metálica el símbolo fundamental de las radiaciones ionizantes (símbolo de peligro radiactivo) o tiene sospecha que el material es radiactivo:

### NO LO MANIPULE, NO LO DESARME Y NO LO PROCESE

Las acciones que se enumeran a continuación pueden ayudarlo a evitar una exposición indeseada

- No toque la fuente radiactiva u objeto sospechoso.
- Mantenga distancia entre usted y la fuente radiactiva u objeto sospechoso. Si es posible cubra la fuente con un pedazo de metal grueso, concreto o vierta suficiente cantidad de arena sobre el mismo.
- Avise a los demás y asegure el área.
- Solamente si usted posee los medios para medir los niveles de radiación y los sabe utilizar mueva el artículo hacia un área apartada de público, pero segura.
- Contacte inmediatamente a la autoridad reguladora de su país en materia de protección radiológica.

<http://www.foroberam.org>

## ARTÍCULOS TÍPICOS ENCONTRADOS EN LA CHATARRA QUE CONTIENEN MATERIALES RADIATIVOS



### RECUERDE SIEMPRE QUE:

Si se sospecha de la presencia de material radiactivo o el mismo es detectado en el proceso de reciclaje de la chatarra: **no lo manipule, no lo desarme y no lo procese**. Se deberán realizar acciones tendientes a disminuir la exposición a las radiaciones ionizantes y a cumplir con los requisitos del marco legal y reglamentario vigente en cada país y con los mecanismos nacionales existentes para gestionar tales situaciones.

Comuníquese siempre con la Autoridad Reguladora en materia de seguridad radiológica de su país.



**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y RESPUESTA  
FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA DE MATERIAL  
RADIATIVO EN EL RECICLADO DE METALES Y OTROS  
PROCESOS ASOCIADOS**

**MODELO DE TRIPTICO PARA DIFUSIÓN**

**ANEXO 12**



FORO

Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares

El uso de los materiales radiactivos en las instalaciones nucleares y radiactivas ha de efectuarse conforme con un marco legislativo y reglamentario evitando el daño que trabajadores, público y medio ambiente podrían recibir si no son empleados correctamente. Esto significa que el material radiactivo solo puede ser gestionado en instalaciones y por personas autorizadas, incluso cuando estos materiales son productos de desecho.

A pesar de estos controles, se ha constatado de forma esporádica la presencia de material radiactivo fuera del sistema establecido, en particular, en el proceso de recuperación y fundición de materiales metálicos. Aunque la posibilidad es remota, si se trata de cantidades importantes de material radiactivo, se pueden producir graves consecuencias para la industria metalúrgica debido a los daños económicos y pérdidas financieras para las empresas, y en casos extremos, entrañando riesgo para la salud de los trabajadores, el público o el medio ambiente.

Estos sucesos han suscitado la preocupación de las autoridades nacionales y organizaciones, las que han emprendido una serie de iniciativas tendientes a prevenir su ocurrencia y detectar oportunamente la misma y a desarrollar estructuras y metodologías para responder a estos eventos.

**PREVENIR, DETECTAR Y RESPONDER**

Aspectos importantes que debe desarrollar la estrategia nacional para hacer frente a la presencia inadvertida de material radiactivo en el reciclado de metales y otros procesos asociados.

FORO

Foro Iberoamericano de Organismos Reguladores Radiológicos y Nucleares

Avenida del Libertador 8250  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina  
Teléfono: +5411 8323 1748  
Fax: +5411 4704 7079  
e-mail: info@foroiberam.org  
Web: www.foroiberam.org

Las radiaciones ionizantes emitidas por los materiales radiactivos se utilizan en diversas actividades sanitarias, industriales, agrícolas, científicas, ya que son la mejor vía para diagnosticar y curar ciertas patologías, localizar y estudiar defectos en materiales, inspeccionar soldaduras, localizar fugas de aguas en embalses o de gases en tuberías; investigar nuevas sustancias y procesos; erradicar plagas de insectos o desinfectar material quirúrgico, etc. Las instalaciones donde se realizan estas actividades se denominan instalaciones radiactivas.

El material radiactivo puede estar en el interior de una cápsula de acero inoxidable o wolframio, cerrada herméticamente para evitar su dispersión. Esta cápsula se denomina fuente radiactiva y suele estar dentro de un contenedor, de mayor densidad y espesor, de forma que actúa como blindaje reduciendo los niveles de radiación hasta valores inofensivos.

Existen otras instalaciones, las denominadas nucleares (centrales nucleares, centros de investigación, fábricas de combustible nuclear, etc.) donde se manejan en sus procesos cantidades importantes de sustancias radiactivas, que no suelen estar encapsuladas, que pueden contaminar los equipos y herramientas que entren en contacto directo durante su manipulación.

Aunque menos conocido, existen otras actividades industriales tales como la producción de gas natural o petróleo, las fábricas de cerámica, la producción de pigmentos de pinturas, fertilizantes y algunas actividades mineras, en las que se manipulan minerales, productos o subproductos de tales actividades que contienen materiales con radiactividad de origen natural en muy baja concentración.



LA INDUSTRIA DEL RECICLADO DE METALES Y LA RADIOACTIVIDAD

Estrategia para la prevención, detección y respuesta frente a la presencia inadvertida de material radiactivo en el reciclado de metales y otros procesos asociados.





**Presencia inadvertida de material radiactivo en el reciclado de metales y otros procesos asociados**

Para bloquear las radiaciones ionizantes se utilizan como blindaje materiales metálicos muy pesados como el plomo, el tungsteno y el uranio empobrecido. Las fuentes radiactivas de alta actividad se almacenan dentro de contenedores muy pesados fabricados con estos metales. Por eso, si se encuentran estos contenedores en los patios de chatarra es muy probable que contengan fuentes radiactivas y las personas que los desarmen y manipulan podrían sufrir una exposición con consecuencias para la salud y la vida.

También entre los objetos y artículos que pueden aparecer en los patios de chatarra tenemos diversos tipos de equipos que poseen en su interior fuentes radiactivas para poder realizar su función como es el caso de los medidores TROKLER y los equipos de gammagrafía industrial. Es común encontrar detectores iónicos de humo y objetos metálicos luminiscentes que poseen <sup>226</sup>Ra.

**¿Qué hacer?**

Si usted encuentra artículos similares a los mostrados en este afiche, si encuentra en cualquier pedazo de superficie metálica el símbolo fundamental de las radiaciones ionizantes (símbolo de peligro radiactivo) o si tiene sospecha que el artículo o material hallado es radiactivo:

**NO LO MANIPULE NO LO DESARME Y NO LO PROCESE**

Las acciones que se enumeran a continuación pueden ayudarlo a evitar una exposición indeseada

- No toque la fuente de radiación u objeto sospechoso.
- Mantenga distancia entre usted y la fuente radiactiva u objeto sospechoso. Si es posible cubra la fuente con un pedazo de metal grueso, concreto o arena.
- Avise a los demás y asegure el área.
- Solamente si usted posee los instrumentos adecuados para medir los niveles de radiación y los sabe utilizar, mueva el artículo hacia un área apartada de público, pero segura.
- Contacte inmediatamente a la autoridad reguladora de su país en materia de protección radiológica.

**¿Cómo identificar a un artículo que contiene material radiactivo?**



El símbolo fundamental de las radiaciones ionizantes o símbolo de peligro radiactivo puede aparecer en la superficie de diversos artículos metálicos indicando que contienen materiales radiactivos. El símbolo puede aparecer en etiquetas, o gravado sobre la superficie metálica del artículo u objeto.

En ocasiones las marcas pueden aparecer borrosas o dañadas. Es importante tener en cuenta que no necesariamente todos los artículos u objetos que requieren estar señalizados con este símbolo estarán rotulados apropiadamente, las marcas pueden aparecer borrosas o dañadas. Es importante tener en cuenta que no necesariamente todos los artículos u objetos que requieren estar señalizados con este símbolo estarán rotulados apropiadamente, en ocasiones podrán no estarlo. Puede aparecer además del símbolo de peligro radiactivo otra información que indique la presencia de un material radiactivo

Por ejemplo puede brindarse información sobre el nombre o el símbolo químico del material radiactivo y sobre su cantidad.

Cobalto - 60	(Co-60 o <sup>60</sup> Co)	Curios	(Ci)
Iridio - 192	(Ir-192 o <sup>192</sup> Ir)	Millicurios	(mCi)
Cesio - 137	(Cs-137 o <sup>137</sup> Cs)	Becquerel	(Bq)
Radio - 226	(Ra-226 o <sup>226</sup> Ra)	Gulgabecquerel	(GBq)

**Actuación en caso de detección**

Cuando se detecta la presencia de material radiactivo a la entrada de una instalación relacionada con el reciclado de metales es conveniente:

- Confirmar la alarma.
- Aislar la carga.
- Medir los niveles de radiación del contenido para localizar el material radiactivo.
- Segregar, almacenar y custodiar el material radiactivo detectado en condiciones de seguridad hasta su retirada por una entidad especializada.
- Notificar a la Autoridad Reguladora Nacional de manera urgente cuando los niveles de radiación sean elevados.

Cuando se detecta material radiactivo en los productos finales o en los sub-productos obtenidos en el proceso de reciclado de metales se recomienda:

- Parar la producción.
- Evaluar la situación.
- Notificar a la Autoridad Reguladora Nacional en aspectos de protección radiológica.
- Preparar y llevar a cabo un programa de limpieza y recogida del material radiactivo.

La medición de los niveles de radiación y la manipulación del material radiactivo deben realizarse siempre por personal experto en materia de protección radiológica. Cada instalación debe disponer del apoyo técnico especializado en cuestiones de protección radiológica para que actúe cuando exista sospecha de la presencia de material radiactivo que requiera adoptar precauciones y medidas especiales.

Los sistemas de detección no suponen una garantía de eficacia absoluta, por lo que la colaboración de todos los trabajadores es necesaria e imprescindible para incrementar el nivel de seguridad de la instalación, cada persona de la instalación conoce las acciones que debe realizar.

La identificación visual de las piezas sospechosas que pudieran requerir una investigación más detallada es una cuestión de todos y repercute en beneficio de todos.

*Si se sospecha de la presencia de material radiactivo o el mismo es detectado en el proceso de reciclaje de la chatarra: no lo manipule, no lo desarme y no lo procese. Se deberán realizar acciones tendientes a disminuir la exposición a las radiaciones ionizantes y a cumplir con los requisitos del marco legal y reglamentario vigente en cada país y con los mecanismos nacionales existentes para gestionar tales situaciones. Comuníquese siempre con la Autoridad Reguladora en materia de seguridad radiológica de su país.*

**Artículos típicos encontrados en la chatarra que podrían contener materiales radiactivos**



<http://www.foroiberam.org>

**ESTRATEGIA PARA LA PREVENCIÓN, DETECCIÓN Y  
RESPUESTA FRENTE A LA PRESENCIA INADVERTIDA  
DE MATERIAL RADIATIVO EN EL RECICLADO DE  
METALES Y OTROS PROCESOS ASOCIADOS**

**REGISTRO DE DETECCIONES DE MATERIAL  
RADIATIVO Y MECANISMOS DE NOTIFICACIÓN  
PARA LA COLABORACIÓN ENTRE PAÍSES DEL FORO**

**ANEXO 13**

## **1. Registro de detecciones**

El órgano regulador deberá mantener un registro de los eventos de detección de materiales radiactivos en la industria de la recuperación y reciclado de metales que le permitan conocer la situación y evaluar la necesidad de acciones posteriores. Asimismo, dicha información servirá de base para la notificación e intercambio información con los países del FORO.

El registro debería contener al menos la siguiente información:

- a) Entidad y lugar donde se produjo la detección
- b) Modo en que se detectó el material radiactivo.
- c) Fase del proceso en que se produjo la detección.
- d) Material radiactivo detectado y, de ser posible, su actividad
- e) Medidas inmediatas adoptadas
- f) Niveles de radiación medidos
- g) Medidas proyectadas.

El registro debería estar informatizado para su fácil manejo y recuperación, considerando además disponer de sistemas de respaldo para evitar pérdida de datos.

## **2. Mecanismos de notificación para colaboración**

El órgano regulador deberá adoptar un mecanismo de notificación de detecciones que sea transmitido a los países del FORO. Este mecanismo podría basarse en una plataforma de INTERNET o estar preparado para transmisión electrónica entre puntos de contacto previamente definidos por cada país (correo electrónico).

Las notificaciones deberán ser simples e incluir datos mínimos para informar a los países del FORO. Para ello podría emplearse el formulario indicado en el Cuadro 1.

## **3. Mecanismos de cooperación a través de acuerdos o protocolos**

La cooperación entre países del FORO y otros que lo deseen, deberá basarse en compromisos escritos (acuerdos, protocolos o convenios) bilaterales o multilaterales, donde se defina el alcance de los mismos, sea para intercambiar información, prestarse asistencia mutua y eventualmente cooperar técnicamente en situaciones concretas, rutinarias o incidentales.

Los compromisos podrían ser definidos siguiendo el modelo indicado en este Anexo A.

**Cuadro 1. Ejemplo de formulario de notificación**

<b>FORMULARIO DE NOTIFICACION</b>
Fecha de la detección:  Lugar de la detección: <i>(Localidad, ciudad, país)</i>  Tipo de instalación: <i>(Almacén de chatarra, acería, fundición, etc.)</i>
<b>DETALLE DE LA DETECCION</b>  Medio de detección: <i>(visual, instrumental – detector portátil, fijo, pórico)</i>  Material detectado: <i>(radionúclido, actividad de ser posible)</i>  Fase del proceso donde se detectó: <i>(a la entrada, en el proceso, en la salida, etc.)</i>  Acciones realizadas: <i>(aislamiento del material, instalación detenida, recuperación del material, etc.)</i>  Medidas adicionales: <i>(comunicación a clientes, medidas de emergencia, limpieza de planta, etc.)</i>
<b>FECHA DE NOTIFICACION Y CONTACTO</b>  Fecha de notificación: Entidad:  Nombre del contacto para el FORO: _____ Cargo: _____  Entidad: _____  e-mail: _____  Nombre del contacto de la entidad para detalles adicionales:

## **Anexo A. Modelo de Acuerdo de Cooperación**

Acuerdo administrativo entre la Comisión..... de .... y la Autoridad Reguladora ..... para el Control de Fuentes Radiactivas.

La Comisión.... de ...(país 1), mediante el presente documento, establece el siguiente acuerdo administrativo con la Autoridad Reguladora.. (país 2), para aspectos relacionados con el control de fuentes radiactivas en material de reciclado metálico, conforme con sus disposiciones legales pertinentes.

La Comisión ... de (país 1) es la autoridad reguladora de la seguridad autorizada por las disposiciones ..... de la Ley de Regulación... para participar en este Acuerdo. La Autoridad Reguladora... de (país 2) está autorizada bajo la disposición número .... de su Ley ... para establecer este Acuerdo.

### **Artículo 1. Propósito**

En este párrafo se deberá establecer de manera clara el propósito del compromiso *(por ejemplo:*

*El propósito del Acuerdo es proporcionar los medios para que la detección, prevención y respuesta en caso de presencia de material radiactivo en materiales metálicos sea efectuado de modo que se reduzca la probabilidad de impactos indeseados en los países parte del FORO).*

### **Artículo 2. Alcance**

En este párrafo se deben definir las áreas en las cuales se aplicará el Acuerdo *(por ejemplo:*

*El presente Acuerdo será aplicable para:*

- *La detección de material radiactivo en materiales metálicos importados o exportados*
- *Intercambio de información en casos de detección de material radiactivo en materiales y productos metálicos de la industria del reciclado de metales.*
- *Colaboración en asuntos de protección radiológica y respuesta ante incidentes relacionados con presencia de material radiactivo en materiales y productos de la industria del reciclado metálico)*

### **Artículo 3. Detección de material radiactivo y notificaciones**

En esta sección se deberá detallar el mecanismo de actuación conjunta en casos de detección de material radiactivo en cualquiera de los países que pueda afectar a otro.

*(por ejemplo:*

*La Comisión (país 1) y la Autoridad Reguladora (país 2) acuerdan:*

1. *Cada parte del Acuerdo se compromete a notificar a la otra parte cualquier detección de material radiactivo que ocurra en su país. Cada notificación será remitida en un tiempo no mayor a 24 horas de ocurrida la detección mediante el suministro de la información descrita en el Anexo A.*

2. *El país receptor de la notificación debe efectuar acuse de recibo de la notificación y, asimismo, comunicar las decisiones que haya tomado sobre el evento.*
3. *El país donde ocurrió el incidente deberá remitir cualquier otra información que sea necesaria para las medidas adicionales que deba adoptar la otra parte.)*

#### **Artículo 4. Colaboración en aspectos de respuesta**

En esta sección puede establecerse el mecanismo de colaboración que sea adecuado para ambos países.

*(por ejemplo:*

*Cada país parte del Acuerdo deberá ofrecer su colaboración y cooperar con la otra parte en los aspectos específicos siguientes:*

- *uso de metodologías de evaluación*
- *investigación de origen de las fuentes)*

#### **Artículo 5. Instrumentos internacionales vinculantes**

En esta sección se deben describir otros acuerdos, convenciones o compromisos relacionados con el alcance de la cooperación, que podrían ser utilizados supletoriamente o que sirvan de marco para el acuerdo *(por ejemplo: las Convenciones de Pronta Notificación y de Asistencia en caso de Emergencias del OIEA)*

#### **Artículo 6. Puntos de Contacto.**

Definir los cargos de cada organización que serán los puntos de contacto

*(por ejemplo: Área de Control de Fuentes / Organismo regulador)*

#### **Artículo 7. Validez del Acuerdo**

Establecer la fecha de entrada en vigencia, las condiciones para extensión, modificación o finalización.

#### **Artículo 8. Fecha y Firmas**