

# Respuesta ante emergencias radiológicas en el transporte de material radiactivo. La experiencia en Argentina

Cateriano, M.A. y Villca Torrez, J.C.

# **RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS RADIOLÓGICAS EN EL TRANSPORTE DE MATERIAL RADIATIVO. LA EXPERIENCIA EN ARGENTINA**

Cateriano, M.A.\* y Villca Torrez, J.C.

Autoridad Regulatoria Nuclear  
Argentina

## **RESUMEN**

Cada año, en la Argentina se transportan alrededor de 25.000 bultos con material nuclear y/o radiactivo que se utilizan principalmente para usos médicos e industriales. Los remitentes, los transportistas y los destinatarios deben cumplir con los requisitos contenidos en la normativa específica para el transporte seguro de material radiactivo. Durante el transporte de material radiactivo pueden ocurrir incidentes o accidentes y es necesario contar con adecuadas medidas de respuesta para mitigar las consecuencias de las emergencias radiológicas derivadas de dichos eventos. En este trabajo se describen incidentes ocurridos durante el transporte de material radiactivo en Argentina en el período de 2001 a 2017, incluyendo aquellos ocurridos por pérdida o robo de bultos de transporte. Como resultado de los mismos no se produjeron exposiciones o contaminación a personas o afectación al medio ambiente. Por otro lado, se analizan las causas raíces que los originaron y las lecciones aprendidas de los mismos, como una forma de mejorar la cultura de seguridad.

Palabras claves: transporte, emergencias radiológicas.

## **1. INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial no se han producido accidentes de transporte con consecuencias radiológicas graves. Sin embargo, a pesar de todas las medidas que se toman para garantizar el transporte seguro de material radiactivo, existe la posibilidad que estos eventos sucedan. Las consecuencias de estos pueden controlarse o pueden mitigarse mediante acciones que permitan la puesta en condición segura del material radiactivo, con el mínimo riesgo para aquellos que intervengan.

La planificación y preparación necesarias ante emergencias en el transporte con material radiactivo involucrado, son similares a las requeridas para responder a los accidentes de transporte que involucran materiales peligrosos no radiactivos, como sustancias inflamables, explosivos, gases venenosos, químicos tóxicos, etc. Muchos de estos materiales peligrosos no radiactivos, ofrecen peligros mayores al público respecto a aquellos materiales radiactivos que son transportados.

El objetivo de este trabajo es analizar los incidentes ocurridos durante el transporte de material radiactivo en Argentina en el período de 2001 a 2017, incluyendo aquellos ocurridos con bultos en tránsito, o por pérdida o robo de bultos de transporte. Posteriormente se analizarán las causas de los mismos, en ningún caso ha ocurrido exposición o contaminación a personas, ni afectación al ambiente.

---

\* E-mail del Autor. mcateriano@arn.gob.ar

## **2. TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS**

En Argentina, la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN) es la autoridad competente de aplicación en cuanto al transporte de materiales radiactivos. El mismo debe efectuarse de acuerdo a lo estipulado en la Revisión 3 de la norma AR 10.16.1 “Transporte de materiales radiactivos” de la ARN, cuyo texto sigue los lineamientos del “Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos” y los “Requisitos de Seguridad Específicos N° SSR-6” del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

La revisión de dicha norma fue aprobada por Resolución del Directorio N° 14/16 el pasado 25 de enero de 2016 y publicada en el Boletín Oficial de la República Argentina, en su edición N° 33.308 del 1° de febrero de 2016.

La aplicación de esta normativa alcanza a todas las modalidades de transporte de material radiactivo (ya sea por vía terrestre, acuática o aérea) y establece, fundamentalmente, cómo debe estar embalado el contenido radiactivo, cómo se deben controlar los niveles de radiación externa y cómo se previenen la criticidad y los daños ocasionados por el calor.

### **2.1. Reglamentación internacional**

Los criterios de seguridad reflejados en la norma AR 10.16.1 Rev. 3. “Transporte de materiales radiactivos” tienen el consenso de todas las organizaciones internacionales, regionales y nacionales dedicadas a regular el transporte de materiales peligrosos por todas las vías. Para proteger a los trabajadores y al público durante el transporte normal, esta norma establece requisitos que, entre otras cosas, limitan la tasa de dosis en el entorno de los bultos y la contaminación transitoria en su superficie externa.

Existen, además, reglamentaciones nacionales e internacionales que regulan el transporte de materiales peligrosos por vía terrestre, aérea y acuática.

## **3. SISTEMA DE EMERGENCIA DE LA ARN**

Toda actividad que implique el uso de radiaciones ionizantes, regulada por la ARN, debe tener procedimientos o planes de emergencia. Este es un requisito que forma parte del proceso de licenciamiento y fiscalización de esas actividades. La ARN fija criterios y evalúa los planes y procedimientos de emergencias radiológicas y nucleares que elaboran las instalaciones controladas para hacer frente a situaciones de incidentes o accidentes.

Para la intervención en las emergencias radiológicas en instalaciones distintas a las centrales nucleares, la ARN cuenta con un Sistema de Intervención en Emergencias Radiológicas (SIER). Este sistema está concebido para:

- Asesorar a los responsables de las instalaciones en caso de emergencias radiológicas;
- Asesorar a las autoridades públicas que intervienen en el control de emergencias radiológicas;
- Intervenir en las situaciones de emergencia en instalaciones o prácticas donde se produzcan accidentes radiológicos y que no puedan ser controlados por los responsables de las mismas, o que involucren a miembros del público; o en situaciones de emergencias radiológicas no previstas en áreas públicas.

El SIER tiene un grupo de intervención primaria con turnos de guardia, las 24 hs durante todo el año. Dispone de instrumental adecuado, personal capacitado y de la estructura logística necesaria para una intervención rápida y eficaz en situaciones accidentales con posibles

consecuencias radiológicas. La ARN ha establecido acuerdos y convenios de cooperación con otros organismos tales como la Policía Federal, la Gendarmería Nacional y la Prefectura Naval Argentina para actuar en situaciones de emergencia radiológica.

#### **4. PLANIFICACIÓN PARA CASOS DE EMERGENCIA DURANTE EL TRANSPORTE DE MATERIALES RADIATIVOS**

##### **4.1 Aspectos generales**

Durante el transporte de material radiactivo, las consecuencias de una situación incidental pueden ser previstas, controladas o mitigadas mediante los procedimientos de emergencia, que respondan adecuadamente ante tales situaciones. La responsabilidad durante el transporte de materiales radiactivos recae en el remitente quien debe cumplir entre otras cosas, con los requisitos de emergencia requeridos por la Norma AR 10.16.1 Rev.3.

Los cursos de capacitación para los conductores de transporte de mercancías peligrosas son obligatorios y se realizan de conformidad con la Resolución 110/97 y 65/00 del Ministerio de Transporte de la Nación Argentina.

Las diversas organizaciones de respuesta a emergencias radiológicas (bomberos, policía, Gendarmería Nacional, Prefectura Naval) reciben capacitación sobre el manejo de materiales peligrosos. Asimismo, la ARN imparte formación en cursos técnicos, posgrados y cursos específicos relacionados a este tema.

##### **4.2 Guía de emergencia o fichas de intervención**

Las consecuencias de los accidentes durante el transporte de materiales radiactivos dependerán de: el tipo de bulto, la forma física y química del material radiactivo, su radiotoxicidad, la cantidad de material radiactivo contenido, la modalidad de transporte y la severidad del accidente que afecta directamente la integridad del bulto.

El remitente debe entregar al transportista con los documentos de transporte, la información referida a los procedimientos de emergencia durante el envío de la remesa, dicha información estará contenida en las llamadas “Fichas de Intervención”, las cuales deberán estar en el vehículo y ser conocidas por los transportistas de materiales radiactivos, cuando dicho transporte se realiza por vía terrestre.

Estas Fichas de Intervención contienen los siguientes puntos:

- Características de los materiales radiactivos.
- Instrucciones para emergencias: recomendaciones generales, primeros auxilios, incidentes o accidentes que puedan ocurrir durante el transporte, se pueden incluir los siguientes casos: impacto o choque con o sin fuego, derrame o fuga de material radiactivo de los bultos y pérdida, robo o hurto de material radiactivo.

En los Certificados de Aprobación de la ARN para el transporte de remesas de materiales radiactivos, se exige siempre que deben portar las “Fichas de Intervención” para casos de emergencia y notificar al SIER de la ARN.

#### **5. INCIDENTES DURANTE EL TRANSPORTE**

##### **- Análisis de las causas**

Del análisis realizado sobre las causas de los 18 incidentes ocurridos en el período 2001 a 2017, surge que las principales causas fueron debidas a robos o hurtos de vehículos que transportaban

el material radiactivo (en 11 eventos), seguida de incidentes durante el transporte de equipos de gammagrafía y bultos del tipo A, (en 7 eventos) cuyas causas se debieron a fallas humanas, debidas a que no se transportaron los bultos en adecuadas condiciones de seguridad. En la Tabla 1, se detallan los eventos analizados.

**Tabla 1:** Tipos de eventos y sus causas

Fecha	Lugar	Evento	Causas
Evento 1 (2001)	Provincia de Neuquén	Extravío de equipo de gammagrafía industrial en la vía pública Fuente: Ir-192, Actividad: 53 Ci.	Equipo cae a la vía pública por no estar fijado convenientemente al piso del vehículo
Evento 2 (2002)	Ciudad de Buenos Aires	Asalto a un vehículo que transportaba un generador Fuente: Tc-99m, Actividad: 250mCi	Robo
Evento 3 (2003)	Provincia de Tierra del Fuego	Extravío de equipo de gammagrafía industrial en la vía pública Fuente: Ir-192 , Actividad: 6, 3 Ci (al 19/11/03)	Equipo cae a la vía pública por no estar fijado convenientemente al vehículo
Evento 4 (2006)	Provincia de Santa Fe	"Sustracción de material radiactivo: 1 Kit T4 (I-125, 5 µCi), 1 Kit IGE (I-125, 20 µCi) 1 Kit TSH (I-125, 20 µCi)	Hurto
Evento 5 (2007)	Ciudad de Buenos Aires	Robo de automóvil que llevaba fuente radiactiva, Fuente: F-18, Actividad: 60 mCi	Robo
Evento 6 (2008)	Ciudad de Buenos Aires	Robo de un camión, en el cuál se encontraba un generador de Tc-99m, Actividad: 250 mCi	Robo
Evento 7 (2009)	RP6, km 162, Buenos Aires	Robo de una camioneta que transportaba un generador Fuente: Tc-99m , Actividad: 350 mCi	Robo
Evento 8 (2009)	Villa Ballester, Provincia de Buenos Aires	Extravío de un equipo de gammagrafía industrial Equipo: Gamamat T1. Fuente: Ir-192, Actividad: 53 Ci.	Descuido del personal al no fijar el equipo a la caja del vehículo
Evento 9 (2009)	Ciudad de Buenos Aires	Robo de un vehículo que transportaba tres cajas con material radiactivo Fuente: I-131, Actividades: 200 mCi y 150 mCi. Fuente: Ga-67 , Actividad: 3,3 mCi.	Robo
Evento 10 (2009)	Ciudad de Buenos Aires	Robo de un vehículo Fuente: I-131 , Actividad. 20 mCi.	Robo

## 6. EJEMPLO DE ACTUACIÓN DEL SIER

### 6.1 Extravío de equipo de gammagrafía en la provincia de Santa Fe.

De los 4 eventos ocurridos en Argentina durante el transporte que involucraron equipos de gammagrafía industrial en el período de 2001 a 2017, se presentará a manera de ejemplo, la respuesta dada al evento ocurrido el año 2017 en la provincia de Santa Fe.

El día 16/08/17, el SIER recibió una llamada del responsable por la seguridad radiológica de una empresa de gammagrafía industrial, que se encontraba en la Provincia de Santa Fe, quien informó el extravío de un equipo de gammagrafía industrial, con las siguientes características: marca Sentinel, modelo 880, el cual contenía una fuente sellada de Ir-192 con una actividad de 25 Ci al día de la fecha.

El responsable informó que al finalizar la práctica de gammagrafía el día 15/08/17, y en circunstancia de reunir las herramientas para subirlas a la camioneta, se distrajo y no colocó el equipo de gammagrafía en su contenedor de transporte, situación que posteriormente produjo la caída del mismo en la vía pública.

Al llegar al destino, se percataron que el equipo de gammagrafía industrial no se encontraba, por lo que volvieron a la obra donde habían realizado la práctica de gammagrafía, suponiendo que

se habían dejado olvidado el equipo allí, pero no lo encontraron. Ante este hecho notificaron al Jefe de Turno del SIER reportando el extravío.

## **6.2 Respuesta y recuperación**

El Jefe de Turno del SIER, al recibir el llamado del responsable por la seguridad radiológica, le solicitó información sobre lo ocurrido: hora, lugar, breve descripción del evento, características del equipo, fuente radiactiva, etc., indicándole que debía denunciar el extravío del equipo en la vía pública, ante la Delegación local de la Policía Provincial. Seguidamente convocó al personal del Grupo de Intervención Primaria, y al personal de la Subgerencia de Intervención en Emergencias Radiológicas y Nucleares en el Centro Control de Emergencias (CCE) de la ARN, para evaluar las acciones a seguir.

El SIER, llevó a cabo las siguientes tareas:

- Se activó el protocolo inicial del SIER correspondiente para poner en aviso a Gendarmería Nacional Argentina y a la División de Riesgo Radiológico y Nuclear de la Policía Federal Argentina brindando información del equipo perdido y la solicitud de alerta a sus delegaciones en la Provincia de Santa Fe y en las Provincias aledañas.
- El grupo SIER y personal del CCE, realizan la preparación del equipamiento, insumos y recursos necesarios para afrontar la emergencia.
- El SIER se desplazó al probable lugar del extravío, con dos vehículos, instrumental apropiado para realizar la búsqueda, equipo de comunicaciones y personal del Grupo de Intervención Primaria del SIER.
- En el CCE, se procedió a preparar los comunicados de prensa a emitir a todos los medios nacionales y se alertó a la Secretaría de Protección Civil de la Provincia de Santa Fe, quienes activaron rápidamente a Policía, Protección Civil, Seguridad Vial, Medio Ambiente, Bomberos Voluntarios de la Provincia de Santa Fe. Los Bomberos Voluntarios emitieron comunicados al público por los medios de difusión locales.

La difusión en los medios locales tuvo resultados positivos, una persona llamó a la policía informando que había encontrado el equipo en la vía pública, y lo tenía en su casa. Posteriormente personal policial y el responsable por la seguridad radiológica de la empresa de gammagrafía se dirigieron al domicilio del denunciante, retirando el equipo con su fuente en posición segura y lo trasladan a la comisaría.

El personal del SIER, arribó a la comisaría el mismo día y procedió a realizar una revisión del equipo para verificar las condiciones de seguridad del mismo. Durante la inspección se comprobó que la fuente se encontraba trabada en posición segura, y las mediciones realizadas sobre el mismo eran normales.

Una vez constatado que el equipo recuperado contenía la fuente en condiciones de seguridad radiológica, se informó al CCE, quien procedió a emitir un comunicado de prensa finalizando la búsqueda.

Se finalizó la intervención con resultados satisfactorios. Como medida precautoria se realizó un seguimiento dosimétrico y médico al público involucrado en el hallazgo del equipo (3 personas) a través del cual se confirmó la no existencia de consecuencias radiológicas sobre la salud de los involucrados.



**Figura 1.** Equipo similar al extraviado

### **Hallazgos y lecciones aprendidas**

A continuación se abordarán los 4 eventos en que estuvieron involucrados los equipos de gammagrafía para extraer lecciones aprendidas de los mismos:

- Los equipos cayeron de los vehículos que los transportaban por no estar sujetos adecuadamente a la estructura de los mismos, por lo cual es necesario fortalecer la capacitación acerca de las buenas prácticas y la adecuada supervisión de los responsable por la seguridad radiológica
- La difusión en los medios de prensa a fin de alertar a la población sobre las características de los equipos extraviados, los riesgos que pueden presentar, la manera de protegerse, y a quien avisar si se los encontraba es una herramienta muy útil para la recuperación de equipos.
- Resulta vital la rápida notificación de la emergencia a los grupos de respuesta que deben intervenir (Policía, Gendarmería Nacional Argentina, Defensa Civil, etc.) a fin de optimizar recursos, mantener a las organizaciones en alerta y dar una respuesta coordinada en conjunto con las organizaciones de respuesta.

## **7. CONCLUSIONES**

- En el caso de robo/hurto o extravío de bultos de transporte, la amplia difusión en el ámbito periodístico para informar a la población ha sido de gran ayuda para producir la recuperación de los mismos.
- La importancia de actuar con rapidez para poder brindar la información de las características del bulto a los grupos que deberán intervenir en su búsqueda y detección (Policía, Gendarmería Nacional, Prefectura Naval, Defensa Civil, Bomberos Voluntarios, etc.).
- Se deberá disponer en el lugar de la emergencia de un Grupo de Intervención idóneo para evaluar la situación y tomar las acciones correctoras y de protección necesarias, a fin de retomar el control de la fuente radiactiva.
- En los eventos producidos por fallas humanas se deberá fortalecer la capacitación y el entrenamiento de los usuarios, junto con una fluída interacción entre la Autoridad Regulatoria y el usuario, sin desdibujar los roles y tendiente a fomentar una cultura de seguridad sólida.
- En los eventos de transporte de material radiactivo analizados, no hubo consecuencias radiológicas ni para el personal que intervino, ni para el público, ni para el ambiente.

## 8. REFERENCIAS

1. Norma AR 10.16.1 Revisión 3 “Transporte de materiales radiactivos” de la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN). Edición 2016.
2. “Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos”, Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Edición 2012
3. International Atomic Energy Agency, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, Specific Safety Requirements, no. SSR-6. 2012 Edition
4. Planificación y preparación de medidas de respuesta a emergencias en los accidentes de transporte que afecten a materiales radiactivos. Guía de Seguridad N° TS-G-1.2 (ST-3)  
Edición 2009.