

## ACONDICIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE PARARRAYOS RADIATIVOS

**Idoyaga Navarro M.L.**

Laboratorio de Gestión de Fuentes en Desuso (LaGeFuDe)  
Comisión Nacional de Energía Atómica  
Universidad Nacional de Asunción

### RESUMEN

Los Pararrayos Radiactivos, son emisores  $\alpha$  que tienen un escaso poder de penetración y con un simple hoja de papel se puede detener dicha radiactividad, y además, en el aire, se detiene la irradiación a unos 20-30 cm de distancia, por lo tanto, es poco probable que la población esté sometida a riesgo por exposición externa. Pero estos elementos resultan ser tóxicos sólo si se ingieren, inhalan o manipulan inadecuadamente.

Es importante señalar que el riesgo radiológico de un pararrayo radiactivo individual es mínimo, mientras el mismo no se encuentre deteriorado y se mantenga en su lugar de origen. Su riesgo para la salud, sólo estaría asociado a las siguientes circunstancias:

- La posibilidad de manipulación por personas carentes de conocimientos para manejar este tipo de sustancias radiactivas.
- Deterioro de los pararrayos radiactivos, que al estar a la intemperie, están expuestos a las inclemencias del tiempo (lluvia, viento, etc.)
- Posibilidad de que al caerle un rayo, se dispersen estos elementos en el ambiente.
- En caso de caída o rotura del aparato o demolición del edificio que lo soporta, pueden acabar en vertederos de escombros u otros lugares incontrolados, donde pueden ser manipulados por personas carentes de conocimientos de estos tipos de materiales. De ahí la importancia de realizar la Gestión Segura de los Pararrayos Radiactivos

### 1. INTRODUCCIÓN

Un pararrayos radiactivo es un dispositivo similar a un pararrayos convencional, pero que contienen un componente radiactivo en una pequeña corona situada en el mástil. El principio de funcionamiento de estos pararrayos se basa en que el componente radiactivo, al producir ionización en el aire que le circunda, origina una mejor conductividad eléctrica en el mismo, lo que favorece la descarga eléctrica de un rayo que se produzca en su entorno. Los pararrayos radiactivos llevan un aro, corona o carcasa cónica que rodea su punta.



El isótopo más utilizado es el  $^{241}\text{Am}$ . Este es un metal blanco plateado y sintético que se obtiene a partir del plutonio 239. Este isótopo radiactivo es un emisor  $\alpha$ , que lleva un rayo X asociado en su desintegración, con un periodo de semidesintegración de 432 años. Algunos pararrayos llevan  $^{226}\text{Ra}$

como emisor de radiación ionizante (emisor  $\alpha$ ). El  $^{226}\text{Ra}$  se forma por la desintegración radiactiva del uranio y su periodo de semidesintegración es de 1.620 años.

La actividad de  $\text{Am}^{241}$  reportada en la guía de seguridad del OIEA [OIEA – Normas de Seguridad del OIEA – “Clasificación de las Fuentes Radiactivas”. Guía de Seguridad No. RS-G-1.9, OIEA, 2009] como valor medio para los pararrayos radiactivos es de 48 MBq (1.3 mCi), con valores máximos de 480 MBq (13 mCi). En otro documento del OIEA (OIEA-Colección de Seguridad Nuclear No.5 – “Identificación de fuentes y dispositivos radiactivos”. Manual de Referencia, OIEA, 2009], se plantea que la actividad del  $\text{Am}^{241}$  para las fuentes de los pararrayos radiactivos puede llegar hasta 1.1 GBq (30 mCi).

Estudios basados en la experiencia de utilización de pararrayos radiactivos en muchos países durante más de dos décadas demuestran la factibilidad de deshermetización de la fuente radiactiva y la subsiguiente contaminación de las partes integrantes del equipo.

Se considera **injustificado** el uso de pararrayos radiactivos, pues en la actualidad se disponen de pararrayos que, sobre la base de principios no radiactivos, logran los mismos resultados y en tal sentido la experiencia internacional apunta hacia la prohibición y eliminación de esta práctica por considerarla injustificada.

## 2. PROCEDIMIENTOS PARA EL ACONDICIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LOS PARARRAYOS RADIATIVOS

### 2.1 Procedimientos para el Pre-Tratamiento

Se realizó la caracterización radiológica de 39 fuentes procedentes de 11 pararrayos radiactivos.

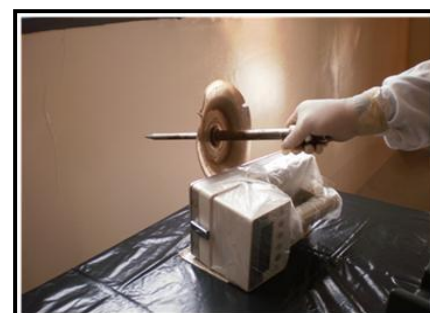
Estas operaciones se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Gestión de Fuentes en Desuso (LaGeFuDe) de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Almacén Temporal Centralizado con Licencia de Operación.

Se seleccionaron los pararrayos a dismantelar y se prepararon los puestos de trabajo en correspondencia con las operaciones y los niveles de riesgos de contaminación (interna y externa), así como los riesgos de irradiación.

En el Laboratorio se prepararon los puestos de trabajo requeridos para la gestión de los pararrayos radiactivos. La superficie de los puestos de trabajos fueron cubiertos con plástico, con el objetivo de evitar dispersión de posible contaminación radiactiva.

En el Puesto de trabajo **PT-01** se recibieron los pararrayos radiactivos desde el almacén.

En este puesto se hacen mediciones de tasa de dosis antes de su manipulación. Se pudo constatar que los niveles de tasa de dosis no exceden los  $20 \mu\text{Sv/h}$  en la zona de manipulación de los pararrayos.



El pararrayos se desmantela hasta llegar lo más cercano posible a las fuentes (dependiendo del modelo de pararrayos). Las partes desmanteladas, que no contienen las fuentes se miden en el puesto de trabajo **PT-04** y acorde al nivel de actividad (contaminación) se almacenan como desechos radiactivos o desechos convencionales.

En el puesto de trabajo **PT-02** se retira el portafuente con la placa (fuente) radiactiva de la corona del pararrayos. Se coloca la fuente en una bolsa plástica, con ayuda del especialista del laboratorio de mediciones. Notar que el operador del puesto **PT-02** no puede tocar la bolsa donde se coloca la fuente, pues sus manos están presumiblemente contaminadas y esa muestra va al laboratorio de bajo fondo (Fig. 1)



**PT-02**

**Fig. 1**

**Fig. 2**

El operador verifica la presencia de contaminación radiactiva en el resto de las partes del pararrayos sin las fuentes. Valora si es factible la descontaminación, tomando en consideración la minimización de los desechos secundarios a generarse.

Finalmente segrega los materiales contaminados al tambor con desechos radiactivos y las partes no contaminadas al cesto de desechos convencionales (Fig. 2).

## 2.2 Procedimiento para el desmantelamiento del Pararrayos Radiactivo Modelo AMERION

Medición y verificación de ausencia de contaminación radiactiva.

En **PT-01**, el pararrayos se coloca con la punta hacia abajo, colocando la punta en un hueco de la base de madera.

Con una cierra de hoja (segueta) se corta una parte del plato inferior del pararrayos en la parte donde se une con la placa que contiene los portafuentes. Notar que hay tres áreas del plato donde hay unión con las mencionadas placas metálicas.

Una vez separado el plato inferior, se verifica la ausencia de contaminación en el **PT-04** (ver foto más abajo) mediante mediciones directas con el monitor de contaminación superficial.



En **PT-02** se abre la “oreja o bisagra” que fija la placa metálica con el portafuente, al tubo interior que une los platos del pararrayos.

Extraer la placa metálica por medio de una pinza o alicate, con precaución de no hacer contacto con la fuente radioactiva.

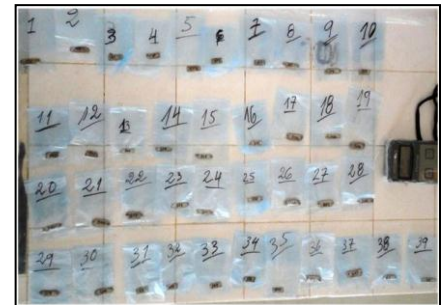
Extraer el portafuente (con la fuente en su interior), para lo cual es necesario sacar los remaches que están en los dos extremos del portafuente, y que los fijan a la placa metálica.



Una vez extraído el portafuente con la fuente, se le anota el correspondiente número del pararrayos de donde proviene, mediante un

marcador indeleble. Esta numeración es imprescindible para los próximos pasos de medición y los registros.

Una vez extraído el portafuente con la fuente, se le anota el correspondiente número del pararrayos de donde proviene, mediante un



La fuente en el portafuente se coloca dentro de una bolsa plástica que es manipulada solamente por el especialista en mediciones espectrométricas.

La fuente dentro de la bolsa se posiciona delante del monitor de tasa de dosis del **PT-03** y se registra el valor de tasa de dosis en la superficie de la fuente. Este valor queda registrado en la Tabla 1.

Una vez medida la tasa de dosis, la fuente, dentro de la bolsa se lleva al espectrómetro y se estima la actividad de esa fuente.

Después de medida la fuente dentro de la bolsa plástica, se traslada al **PT-03**, donde se coloca dentro de la cápsula.

Una vez colocada la fuente dentro de la cápsula se realiza la medición de tasa de dosis en la superficie de la cápsula y estos valores quedan registrados en la Tabla 1



Los materiales no radiactivos que se generan se separan y se colocan en un área designada para estos desechos convencionales. Es muy importante eliminar todo símbolo radiactivo o algún indicativo de radiaciones o radiactividad de estos materiales a ser evacuados como desecho convencional.



## 2.2 Procedimientos para tratamiento y acondicionamiento de las fuentes

Las fuentes radiactivas recuperadas de los pararrayos radiactivos no deben ser objeto de ningún “tratamiento” en países que no poseen infraestructura para la producción de radioisótopos o fuentes radiactivas.

El “tratamiento” de los desechos radiactivos, según el glosario de seguridad del OIEA se refiere a: operación destinada a mejorar la seguridad y la economía, modificando las características del desecho. Los objetivos básicos del tratamiento son: reducción de volumen; eliminación de radionucleidos del desecho (remoción de la actividad); y cambios en la composición.

Para la gestión de las fuentes selladas en desuso, donde no hay capacidades/infraestructura para el reciclado y la reutilización de las fuentes en la producción de nuevas fuentes, se limita a un acondicionamiento de la fuente (con posibilidad de recuperabilidad), que puede incluir un re-encapsulamiento y luego colocación en un contenedor de almacenamiento (y/o de transporte) adecuado, si no hay definido o en operación una vía de disposición final.

Para el acondicionamiento de las fuentes radiactivas recuperadas, se estableció un Puesto de Trabajo **PT-03**, aquí se hacen los controles a las fuentes radiactivas recuperadas y se colocan dentro de la cápsula de acero inoxidable, para su acondicionamiento.

Dos monitores de tasa de dosis estaban disponibles en este puesto de trabajo. Uno para las mediciones de las tasas de dosis en la superficie de las fuentes radiactivas individuales y otro (colocado de manera fija) para la medición de la tasa de dosis en la superficie de la cápsula donde se van colocando las fuentes recuperadas y caracterizadas.



El operador recibe la fuente del laboratorio, donde ya se ha verificado el tipo de radionucleido y se ha estimado la actividad. El operador extrae la fuente de la bolsa, mediante una pinza de laboratorio, presenta la fuente al medidor de tasa de dosis, y anota en la Tabla1 el valor de la tasa de dosis en la superficie de la fuente.

Luego coloca la fuente dentro de la cápsula (**PT-03**) y realiza la medición de tasa de dosis en la superficie exterior de la cápsula. Los valores se registran en la correspondiente columna de la TABLA 1. A manera de ejemplo práctico este registro incluye los valores medidos a 39 fuentes de  $Am^{241}$  retiradas de 11 pararrayos radiactivos del modelo Amerion.



**PT-03**



**TABLA 1: Valores de tasa de dosis de las fuentes radiactivas de los pararrayos y de la cápsula de acondicionamiento.**

		<b>Operador 1</b>	<b>Operador 2</b>
		Equipo de medición: GRAETZ X 5 DE	Equipo de medición: Eberline FH 40F2
		Fondo radiactivo: 0.15 $\mu$ Sv/h	Fondo radiactivo: 0.2 $\mu$ Sv/h
Fuente No.	Pararrayos de procedencia	Tasa de dosis en superficie fuente ( $\mu$ Sv/h)	Tasa de dosis en superficie de la cápsula ( $\mu$ Sv/h)
1	F501	82.6	0.27
2	F501	60.5	0.50
3	F501	101.2	1.75
4	F501	103.1	4.05
5	F501	134.3	4.05
6	F502	117.4	4.70
7	F502	171.6	5.10
8	F503	173.0	5.15
9	F503	138.5	5.30
10	F503	166.3	5.60

11	F503	148.9	6.50
12	F503	133.6	6.60
13	F504	56.1	6.65
14	F504	82.4	6.70
15	F505	83.2	6.75
16	F505	103.5	6.80
17	F506	140.7	6.85
18	F508	90.1	6.90
19	F506	84.5	6.90
20	F506	64.1	6.90
21	F507	91.8	7.00
22	F507	88.8	7.30
23	F507	119.1	7.40
24	F507	101.0	7.45
25	F508	88.2	7.50
26	F508	96.6	7.50
27	F508	80.1	7.80
28	F508	113.2	7.90
29	F509	82.2	7.97
30	F509	95.6	8.00
31	F509	202.0	8.10
32	F509	154.5	8.30
33	F509	177.5	8.40
34	F510	181.7	8.65
35	F510	124.2	8.70
36	F511	91.2	8.90
37	F511	91.2	9.10
38	F511	142.8	9.30
39	F511	111.8	9.45
<b>Total: 39 Fuentes</b>	<b>11 Pararrayos</b>		

Es necesario aclarar que las mediciones de tasas de dosis en la superficie de la cápsula son aproximadas y orientativas del nivel de tasa de exposición. Al ser ancha la cápsula y las fuentes pequeñas, dependiendo de la gasometría con que vayan cayendo (acomodándose) las fuentes puede varias irregularmente el valor de medición en un determinado punto de la superficie exterior de la cápsula.



Una vez que la fuente ha sido extraída de la bolsa, se hace un control de contaminación a esta bolsa vacía y se decide su destino, si está contaminada, como desecho radiactivo, de lo contrario, como desecho convencional. Estas operaciones de control se realizan en el puesto de trabajo **PT- 04**. Además este puesto de trabajo fue utilizado con fines de protección Radiológica donde se realizó el control radiológico de los materiales y el personal durante las operaciones.



### 3. MATERIALES UTILIZADOS

Equipos	Medios para acondicionar/almacenar fuentes recuperadas	Medios para almacenar desechos secundarios	Medios de Protección individual	Documentos
Medidor de tasa de dosis y de contaminación superficial, Identificador de radionucleidos (Identifinder), Sistema espectrométrico para estimar actividad de la fuentes de Am <sup>241</sup>	Cápsula de acero inoxidable, Bolsas plásticas (0.5 dm <sup>3</sup> , 1 dm <sup>3</sup> ), Tambor de 200L con etiquetados, rompe-remaches, destornilladores, Destornillador plano de tamaño medio y de 3x 0,75 mm, Martillo, Cincel, Pinza de punta fina, cúter, Alicata, Punzón, Cilindro metálico hueco con base y de aproximadamente 1 cm de diámetro interior, Bandeja plástica o metálica, Papel absorbente.	Tambor del 200L con etiquetados, Bolsas plásticas (5 dm <sup>3</sup> ), Cinta adhesivas, Bolsas plásticas pequeñas para frotis y Marcadores permanentes	Overoles, mangas largas, Guardapolvos, Guantes de goma y de cuero o lona, Gafas y Boquilla (nasobuco), Dosímetros personales y de extremidades	Inventario de pararrayos radiactivos, Documentos relativos a pararrayos radiactivos, Procedimientos de desmantelamiento de pararrayos radiactivos y Procedimientos de acondicionamiento de fuentes radiactivas en desuso



## 4. CONCLUSIONES

Durante el acondicionamiento y almacenamiento de los pararrayos radiactivos se deben:

- Cuidar de que la generación de desechos radiactivos secundarios se reduzca al mínimo posible;
- Velar por el cumplimiento de los procedimientos de trabajo establecidos para la colecta segregación, caracterización y desmantelamiento de los pararrayos que se gestionarán, así como las posteriores actividades de caracterización, acondicionamiento y almacenamiento de las fuentes radiactivas correspondientes,
- Cerciorarse de que se dispone del equipo y las instalaciones necesarios para llevar a cabo las actividades de gestión de los pararrayos radiactivos de forma segura;
- Cuidar de que el personal esté debidamente capacitado y existan procedimientos operativos para que realice sus tareas con seguridad;
- Realizar una evaluación de la seguridad de las operaciones que se va a ejecutar (que sea proporcionada a la complejidad de las operaciones y sus posibles efectos sobre la salud humana y el medio ambiente);

Antes de comenzar los trabajos, debe verificarse la existencia y estado adecuado de todos los equipos, monitores, medios/herramientas para la manipulación de las fuentes, medios para el manejo de desechos secundarios, medios de protección del personal, la documentación y registros requeridos. En este sentido, se propone mantener un listado de chequeo que debe ser cuidadosamente verificado antes de comenzar las operaciones.

## 5. REFERENCIAS

1. Guía de Seguridad No. RS-G-1.9, OIEA “Clasificación de las Fuentes Radiactivas”.
2. Colección Seguridad No 111-F, OIEA, Viena (1996), “Principios para la gestión de desechos radiactivos,
3. Guía de Seguridad No. RS-G-1.9, OIEA, 2009, “Clasificación de las Fuentes Radiactivas”.
4. Manual de Referencia, OIEA, 2009, “Identificación de fuentes y dispositivos radiactivos”.
5. Requisitos No. TS-R-1. OIEA, Viena, 2005 “Colección de Normas de Seguridad del OIEA”.
6. DECRETO N°: 10754 del 6/10/2000 del Poder Ejecutivo “Reglamento Nacional para la Protección contra las Radiaciones Ionizantes y para la Seguridad de las Fuentes de Radiación”