



## GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS.

Albina Gutiérrez Martínez<sup>1</sup>, Cuauhtémoc E. Gutiérrez Rivera<sup>2</sup>,  
Ignacio Rivas Crisostomo<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Depto. de Tecnología de Materiales, <sup>2</sup> Depto. de Física de Radiaciones. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Carretera México-Toluca S/N, Ocoyoacac, Edo. de México, 52750. <sup>3</sup> Becario COFAA. Dirección de Posgrado Edificio Secretaría Académica, Instituto Politécnico Nacional, Luis Enrique Erro S/N, Zacatenco, 07738. [agm@nuclear.inin.mx](mailto:agm@nuclear.inin.mx)

### Resumen

Los desechos radiactivos son materiales en forma líquida, sólida o gaseosa para los cuales no se prevé ningún uso posterior. Se generan en el ciclo de los combustibles nucleares, al igual que en las aplicaciones nucleares (en la medicina, la investigación y la industria). La gestión segura y eficiente de estos residuos radiactivos consiste en desarrollar todas las actividades técnicas, económicas y administrativas necesarias para el tratamiento, acondicionamiento, transporte, almacenamiento y disposición final de los mismos, teniendo en cuenta la minimizando los riesgos radiológicos potenciales de la radiación ionizante y los costos involucrados con miras a proteger la salud humana y el medio ambiente. El objetivo de este trabajo es describir el sistema de gestión de desechos radiactivos, para lograr y mantener un alto grado de seguridad, mediante la mejora de las medidas nacionales y de cooperación internacional.

### INTRODUCCIÓN

El descubrimiento y la utilización de la fisión nuclear han originado la producción de grandes cantidades de sustancias radiactivas. Estas sustancias son, por lo general, un mero producto residual del proceso de fisión y constituyen un desecho desde el momento mismo de su formación. Otros materiales radiactivos que tienen aplicaciones prácticas se convierten en desechos una vez utilizados con el fin para que se han elaborado.

La industria de la energía atómica produce desechos de actividad elevada, media y baja, además de los denominados desechos no activos. Los desechos de actividad elevada son los que presentan concentraciones de centenares o millares de curies, mientras que los desechos de actividad baja tienen concentraciones del orden de microcurie. Es evidente que entre estas dos clases debe de haber una gran variedad



de desechos de actividad intermedia. Los desechos pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos; combustibles o incombustibles; acuosos y no acuosos.

La gestión segura y eficiente de estos residuos radiactivos consiste en desarrollar todas las actividades técnicas, económicas y administrativas necesarias para la manipulación, segregación, recogida, tratamiento previo, tratamiento, acondicionamiento, transporte, almacenamiento y disposición final de los mismos, minimizando los riesgos radiológicos potenciales de la radiación ionizante y los costos involucrados con miras a proteger la salud humana y el medio ambiente. El objetivo de este trabajo es describir el sistema de gestión de desechos radiactivos, para lograr y mantener un alto grado de seguridad, mediante la mejora de las medidas nacionales y de cooperación internacional.

## **PRINCIPIOS.**

Para garantizar que la gestión de desechos radiactivos se realice de forma que se protejan la salud humana y el medio ambiente, ahora y en el futuro, se requiere que por todas las partes implicadas, se observen los siguientes principios.

- Protección a la salud humana. Garantizar un nivel aceptable de protección de la salud humana.
- Protección del medio ambiente. Ofrecer un nivel aceptable de protección del medio ambiente.
- Protección fuera de las fronteras nacionales. Dar la seguridad de que se tengan en cuenta los posibles efectos sobre la salud humana.
- Protección de las generaciones futuras. Las repercusiones previstas para la salud de las generaciones futuras no sean mayores que las que sean aceptables actualmente.
- Cargas impuestas a las generaciones futuras. No imponer cargas indebidas a las generaciones futuras.



- Marco jurídico nacional. Deberá efectuarse dentro de un marco jurídico nacional apropiado que defina claramente las responsabilidades y establezca funciones reglamentadoras independientes.
- Control de la producción de desechos radiactivos. La producción de desechos radiactivos deberá mantenerse al nivel más bajo posible.
- Dependencia recíproca entre la producción y la gestión de desechos radiactivos. Se deberá tener debidamente en cuenta la dependencia recíproca entre todas las etapas de la producción y la gestión de desechos radiactivos.
- Seguridad de las instalaciones. Durante la vida de las instalaciones de gestión de desechos radiactivos deberá velarse por su seguridad.

## **CLASIFICACIÓN DE LOS DESECHOS RADIATIVOS.**

La clasificación radiológica de los desechos radiactivos es necesaria para establecer criterios y requisitos, con el fin de efectuar de manera segura las operaciones de manejo, tratamiento, acondicionamiento transporte y almacenamiento temporal y definitivo de los mismos.

### **1. Clasificación por su nivel de actividad.**

- Desechos de Bajo Nivel. Contienen cantidades despreciables de radionúclidos de vida media larga; producidos generalmente de la aplicación de radioisótopos en medicina, industria e investigación. Producidos también en la generación de energía eléctrica. Estos desechos pueden ser manejados sin blindajes y sin enfriamiento.
- Desechos de nivel intermedio. Desechos que se generan durante la operación de centrales nucleares de potencia. No generan suficiente calor para requerir enfriamiento pero su nivel de radiactividad hace necesario el uso de blindajes para su manipulación.
- Desechos de alto nivel. Desechos provenientes del reprocesamiento de combustibles gastados, estos desechos contienen elementos transuránicos y



productos de fisión altamente radiactivos, generan calor y tienen vida media larga por lo que se requiere blindaje y enfriamiento.

- Desechos alfa. Emisores alfa que, por su cantidad no se consideran desechos de nivel bajo o intermedio, generalmente son resultado del reprocesamiento y de combustibles mixtos.
2. Clasificación por el período de vida media del isótopo presente en el desecho radiactivo o fuente radiactiva en desuso.
    - Vida media corta: menor a 30 años.
    - Vida media larga: mayor a 30 años.
  3. Clasificación por su estado físico.
    - Gaseosos.
    - Líquidos: Acuosa y orgánica.
    - Sólidos: Compactables y no compactables.
  4. Clasificación de los desechos radiactivos por las actividades desarrolladas y el posterior tratamiento y acondicionamiento al que serán sometidos.
    - Combustible gastado de las centrales nucleares.
    - Desechos sólidos compactables.
    - Desechos sólidos no compactables.
    - Cadáveres de animales. Desechos biológicos.
    - Desechos líquidos acuosa y orgánica.
    - Fuentes encapsuladas.



## REQUISITOS DE GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS.

### Requisitos generales

- Ninguna persona natural o jurídica esta autorizada a verter, liberar o evacuar sustancias ni fuentes radiactivas al medio ambiente, sin una previa autorización.
- Para la descarga de sustancias o fuentes radiactivas desclasificadas, así como para la transferencia o transportación de las mismas, se requiere de una autorización que otorga la CNSNS.
- Los titulares de licencia o registro deben contemplar en sus instalaciones áreas o locales especialmente destinados para el almacenamiento de las fuentes radiactivas en desuso, y/o de los desechos radiactivos hasta su recogida centralizada por la entidad especializada (ININ).
- Los sistemas de recolección, segregación, clasificación, y almacenamiento de los desechos radiactivos de las instalaciones radiactivas deberán ser aprobados por el órgano regulador.
- La utilización, de una fuente declarada en desuso, en otra práctica podrá realizarse solamente con la autorización de la CNSNS.

### Requisitos de minimización.

- Se deberá reducir la generación de desechos al mínimo posible mediante el diseño, la operación y clausura apropiados de cada instalación, así como realizando una correcta segregación de los desechos generados.
- Se deberá considerar antes de declarar los materiales radiactivos como desechos, la posibilidad de su utilización en la misma entidad o en otra.

### Requisitos de segregación de los desechos radiactivos.

- Deben ser clasificados y segregados tanto sólidos como líquidos en el mismo lugar de origen e inmediatamente después de su generación, de tal forma que facilite las



subsiguientes etapas de la gestión. Es importante separar los materiales radiactivos de los no radiactivos.

- Los recipientes para la segregación, colección o almacenamiento de los desechos radiactivos deben ser adecuados a las características físicas, químicas, biológicas y radiológicas de los productos que contendrán y mantener su integridad.
- Los recipientes deben poseer un cierre adecuado que evite el escape de sustancias radiactivas.

#### Requisitos de Recolección de los Desechos Radiactivos.

- Los desechos radiactivos sólidos compactables pueden ser recogidos en bolsas de plástico reforzadas y transparentes que permitan observar el contenido. Para su almacenamiento se recomienda la introducción en bolsas, y a su vez estas bolsas en tanques plásticos o metálicos.
- Los desechos radiactivos biológicos tales como animales de experimentación u órganos aislados deberán entregarse ya tratados con formol o calhida y en envase separados de los demás desechos.
- Los desechos metálicos deben ir separados de aquellos que no lo sean.
- Aquellos desechos como agujas y metales puntiagudos que pudieran desgarrar las bolsas, deberán ser entregados en envases rígidos resistentes como madera o lámina.
- Los polvos deben ser almacenados en bolsas pequeñas antes de ser introducidos en los envases grandes, todo esto con el fin de evitar que se mezclen con los demás desechos y así tener mayor control sobre ellos.
- Los desechos radiactivos líquidos se recogerán en envases plásticos de boca ancha, debidamente cerrados. El pH de las soluciones podrá oscilar en el rango de 7.0 a 8.0 y debe ser comprobado y registrado. En el caso de los desechos líquidos orgánicos que pueden atacar los envases de plástico se podrán conservar en recipientes de cristal. Estos últimos deberán ser colocados dentro de otros recipientes metálicos, capaces de contener todo el volumen de los desechos en



caso de rotura del envase de vidrio. Los envases deberán contener un volumen máximo de 25 litros y llenados a un 80%.

- Las fuentes selladas deben ser entregadas en su contenedor original, con la siguiente documentación:
  - ♦ Licencia de uso y posesión de material radiactivo emitida por la CNSNS.
  - ♦ Certificado de calibración.
  - ♦ Última prueba de fuga.
- Para la entrega de una fuente sellada que implique recuperación, se deberá entregar la información anterior y además copia de la factura del material.

d) Requisitos de Identificación.

Los recipientes o envases donde se almacenan los desechos radiactivos deben ser marcados y etiquetados con los siguientes datos:

- Nombre de la empresa.
- Tipo de desechos.
- Radionúclido.
- Actividad (medida o estimada), con fecha de medición. Riesgos potenciales asociados (propiedades químicas, infecciosos, etc).
- Rapidez de exposición a contacto  $\leq 200$  mR/h y a un metro del bulto.
- Poseer el símbolo de radiación ionizante.

### **ETAPAS BÁSICAS DE LA GESTIÓN DE DESECHOS RADIATIVOS.**

a) Caracterización.

Los desechos deben caracterizarse a fin de determinar sus propiedades físicas, químicas y radiológicas, y de facilitar la conservación de registros y la aceptación de los desechos radiactivos de una etapa a otra.

b) Tratamiento Previo.



Es la primera etapa de la gestión de desechos después que éstos se generan y abarca, por ejemplo, la recolección, la segregación, el ajuste químico y a la descontaminación, aunque puede incluir un período de almacenamiento provisional.

c) Tratamiento.

En el tratamiento se incluyen las operaciones cuya finalidad es lograr una mayor seguridad o eficiencia económica modificando las características de los desechos. Entre esas operaciones cabe mencionar: compactación, decaimiento, inmovilización y precipitación.

d) Acondicionamiento.

Consiste en las operaciones realizadas a fin de dar a los desechos una forma adecuada para su manipulación, transporte, almacenamiento y evacuación. Estas etapas pueden comprender la inmovilización, su introducción en contenedores y el dotarlos de un embalaje suplementario.

d) Evacuación.

Se trata fundamentalmente de la colocación de los desechos en una instalación de evacuación con una garantía razonable de seguridad, sin intenciones de recuperarlos o de someterlos a una vigilancia a largo plazo ya a servicios de mantenimiento. Esta seguridad se logra fundamentalmente mediante la concentración y contención, que implica el aislamiento de los desechos radiactivos debidamente acondicionados en una instalación de evacuación. El aislamiento se consigue rodeando a los desechos de barreras a fin de reducir la fuga de radionúclidos al medio ambiente. Las barreras pueden ser naturales o tecnológicas, y un aislamiento puede contar con una o más barreras. El sistema de barreras múltiples ofrece mayor seguridad de aislamiento y ayuda a garantizar una tasa suficientemente baja en caso de fuga de radionúclidos al medio ambiente. Durante el período en que el sistema de barreras sirve de contención



a los desechos radiactivos, se desintegran los radionúclidos en ellos contenidos. El sistema de barreras se diseña de acuerdo con la opción de evacuación escogida y las formas de desechos radiactivos que se trate.

Aunque se prevé que casi todos los tipos de desechos radiactivos se evacuarán procediendo a su concentración y contención, la evacuación puede también llevarse a cabo mediante el vertido de efluentes (desechos líquidos o gaseosos) al medio ambiente dentro de los límites autorizados, con su posterior dispersión. Para fines prácticos, conviene señalar que ésta es una medida irreversible y solo se considera adecuada para cantidades limitadas de determinados desechos radiactivos.

## **PERSPECTIVAS**

- i. Promover la investigación y el desarrollo de métodos para el tratamiento, el procesamiento y la eliminación inocuos y ecológicamente racionales, incluida la eliminación geológica profunda, de los desechos de alto nivel de radiactividad.
- ii. Llevar a cabo programas de investigación y evaluación relativos a la determinación del impacto de la eliminación de los desechos radiactivos sobre la salud y el medio ambiente.
- iii. Aumento de la capacidad y desarrollo de los recursos humanos, mediante su capacitación.
- iv. Prestar asistencia a los países en desarrollo para establecer y/o reforzar la infraestructura de gestión de los desechos radiactivos

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- 1.- NOM-004-NUCL-1994. Clasificación De Desechos Radiactivos.
- 2.- NOM-028-NUCL-1996. Manejo de Desechos Radiactivos en Instalaciones Radiactivas que Utilizan Fuentes Abiertas.
- 3.- NOM-035-NUCL-2000. Límites para Considerar un Residuo Sólido como Desecho Radiactivo.



- 4.- NOM-036-NUCL-2000. Requerimientos para Instalaciones de Tratamiento y Acondicionamiento de los Desechos Radiactivos.
- 5.- Colección de Seguridad No. 111-S-1 “Establecimiento de un Sistema Nacional de Gestión de Desechos Radiactivos”, una publicación del Programa RADWASS.