

# Gestión de desechos radiactivos en el Centro de Producción de Radiofármacos y Compuestos Marcados de Cuba.

Zayda Amador Balbona ; José Luis Aguilar Emán

Centro de Isótopos

[zabalbona@centis.edu.cu](mailto:zabalbona@centis.edu.cu), Tel.: 57-9563 , 70, Fax: 33-9821

## RESUMEN

Desde la etapa de diseño del Centro de Isótopos de la República de Cuba, se concibieron instalaciones para la recolección y el almacenamiento de los desechos radiactivos a partir de la experiencia internacional en plantas análogas. Una vez ejecutada la puesta en marcha y en el proceso para la obtención de la Licencia Institucional de Operación, se requirió desarrollar un sistema de gestión de los desechos radiactivos.

En el presente trabajo se exponen el diagrama de flujo para los desechos radiactivos y efluentes líquidos del Centro de Isótopos y los procedimientos para su gestión, concebidos a partir de la integración de las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica y las Buenas Prácticas de Producción de la Organización Mundial de la Salud. Se describe la interrelación con el generador, como aspecto esencial en el sistema de aseguramiento de la calidad establecido. Se analiza la importancia de la capacitación del personal para el mantenimiento de la producción de los desechos en el nivel más bajo posible. Se obtiene un sistema que ha permitido cumplir con los objetivos de seguridad y protección en la gestión de los desechos radiactivos, a satisfacción de la autoridad reguladora nacional y otros Órganos de Supervisión Estatal.

## INTRODUCCIÓN

El Centro de Isótopos de la República de Cuba [CENTIS] fue diseñado para un inventario radiactivo por ciclo de producción en el orden de los TBq de  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  y  $^{131}\text{I}$  y de los GBq de  $^{125}\text{I}$ ,  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{35}\text{S}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ ,  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  y  $^{188}\text{Re}$  [1].

Desde una etapa temprana de su concepción, se previeron facilidades para la gestión de los desechos radiactivos generados en las actividades de producción de los radiofármacos y compuestos marcados, así como en la investigación y los servicios, en correspondencia con las regulaciones internacionales y las soluciones adoptadas en plantas similares de otros países.

Junto con las labores de puesta en marcha del centro se fueron creando las condiciones para el establecimiento de un sistema que permitiera ejecutar de forma segura todas las operaciones por las que transitarían estos desechos y un óptimo empleo de las instalaciones. Ya para la solicitud de la Licencia Institucional de Operación en 1997 estaban establecidos los registros, instrucciones y procedimientos

básicos que conformarían el sistema de gestión de las corrientes principales de los desechos.

El objetivo del trabajo es describir los principios y criterios aplicados en la gestión de los desechos radiactivos del CENTIS y sus resultados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se estima que anualmente se generen unos 40 m<sup>3</sup> de desechos, correspondiendo el 92 % a los desechos de baja actividad, el 2 % a los de media y alta actividad y el 6 % a los filtros de partículas y absorbentes de carbón activado que pueden ser clasificarse como de baja, media o alta actividad, en dependencia de su posición de uso [1], [2].

En la Figura No. 1 se muestra el flujo a seguir por los desechos que integran cada una de estas corrientes en función del período de semidesintegración de los radisótopos presentes y la documentación de calidad elaborada [3], a partir de las recomendaciones del Organismo Internacional de Energía Atómica [OIEA] y las normativas de Órganos de Supervisión Estatal Nacionales, entre los cuales el Centro de Control Estatal de Productos Médicos (CECMED) tiene un papel importante por los estándares que establece para las producciones de fármacos, expresados en las nuevas regulaciones de las Buenas Prácticas de Producción (BPP) de la Organización Mundial de la Salud del año 2000.

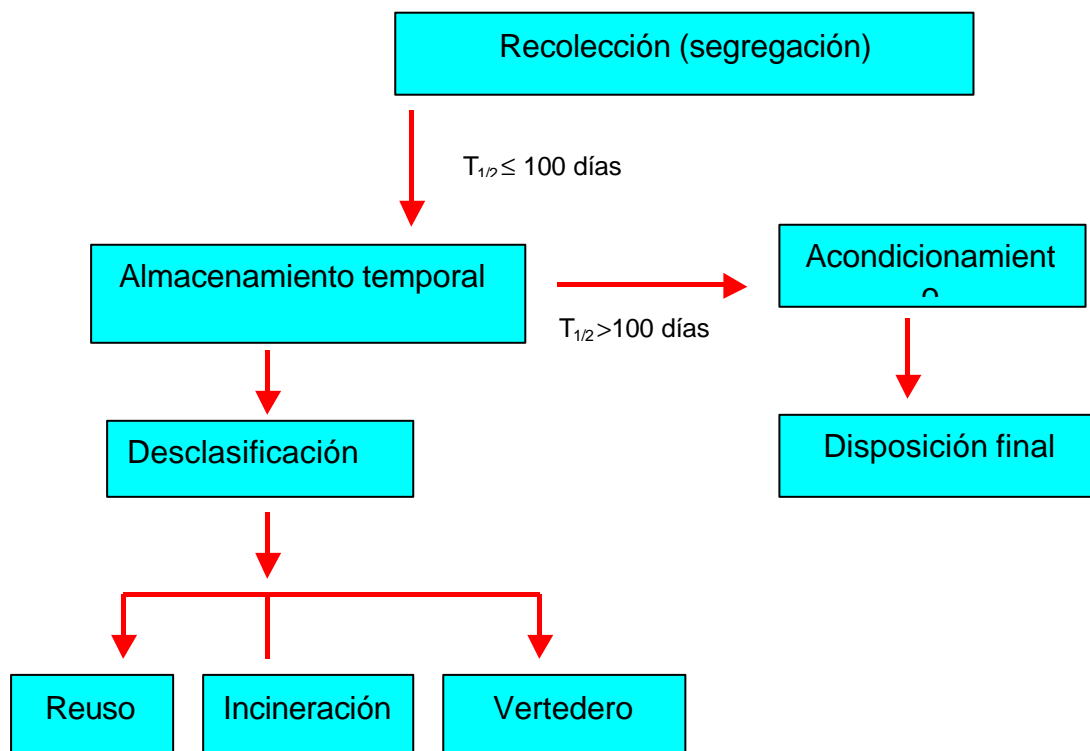


Fig. 1: Diagrama de flujo para los desechos radiactivos del CENTIS.

La recolección se ejecuta por los trabajadores en correspondencia con las instrucciones de los Códigos de Prácticas Radiológicas y en los lugares de generación de los desechos. Esta operación se realiza aplicando la segregación de los desechos radiactivos a partir de su origen y propiedades radiológicas, físicas, químicas y biológicas. No obstante, se aplica mayoritariamente la segregación por radionúclidos.

Los medios de recolección utilizan el principio de interposición de barreras de protección (blindaje y/o confinamiento) en dependencia de las características de riesgo de los desechos.

En la recepción de cada bulto de desechos se controlan todos los aspectos que garanticen la seguridad de su manipulación, así como el completamiento de los parámetros relevantes de los desechos en la tarjeta de identificación. Cada tarjeta es rotulada con un código que permite establecer la trazabilidad del bulto.

Para el traslado al Almacén de Desechos se toma como referencia un valor de tasa de dosis de  $80 \mu\text{Sv/h}$ , pues se supone que el miembro del DSR traslada una vez por semana los bultos de desechos radiactivos al Almacén de Desechos, con una duración de la operación de 30 minutos y se toma como confín de dosis para esta práctica 1/10 del límite anual, o sea,  $2 \text{ mSv}$  [4].

Los radionúclidos a manipular determinan que la gestión de desechos se sustenta fundamentalmente en el principio de reducción de fuentes por decaimiento radiactivo.

Los bultos de desechos radiactivos se ubican en el Depósito de Desechos, de acuerdo a su estado físico y se utiliza blindajes provisionales cercanos a las fuentes, considerando el nivel de referencia derivado anteriormente. En la Figura No.2 se muestra una vista de este local.



Figura No.2: Vista parcial del Depósito de Desechos (sección para sólidos).

Para los desechos de la zona controlada del Área de Producción se aplican los procedimientos [5] y [6]. Estos desechos son almacenados transitoriamente en el corredor caliente en contenedores blindados, hasta que sea factible su traslado al Almacén de Desechos.

El período de almacenamiento mínimo de los desechos con radisótopos de vida corta ( $T_{1/2} \leq 100$  días) es igual a 10 veces el  $T_{1/2}$ . Los desechos con radisótopos de vida larga ( $T_{1/2} > 100$  días) se almacenan hasta su traslado para su acondicionamiento y disposición final.

Para la desclasificación de cada bulto de desechos se aplican los siguientes criterios, según corresponda:

- ◆ la actividad actual es menor o igual al nivel de desclasificación incondicional establecido [7].
- ◆ al ejecutar el control de la contaminación superficial del contenido de cada bulto uniformemente distribuido sobre una superficie plana, se registra un nivel de contaminación superficial menor o igual  $0.4 \text{ Bq/cm}^2$  [8].

Los desechos biológicos se destruyen en un incinerador industrial. El CENTIS dispone de un incinerador industrial convencional de mediana capacidad, que posee una cámara para la deposición de las cenizas con capacidad aproximada de  $3 \text{ m}^3$ , lo cual permite su explotación por varios años, teniendo en cuenta que su uso ha sido limitado para los desechos biológicos y es controlado por el DSR.

Los desechos sólidos no biológicos se evacuan junto con la basura común y su destino es el vertedero.

Los solventes orgánicos del centelleo líquido son retenidos en almacenamiento hasta que se disponga de autorización del CNSN para su incineración.

Las “aguas sospechosas”, se recolectan por medio del Sistema de Canalización Especial. Este sistema es una barrera de protección para los miembros del público. Su función es controlar los desagües provenientes de campanas radioquímicas, lavamanos y duchas de descontaminación, y fregaderos “activos” ubicados en zonas supervisadas y controlada antes de su expulsión al ambiente, para evitar una exposición inaceptable de los miembros del público por vía hídrica.

El drenaje de estos líquidos se hace por gravedad hacia el Edificio de Desechos Radiactivos, a través de tuberías soterradas de acero inoxidable. El sistema de canalización especial comprende tres tanques de recolección y dos tanques de retención de  $2$  y  $6 \text{ m}^3$  de capacidad cada uno, respectivamente, sistemas de venteo, bombas centrífugas redundantes para cada tipo de tanque, válvulas manuales, filtros mecánicos de línea y un sistema de Instrumentación y Control para la señalización del estado de bombas, derrames y nivel de líquido en los tanques. En la Figura No. 3 se muestra una vista de este sistema.

La función de los tanques de recolección es permitir el control y gestión de pequeños volúmenes evitando la contaminación de cantidades mayores de líquidos ante un eventual incidente. Los tanques de retención permiten un almacenamiento más

prolongado de los líquidos como aplicación del principio de reducción de fuentes por decaimiento radiactivo. Si no es posible así lograr niveles de actividad inferiores a los valores de desclasificación autorizados, se bombearían los líquidos hacia un transporte especial para su traslado a una planta de tratamiento externa.



Figura No. 3: Vista parcial del sistema de canalización especial.

La operación del sistema de canalización especial es llevada por el Departamento de Seguridad Radiológica (DSR), en correspondencia con un manual de instrucciones y procedimientos de seguridad [9]. Se desprecian los efectos de dilución y reducción de la concentración radiactiva que se logra cuando estos efluentes transitan por las etapas posteriores al lugar del control y que preceden el vertimiento al medio ambiente. Para el control se realiza la toma de muestra, de manera representativa [10]. Se mide el pH y de ser necesario, se ajusta, según las recomendaciones internacionales [11].

Los efluentes líquidos se unen en una colectora a las aguas de la canalización común del centro y pasan a través de un tanque séptico y una instalación de filtración que permite obtener el déficit biológico de oxígeno (DBO) del agua de lluvia.

Para el análisis periódico de la gestión de los desechos radiactivos se escogen como indicadores las relaciones promedios anuales del volumen de desechos por trabajador y por local. Igualmente, se analiza el comportamiento de la relación de la producción y la generación de desechos, para un período de control de un año (variación de los ingresos y del volumen total de desechos, con respecto al período anterior).

Para el establecimiento de nuevas prácticas se analizan de manera conjunta con el generador de desechos, los volúmenes proyectados de desechos radiactivos, las características que determinarán su gestión y las instrucciones de seguridad aplicables en su recolección.

La evaluación anual de la gestión de los efluentes líquidos se ejecuta a partir del análisis del comportamiento de los valores de concentración radiactiva promediados

para igual período y del por ciento de los casos con respecto al total de controles en que fue posible la evacuación directa a la canalización común.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los registros establecidos a partir de la aplicación de un sistema de calidad en la gestión de los desechos radiactivos muestran los resultados de la Figura No. 2 para los desechos tecnológicos (los no procedentes de la canalización especial). Se aprecia una disminución del volumen anual en 1999, con respecto a los 2 años precedentes. De los volúmenes totales presentados sólo el 2 % corresponde a desechos líquidos.

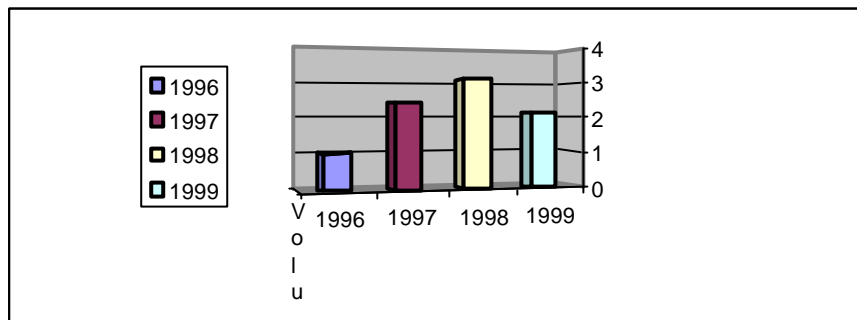


Fig. 2 Generación anual de desechos radiactivos tecnológicos (período 96-99).

Se estima que por cada trabajador se generan aproximadamente 55L de desechos no tecnológicos al año. La relación desclasificación / generación es de un 42% para dichos desechos.

Los volúmenes anuales de desechos tecnológicos desclasificados para los escenarios del CENTIS se muestran en la Tabla 1. Es necesario señalar que solamente han sido desclasificados los sólidos. De la Tabla 1 puede concluirse que la vía principal de evacuación es el vertedero correspondiendo a la misma el 57% del volumen total de desechos desclasificados en el período.

Tabla 1: Volúmenes de desechos tecnológicos desclasificados para los escenarios del CENTIS (período 96-99).

Vía de evacuación	Vertedero	Incinerador	Reuso	Total (m <sup>3</sup> )
1996	0	0	0	0
1997	0.27	0.36	0.002	0.69
1998	0.84	0.18	0.27	1.35
1999	0.92	0.52	0.03	1.5
Total (m <sup>3</sup> )	<b>2.03</b>	<b>1.06</b>	<b>0.31</b>	<b>3.6</b>

El análisis de uno de los bienes más representativos se realiza con los resultados de la gestión de los efluentes líquidos que se presentan en la Tabla No. 2. Se aprecian mejores indicadores en 1999.

Tabla 2 Resultados del control radiológico de los efluentes líquidos (período 98-99).

Período	Ag Promedio (Bq/L)	Porcentaje no Evacuable	Volumen de desechos [m <sup>3</sup> ]
1998	203	65	26
1999	124	58	20

## CONCLUSIONES

El sistema de gestión que se establece para los desechos radiactivos garantiza la trazabilidad de los bultos y un control adecuado de su desclasificación.

La preparación y certificación del personal y el análisis en conjunto de los resultados de la gestión de desechos radiactivos y efluentes líquidos, así como de las soluciones a adoptar para las nuevas prácticas, son determinantes para el logro de una minimización de los desechos.

Se debe incrementar la reutilización de los medios desclasificados para reducir los costos de la gestión de los desechos y por ende, de las producciones.

El control radiológico de los efluentes líquidos ha permitido realizar su gestión en condiciones de seguridad, la detección oportuna de desviaciones de los procedimientos e instrucciones de seguridad radiológica y de las buenas prácticas de producción y el vertimiento al medio ambiente en correspondencia con los niveles autorizados y las recomendaciones internacionales.

Los resultados del trabajo muestran un porcentaje significativo de aguas declaradas como desechos radiactivos, con el incremento del costo asociado a su gestión. Se necesita realizar la evaluación de los niveles de desclasificación para cada corriente de desechos y los escenarios de evacuación del centro, pues se emplean niveles incondicionales.

Se requiere presentar la solicitud de autorización para la incineración de los solventes orgánicos del centelleo líquido, teniendo en cuenta sus bajos niveles de actividad. Su incineración permitiría reducir los consumos de combustible y abaratar este tratamiento.

## REFERENCIAS

- [1] Pérez Pijuán, S., Gatti, A.M., Reyes, R., Seguridad y Protección Radiológicas en el Diseño del Centro de Producción de Radiofármacos y Compuestos Marcados de Cuba, Revista Nucleus, CIEN, 2000.
- [2] Organismo Internacional de Energía Atómica, Clasificación de los Desechos Radiactivos, Colección de Normas de Seguridad No. 111-G-1.1, OIEA, Viena, (1994).
- [3] Departamento de Seguridad Radiológica, Centro de Isótopos, Procedimiento para la gestión de desechos radiactivos, DSR.R.PNO.900-001-0, septiembre/00.
- [4] Departamento de Seguridad Radiológica, Centro de Isótopos, Informe Final de Seguridad, CENTIS/DSR-144-001-B, Ciudad de La Habana, 20/03/00.
- [5] Departamento de Seguridad Radiológica, Centro de Isótopos, Procedimiento para la extracción de desechos sólidos radiactivos de las celdas calientes, DSR.PNO.0930.002.0, 01/09/99.
- [6] Departamento de Seguridad Radiológica, Centro de Isótopos, Procedimiento para la transferencia de desechos líquidos radiactivos de las celdas calientes, DSR.PNO.0930.001.0, 01/09/99.
- [7] Centro Nacional de Seguridad Nuclear, Licencia Constitucional de Operación, CHAGUA 1/L (021)01 Rev.1, Ciudad de La Habana, julio2001.
- [8] Organismo Internacional de Energía Atómica, Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos, Colección de Normas de Seguridad No. ST-1, OIEA, Viena, 1996.
- [9] Departamento de Seguridad Radiológica, Centro de Isótopos, Manual de Operación del Sistema de Canalización Especial, CENTIS/DSR-0533-001-0, 1996.
- [10] International Atomic Energy Agency, Storage Tanks for Liquid Radioactive Wastes: Their Design and Use, IAEA, Technical Reports Series No. 135, Vienna, 1993.
- [11] International Atomic Energy Agency, Handling and Treatment of Radioactive Aqueous Wastes, IAEA, Technical Document, IAEA, IAEA-TECDOC-654, Vienna, July 1992.
- [12] Departamento de Metrología de los Radionúclidos, Centro de Isótopos, Análisis gamma espectrométrico de muestras del medio ambiente líquidas y sólidas y de efluentes de baja actividad, DMR.PNO.006, 2000.