

Concentración de actividad de ^{131}I en el Río Medellín

Navia, A.¹, Morales, J.² y Puerta, J.A.³

^{1, 2, 3} Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió el impacto ambiental que puede ocasionar el vertedero de aguas residuales en el río Medellín, provenientes de los centros de medicina nuclear, donde se realiza tratamiento a pacientes con ^{131}I en la ciudad de Medellín, en Colombia. Esta ciudad, es atravesada de sur a norte por un río de mediano caudal. En la ciudad existen ocho centros de medicina nuclear cuyas aguas residuales, con contenido de ^{131}I , son vertidas al Río Medellín. Se tomaron muestras de agua del río y se analizaron con espectroscopia gamma de HPGe determinando la concentración de actividad media. Los resultados muestran la presencia de ^{131}I en el agua y estos son analizados con base en los parámetros establecidos por la legislación ambiental vigente y respecto a la-protección radiológica ambiental.

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación pretende medir las concentraciones de ^{131}I en las aguas del río Medellín. La ciudad de Medellín cuenta con ocho centros de medicina nuclear donde se realizan procedimientos médicos de yodo terapia. Estos centros se encuentran ubicados a lo largo y a ambos lados del río Medellín y vierten sus aguas residuales en este. Estos estudios tienen como objetivo conocer, medir e interpretar las cantidades de ^{131}I que se encuentran en su cauce para determinar si los vertimientos no superan el límite de 10^3Bq/Día estipulado por la resolución Número 18-0005 de 2010 del Ministerio de Minas y Energía (1).

El yodo 131 es un elemento radioactivo producto de la fisión nuclear, el cual es usado en los tratamientos de cáncer de tiroides y en algunos casos en los que las personas sufren de hipertiroidismo crónico, dado su fácil eliminación, bajo coste y corta vida media radioactiva.

¹ alnaviaal@unal.edu.co

² jmorales@unal.edu.co

³ jpuerta@unal.edu.co

2. CALIBRACIÓN

2.1. Obtención de la muestra y contenedores

Se realizaron muestreos del río Medellín en seis puntos distribuidos a lo largo de la ciudad, para observar la incidencia de los centros de medicina nuclear que presentan los servicios de yodo terapia, los cuales vierten sus desechos en las aguas residuales que van al río. Las muestras se recogen en el cauce del río a una distancia por debajo de 0.4 cm de la superficie para evitar los residuos sólidos y demás elementos que puedan estar flotando en el agua, y posteriormente son transportados al laboratorio y evaluadas inmediatamente en el detector. La muestra no es acidificada dadas las condiciones del agua y la alta solubilidad del ^{131}I que se encuentra en la misma (2).

En la Figura 1 pueden observarse los puntos de muestreo ubicados a lo largo del Río Medellín, así como también los centros de medicina nuclear existentes.

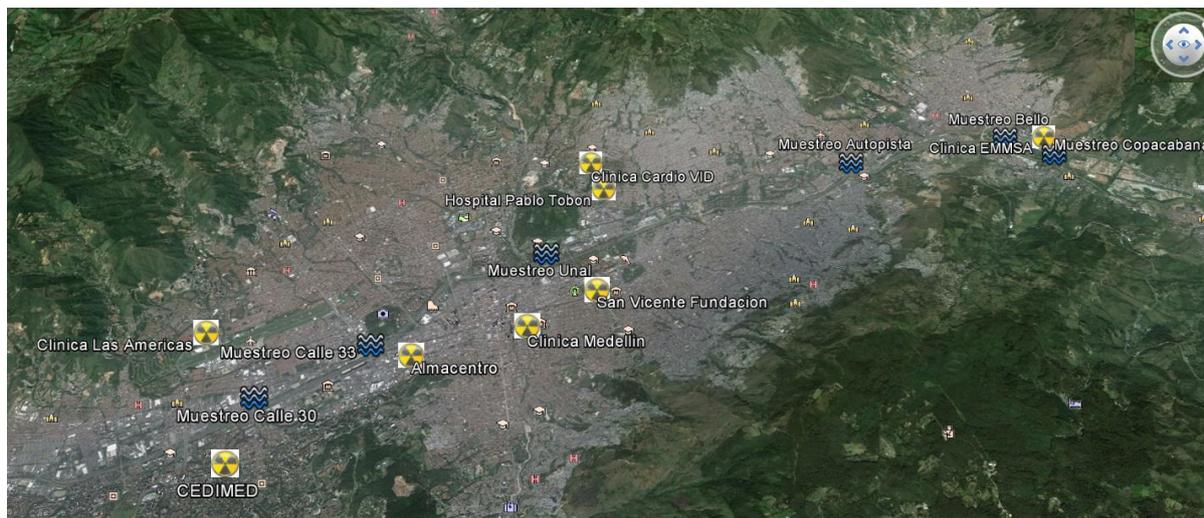


Figura 1. Mapa de la ciudad de Medellín con los puntos de muestreo y centros de medicina nuclear.

Los contenedores son de tipo Marinelli Eurostandard CZ 0540G (3) con un volumen de 500 ml. Se llenan en el momento de obtener la muestra hasta su línea tope, se sellan de manera hermética y luego son llevados directamente al laboratorio para su análisis. Detalles de este contenedor pueden observarse en la Figura 2. Una vez en el laboratorio se les da una limpieza para no contaminar el detector y son medidos por un período de 8 horas en el software Genie 2000.

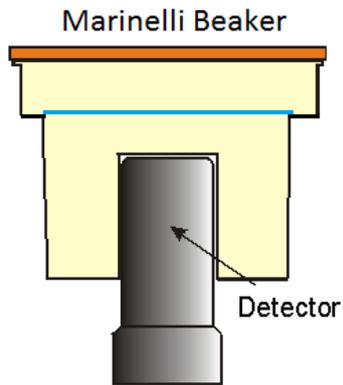


Figura 2. Disposición del Marinelli en el detector.

2.2. Calibración por energía

La calibración por energía se lleva a cabo para tener una relación entre los canales en el espectro y la energía correspondiente de los picos gamma, la cual es realizada generalmente antes de hacer una medición. Se utiliza una fuente multigamma canberra MGS-5 (3) que contiene una mezcla de emisores gamma calibrados usando el estándar NIST.

En la Figura 3 se observan los resultados obtenidos al realizar la calibración mencionada:

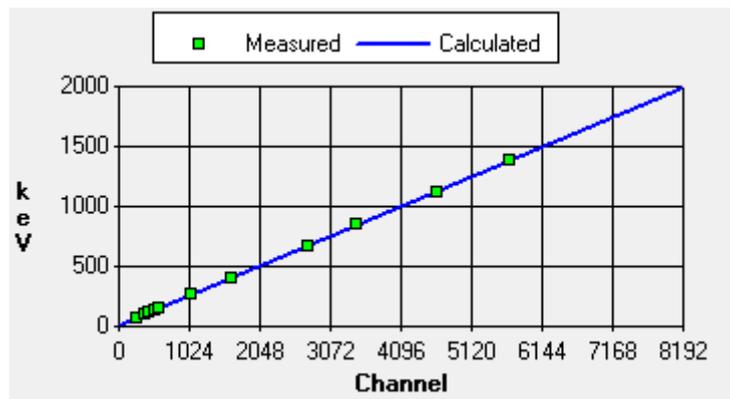


Figura 3. Calibración por energía.

2.3. Calibración por eficiencia

Para el cálculo de eficiencia se utilizó el software ISOCS (In-Situ Object Counting System), el cual calcula las eficiencias de recipientes u objetos personalizados.

A través del programa Geometry Composer se diseña el modelo del Marinelli 0540G (Ver Figura 4) con base en su geometría, material del recipiente, espesor, densidad de la muestra y las especificaciones del detector.

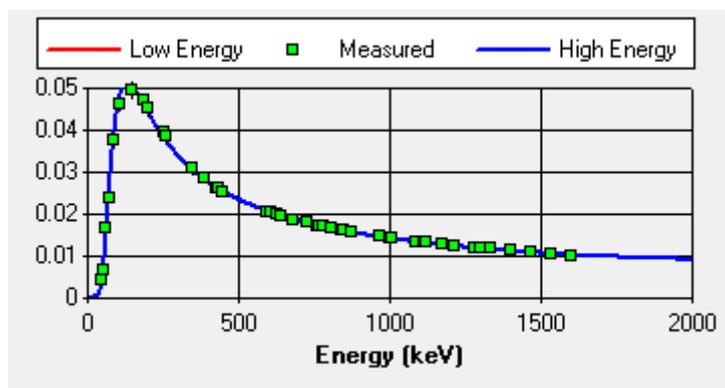


Figura 4. Calibración por eficiencia.

La eficiencia dada el canal correspondiente al pico principal de ^{131}I (364.5KeV) es $\varepsilon = 0.02939$.

2.4. Fondo y escudo

La calibración por fondo se realiza por el mismo tiempo de medida (8 horas). Las medidas se llevan a cabo utilizando un escudo protector Canberra 747E, que posee cuatro capas principales: una chaqueta exterior de acero-carbono con un espesor de 9.5 mm, un escudo de granal de 10 cm para bajo fondo y un terminado de 1 mm de estaño con 1.6 mm de cobre.

En la Figura 4 se puede observar el fondo radiactivo del laboratorio.

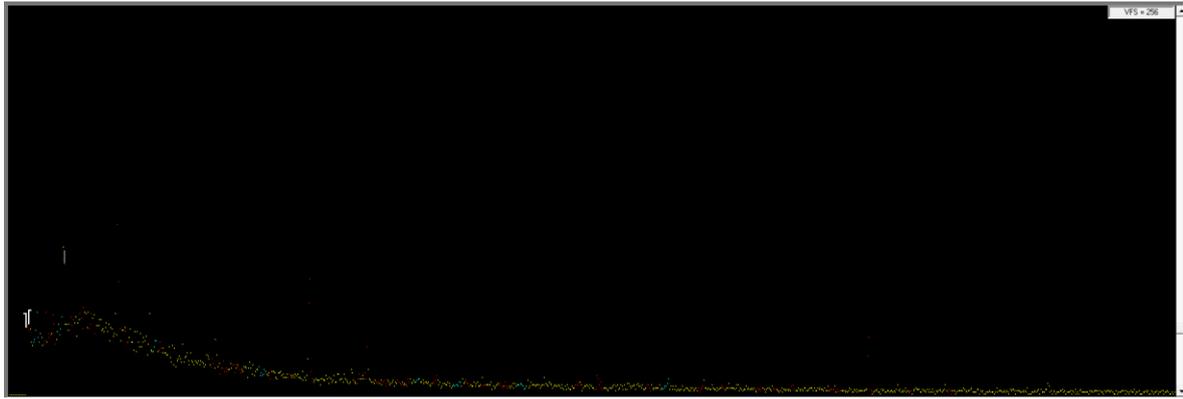


Figura 5. Espectro del fondo del laboratorio.

2.5. Actividad mínima detectable (AMD)

La actividad mínima detectable se calcula con el fin de encontrar el valor mínimo de actividad que el detector es capaz de medir con un 95 % de confianza, (5) esta se obtiene a partir de la ecuación:

$$AMD = \frac{4.65\sigma_f}{\eta} + \frac{3}{\eta T} \quad (1)$$

Donde:

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{F}{t_f}} \quad F: \text{conteos de fondo}$$

t_f : Tiempo de medición del fondo

T : Tiempo de medición

η : Eficiencia

Con esta información se encuentra que la actividad mínima detectable para este equipo es:

$$AMD = 0.08 \text{ Bq}$$

2.6. Resultados y discusión

Los resultados muestran una diferencia en la actividad registrada en los puntos de muestreo, es de esperarse, ya que en el recorrido los centros de medicina nuclear van aumentando hacia el norte. La hidrología del río Medellín es otro factor que altera las medidas dado que este recibe una gran cantidad de afluentes en todo su recorrido. La actividad más alta se registró en el punto de muestreo cercano a la Autopista Medellín-Bogotá, donde se reciben todas las aguas residuales del sur y centro de la ciudad. Se esperaban medidas de mayor actividad en

los últimos dos puntos de muestreo, pero se cree que por trabajos de drenaje realizados en el río y unas precipitaciones en la última semana, contribuyeron al cambio de este valor.

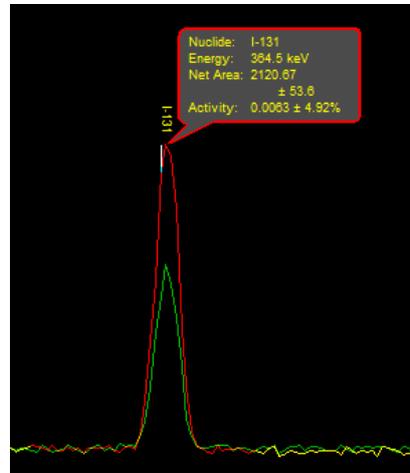


Figura 6. Espectro del pico de ¹³¹I comparando la máxima y mínima actividad.

Tabla 1. Resultados de la medición en orden de obtención.

Muestra	Actividad (Bq/L)	Incertidumbre(Bq/L)
Calle 30	0	0
Calle 33	0	0
Unal	0	0
Autopista	6.27	± 0.30
Niquía	4.14	± 0.23
Copacabana	4.679	± 0.21

3. CONCLUSIONES

En los seis puntos de muestreo no se encontró una actividad que supere los niveles permitidos por la norma nacional.

Se plantea mejorar el protocolo de muestreo para la situación específica del río, ya que la canalización de este puede presentar variaciones en la concentración a lo largo y ancho del río.

Estos estudios son de gran importancia desde el punto de vista de la protección radiológica ambiental. Es importante mantener este tipo de vigilancia de la concentración de actividad del yodo ya que los tratamientos en medicina nuclear van en aumento.

4. REFERENCIAS

1. **ENERGÍA, MINISTERIO DE MINAS Y.** *Gestión de los desechos radiactivos*. Bogota : s.n., 2010.
2. **EPA.** *Handbook for Sampling and Sample Preservation of water and Wastewater*. 1982.
3. **Institute, Czech Metrology.** eurostandard. [En línea] 2011. [Citado el: 10 de 1 de 2015.] <http://www.eurostandard.cz/Eurostandard-catalog-2011.pdf>.
4. **NATS.** Radioactive Sources for Instrument Calibration. [En línea] 2008. [Citado el: 10 de 01 de 2015.] <http://www.nats-usa.com/products/RadSources.shtml>.
5. **F. KNOLL G.** *Radiation Detection and measurement*. Chichester (UK) : John Wiley & Sons, 1999. Third Edition.