

MEDICIÓN ALFA/BETA GRUESO EN AGUAS DE CONSUMO POR LSC, MEDELLÍN

Marín, Ó.¹, Morales, J.¹ y Puerta, J.A.¹

¹ Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, Grupo de Física Radiológica

RESUMEN

La radioactividad natural llega a las aguas de consumo humano por diferentes mecanismos. Internacionalmente se ha establecido límites para la concentración de actividad para emisores alfa grueso de 0.5Bq/L y para emisores beta grueso de 1Bq/L, como criterios de potabilidad radiológica

La técnica de Contadores de Centelleo Líquido (Liquid Scintillation Counter LSC) ofrece una mayor eficiencia en la detección que la técnica utilizada tradicionalmente con contador proporcional a flujo de gas. Este trabajo puso a punto el Contador de Centelleo Líquido del laboratorio de Física Radiológica, Quantulus 1220 de Perkin Elmer y se diseñó el método analítico para la medición del parámetro alfa/beta grueso en las aguas de consumo humano, se tomaron muestras de manera aleatoria del Valle de Áburra, donde se ubica el área metropolitana de Medellín y municipios aledaños y de las principales fuentes de agua del sistema interconectado de acueducto de la ciudad, dichas muestras corresponden al segundo semestre del año.

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo primordial de los sistemas de vigilancia ambiental, es detectar la presencia y evolución en el tiempo de los materiales radiactivos; y si es necesario tomar medidas correctivas (1). En este caso el objetivo es detectar la presencia de material radiactivo en las aguas de consumo humano; material que llega a las fuentes hídricas por distintos mecanismos. La radioactividad natural se debe principalmente al decaimiento del Potasio ⁴⁰Ky las cadenas radiactivas del Uranio ²³⁵U, ²³⁸Uy del Torio ²³²Th. Estas cadenas se encuentran activas durante muchísimos años, ya que su periodo de decaimiento es comparable a la edad de la tierra.

En la actualidad la reglamentación internacional establece el límite para el contenido de material radiactivo en las aguas de consumo humano; este límite es parte importante en los criterios para evaluar la calidad del agua potable, unido a otros tales como la flora microbiológica presente y el contenido de compuestos químicos de diferente naturaleza. Estos criterios son considerados como fundamentales ya que afectan directamente la salud de los consumidores. Las concentraciones de actividad radiactiva que son recomendadas para una persona con el mínimo riesgo radiológico están normadas por organismos internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia para Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Tales organismos establecen el máximo nivel de contaminación en aguas de consumo humano como 0.5 Bq/L (15 pCi/L) para la radiación acumulada de todos los emisores de radiación alfa y 1.0 Bq/L (50 pCi/L) para la radiación acumulada de todos

¹ E-mail del Autor. oamarin@unal.edu.co

los emisores de radiación beta (2), parámetro conocido como alfa grueso y beta grueso (alfa total y beta total) y 100 Bq/L para la concentración de actividad de Tritio (3). En caso de ser superados estos límites, se exige medir cada radionúclido individualmente y estos no deben superar la dosis 0.1 mSv/año como lo indica la OMS (2).

2. PROTOCOLO ALFA / BETA GRUESO

2.1. Sistema de acueducto del Área Metropolitana de Medellín

Empresas Públicas de Medellín EPM, quien presta el servicio de acueducto para la ciudad de Medellín y su área Metropolitana, cuenta con 10 plantas de potabilización situadas en el Valle de Aburrá. Estas son: Caldas, San Antonio de Prado, Aguas Frías, San Cristóbal, La Ayurá, La Cascada, La Montaña, Villa Hermosa, Manantiales y Barbosa. Medellín posee un sistema interconectado de conducciones de agua Potable, y existen varios circuitos compartidos que pueden ser abastecidos desde varias plantas de potabilización. De este sistema interconectado hacen parte los subsistemas principales que son abastecidos desde embalses, estos son: Piedras Blancas, Ayurá y Manantiales; y tres subsistemas menores que tienen captaciones directas, los cuales son San Cristóbal y La Cascada (4). Como se observa en la figura 1, el sistema de La Ayurá posee el embalse de La Fe, el sistema Villahermosa y La Montaña usan el embalse Piedras Blancas, el sistema Manantiales hace uso del embalse Río Grande II. Los embalses además usan estaciones de bombeo para suplir los requerimientos

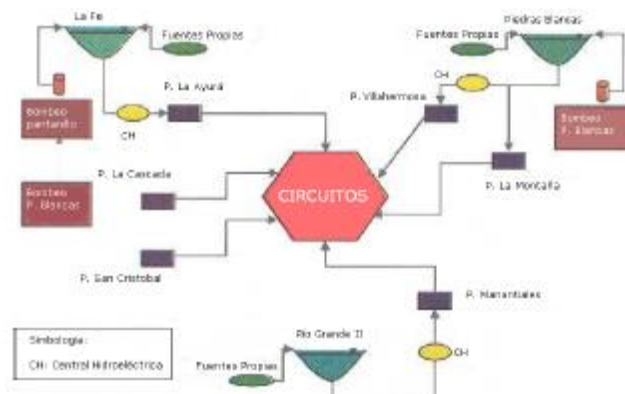


Figura 1. Configuración General del sistema de acueducto de la Ciudad de Medellín

2.2. Método Analítico

A fin de realizar mediciones de la cantidad de material radiactivo en las aguas de consumo humano de la ciudad de Medellín, se ha seguido el protocolo desarrollado por el Laboratorio de Radiología Ambiental de la Universidad de Barcelona (España) (5). Primero, las muestras son acidificadas para su conservación con HNO_3 hasta alcanzar un $\text{pH} < 2$ (6) y etiquetadas para su transporte. Los puntos de muestreo han sido distribuidos aleatoriamente en la ciudad, esto es adecuado debido al sistema interconectado de acueducto y codificadas de manera secuencial según se iban recolectando, del S1 al S24.

Las muestras fueron recogidas en envases plásticos previamente lavados con ácido nítrico al 1%, identificados por el punto de muestreo y la fecha de recolección. De cada muestra se toma una alícuota de 100 mL , luego se pone en la plancha calefactora con agitación y es

llevada a sequedad a fin de eliminar todos los nitratos. Se deja enfriar a temperatura ambiente. El residuo seco se disuelve usando 10 mL de HCl con el pH=1.5 ±0.5. Después se prepara el vial de 20 mL de polietileno (6): se agregan 8 mL de la muestra concentrada (el residuo disuelto en medio ácido de HCl) y 12 mL de cóctel centellador (7). El cóctel usado para estas pruebas es Ultima Gold AB, un cóctel comercial de la casa PerkinElmer, el cual es diseñado para discriminar pulsos alfa/beta.

Antes de medir la muestra debe esperarse 2 horas para que los eventos de fotoluminiscencia se hayan extinguido. Cada muestra es medida durante 400 minutos y se activa el SQP[E] (*Spectral Quench parameter of External Standard method*: Método de parámetro de Quench externo) durante 1/10 de minuto (5).

2.2.1. Aseguramiento de la Calidad

Para el control de la calidad usamos dos vías, la primera es el control interno del equipo y la segunda, un control interno del método realizando blancos. Ambos controles tienen como fin asegurar que las condiciones bajo las cuales se mide una muestra están siempre monitoreadas y salte a vista cualquier evento inusual. De manera tal que los valores reportados finalmente posean total confiabilidad. El control interno consiste en la verificación de las condiciones de medición del equipo a través del kit de viales estándar: Uno de ^{14}C , otro de ^3H y el tercero solo contiene el líquido de centelleo usado en los otros dos viales, BKG. Las actividades son 245 000 DPM para el vial de Tritio y de 128 500 DPM para el vial de Carbono-14. Para el control del método se procesan muestras llamadas blancos, que son alícuotas de agua desionizada, del mismo volumen de la muestra, donde se puede controlar las condiciones de preparación de la muestra y poder restar el fondo. Estos resultados registraron en tablas control, que entregan los niveles de decisión basados en las desviaciones de los resultados, en el rango de 1σ aceptables, 2σ investigación, 3σ rechazo.

3. RESULTADOS

La figura 2, se tienen los resultados para los puntos de muestreo. Las concentraciones de actividad para los puntos reportados que superen la MDA (Actividad Mínima Detectable, “*Minimum Detectable Activity*”, por sus siglas en inglés). Las muestras que no superan el MDA no se han graficado.

Las muestras que tuvieron cuentas menores a las cuentas de los blancos son consideradas por debajo de la MDA (8). La MDA ha sido calculada por el software de visualización de resultados “*EasyView*” (9), MDA para nuestro método se calculó en $2.14 \times 10^{-3} \text{ Bq}$ para el conteo alfa grueso y $6.27 \times 10^{-3} \text{ Bq}$ para el conteo beta grueso.

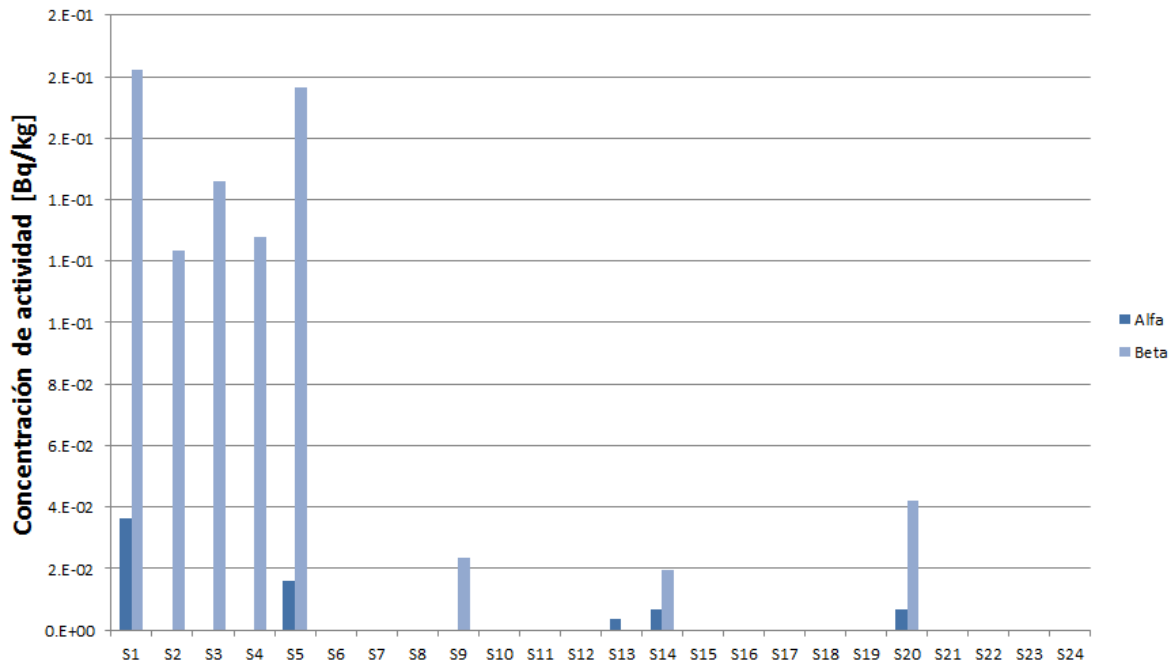


Figura 2. Resultados de los diferentes puntos de muestreo

En la figura 3 se observa el comparativo entre las medidas obtenidas y los límites para el parámetro Alfa Beta Grueso. Se ve que para todos los puntos, las concentraciones de actividad se encuentran muy por debajo del límite. Esto hace que no sea necesario realizar otras mediciones en busca de radionúclidos específicos, siguiendo el diagrama de flujo planteado por la OMS (2).

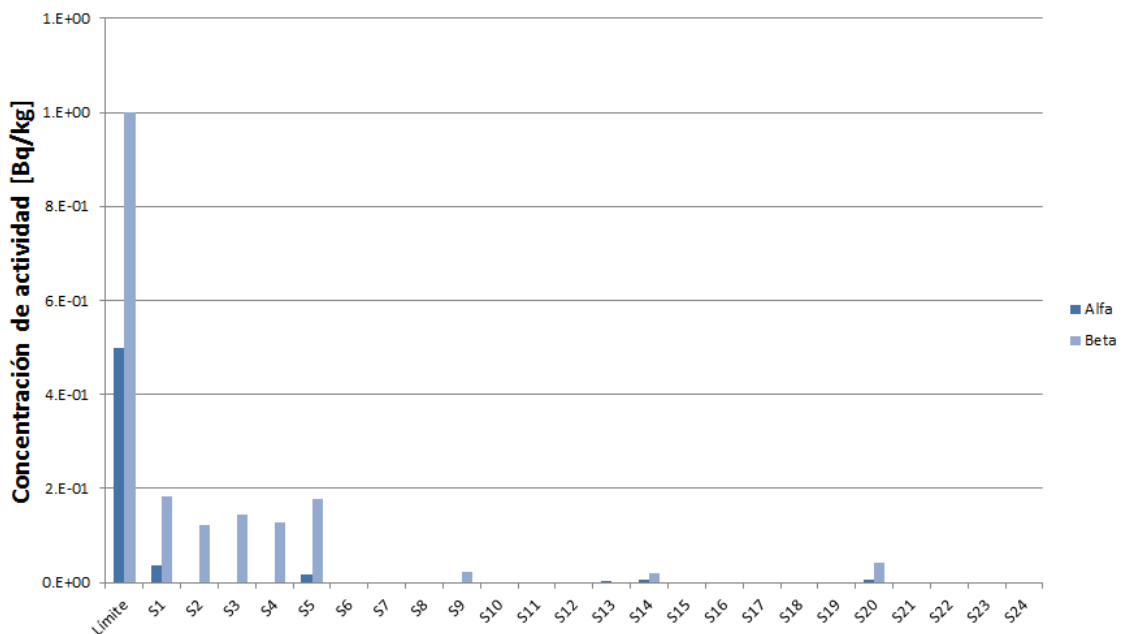


Figura 3. Resultados de los diferentes puntos de muestreo, comparativo con el límite internacional

4. CONCLUSIONES

Como se puede observar las medias en los diferentes puntos de muestreo no superan los límites establecidos por la OMS, determinando entonces que son aptas para el consumo humano en el parámetro de concentración de actividad, así tampoco requiere buscar radioisótopos adicionales, como lo expresa el diagrama de flujo de la OMS (2).

A través de este trabajo se validó la metodología usada y se puso a punto el Contador de Centelleo Líquido del Grupo de Física Radiológica, permitiendo tener un método de aseguramiento de la calidad de las medidas, y extender el método a mediciones en otras matrices, como biota o ceniza. Adicionalmente los resultados obtenidos son referencia para futuros muestreos que deben realizarse, ya que las actividades humanas como la agricultura y principalmente, la minería en Antioquia potencian la posibilidad que estas concentraciones aumenten en el futuro, evidencia que ha sido reportada en otros estudios (10).

5. REFERENCIAS

1. **González-Calvo, Ana, et al., et al.** *Programas de vigilancia radiológica ambiental, Resultados 2004*. CSN. España : s.n., 2004. Tech. rep.
2. **OMS, [ed.]**. *Guidelines for drinking-water quality: incorporating 1st and 2nd addenda*. Tercera edición. Suiza : Organización Mundial de la Salud, 2008. Vol. 1.
3. *Radiological characterization of drinking waters in Central Italy*. **Desideri, D., et al., et al.** 2007, *Microchemical Journal*, Vol. 87.
4. **Restrepo-Benítez, Juan Carlos**. *Modelo De Despacho Óptimo Del Sistema De Acueducto De Las Empresas Públicas De Medellín E.S.P.* Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Minas - Posgrado En Aprovechamiento De Recursos Hidráulicos. Medellín : s.n., 2001. Master's thesis.
5. **Llauradó, Montserrat**. *Procediment Normalitzat de Treball, Laboratori de Radiologia Ambiental*. Barcelona : s.n.
6. *Determinação De atividades Alfa E Beta Total em água para consumo humano por LSC*. **Mingote, Raquel M., da Costa, Heliana F. and Vavassori, Giullia**. Rio de Janeiro, Brasil : s.n. IX Latin American IRPA Regional Congress on Radiation Protection and Safety - IRPA2013.
7. *Simultaneous determination of gross alpha, gross beta and ²²⁶Ra in natural water by liquid scintillation counting*. **Fons, J., et al., et al.** 2013, *Journal of Environmental Radioactivity* . ISSN: 0265-931X DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvrad.2013.01.017>.
8. *Comunicación Personal*. **Mingote, Raquel M.** Agosto 2013, e-mail.
9. *User Manual EASY View, 1224-534 Spectrum analysis program for 1220 Quantulus*. Finlandia : s.n., 1998.
10. **Chalupnik, S. and Aguado, J.** RADIUM LEACHING FROM MINE DEPOSITS AND OTHER MATERIALS. *IAEA Naturally occurring radioactive materials (NORM IV) Proceedings of an international conference held in Szczyrk, Poland*. Suiza : OIEA, 17 - 21 May 2004.