

## **CONCENTRACIÓN DE ACTIVIDAD ALFA Y BETA EN AGUAS POTABLES: DETERMINACION Y RESULTADOS**

**Acosta, S.; Equillor, E.; Muñoz, J.**  
Autoridad Regulatoria Nuclear, Buenos Aires, Argentina  
[sacosta@arn.gob.ar](mailto:sacosta@arn.gob.ar)

### **RESUMEN**

La determinación de la concentración de radionucleidos en muestras de agua potable es un proceso laborioso, que insume reactivos y un importante tiempo de procesamiento, debido a las características propias de las técnicas radioquímicas involucradas y a que los niveles de los radionucleidos presentes en esta matriz son muy bajos. Por ello, en aquellos casos en los que se deba evaluar un número importante de muestras, es necesario contar con técnicas de medición apropiadas para llevar a cabo un "screening", es decir, determinaciones estimativas de niveles relativos de radiactividad, donde la radiactividad total presente se determina en forma de radiación alfa y beta, sin tener en cuenta la identidad particular de los radionucleidos presentes en la muestra. Los resultados obtenidos son comparados con los valores de referencia propuestos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), superados los cuales, se recurre a técnicas de medición específicas para cada radionucleido.

En este trabajo se presenta el procedimiento aplicado para la determinación de la concentración de la actividad de emisores alfa-beta en muestras de agua potable y los resultados obtenidos en el marco del Plan de Monitoreo Ambiental de la Autoridad Regulatoria Nuclear de los últimos 6 años.

### **1. INTRODUCCION**

En los últimos 10 años, la determinación de actividad alfa y beta ha ido adquiriendo cada vez mayor relevancia en el marco del Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental de la Autoridad Regulatoria Nuclear.

Teniendo en cuenta que la determinación de la concentración de radionucleidos específicos en muestras de agua potable es un proceso laborioso, que insume reactivos y un importante tiempo de procesamiento, y que los niveles de los radionucleidos presentes en esta matriz son muy bajos, es necesario contar con técnicas de medición apropiadas para llevar a cabo un "screening", es decir, determinaciones estimativas de niveles relativos de radiactividad, donde la radiactividad total presente se determina en forma de radiación alfa y beta, sin tener en cuenta la identidad particular de los radionucleidos presentes en la muestra.

Dicha determinación permite obtener información del contenido radiológico de la muestra de manera simple, pudiéndose procesar y medir una importante cantidad de muestras en forma simultánea. Dicho procedimiento es equivalente a lo que se conoce también como "gross alpha" y "gross beta".

En este trabajo se presenta el método de análisis y los resultados obtenidos en muestras de aguas potables, en 4 áreas bajo control radiológico de la ARN, a lo largo de 6 años.

También se describe el esquema de trabajo que se practica con cada una de las muestras de agua potable, teniendo en cuenta si los valores de actividad alfa y beta superan o no los límites fijados por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

## 1.1 Características de la determinación de la actividad alfa y beta

Estos procedimientos son convenientes como un recurso simple de selección preliminar para determinar si un análisis específico de la muestra es necesario. Ellos también pueden ser usados para reconocer cambios de las características radiológicas de la fuente de agua potable así como para identificar tendencias espaciales y/o temporales en el contenido de radionucleidos en el agua potable.

Cabe aclarar que radionucleidos gaseosos o volátiles, como tritio, yodo o radón no serán detectados por éste medio. Además, los resultados de actividad alfa y beta, no producen una información certera acerca de aquellos radionucleidos cuyas energías difieran significativamente de la energía de los estándares de calibración. Sin embargo, permite descartar la presencia relevante de emisores alfa o beta, cuando estas mediciones no superan un nivel determinado. Esto permite entre otras cosas obtener resultados en menor tiempo y una reducción significativa en los costos para llevar a cabo las determinaciones.

## 1.2 Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud

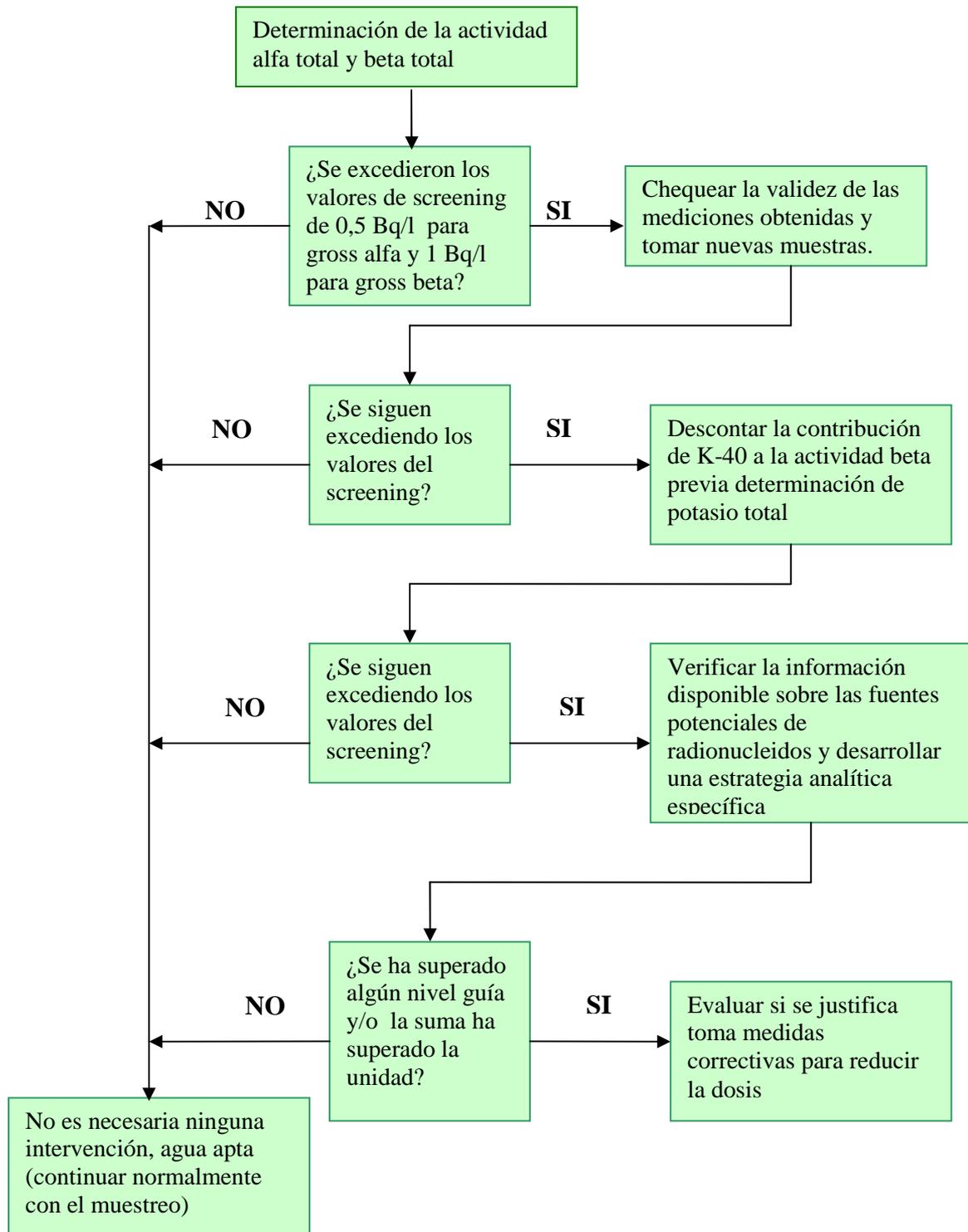
El objetivo del documento de la OMS, “Guidelines for Drinking-water Quality” [1], es proporcionar criterios para evaluar la seguridad del agua potable en lo concerniente a su contenido en radionucleidos y suministrar directrices para reducir los riesgos para la salud tomando medidas para disminuir la concentración de radionucleidos, y por lo tanto la dosis de radiación, en situaciones donde esto es considerado necesario.

En la segunda edición de las “Guidelines”, el IDC (“Individual Dose Criterion”) de 0,1 mSv/año se consideraba valores de referencia para aguas potables, para la actividad alfa y la actividad beta (“gross alpha” y “gross beta”), de 0,1 Bq/l y 1 Bq/l, respectivamente. Posteriormente la experiencia indicó que, en la práctica, el valor de dosis de 0,1 mSv anual por lo general no sería excedido si la actividad alfa fuera igual o menor a 0,5 Bq/l. Por esta razón, en la tercera edición de las guidelines, se adoptaron los niveles de 0,5 Bq/l para la actividad alfa y 1 Bq/l para la actividad beta.

Las muestras que superen estos niveles deben ser sometidas a análisis específicos para determinar la concentración en actividad de cada radionucleído, y así determinar la dosis de radiación.

Por otra parte la medición beta incluye la contribución del K-40, un emisor beta que se encuentra naturalmente en una proporción fija en relación al potasio estable. El potasio es un elemento esencial para la vida y es absorbido principalmente con el alimento ingerido. Si el nivel de 1 Bq/l para la actividad beta es excedido, la contribución de K-40 debería ser restada a la actividad beta, después de una determinación separada de potasio total. La actividad específica del K-40 es 27,9 Bq/g en relación al potasio estable, que es el factor que debería ser usado para calcular la actividad beta debido al K-40.

La OMS recomienda el siguiente esquema de trabajo para el análisis de las muestras de aguas de consumo (ver figura 1).



**Figura 1**

### 1.3 Estrategia para evaluar las aguas de consumo, en la ARN

De acuerdo con el Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental de la ARN, las muestras de agua potable son derivadas a los siguientes laboratorios: alfa/beta, tritio, uranio, y espectrometría gamma. La determinación de tritio se realiza teniendo en cuenta que la determinación alfa/beta no incluye a este radionucleido. Además, son de interés de la ARN

las determinaciones de uranio y emisores gamma. Siguiendo las recomendaciones de la OMS, la ARN realiza los siguientes determinaciones sobre las muestras de agua potable (ver figura 2).

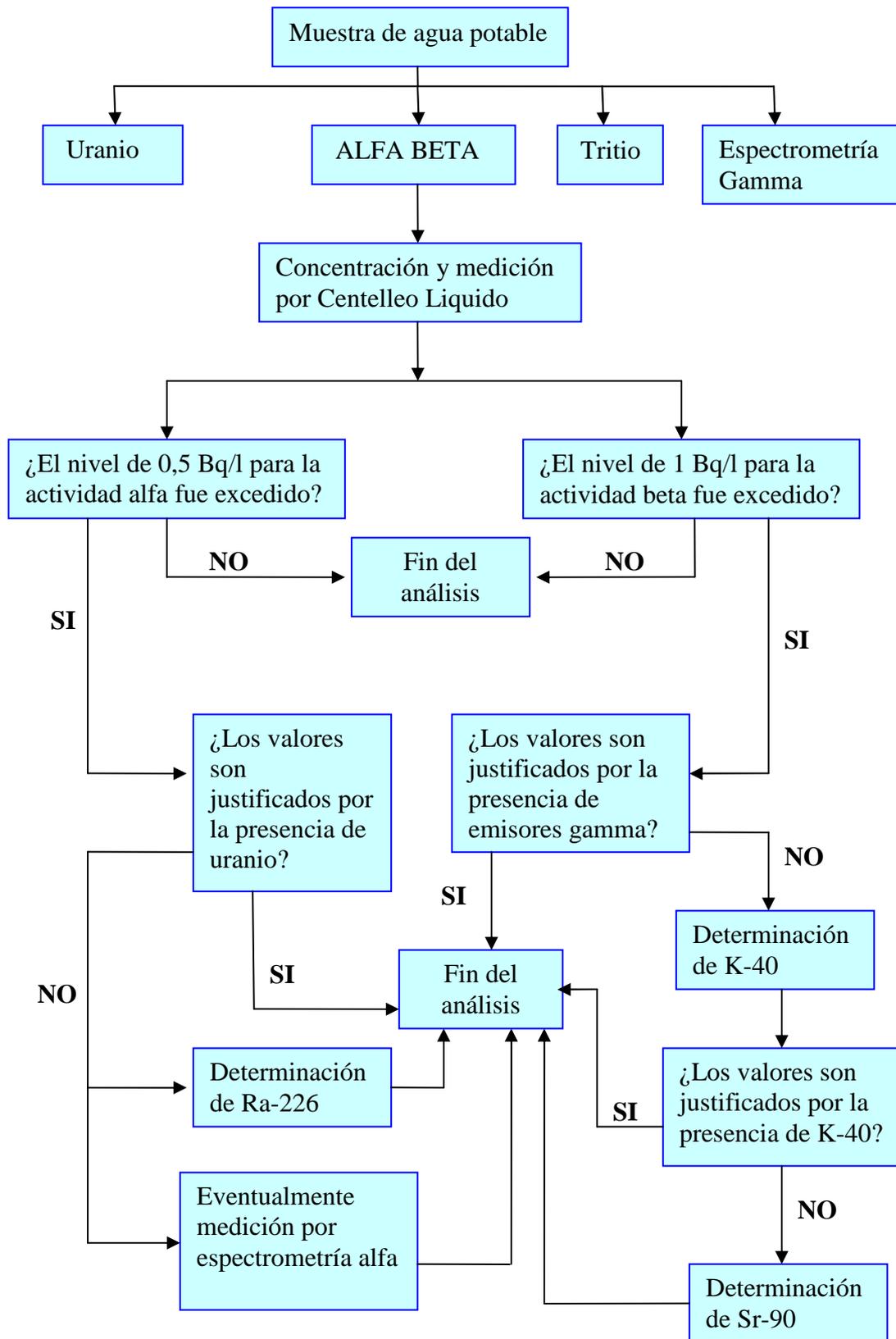


Figura 2

## 2. MÉTODO

### 2.1 Método para la determinación de actividad alfa y beta en aguas de control ambiental

El procedimiento empleado en los laboratorios de la ARN [2] es aplicable a muestras de aguas derivadas del control ambiental. El método no incluye la determinación de la concentración de tritio, ni aniones volátiles en medio ácido, como por ejemplo carbonatos. Tampoco son detectados radionucleidos emisores beta de muy baja energía, debido a que la ventana de medición se ha prefijado a partir de los 5 keV.

Los resultados son caracterizados como Am-241 equivalente para la actividad alfa, y Sr-90/Y-90 equivalente para la actividad beta.

Los informes emitidos por la ARN contienen todas estas aclaraciones, delimitando así el alcance de este procedimiento.

El procedimiento se basa en la medición por Centelleo Líquido, previo proceso de concentración, lo que permite disminuir la Mínima Concentración Detectable [2], y cumplir con los valores de referencia para aguas potables. Se toma una alícuota de la muestra de 250 ml y se concentra hasta un pequeño volumen sobre plancha calefactora. Con cada grupo de muestras, se prepara un blanco con 250 ml de agua destilada, y un rendimiento de 250 ml de agua destilada y una cantidad conocida de patrón alfa (Am-241) y patrón beta (Sr-90/Y-90), las que se medirán en las mismas condiciones que las muestras.

Una vez concentrada la muestra sobre una plancha calefactora, se procede a trasvasar el líquido concentrado a un vial plástico con la adición de HCl 0,2 M y completando el peso a aproximadamente 3 gramos, luego se agregan 17 ml de centellador Ultima Gold AB.

Se miden las muestras en un contador de Centelleo Líquido de bajo fondo, con discriminación por forma de pulso, calibrado, con corrección por luminiscencia, y standard externo, durante 200 minutos cada una. Las ventanas de medición son: para alfa 80-400 keV y para beta 5-2000 keV.

El procedimiento permite obtener una Mínima Concentración Detectable de 0,06 Bq/l para emisores Beta y 0,02 Bq/l para emisores alfa.

## 3. RESULTADOS

Durante los años 2009 a 2014 el laboratorio ambiental de actividad alfa y beta ha realizado 431 determinaciones de la matriz agua potable, cumpliendo así con el Plan de Monitoreo Radiológico Ambiental delineado por la Autoridad Regulatoria Nuclear para ser aplicados en las Centrales Nucleares Embalse y Juan Domingo Perón (Atucha I), las instalaciones del Centro Atómico Ezeiza, y para el Reactor RA-6 del Centro Atómico Bariloche. Las mediciones de las concentraciones de actividad alfa y beta realizadas se muestran en las siguientes tablas:

**Tabla 1. Resultados del Centro Atómico Ezeiza**

AÑO	INSTALACIÓN	MUESTRAS ANALIZADAS	PROMEDIO	
			ALFA (Bq/l)	BETA (Bq/l)
2009	Centro Atómico Ezeiza	47	0,32	0,67
2010		45	0,41	0,59
2011		51	0,37	0,52
2012		48	0,38	0,50
2013		81	0,26	0,45
2014		82	0,29	0,53

**Tabla 2. Resultados de la Central Nuclear Embalse**

AÑO	INSTALACIÓN	MUESTRAS ANALIZADAS	PROMEDIO	
			ALFA (Bq/l)	BETA (Bq/l)
2011	Central Nuclear Embalse	4	0,06	0,16
2012		5	0,05	0,12
2013		6	0,05	0,13
2014		5	0,06	0,13

**Tabla 3. Resultados de la Central Juan Domingo Perón (Atucha I)**

AÑO	INSTALACIÓN	MUESTRAS ANALIZADAS	PROMEDIO	
			ALFA (Bq/l)	BETA (Bq/l)
2011	Central Nuclear Juan Domingo Perón (Atucha I)	9	0,16	0,44
2012		12	0,19	0,46
2013		12	0,15	0,43
2014		9	0,14	0,48

**Tabla 4. Resultados del Reactor RA-6, Centro Atómico Bariloche**

AÑO	INSTALACIÓN	MUESTRAS ANALIZADAS	PROMEDIO	
			ALFA (Bq/l)	BETA (Bq/l)
2011	Reactor RA-6, Centro Atómico Bariloche	3	0,05	0,08
2012		4	0,05	0,09
2013		4	0,02	0,06
2014		4	0,03	0,07

#### 4. CONCLUSIONES

Durante los últimos 6 años el laboratorio ambiental de actividad alfa y beta ha llevado a cabo más de 400 determinaciones de la matriz agua potable en las distintas instalaciones, observándose que los promedios de las concentraciones de actividades alfa y beta para las muestras analizadas no superan los estándares internacionales recomendados por la OMS de 0,5 Bq/l y 1 Bq/l respectivamente.

## **5. REFERENCIAS**

1. WHO Guidelines for drinking water quality. 4Th edition. WHO Press 2011.
2. P-ALFA-51 Procedimiento de la ARN: “Medición de actividad alfa/beta en aguas de control ambiental”.