



El uranio en el agua de consumo humano: límites máximos permisibles

Jacinto Valencia Herrera

Instituto Peruano de Energía Nuclear

RESUMEN

La radiactividad en el agua proviene esencialmente de las emisiones alfa, beta y gamma de los radionucleidos de las series de desintegración del Uranio y el Torio; el agua contiene naturalmente isótopos radiactivos, los cuales son responsables de una fracción de la dosis que recibe el ser humano del medio ambiente. La radiactividad del uranio en las aguas de consumo contribuye grandemente a la dosis anual que recibe la población en general, que es de 0,1 miliSievert/ año. Respecto a la toxicidad química del uranio el valor es recomendado por la OMS y, desde el 2011 está establecido en 0.03 mg/l, valor en base a estudios epidemiológicos en poblaciones expuestas a altas concentraciones de uranio.

En el Perú, DIGESA indica que toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los *límites máximos permisibles* (LMP) señalados en el **Anexo III** de 0.015 mg/L. Sin embargo, desde el 2011 el valor guía de uranio en agua para consumo humano de la OMS es de 0.03 mg/L, siendo éste el documento base, se espera que el nuevo LMP de uranio sea 0.03 mg/L.

Palabras claves: radiactividad, radionucleidos, isótopo, dosis, límite máximo permisible

SUMMARY

The radioactivity in the water comes essentially from the alpha, beta and gamma emissions of radionuclides from the series of disintegration of uranium and thorium; Water naturally contains radioactive isotopes, which are responsible for a fraction of the dose that humans receive from

the environment. The radioactivity of uranium in drinking water contributes greatly to the annual dose received by the general population, which is 0.1 milliSievert / year. Regarding the chemical toxicity of uranium, the value is recommended by the WHO and, since 2011 it is established at 0.03 mg / l, a value based on epidemiological studies in populations exposed to high concentrations of uranium.

In Perú, DIGESA indicates that all water destined for human consumption must not exceed the maximum permissible limits (LMP) indicated in Annex III of 0.015 mg / L. However, since 2011 the guide value of uranium in water for human consumption of the WHO is 0.03 mg / L, this being the base document, it is expected that the new LMP of uranium will be 0.03 mg / L.

Key words: radioactivity, radionuclides, isotope, dose, maximum permissible limit

INTRODUCCIÓN

El uranio en su estado natural se encuentra con valencias de U^{+4} y U^{+6} siendo el estado hexavalente (Valencia-6) el más soluble y juega un papel importante en su movilización en el medio ambiente. Las concentraciones altas de uranio en agua se encuentran no sólo en áreas cercanas a minas uraníferas, sino también en algunas aguas minerales o bien en aguas subterráneas que son extraídas de pozos profundos como sucede en algunos lugares y constituyen la principal fuente de abastecimiento.

Los contenidos de uranio y radio pueden en principio atribuirse a la influencia del sustrato

geológico de la zona o la existencia de yacimientos uraníferos. La concentración de uranio en el agua depende de condiciones fisicoquímicas y geológicas; así como, geográficas ambientales; al ser ingerido por el organismo contribuye grandemente a la dosis que recibe el público en general que es 0,1 miliSievert año [1].

FONDO RADIATIVO

Los avances en el conocimiento y la mejora de las técnicas de medida de la radiactividad han permitido una mayor precisión en la detección de la radiactividad presente en el medio ambiente (Organismo Internacional de Energía Atómica, 1989). Las radiaciones de origen natural contribuyen de un modo global para toda la biosfera, mientras que las de origen artificial contribuyen principalmente de un modo local; al conjunto de dichas radiaciones se le conoce como *fondo radiactivo*. A partir del cual surge la necesidad de la *Vigilancia Radiológica Ambiental*.

La *Vigilancia Radiológica Ambiental* se realiza en varios medios ambientales que puedan producir dosis de radiación por exposición externa, como es el caso de los suelos (polvo, aerosoles, gases) y, por ingestión directa a través de las cadenas alimenticia, procedente de medio acuático (lagos, ríos, mar), lluvia o agua subterránea.

LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

La contaminación del agua de bebida por uranio puede ser de dos tipos radiológica y química. Por ello, existen dos niveles de referencia para el uranio presente en el agua, uno relativo a su radiactividad y el otro relativo a su toxicidad química.

En el Perú, el “Reglamento de la calidad de agua para consumo humano”: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 2011. Establece para el elemento uranio 0.015 mg/L (ANEXO III)

CONTAMINACIÓN RADIOLÓGICA

El agua contiene naturalmente isótopos radiactivos, los cuales son responsables de una fracción de la dosis que recibe el ser humano del medio ambiente. La radiactividad en el agua proviene esencialmente de las emisiones alfa, beta y gamma de los radionucleidos de las series de desintegración del Uranio y el Torio. Los principales isótopos radiactivos presentes en el agua subterránea son el uranio, radio y radón.

Las concentraciones de estos radioisótopos varían dependiendo principalmente de la historia geoquímica del agua, la dosis anual permitida es 0,1 miliSievert (Anexo IV) y establece que el método para cada parámetro a analizar esté por debajo de los límites máximos permisibles señalados en el presente Reglamento [2].

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

ANEXO IV LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS RADIATIVOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Dosis de referencia total (Nota 1)	mSv/año	0.1
2. Actividad global α	Bq/L	0.5
3. Actividad global β	Bq/L	1.0

Nota 1: Si la actividad global α de una muestra es mayor a 0.5 Bq/L o la actividad global β es mayor a 1 Bq/L, se deberán determinar las concentraciones de los distintos radionucleidos y calcular la dosis de referencia total; si esta es mayor a 0.1 mSv/año se deberán examinar medidas correctivas; si es menor a 0.1 mSv/año el agua se puede seguir utilizando para el consumo.

CONTAMINACIÓN QUÍMICA

El uranio se encuentra en los suelos en diversas concentraciones y normalmente muy bajas. Los seres humanos añaden uranio al suelo a través de las actividades industriales. Los compuestos en el suelo se combinan y pueden permanecer en este durante años sin moverse hacia el agua subterránea [3]. Así por ejemplo, a pesar que las concentraciones de uranio son normalmente más altas en suelos ricos en fosfatos; sin embargo, no es un problema, porque estas concentraciones normalmente no exceden los rangos normales de los suelos no contaminados.

Teniendo en consideración Los requisitos de calidad del agua para consumo humano, el Artículo 62°.- Parámetros inorgánicos y orgánicos. Indica que toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los *límites máximos permisibles* para los parámetros inorgánicos y orgánicos señalados en la Anexo III del presente Reglamento.

De otra parte el Decreto Supremo N° 004-2017-MI-NAM, establece los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el caso de uranio en aguas que pueden ser potabilizadas es de 0.02 mg/L.

ANEXO III
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,02
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,01
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,7
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg Cl L ⁻¹	0,07
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0.001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA)
para aguas y establecen disposiciones complementarias

DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5

Con referencia a la radiactividad, la Organización Mundial de la Salud (OMS), recomienda calcular los niveles de radionucleidos contenidos en agua potable en base a un criterio de referencia de dosis anual de 0,1 miliSievert (mSv) para un consumo de dos litros de agua por día por año.

Los límites más restrictivos son definidos por la toxicidad química del uranio. En este sentido, el valor guía de uranio en agua para consumo humano está establecido por la OMS. En el 2011, se cambió del establecido el 2004 del valor de 15µg/litro al actual de 30µg/l, esto se realizó en base a nuevos estudios epidemiológicos en poblaciones expuestas a altas concentraciones de uranio, teniendo en cuenta básicamente su toxicidad química. Este valor continúa siendo provisional por la incertidumbre existente respecto a su toxicidad, teniendo en cuenta que no ha sido aun posible definir con claridad una concentración de uranio libre de efectos para la salud. Este valor, al igual que de muchos otros contaminantes, ha ido variando a lo largo del tiempo acorde avanzaron los conocimientos sobre los impactos de estos elementos sobre la salud. Por lo general, estos parámetros son el resultado de la presión entre la necesidad de proteger la salud y la presión que ejercen determinadas industrias.

En el año 2018 MINSA se encuentra revisando y actualizando los LMP del D.S 031-2010-SA, el IPEN ha revisado y dado las recomendaciones técnicas para los niveles de radiactividad. Considerando que el documento base lo constituye la OMS, es de esperar que el nuevo LMP para uranio sea 0.03 mg/L.

CONCLUSIONES

1|. La radiactividad del uranio en las aguas de consumo contribuye grandemente a la dosis anual que recibe el público en general que es de 0,1 miliSievert/ año, valor recomendado por la OMS. DIGESA, indica que toda agua destinada para el consumo humano, en uranio no deberá exceder los *límites máximos permisibles* señalados en la **Anexo III** de 0.015 mg/L y el valor guía de uranio en agua de la OMS desde el 2011 es de 0.03 mg/L.

2. En el presente año 2018 DIGESA, se encuentra revisando y actualizando los LMP del D.S 031-2010-SA, el IPEN ha revisado y dado sus contribuciones técnicas para los niveles de radiactividad en el agua y considerando que el documento base lo constituye la OMS, es de esperar que el nuevo

LMP para uranio sea 0.03 mg/L.

REFERENCIAS

IPEN, Informe Científico Tecnológico: Monitoreo radiológico ambiental debido al accidente nuclear de Fukushima José Osorio*, Raúl Jara Dirección de Servicios, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú Volumen 12 (2012). p. 171-174. ISSN 1684-1662

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA. Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú 2011

Lenntech, Propiedades químicas del uranio-Efectos sobre la salud-Efectos ambientales.