Revisión: El problema del uranio en el agua de consumo de Huanuhuanu, Arequipa

José Manuel Osoreo

Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1480, Lima 41, Perú

Recibido el 11 de diciembre del 2020. Revisado el 14 de diciembre del 2020.

Aceptado el 15 de diciembre del 2020

DOI: <https://doi.org/10.33017/RevECIPeru2020.0011/>

Resumen

Entre los años 2017 y 2018 las concentraciones de uranio en agua de consumo del distrito de Huanuhuanu se encontraron por encima de lo establecido en la normativa nacional vigente razón por la cual se tomaron acciones que ocasionaron un problema de abastecimiento para la población, las que sumadas a situaciones de temor a la radiación, ocasionaron que muchos pobladores migren fuera del distrito debido al miedo de intoxicarse o de procrear hijos con malformaciones debido al consumo de esta agua contaminada afectando las actividades socio-económicas de la zona. A pesar que autoridades y especialistas en salud pública, indicaron que esta agua no debería ser utilizada, un análisis más detallado permitió demostrar que la normativa sanitaria no ha sido adecuadamente implementada en base a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y se concluye que los valores reportados no representan riesgo sanitario para la población.

Descriptores: *Uranio, agua, salud pública, migración*

Abstract

Between 2017 and 2018 the concentrations of uranium in drinking water in the Huanuhuanu district were above what was established in the current national regulations, which is why actions were taken that caused a supply problem for the population, which added to situations of fear of radiation, caused many residents to migrate out of the district due to fear of intoxication or of procreating children with malformations due to the consumption of this contaminated water affecting the socio-economic activities of the area. Although authorities and specialists in public health indicated that this water should not be used, a more detailed analysis allowed demonstrating that the sanitary regulations have not been adequately implemented based on the recommendations of the World Health Organization and it is concluded that the reported values do not represent a health risk for the population.

Keywords: *Uranium, water, public health, migration*

1. Introducción

El uranio es un metal radiactivo quimiotóxico que se encuentra en la naturaleza en bajas concentraciones, principalmente en forma oxidada y a excepción de las zonas con depósitos ricos en uranio, en su forma natural se presenta como una mezcla de tres isótopos: Uranio-234 (0,01%), Uranio-235 (0,71%) y Uranio-238 (99,28%).

Todos los isótopos de uranio emiten partículas alfa que por su tamaño y carga pierden rápidamente su energía cinética y tienen poco poder de penetración alcanzando un rango de 4 cm en aire y solo de aproximadamente 50 μm en tejido blando. Por lo tanto, son incapaces de penetrar incluso en la capa superficial de la piel humana. Como resultado, el uranio representa principalmente un peligro de radiación interna [1].

El periodo de semidesintegración radioactiva del U-138 es de 4.500 millones de años, pero considerando que en los organismos tiene una vida media biológica corta, su semiperiodo efectivo en el organismo humano es de aproximadamente 15 días por lo que su efecto radiactivo es bajo, sin embargo, el efecto más significativo en los organismos lo constituye su toxicidad química [2]

Estudios en animales y ocasionalmente en humanos han demostrado que el uranio es nefrotóxico, produciendo alteraciones glomerulares y demostrando que pequeñas dosis de uranio causan daño glomerular con necrosis, coagulación, edema capsular y glomerular, obstrucción de vasos eferentes y degeneración hialina. Sin embargo, todavía se requiere más información sobre sus efectos renales en humanos luego de una exposición crónica a través de agua potable.

Velásquez [3], sostiene que “para abordar la toxicidad del uranio es necesario considerar algunas de sus propiedades, entre ellas la solubilidad en el agua de los compuestos del mismo y la velocidad de absorción en el sistema gastrointestinal”.

Kurtio *et al* [4], estudiaron las concentraciones de uranio en el agua potable y orina de 325 personas que utilizaron pozos perforados para beber agua con una concentración media de uranio de 0,028 mg/L; llegando a la conclusión de que la exposición al uranio está asociada con la función del túbulo proximal sin un umbral claro, lo que sugiere que incluso las bajas concentraciones de uranio en el agua potable pueden causar efectos nefrotóxicos. A pesar de la ingesta crónica de agua con alta concentración de uranio, no observaron ningún efecto sobre la función glomerular. La relevancia clínica y de salud pública de los hallazgos no se establece fácilmente, sin embargo sugieren que la concentración segura de uranio en el agua potable puede estar dentro del rango de los valores de referencia propuestos de 0,002 a 0,030 mg /L.

2. Descripción del problema

2.1. El Distrito de Huanuhuanu

Creado durante el gobierno del Presidente Castilla [5], se encuentra en la provincia de Caravelí, Arequipa, ubicado a 1220 metros sobre el nivel del mar, entre las coordenadas 72°05' y 72°25' de longitud oeste y entre los 16°10' y 16°40' de latitud sur. Tiene como sede central el valle de Tocota y la

población dominante se encuentra en Mollehuaca; su población está integrada en su mayoría por migrantes cusqueños y puneños. La población económicamente activa dedicada a la minería está constituida por mineros artesanales que realizan la explotación bajo condiciones ocupacionales inadecuadas y principalmente de subsistencia [6].

Desde hace varias décadas, las comunidades realizan la extracción y procesamiento de minerales auríferos obtenidos de las zonas altas utilizando la amalgamación con mercurio en proximidad directa a la población de Mollehuaca y la quebrada seca Huanuhuanu, en el año 2013 se optó por utilizar tecnologías más innovadora y limpias en una zona más alejada de la población, quedando pendiente evaluar la necesidad de realizar acciones de remediación con el objetivo de proteger la población, así como el medio ambiente en general [7].

Si bien la actividad minera informal ha contribuido al crecimiento demográfico e impulsado la economía del lugar, también ha creado situaciones negativas, como el incremento de la inseguridad y la delincuencia y una mayor contaminación ambiental. Esta última se debe al uso no controlado de mercurio y cianuro, químicos que perjudican no solo a los trabajadores directamente empleados, sino a toda la población de la zona y a aquella que se dedica a otras actividades. La proliferación de la minería informal y las prácticas contaminantes de su explotación afectan el medio ambiente de los centros poblados, áreas agrícolas y los escasos bosques naturales de la región [8].

Mollehuaca cuenta con una posta médica que atiende a los pobladores dos veces por semana con personal procedente del centro de salud de Tocota.

En casi todos los centros poblados el abastecimiento de agua se hace a través de pozos y manantiales, de los cuales se almacenan el agua en depósitos plásticos o cilindros. Solo un pequeño sector (14%) cuenta con un sistema de agua potable, debido a que la mayoría de los pobladores consumen agua no potabilizada [9].

2.2. El problema del uranio

Considerando que la población tiene limitado acceso al agua potable y desagüe de calidad en el distrito de Huanuhuanu y con la finalidad de optimizar las condiciones de desarrollo de la población y mejorar la calidad de los servicios de

agua y saneamiento en el distrito, se vienen realizando estudios de pre-inversión y proyectos orientados a mejorar el abastecimiento de agua potable y saneamiento en la comunidad [10].

Como parte de estos estudios, a partir del año 2017, se llevaron a cabo análisis para determinar la calidad del agua en función de las normas nacionales vigentes, obteniendo valores de concentración de uranio natural superiores al valor establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Ministerio de Salud [11].

En base los resultados obtenidos, en Diciembre del año 2017 la Contraloría General de la República advirtió que los recursos hídricos procedentes de los pozos subterráneos del Distrito estaban contaminados y se solicitaron nuevos ensayos en donde el Ministerio de Salud confirmó que la contaminación supera los límites permisibles, no siendo apta para el consumo humano, razón por la cual la Fiscalía Provincial de Caravelí ordenó cerrar los pozos de abastecimiento de agua en procura de la protección de la salud pública [12].

Esta acción generó un problema social dado que la población no contaba con fuentes de abastecimiento para su consumo y tuvo que depender de la compra de botellas de agua envasada y del uso de camiones cisterna proporcionados por la Gerencia Regional de Salud que transportaba agua procedente de Chala y Atiquipa cuya cobertura no era suficiente para toda la población del Distrito.

2.3. El problema migratorio

Huanuhuanu se caracteriza por ser un distrito de inmigrantes provenientes de Puno (40%) y Cuzco (30%), esta inmigración se afianzó a partir de los años 80 debido a la necesidad de huir del terrorismo y buscar una mejor calidad de vida [13]. La presencia de estos inmigrantes es significativa y constituye la fuerza laboral que se dedica principalmente a la extracción de minerales en la zona.

Con el cierre de los pozos de abastecimiento de agua, empezaron a circular rumores sobre la contaminación con uranio, la Gerencia Regional de Salud informó que el uranio se debía a que la fuente de agua cruza con una veta de uranio y que el terremoto del 14 de enero del 2018 [14] habría

liberado los depósitos minerales produciendo esta contaminación. También se responsabilizó de la contaminación a las actividades realizadas por los mineros informales.

Por otro lado, se incrementó en la población un fuerte temor a consumir el agua de la zona, debido a que algunos medios de comunicación afirmaban que “con cada sorbo ponían su organismo en peligro, debido a la presencia de este perjudicial elemento químico” [15]; inclusive pobladores de la zona relatan que un médico de Arequipa afirmaba que había encontrado en los poblados más remotos “recién nacidos con cuernos producto de la contaminación con uranio”.

Debido a los problemas de abastecimiento de agua, el rechazo de la población y los temores debido a rumores sin confirmación, muchos pobladores, especialmente de zonas alejadas de la capital distrital, migraron a otros lugares buscando nuevas oportunidades para vivir con tranquilidad dejando algunos poblados casi abandonados.

3. Discusión

Entre marzo del 2017 febrero del 2018, la comunidad de Huanuhuanu solicitó el servicio de análisis de uranio en aguas a tres laboratorios analíticos en once puntos de muestreo que cubrían la zona más importante del distrito (Figura 1).

Figura 1: Áreas de muestreo de agua en el Distrito de Huanuhuanu

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos, pudiendo observarse que el 83,3% de las muestras sobrepasan el límite máximo permisible establecido por el Ministerio de Salud.

Tabla 1: Concentración de uranio en agua

N°	Punto de muestreo	Fecha	Valor (mg/L)
1	Captación 01- (Huicho)	2017-03-27	0,0243
		2017-05-24	0,0342
		2017-06-21	0,0296
		2017-09-07	0,0269
		2017-12-18	0,0226
		2018-02-01	0,0220
2	Captación Huicho	2018-02-01	0,0176
3	Reservorio-02	2017-09-07	0,0213
		2017-12-18	0,0172
4	Reservorio-03	2017-09-07	0,0180
5	Reservorio-04	2017-09-07	0,0257
6	C.E. Daniel A. Carrión	2017-05-24	0,0344
		2017-06-21	0,0289
7	Mollehuaca	2017-12-18	0,0156
8	Reservorio El Pozo	2018-02-01	0,0189
9	Sistema Huanuhuanu	2018-02-01	0,0016
10	Reservorio-01	2018-02-01	0,0022
11	Capt.01 (Huancarrie)	2018-02-01	0,0022

Tomando como referencia la tercera edición de las Guías para la Calidad del Agua Potable, publicada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) [16], el Ministerio de Salud mediante Decreto Supremo 031-2010-SA establece como límite máximo permisible el valor de 0,015 mg/L, por lo cual se generó un problema en la interpretación de los niveles de uranio en agua del poblado de Huanuhuanu.

Cabe indicar que con el transcurso del tiempo, la OMS ha variado los valores de referencia de uranio en agua, así, en las publicaciones de 1958 y 1963 no hay referencias para el uranio y en el año 1971, se indica que no se dispone de información suficiente para establecer un límite provisional.

En 1984, la OMS considera que no era preciso adoptar medidas para el uranio y en 1993 indica que no se establecen niveles porque no se disponían de estudios de toxicidad validados y recomendó aplicar los límites radiológicos.

En 1998, la OMS establece un valor de referencia provisional de 0,002 mg/L y en el año 2003 incrementa el valor a 0,015 mg/L, aclarando que es un valor de referencia provisional porque en zonas con concentraciones altas de uranio podría ser

difícil de alcanzarlo mediante las técnicas de tratamiento disponibles.

El valor de 0,015 mg/L corresponde al 80% de la Ingesta Diaria Tolerable (IDT) para el uranio considerando un valor de 0,6 ug/kg para una persona que pesa 60 kg y que consume dos litros de agua por día.

El efecto adverso observable (EAO) del uranio, reconocido por la OMS, viene a ser las lesiones degenerativas del túbulo contorneado del riñón y la Dosis Mínima con Efecto Adverso Observable (DMEAO) es de 60 ug/kg a una tasa de consumo de 1,8 mg/L. de acuerdo a la siguiente relación:

Dosis Mínima con Efecto Adverso Observable (DMEAO) = 60 ug/kg = 0,06 mg/kg
 0,06 mg/kg diarios x 60 kg = 3,6 mg de uranio/día.
 3,6 mg de uranio/día ÷ 2 litros/día = 1,8 mg de uranio/litro.

Por lo tanto, para que se presente un EAO es necesario que una persona ingiera 1,80 mg/L de uranio, es decir casi 100 veces el valor de referencia provisional, esto quiere decir que aguas con concentraciones de 0,015, 0,030, 0,060 o más mg/L pueden ser aptas para consumo humano.

Sin embargo, tanto el Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente fijan este valor como un "límite máximo permisible", generando así un problema en la interpretación de los resultados obtenidos para esta comunidad.

El Ministerio de Salud incorporó al uranio dentro del grupo de parámetros químicos estableciendo el término "Límites Máximos Permisibles". El uranio debió ser considerado como un elemento independiente debido a sus propiedades químicas y radiológicas. La OMS no establece "Límites Máximos Permisibles", solo establece un "Valor de Referencia Provisional".

El Ministerio de Ambiente realiza el redondeo de 0,015 a 0,020 mg/L en sus Estándares de Calidad Ambiental para aguas del 2017 dentro del grupo de "aguas que pueden ser potabilizadas", es decir antes de su tratamiento; sin embargo, este valor de referencia provisional establecido por la OMS se refiere al agua que va a ser consumida directamente por una persona después del tratamiento correspondiente ya que algunas regiones pueden contener aguas con niveles superiores de uranio y que luego del tratamiento de potabilización se

pueden bajar los niveles a valores aceptables. En este caso, al igual que MINSA, toman de manera inadecuada la referencia provisional de la tercera edición de la OMS publicada en el año 2003.

En la cuarta edición de las Guías para la Calidad del Agua Potable [17] se establece un nuevo valor para el uranio (0,030 mg/L) y recomienda que cuando la fuente de abastecimiento de agua supere este valor, será importante considerar acciones de tratamiento como coagulación y precipitación antes de su consumo.

La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), inició en el 2018 la revisión de su Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, sin embargo, la normativa vigente viene generando problemas de interpretación por parte de las autoridades sanitarias, el Ministerio Público y otras entidades vinculadas con el abastecimiento de agua en esta región. Por otro lado, al realizar la evaluación de los resultados analíticos realizados en las muestras de agua colectadas, se pudo observar lo siguiente:

- Los análisis de laboratorio muestran un valor único, sin incertidumbre, y no se puede conocer el grado de dispersión de los resultados
- Un laboratorio que no está acreditado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es el único que presenta valores superiores a 0,03 mg/l y parece ser que este laboratorio presenta un error sistemático respecto a otros laboratorios (Figura 2)
- El 89% de los resultados se encuentran por debajo del nuevo valor de referencia establecido por la OMS.

Figura 2: Resultados analíticos de uranio natural en aguas de consumo

Todas estas consideraciones fueron expuestas en una reunión entre las autoridades y representantes comunales del Distrito de Huanuhuanu con

especialistas del Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) y la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), logrando así la aclaración de los criterios expuestos por la OMS y llegando a la conclusión de que este evento más que un problema de salud pública, fue un problema social por desconocimiento, y que bajo ciertas circunstancias, si los niveles llegaran a alcanzar la DMEAO, pueden ser debidamente controlados con un adecuado tratamiento de las aguas previo a su consumo por la población.

4. Conclusiones

Debido a la geología propia de la zona andina de nuestro país, con mucha frecuencia las concentraciones de uranio disuelto en aguas subterráneas van a ser superiores a los valores de referencia provisionales propuestos por la OMS, sin embargo, es poco probable que estos valores lleguen a superar la Dosis Mínima con Efecto Adverso Observable que pudiera generar un problema real de salud pública en algunos centros poblados.

Los valores de uranio en agua obtenidos en el Distrito de Huanuhuanu se encontraron por encima de lo establecido en la normativa nacional vigente, por lo tanto, las autoridades procedieron a cerrar los pozos de captación de agua, generando un problema en el abastecimiento para la población, estas acciones, sumadas a situaciones de temor generadas por personas y algunos medios de comunicación ocasionaron que muchos pobladores migren a otros lugares debido al temor de intoxicarse o de procrear hijos con malformaciones debido al consumo de esta agua contaminada

Considerando que el Ministerio de Salud inició en el año 2018 una revisión del Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, es conveniente que las autoridades reguladoras en materia ambiental y salud pública unifiquen criterios en la comprensión e interpretación de los valores de referencia provisionales recomendados por la OMS.

El problema generado por la presencia de uranio en aguas subterráneas del Distrito de Huanuhuanu en un principio fue considerado como un problema de salud pública lo cual originó disposiciones de control y reducción de los niveles de exposición sin considerar que el factor limitante debió estar dado por la evaluación epidemiológica de la enfermedad que pudiera derivarse de su consumo, evitando así

efectos económicos, migratorios y psicosociales que afectaron a la población.

Agradecimientos

Agradecimiento especial a la comunidad del Distrito de Huanuhuanu, por la información proporcionada y el interés demostrado para la comprensión y solución de este problema sanitario.

Referencias

- [1] D. Bleise, P. Danessi, and W. Burkat, "Properties, use and health effects of depleted uranium (DU): a general overview," *J. Environ. Radioact.*, vol. 64, no. 0, pp. 93–112, 2003.
- [2] W. Burkat, "Radiotoxicity," in *Handbook on the Toxicity of Inorganic Compounds*, H. Sigel and H. Seiler, Eds. New York: Dekker, M, 1988, pp. 805–827.
- [3] L. A. Velasquez Asurza, "Estudio de condiciones para una alta eficiencia de electrodeposición de Uranio-238 en muestras ambientales," Universidad Nacional de Ingeniería, 2009.
- [4] P. Kurttio *et al.*, "Renal effects of uranium in drinking water," *Environ. Health Perspect.*, vol. 110, no. 4, pp. 337–342, 2002.
- [5] R. Castilla, *Ley Transitoria de Municipalidades*. Peru, 1857, p. 7.
- [6] R. Pando, "Primera Legislatura Ordinaria," Lima, 2009.
- [7] A. Diaz, "de la Contaminación Ambiental en el Municipio de Mollehuaca – Fase II," Arequipa, 2014.
- [8] G. Uribe, "Diagnóstico Urbano de Bella Unión. Plan de Desarrollo Urbano de Bella Unión 2011-2021," Arequipa, 2011.
- [9] J. Chatata, "Proyecto Mejoramiento del Servicio Educativo de la Institución Educativa Inicial Nuevo Horizonte de la Localidad de Mollehuaca, Distrito de Huanuhuanu, provincia de Caravelí – Región Arequipa," Arequipa, 2013.
- [10] Municipalidad Distrital de Huanuhuanu, "Instalación y mejoramiento del servicio de agua potable a poblados del distrito de Huanuhuanu , Provincia Caraveli – Arequipa," Huanuhuanu-Arequipa, 2014.
- [11] Ministerio de Salud, *Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano*. Peru: Dirección General de Salud Ambiental, 2011, p. 40.
- [12] Radioprogramas del Perú, "Habitantes de Huanu Huanu consumen agua contaminada con uranio," *RPP*, 2018. [Online]. Available: <https://rpp.pe/peru/arequipa/habitantes-de-huanu-huanu-consumen-agua-contaminada-con-uranio-noticia-1101105>. [Accessed: 10-Dec-2020].
- [13] Organización Internacional para las Migraciones, "Migraciones Internas en el Perú a Nivel Departamental," Lima, 2017.
- [14] Centro Nacional de Monitoreo Sísmico, "Boletín Sísmico N° 008," Lima, 2018.
- [15] El Pueblo, "Más de 5 mil en Huanuhuanu sin agua por presencia de uranio," *Diario El Pueblo*, 2018. [Online]. Available: <https://elpueblo.com.pe/mas-de-5-mil-en-huanuhuanu-sin-agua-por-presencia-de-uranio/>. [Accessed: 10-Dec-2020].
- [16] Organización Mundial de la Salud, "Guías para la calidad del agua potable [recurso electrónico]: incluye el primer apéndice. Vol. 1: Recomendaciones.," 2006. [Online]. Available: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/. [Accessed: 11-Dec-2020].
- [17] Organización Mundial de la Salud, "Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda," 2011. [Online]. Available: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>. [Accessed: 11-Dec-2020].