



Universidad
Norbert Wiener

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA ACADÉMICO DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

Tesis

Riesgos toxicológicos por metales pesados en aguas subterráneas y su
asociación con efectos cancerígenos y no cancerígenos en Carabayllo, 2025

Para optar el Título Profesional de
Químico Farmacéutico

Presentado por:

Autora: Cárdenas Hernández, Anita Luzmila

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9793-7155>

Asesor: Dr. Llahuilla Quea, José Antonio

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3926-8069>

Lima – Perú

2026

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Yo, **Anita Luzmila Cardenas Hernandez** egresado de la Facultad de **Farmacia y Bioquímica** y Programa Académico de **Farmacia y Bioquímica** de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo de investigación **“Riesgos toxicológicos por metales pesados en aguas subterráneas y su asociación con efectos cancerígenos y no cancerígenos en Carabayllo, 2025”** Asesorado por el docente: **Dr. Llahuilla Quea, José Antonio** DNI 09780810 ORCID **0000-0002-3926-8069** tiene un índice de similitud de 11 (Once) % con código **trn:oid:::14912:561395320** verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
Firma de autor 1

Anita Luzmila Cardenas Hernandez
DNI: 40475412

.....
Firma de autor 2

Nombres y apellidos del Egresado
DNI:



.....
Firma

José Antonio Llahuilla Quea
DNI: 09780810

Lima, 13 de junio de 2026

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios. A mi madre Julia Hernández Pérez, que ya no está presente conmigo, pero donde esté sé me cuida y guía para que todo me salga bien. Asimismo, a mi familia que me brindaron su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

Agradecimiento

Gracias a mi familia, amigos y compañeros por apoyarme en cada decisión y proyectos. También gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es y lo valiosa que puede llegar a ser. Y gracias a una persona muy especial por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis y por creer en mí, y gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar cada día.

Índice general

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice general	v
Índice de tablas y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. METODOLOGÍA	21
III. RESULTADOS	26
IV. DISCUSIÓN	35
V. CONCLUSIONES	39
VI. REFERENCIAS	41
VII. ANEXOS	51
Anexo 1: Matriz de consistencia	51
Anexo 2: Instrumentos	52
Anexo 3: Validez del instrumento	58
Anexo 4: Confiabilidad del instrumento	61
Anexo 5: Aprobación del Comité de Ética	62
Anexo 6: Formato de consentimiento informado	63
Anexo 7: Carta de aprobación de la institución para la recolección de los datos	65
Anexo 8: Evidencia fotográfica	66
Anexo 9: Informe del asesor de Turnitin	69

Índice de tablas y figuras

Tabla 1 Fuentes y uso del agua en los últimos 12 meses	26
Tabla 2 Análisis descriptivo del patrón de consumo diario de agua.....	26
Tabla 3 Presencia de cáncer entre los pobladores ante el consumo de agua contaminada por metales	27
Tabla 4 Presencia de enfermedades no cancerígenas entre los pobladores ante el consumo de agua contaminada por metales	28
Tabla 5 Nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su asociación con los efectos cancerígenos y no cancerígenos	29
Tabla 6 Nivel de arsénico, cadmio y plomo en el agua subterránea consumida.....	30
Tabla 7 Prueba de normalidad de Kolgomorov-smirnov	31
Tabla 8 Prueba de correlación sobre el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su relación con los efectos cancerígenos.....	31
Tabla 9 Prueba de correlación sobre el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su relación con los efectos no cancerígenos.....	32
Tabla 10 Evaluación de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de plomo, cadmio y arsénico en la población de Carabayllo, considerando efectos no cancerígenos y cancerígenos.....	32
Tabla 11 Cálculo de dosis diaria según fórmulas	33
Tabla 12 Evaluación de riesgo no cancerígeno.....	33
Tabla 13 Evaluación de riesgo cancerígeno.....	34
Tabla 14 Asociación con efectos en salud	34

Resumen

La accesibilidad de agua potable es un problema que los gobiernos del mundo han tratado de solucionar para sus comunidades debido a que cada vez se vuelve un recurso más escaso. A dicho problema se agrega que existen ríos, cuencas, fuente o pozos con niveles de contaminación por metales no aptos para ser bebible y/o utilizados, debido a su nivel de toxicidad en el organismo. Es así que el objetivo del estudio fue “determinar el nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su asociación con los efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo - Lima en el 2025”. Estudio de tipo básico, cuantitativos, hipotético-deductivo, no experimental y alcance relacional. La muestra estuvo conformada 215 personas y también por 15 muestras del pozo de agua de la zona. Se identificó que el nivel de arsénico ($< 0,008 \text{ mg L}^{-1}$), cadmio ($< 0,0005 \text{ mg L}^{-1}$) y plomo ($< 0,006 \text{ mg L}^{-1}$) no superando los límites establecidos. Se comprobó también que el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no estaba relacionado con los efectos cancerígenos ($\text{Sig.} = 0,235$) y no cancerígenos ($\text{Sig.} = 0,745$). Concluyendo que el nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no mostró estar asociados estadísticamente con efectos cancerígenos ($X^2 < 0,478$) y no cancerígenos ($X^2 < 0,590$) en la población de Carabayllo en el 2025.

Palabras Claves: Contaminación del agua, metal, cáncer, enfermedad, agua potable.

Abstract

Access to drinking water is a problem that governments around the world have tried to solve for their communities, as it is becoming an increasingly scarce resource. Added to this problem is the fact that there are rivers, streams, springs, and wells with levels of metal contamination that make them unfit for drinking and/or use due to their toxicity to the body. Thus, the objective of the study was to “determine the level of toxicological risk from the consumption of groundwater containing heavy metals and its association with carcinogenic and non-carcinogenic effects in the population of Carabayllo - Lima in 2025.” The study was basic, quantitative, hypothetical-deductive, non-experimental, and relational in scope. The sample consisted of 215 people and 15 samples from water wells in the area. It was found that the levels of arsenic ($< 0.008 \text{ mg L}^{-1}$), cadmium ($< 0.0005 \text{ mg L}^{-1}$), and lead ($< 0.006 \text{ mg L}^{-1}$) did not exceed the established limits. It was also found that the toxicological risk from consuming groundwater containing heavy metals was not related to carcinogenic (Sig.= 0.235) or non-carcinogenic (Sig.= 0.745) effects. It was concluded that the level of toxicological risk from consuming groundwater containing heavy metals was not statistically associated with carcinogenic ($X^2 < 0.478$) or non-carcinogenic ($X^2 < 0.590$) effects in the population of Carabayllo in 2025.

Keywords: Water pollution, metal, cancer, disease, drinking water.

I. INTRODUCCIÓN

La accesibilidad de agua potable a nivel mundial es un indicador cada vez más alarmante, tanto por su escasez como por su contaminación, siendo la última provocada por la misma mano del hombre y las industrias, que genera que el recurso hídrico ya no sea apto para el consumo, debido a que su contenido podría ser perjudicial para el ser humano^{1,2}.

Es así como la contaminación de agua subterránea se da en países donde la actividad minera tiene mayor prevalencia³. Ello lo dejó en claro Dueñas et al.⁴ al indicar que, el sector minero es uno de los principales responsables en la contaminación de fuentes hídricas. Hecho que representa un riesgo en la salud pública de una población que, por necesidad tienen que consumir de dicha agua, lo que provoca efectos adversos en su sistema biológico, debido a que pueden contraer enfermedades crónicas y cáncer⁵.

A nivel internacional los metales pesados con mayor reporte de contaminación de agua son el arsénico (As), el cadmio (Cd) y el plomo (Pb). Ello lo reportó Robles⁶, en Ecuador, donde refirió que, el arsénico es un metal contaminante crítico en el agua. Su ingesta a largo plazo está relacionada a diversos problemas de salud, como el cáncer de piel y enfermedades cardiovasculares. Por otro lado, Mendoza et al.⁷ indicaron en su investigación en Venezuela, que la exposición al cadmio se encontraba vinculada con enfermedades renales, problemas óseos y en el desarrollo de niño. En el caso del plomo, Calvopiña y Satuquinga⁸ expresaron que el metal es reconocido por su neurotoxicidad, y que su ingesta desmedida, puede afectar al sistema nervioso de los niños, ocasionando déficits en el desarrollo cognitivo.

Para el contexto peruano, los metales en recursos hídricos han sido documentados en diversos entornos, tales como cuencas altoandinas, puquíos y abastecimientos urbanos. Investigaciones como de Valenzuela y Limahuaya⁹ dejan evidencia de ello, al reportar que el agua subterránea del Parque Industrial Taparachi - Juliaca no era apta para el consumo de los pobladores, debido que los estudios fisicoquímicos arrojaron que el recurso hídrico presentaba niveles peligrosos de arsénico (0,040 mg/L), no cumpliendo con los estándares sobre la calidad del agua. Asimismo, Quispe et al.¹⁰ reportaron que el río Coata (Juliaca), presentaba diversos metales pesados, como cromo (28,42 mg/L), plomo (10,83 mg/L) y cadmio (0,33 mg/L) en sus aguas, esto debido la misma población o la industria vertían aguas residuales en el río. Afectando de forma directa el equilibrio de ecosistema del lugar.

Por su lado, Avalos¹¹ reportó que el agua que abastecía un puquío en Huacho arrojó un valor de 0,029 mg/L de plomo, según los análisis que le realizaron. Siendo este un valor muy por encima de lo señalado por la legislación peruana (0,01 mg/L), por lo que constituía un riesgo para la salud de las personas de la zona.

A nivel local, el sistema de abastecimiento de agua se encuentra distribuido por centenares de pozos de agua subterránea, los cuales deben de atender la demanda del Callao y de todas las zonas de Lima, como la zona norte donde se ubica el distrito de Carabayllo. Ante ello, la Defensoría del Pueblo¹² reportó que el suministro de agua está compuesto por 422 pozos como fuentes primarias de distribución de agua. Pero, sin embargo, organismos internacionales han indicado que la calidad del agua subterránea en Lima no cuenta con políticas públicas robustas, tanto de prevención y evaluación de metales y sales que debe de tener el recurso hídrico, lo cual limita la evaluación de riesgos sanitarios que debe realizar el gobierno.

Ante ello es que se plantea realizar una evaluación del agua subterránea en la Asociación 29 de agosto - Carabayllo, con la intención de analizar la presencia de metales como arsénico, cadmio y plomo, las cuales han sido vinculados a diversos problemas de salud como la hipertensión, anemia o insuficiencia renal, así también como diversos tipos de cáncer.

Como problema general se planteó: ¿De qué manera el nivel de riesgo toxicológico potencial por el consumo de agua subterránea con metales pesados está asociado con efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo - Lima en el 2025

Y como problemas específicos se planteó: 1. ¿Qué nivel de arsénico, cadmio y plomo hay en el agua subterránea consumida por la población de Carabayllo? 2. ¿De qué manera el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados está asociado con los efectos cancerígenos en la población de Carabayllo? 3. ¿De qué manera el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados está asociado con los efectos no cancerígenos en la población de Carabayllo?

Como parte de la justificación la investigación se enmarca en teóricamente desde las líneas de toxicología, salud pública y gestión ambiental. Con la intención de brindar un aporte sobre los potenciales riesgos que genera el consumo pasivo de agua con metales pesados (As, Cd y Pb) y su vínculo con los efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población. Este trabajo integró y operacionalizó marcos conceptuales, juntos con parámetros establecidos por el Sistema Nacional de Información Ambiental¹³ y con la intención de poder conocer los niveles de concentración de

los tres metales pesados que presenta las aguas subterráneas del lugar en estudio. Asimismo, también se tomará en cuenta lo estipulado por la Environmental Protection Agency¹⁴ (Agencia de Protección del Medio Ambiente) para poder medir la relación del efecto cancerígenos y no cancerígenos que podrían estar presentando una parte de la población de Carabayllo ante el consumo de agua subterránea.

Desde un aspecto metodológico, el estudio adoptó un enfoque cuantitativo con mediciones de As, Cd y Pb en pozos mediante análisis en laboratorio. Adicional a ello se aplicó encuestas a la población para poder medir el nivel de exposición en la que se encuentran (ingesta diaria, frecuencia, duración, peso corporal, entre otros). La intención es dejar un precedente dentro del lugar y poder describir, explicar y predecir fenómenos de riesgo mediante indicadores estandarizados y contrastables, que pueda ser de utilidad para la comunidad. Cabe indicar que los instrumentos fueron puestos a evaluación de expertos y se sacará confiabilidad, con la intención que pueda ser utilizado por otros investigadores.

En términos prácticos, el estudio beneficia directamente a la población de Carabayllo que depende, de forma total o parcial, del agua subterránea. Asimismo, se encuentran involucrados agentes públicos, como la Municipalidad, establecimientos de salud, DIGESA/MINSA y operadores de agua, los mismos que deben de conocer la realidad en la que se vive en el lugar estudiado, al brindar evidencia local y actualizada. Con ello, se cubrió un vacío de información a sobre la gestión sanitaria y ambiental en Lima norte.

Como objetivo general se planteó: Determinar el nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su asociación con los efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo - Lima en el 2025.

Y como específicos: 1. Identificar el nivel de arsénico, cadmio y plomo en el agua subterránea consumida por la población de Carabayllo. 2. Establecer el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su asociación con los efectos cancerígenos en la población de Carabayllo. 3. Determinar el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su asociación con los efectos no cancerígenos en la población de Carabayllo.

Y como hipótesis de estudio se planteó: Ho: El nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no tiene asociación con los efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo - Lima en el 2025.

Hi: El nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados tiene asociación significativa con los efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo - Lima en el 2025.

Dentro del ámbito internacionales de antecedentes están investigaciones como la de Kapoor et al. (2024) tuvieron como objetivo de “evaluar los riesgos para la salud humana derivados de la presencia de metales pesados en fuentes subterráneas de agua en el distrito de Rupnagar (Punjab, India)”. Estudio exploratorio, cuantitativo y no experimental. La muestra fueron 34 muestras de agua subterránea recolectadas de pozos y bombas manuales. Utilizaron fichas de observación. Los resultados mostraron concentraciones preocupantes: el aluminio alcanzó hasta 53.6 mg/L, el plomo 4.56 mg/L y el arsénico 0.096 mg/L, todos superiores a los límites establecidos por la norma IS:10500–2012. Concluyó que las aguas subterráneas de Rupnagar no son seguras para el consumo humano, debido a los altos niveles de metales pesados que superan los estándares de la OMS¹⁵.

Asimismo, está el estudio Badeenezhad et al. (2023) tuvieron como propósito fue “evaluar la contaminación por metales pesados en el agua potable subterránea residencial de Shiraz, Irán, y estimar los riesgos cancerígenos y no cancerígenos mediante índices de calidad del agua y simulaciones Monte Carlo en R”. El estudio fue cuantitativo, transversal y descriptivo, basado en la recolección de 80 muestras de agua durante las estaciones húmeda y seca. Los resultados evidenciaron que, durante la estación seca, el 40% de las zonas mostró un alto grado de contaminación ($Cd > 3$). En la evaluación de riesgo no cancerígeno, el cromo (Cr) presentó el mayor Hazard Quotient (HQ) tanto en niños ($HQ = 0.408$) como en adultos ($HQ = 0.175$), mientras que el arsénico (As) ocupó el segundo lugar ($HQ = 0.426$ y 0.183 , respectivamente). El Índice de Peligro (HI) superó el umbral de 1 en los niños (media = 1.26; rango: 0.46–2.85), indicando riesgo no cancerígeno significativo, pero permaneció dentro de límites aceptables en adultos (media = 0.40). Concluyó que las aguas subterráneas de Shiraz presentan un riesgo no cancerígeno relevante para niños, principalmente asociado a cromo, manganeso y arsénico, y que los riesgos cancerígenos, aunque bajos, requieren monitoreo permanente¹⁶.

Por otro lado, Zhang et al. (2024) tuvieron como objetivo “monitorear los niveles de arsénico en el agua potable rural de la Región Autónoma de Mongolia Interior durante el período 2013–2022 y evaluar los riesgos para la salud asociados”. El estudio fue cuantitativo, longitudinal y observacional. Seleccionó un total de 42,695 muestras y fueron recogiendo la información en diversas fichas de datos. Los resultados mostraron que entre 2013 y 2022, el promedio de arsénico

disminuyó progresivamente, y para 2022, más del 98 % de las muestras cumplieron con el estándar nacional. Sin embargo, durante los primeros años (2013–2017), las concentraciones superaron 0.02 mg/L en varias zonas, y los valores de LCR (riesgo cancerígeno) para adultos y niños excedieron 1×10^{-4} , lo cual representa un riesgo elevado de cáncer. En cuanto al riesgo no cancerígeno (HQ), todos los grupos poblacionales se mantuvieron por debajo de 1, indicando niveles seguros. Concluyeron que, gracias a políticas de saneamiento rural y programas de remoción de arsénico implementados desde 2015, la calidad del agua potable mejoró significativamente¹⁷.

Por otro lado, Sampathkumar et al. (2024) tuvieron como objetivo “evaluar las concentraciones de metales pesados en aguas subterráneas y estimar los riesgos para la salud humana asociados a su exposición crónica en comunidades rurales del sur de la India”. El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, descriptivo y analítico, abarcando 40 puntos de muestreo de pozos utilizados para consumo doméstico en los distritos de Madurai y Theni (Tamil Nadu, India). Los resultados). Los resultados niveles elevados de plomo ($Pb > 0.25$ mg/L) y manganeso ($Mn > 0.89$ mg/L) en zonas agrícolas, atribuibles al uso de fertilizantes y pesticidas fosforados. El Hazard Index (HI) promedio para los niños fue de 2.73, mientras que para los adultos fue de 1.14, ambos superiores al valor de referencia ($HI > 1$), indicando riesgo no cancerígeno significativo, especialmente por exposición a Pb y Mn. Concluyó que la exposición prolongada a Pb, As y Cr en el agua subterránea representa un riesgo potencial tanto cancerígeno como no cancerígeno para la población infantil y adulta¹⁸.

Concluyó que la exposición prolongada a Pb, As y Cr en el agua subterránea representa un riesgo potencial tanto cancerígeno como no cancerígeno para la población infantil y adulta¹⁸.

Y por último está el estudio de Şener et al. (2025) tuvieron como propósito “evaluar el riesgo para la salud humana asociado a la contaminación por arsénico y otros metales pesados en el agua del lago İznik (Turquía)”. Estudio cuantitativo, descriptivo-analítico y diseño transversal, basada en 76 muestras de agua superficial recolectadas y registradas en diversas fichas de observación. Los resultados revelaron que las concentraciones promedio ($\mu\text{g/L}$) de los metales siguieron el orden: $Al (13.66) > Fe (11.37) > As (6.15) > Mn (2.54) > Zn (2.46) > Pb (0.61) > Cu (0.42) > Cr (0.36) > Ni (0.22)$. Solo el arsénico superó el límite máximo permitido por la Organización Mundial de la Salud ($10 \mu\text{g/L}$) y por la normativa turca (TS 266). Concluyeron que los índices HPI y HEI clasificaron el agua como de baja contaminación, aunque el análisis de

riesgo indicó efectos no cancerígenos y cancerígenos asociados al arsénico, particularmente en la población infantil, donde el HI superó el valor crítico de 1¹⁹.

Y como antecedentes nacionales está lo realizado por Chuquilin (2024) tuvo como objetivo “determinar el impacto de los metales pesados (plomo y mercurio) en el agua de consumo de la institución universitaria”. Estudio básico, descriptivo y no experimental. La muestra estuvo compuesta por 63 personas y los metales fueron analizados en los pozos 3 y 9, ubicados en la zona de Manzanares. Y como instrumentos utilizó cuestionario y guía de observación. Como resultados reportó que hubo existe relación significativa entre los metales pesados (plomo y mercurio) y la calidad del agua de consumo ($\text{sig.}=0,000$). Asimismo, observó que la concentración de plomo no superó los 0.01 mg/L y la de mercurio se mantuvo por debajo de 0.001 mg/L, lo que evidencia un cumplimiento adecuado de la normativa sanitaria. Concluyó que, aunque los niveles de contaminación no representan un riesgo inmediato, la exposición crónica a metales pesados podría generar efectos acumulativos en la salud, especialmente en órganos como el riñón, hígado y sistema nervioso²⁰.

Por su lado, Maldonado (2024) tuvo como propósito “identificar la concentración y el riesgo toxicológico de plomo, mercurio y arsénico en agua potable destinada al consumo humano en el distrito de la Unión Leticia (Junín)”. Estudio aplicado, cuantitativo, no experimental, descriptivo y transversal. Trabajó con 10 muestras de agua potable. Utilizó el método de espectrofotometría de absorción atómica. Los resultados indicaron que la concentración promedio de plomo fue de 0.00031 mg/L, de mercurio fue de 0.00002 mg/L, y la de arsénico fue de 0.02745 mg/L, evidenciando que los valores de plomo y mercurio estuvieron dentro de los límites permisibles establecidos por la OMS y el MINSA; sin embargo, el arsénico superó los valores máximos permisibles (0.01 mg/L). El análisis estadístico determinó que el valor p fue de 0.714, indicando que no existe riesgo toxicológico general en el agua potable del distrito. Concluyó que el agua potable del distrito presenta concentraciones seguras de plomo y mercurio, pero el arsénico excede los límites recomendados, por lo que puede ser un riesgo potencial de exposición crónica, lo que representa una amenaza para la salud a largo plazo, especialmente en niños y adultos mayores²¹.

Asimismo, Mori et al. (2025) tuvieron como propósito “determinar la concentración, especiación y riesgo toxicológico del arsénico en aguas superficiales de la cuenca del río Caplina (Tacna, Perú)”. Estudio cuantitativo, descriptivo-analítico y de campo, aplicado a siete puntos de

monitoreo. Los resultados mostraron concentraciones totales de arsénico entre 0.0304 y 0.0730 mg/L, superando ampliamente el límite máximo permisible de la OMS (0.01 mg/L). El arsenito (As III), la forma más tóxica y móvil, alcanzó hasta 0.0154 mg/L en el punto 7, mientras que el arseniato (As V) obtuvo valores máximos de 0.0260 mg/L en el punto 6. El riesgo cancerígeno (LCR) osciló entre 2.56×10^{-5} y 6.28×10^{-5} , valores inferiores al umbral crítico de 1×10^{-4} . El riesgo no cancerígeno (HQ) varió entre 0.09 y 0.21, lo que sugiere potenciales efectos adversos crónicos ante exposición continua. Concluyeron que la cuenca presentaba una contaminación generalizada por arsénico, atribuida a fuentes geogénicas (disolución de minerales arsenicales) y antrópicas (efluentes mineros y agrícolas), y que las comunidades locales estaban en riesgo de afecciones renales, neurológicas y cancerígenas²².

De igual forma, Custodio et al. (2023) tuvieron como finalidad “evaluar el riesgo microbiológico y por elementos potencialmente tóxicos (PTEs) en ríos altoandinos del centro del Perú mediante simulación de Monte Carlo”. Estudio cuantitativo, descriptivo y analítico, aplicado a 144 muestras de agua recolectadas en cuatro ríos (Cunas, Shullcas, Chia y Miraflores). Los resultados evidenciaron que las concentraciones promedio de arsénico fueron de 13.1 µg/L en el río Chia, superando el límite máximo permisible de la OMS (10 µg/L) y del D.S. N.º 004-2017-MINAM. Los demás metales (Cd, Cr, Pb) se mantuvieron dentro de los rangos aceptables. El riesgo carcinogénico (ILCR) presentó los valores más altos en el río Chia (9.80×10^{-5} en adultos y 1.43×10^{-4} en niños), indicando un alto potencial de cáncer infantil por exposición prolongada al arsénico. Concluyeron que los ríos altoandinos presentan contaminación microbiológica generalizada y presencia de arsénico por encima de los estándares nacionales, especialmente en el río Chia. El agua no es apta para consumo humano sin tratamiento, y la exposición prolongada podría generar efectos cancerígenos, principalmente en población infantil²³.

Por su parte, Avalos (2023) tuvo como propósito “diagnosticar la presencia de plomo en agua y suelo, y determinar su correlación con los niveles de plomo en sangre de los pobladores locales”. La investigación fue de tipo aplicada, cuantitativa, descriptiva y correlacional. Tomaron muestras de agua para consumo humano, agua de riego y suelo agrícola durante la estación seca. Los resultados indicaron que el puquio principal de abastecimiento de agua potable registró 0.029 mg/L de plomo, superando casi tres veces el límite máximo permisible (0.010 mg/L) establecido por el D.S. N.º 004-2017-MINAM. El análisis Tau-b de Kendall mostró una correlación inversa y moderada ($r = -0.438$, $p = 0.036$) entre la contaminación por plomo (en agua y suelo) y los niveles

de plomo en sangre, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se confirmó la existencia de una relación significativa. Concluyó que la contaminación por plomo en agua y suelos agrícolas constituye una amenaza directa para la salud pública, con impacto mayor en niños y mujeres gestantes²⁴.

Como base teórica se planteó como definición que los metales pesados son aquellos elementos de la tabla periódica los cuales han sido clasificados como elementos químico metálicos, recibiendo dicha terminología por su alta densidad que poseen las cuales oscila entre los 4 g/cm³ a 6 g/cm³, y en algunos casos mucho más. Debido a esta propiedad son considerados tóxicos en concentraciones bajas, esto debido a peso atómico y masa que poseen²⁵.

Por su lado, Mamani²⁶ refirió que los metales pesados eran conocidos por su alto nivel de toxicidad y capacidad biomagnificación, lo que implicaba que puedan acumularse dentro de los organismos vivos a los que lograba tener contacto a lo largo de la cadena alimentaria y provocar efectos adversos tanto en la salud humana, animal o ambiental.

De acuerdo a Cusiche et al.²⁷ se consideran metales pesados a aquellos cuya densidad es al menos cinco veces superior a la del agua. Cabe resaltar que estos elementos desempeñan un papel esencial en distintos procesos industriales relacionados con la producción de bienes y servicios. Su clasificación se fundamenta en dicha propiedad física, ya que una densidad elevada suele estar asociada con un mayor potencial tóxico. Esta característica es clave tanto para su identificación como para la evaluación de sus efectos en el entorno y la salud^{28,29}.

Entre los metales pesado que figuran en la tabla periódica están: Aluminio (Al), Bario (Ba), Be (Berilio), Co (Cobalto), Cu (Cobre), Sn (Estaño), Fe (Hierro), Mn (Manganeso), Cd (Cadmio), Hg (Mercurio), Pb (Plomo), As (Arsénico), Cr (Cromo), Mo (Molibdeno), Ni (Níquel), Ag (Plata), Se (Selenio), Ti (Titanio), V (Vanadio), Au (Oro) y Zn (Zinc).

De los cuales, para la Organización Mundial de la Salud^{30,31}, los metales pesados que son considerados tóxicos son: el Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Plomo (Pb) y Mercurio (Hg).

Concerniente a los riesgos toxicológicos del plomo, arsénico y cadmio, son contaminantes ambientales que plantean riesgos significativos para la salud humana el medio ambiente. Estos elementos, presentes en diversas fuentes, pueden ingresar a la cadena alimentaria y al agua potable³², provocado por diversas vías de exposición, como la vía oral, la cual es provocada ante el consumo de agua o alimentos contaminados, especialmente aquellos irrigados con aguas que

contienen estos metales. Por otro lado, está la vía dérmica, que se da cuando la persona entra en contacto directo con suelos o sedimentos contaminados por zonas agrícolas o industriales. Y por último está la inhalación, que es la exposición a partículas de polvo en el aire que contiene metales pesados, también está se genera en áreas industriales en su gran mayoría³³.

La exposición de metales puede resultar en una variedad de manifestaciones clínicas y enfermedades asociadas³⁴. Es así que el plomo es conocido por causar encefalopatía en niños, también de provocar comportamientos irregulares, disminución del coeficiente intelectual y trastornos neurológicos. Asimismo, niveles elevados de plomo en la sangre están relacionados con problemas de audición y atención³⁵.

El arsénico, por su parte, ha sido vinculado a un aumento en la incidencia de cáncer de piel, vejiga y pulmón, así como a enfermedades a cardiovasculares y diabetes. Los síntomas cutáneos, como lesiones musculares, son comunes en casos de exposición crónica a arsénico^{36,37}.

En cuanto al cadmio, su toxicidad se manifiesta principalmente a través de daño renal, pues puede provocar una condición conocida como “itai-itai”, caracterizada por dolor intenso y debilidad en los huesos y los riñones. También se ha relacionado con enfermedades respiratorias como fibrosis pulmonar en personas expuestas a este metal en industrias^{38,39}.

Respecto al riesgos por consumo de agua subterránea contaminada con metales pesados representan una preocupación creciente a nivel global, especialmente en contextos donde estas fuentes hídricas son esenciales para el consumo humano y agrícola⁴⁰.

Entre los más relevantes están el plomo (Pb), arsénico (As) y cadmio (Cd) los cuales son comunes en entorno contaminados. El plomo es conocido por sus efectos neurotóxicos, especialmente en niños, a los que les provoca problemas de desarrollo cognitivo y el comportamiento⁴¹. Por otro lado, el arsénico está asociado a una alta tasa de generar riesgos cancerígenos⁴². Este metal en particular se presenta de forma frecuente en aguas subterráneas las cuales han sido contaminadas por la actividad industrial o minera. Y por último el cadmio se destaca por su potencial para causar toxicidad renal y efectos adversos en los huesos⁴³.

La importancia del monitoreo y tratamiento de la contaminación por metales pesados radica no solo en la salud humana, sino también en la salud de ecosistemas enteros. La acumulación de estos metales en el agua subterránea puede afectar la flora y la fauna local, provocando desequilibrios ecológicos que pueden tener efectos en cadena, incluyendo la disminución de la biodiversidad y alteraciones en los ciclos de alimentación y/o nutrientes^{44,45}.

El arsénico en el agua subterránea es un elemento metálico de origen natural y antropogénico que puede disolverse desde minerales arsenicales del subsuelo o provenir de actividades humanas como la minería, fundición o uso de pesticidas. Su concentración se mide en miligramos por litro (mg/L) o microgramos por litro ($\mu\text{g/L}$), para poder saber si supera los límites permitidos el nivel de arsénico en el agua no debe superar los 0,010 mg L^{46,47}.

El cadmio es un metal pesado que puede incorporarse al agua a través de residuos industriales, aguas de drenaje minero o fertilizantes fosfatados. Aunque puede presentarse naturalmente en bajas concentraciones, su acumulación es principalmente de originado por la mano del hombre. Los límites permitidos el nivel de cadmio en el agua no debe superar los 0,003 mg L^{46,47}.

El plomo proviene de la corrosión de tuberías, la contaminación industrial y el uso de combustible con plomo o pinturas antiguas. En aguas subterráneas, puede movilizarse por cambios en el pH y la presencia de materia orgánica. El límite máximo permitido por la normativa es 0,10 mg/L^{46,47}.

En relación a la estimación de efectos cancerígenos y no cancerígenos, primero indicar que la estimación es medida en base al impacto que ocasiona la salud de las personas posterior a la ingesta de agua que contiene concentraciones peligrosas de metales pesados como el plomo, mercurio, cadmio y arsénico⁴⁸. Estos metales son conocidos por su toxicidad y capacidad de bioacumulación en organismos, lo que hace que su presencia en el agua potable sea motivo de preocupación social⁴⁹.

Los efectos cancerígenos, la ingesta de agua contaminada se encuentra asociada a diversos problemas de salud. Estudios han indicado que los niveles de exposición a metales pesados resultan en un riesgo cancerígeno significativo, superando el umbral de 1 caso por 100 000 expuestos en ciertas poblaciones⁵⁰. De forma específica resalta que la exposición a tratamientos contaminantes, combinados con la susceptibilidad genética de los individuos, puede aumentar e el riesgo de desarrollar patologías malignas⁵¹.

Tal es el caso del arsénico, que ha sido clasificado como un carcinógeno humano y han demostrado que su exposición crónica a través del agua es responsable de varios tipos de cáncer, tales como el cáncer de piel, vejiga, pulmón, vías digestivas, hígado, riñón, y cánceres de los sistemas linfático y hematopoyético^{52,53}. De manera similar, el mercurio, ha sido vinculado a altos

índices de cáncer en el estómago, riñones y tiroides, ya que puede inducir daño genético y alterar procesos celulares^{54,55}.

Además de los efectos cancerígenos, la contaminación por metales pesados en el agua tiene múltiples efectos no cancerígenos que afectan la salud de manera significativa. Tal es el caso que la exposición del cadmio puede desencadenar enfermedades respiratorias, daños renales y afectaciones en el sistema inmunológico. Por otro lado, el plomo, conocido por sus efectos neurotóxicos, es especialmente perjudicial en niños y mujeres embarazadas, cuando problemas en el desarrollo cognitivo y conductual^{56,57}.

El mercurio puede provocar daños en el sistema nervioso central y en el desarrollo neurológico durante la niñez, además de generar efectos adversos sobre el sistema reproductivo y en la salud cardiovascular^{58,59}. También se han reportado casos de alteraciones de tipo motora, de comportamiento, del sistema metabólico, sistema nervioso, así también como problemas de memoria, temblores, pérdida de la coordinación, daños renales permanente, trastornos cardiovasculares, hepáticos, pulmonares y cutáneos y problemas de visión. Asimismo, se reportó que puede generar un riesgo en mujeres embarazadas, al dañar de forma directa la placenta y causar daños irreversibles en el cerebro en desarrollo del feto^{60,61}.

II. METODOLOGÍA

El proyecto tuvo como cimientos de elaboración el tipo básico. Ñaupas et al.⁶⁴ expresó que los estudios con este tipo de investigación tienen por objetivo el contribuir al desarrollo, expansión y contrastación del nuevo conocimiento.

Los estudios cuantitativos son aquellos que utilizan métodos matemáticos y fórmulas estadísticas como base de comprobación de las hipótesis u objetivos planteados, esto según lo estipulado por Arias et al.⁶² y siendo el enfoque que se utilizará dentro del proyecto.

El método hipotético-deductivo fue el seleccionado como base metodológica para el presente estudio. Baena⁶³ refiere que las investigaciones con este método tienen la característica que su análisis de desarrollo se encuentra abocado a la comprobación de un supuesto, con el uso de diversas pruebas científicas.

El proyecto al ser desarrollado no tendrá ningún tipo de intervención por parte de la investigadora, esto con la finalidad de que solo se evidencie como se desenvuelven las variables dentro de su contexto en el que habitan, corresponde este tipo de diseño al no experimental, según Steinberg et al.⁶⁵.

Por otro lado, el estudio corresponde a un alcance relacional, Hernández-Sampieri y Mendoza⁶⁶ refiere que los estudios con este nivel tienen el propósito de hallar la asociación y/o relación que pudiera existir entre dos variables. Asimismo, el corte será transversal, esto debido que existe un plan de desarrollo único en el que se realizará la aplicación del instrumento dentro de un periodo determinado⁶⁷.

La población comprende un conjunto de elementos que comparten características comunes y que son pertinentes para una investigación. En el presente estudio, se contemplará muestras de 1 pozo de la zona en estudio. Adicional a ello se encuestará a los habitantes, los cuales comprenden un total de 480 pobladores de la Asociación 29 de agosto del distrito de Carabayllo.

Como criterios de inclusión se tuvo en cuenta a pobladores que residan dentro de la asociación al menos 5 años ininterrumpidamente, asimismo que sean mayores de edad de ambos sexos. Y como criterios de exclusión no se tuvo en cuenta a personas que han ido de visita al lugar de estudio. Personas que no deseen firmar el consentimiento informado y que se detecte que sufran de alguna discapacidad mental.

Respecto a la muestra y muestreo, se tuvo 15 muestras del pozo de agua de la zona para realizar la medición de metales.

Y para determinar el tamaño muestra de los habitantes se aplicó la fórmula para poblaciones finitas,

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * p * q}$$
$$n = \frac{480 * 1,96^2 * 0,5 * 0,5}{(480 - 1) * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,5 * 0,5} = 215 = 215 \text{ personas}$$

Al conocer el número de la población y conociendo la muestra final a aplicar las encuestas. Se utilizará como muestro de investigación el probabilístico aleatorio simple.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
Riesgos toxicológicos por consumo de agua subterránea	Los riesgos toxicológicos por el consumo de agua subterránea se refieren al daño que puede causar las sustancias químicas y otros contaminantes, como pesticidas, desechos industriales y metales pesados, lo que puede provocar enfermedades en el organismo de la persona o animal que lo consuma ⁶⁸ .	La variable será analizada en base a la identificación de tres metales pesados: Arsénico, Cadmio y Plomo	Niveles de Arsénico	Concentración de arsénico en el agua subterránea según el DS N° 031-2010-SA	Intervalo	< 0,010 mg L⁻¹ – No supera los Límites permitidos > 0,010 mg L⁻¹ – Supera los Límites permitidos
			Niveles de Cadmio	Concentración de cadmio en el agua subterránea según el DS N° 031-2010-SA	Intervalo	< 0,003 mg L⁻¹ – No supera los Límites permitidos > 0,003 mg L⁻¹ – Supera los Límites permitidos
			Niveles de Plomo	Concentración de plomo en el agua subterránea según el DS N° 031-2010-SA	Intervalo	< 0,010 mg L⁻¹ – No supera los Límites permitidos > 0,010 mg L⁻¹ – Supera los Límites permitidos
Estimación de efectos cancerígenos	La estimación de efectos cancerígenos y no cancerígenos implica evaluar el riesgo que puede desarrollar una persona en contraer una enfermedad al estar expuesto a sustancias contaminadas como aire, alimentos o agua ^{69,70} .	La variable será evaluada en base a las dimensiones: Riesgo no cancerígeno (HQ) y Riesgo cancerígeno (CR). Los mismos que darán información relevante sobre los males que aquejan dentro del distrito	Riesgo no cancerígeno (HQ)	- Estimación de exposición - Dosis Crónica de Ingestión (mg/día) - Dosis de Referencia (no cancerígena)	Intervalo	HQ > 1 indica posibilidad de efectos adversos
			Riesgo cancerígeno (CR)	- Estimación de exposición - Dosis crónica de ingestión - Factor de potencia cancerígena	Intervalo	Valor aceptable: 1×10 ⁻⁶ a 1×10 ⁻⁴

El proyecto utilizó dos técnicas para el recojo de data, la encuesta que es un método que se aplica a personas para poder conocer la percepción, vivencias o creencias sobre un tema en particular⁷¹. Y, por otro lado, se tuvo en cuenta la observación, el cual es el registro y análisis resultados, fenómenos o datos de información⁷².

Se utilizó una ficha de registro de datos para determinar las cantidades de arsénico, cadmio y plomo en las aguas subterráneas que están destinadas al consumo. La ficha consignará la identificación del punto de agua (pozo y/o ubicación) y los resultados de laboratorio expresado en mg/L y su contraste con los límites de referencia. Este instrumento brindó información sobre la concentración de cada metal para el posterior cálculo posterior del riesgo.

Se aplicó una encuesta de exposición por ingestión a los residentes que consumen agua de pozo, a fin de estimar los parámetros requeridos para la evaluación de riesgo, entre la que está la ingesta diaria de agua (IR), la frecuencia anual (EF), duración de exposición (ED), peso corporal (BW) y tiempo de promedio de consumo (AT). Adicional a ello la encuesta recogerá cuál es la fuente principal de agua y las prácticas de tratamiento doméstico, lo que permitirá estandarizar la dosis que podría ser crónica ante la ingestión.

Las herramientas de recolección de datos fueron puestos a evaluación de tres jurados expertos, los cuales revisaron cada ítem que contiene los instrumentos y analizarán su pertinencia, coherencia y relevancia.

Los instrumentos fueron validados por expertos en el área de investigación y adicional a ello se sacó la prueba de fiabilidad del Test-Retest, el cual fue aplicado en una muestra de 20 personas donde obtuvo un valor de 0,88. También se tomaron 10 muestras del pozo y fue llevado a laboratorio, para poder comprobar la fiabilidad de la ficha de registro de datos la cual obtuvo un valor de confiabilidad de 1. Por lo que se logró determinar que ambos instrumentos eran fiables para la aplicación final de cada muestra, al superar el valor de aceptación de 0,7.

Como parte del plan de análisis, se solicitó permiso dentro de la asociación para la realización del estudio. Una vez obtenida la autorización se aplicarán los instrumentos de recolección de datos. Para analizar el contenido de metales pesado en el agua de pozo, se tomó muestras del pozo y posterior a ello se analizó en un laboratorio la cantidad de cadmio, arsénico y plomo que puedan estar presentando y el caso de las encuestas, éstas serán aplicadas de forma presencial a los pobladores del lugar en estudio.

Una vez que se obtenga la información, esta fue digitalizada y procesada en el programa estadístico SPSS versión 27, esto con el objetivo de poder realizar el procesamiento de datos, donde se dará respuesta a los objetivos e hipótesis planteadas. La exposición de datos se presentó en tablas de frecuencia y figuras. Por otro lado, la comprobación de hipótesis se efectuó mediante una prueba estadística de Chi cuadrado ($X^2 < 0,05$) con la que se comprobó la asociación y/o relación de las variables de estudio. Adicional a ello se sacó la prueba de normalidad de Kolgomorov-smirnov con la que se comprobó que las variables no tenían un comportamiento normal, ante ello se optó por utilizar la prueba de correlación de Spearman para reforzar los resultados obtenidos.

Y como aspectos éticos y de integridad científica, la presente investigación se ha guiado por los lineamientos del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Privada Norbert Wiener, la declaración de Helsinki y la normativa Vancouver para el adecuado citado y referenciado de los autores a los que se estudió y se tomaron como base para el desarrollo del estudio.

Adicional a ello se aseguró el respeto a los derechos humano de cada participante, salvaguardando su identidad, dignidad, libertad, privacidad y diversidad sociocultural. Asimismo, se garantiza la confidencialidad de los datos recolectados durante el estudio.

Por otro lado, se actuó con transparencia en todas etapas del estudio, declarando cualquier conflicto de interés o factor que puede influir en los resultados, y asegurando una ejecución objetiva y responsable de la investigación.

III.RESULTADOS

Tabla 1

Fuentes y uso del agua en los últimos 12 meses

	Fuente/uso	Respuesta	n	%
Fuente de agua	Agua de pozo subterráneo para beber	Si	215	100,0
		No	0	0,0
Uso del agua de pozo subterráneo	Cocinar	Si	215	100,0
		No	0	0,0
	Preparar infusiones	Si	215	100,0
		No	0	0,0

En la Tabla 1 se evidenció que el 100% de los pobladores realizaba el consumo de agua de forma diaria con el agua subterránea que había dentro de la localidad. Asimismo, el 100% indicó utilizar dicha agua tanto para hacer sus alimentos como para prepararse infusiones (100%), dejando en evidencia el uso constante y fundamental de dicho recurso en la población.

Tabla 2

Análisis descriptivo del patrón de consumo diario de agua

Consumo diario de agua	Frecuencia	Porcentaje	Resultados descriptivos (ml)	
Vaso estándar = 250 ml	8	3,7	Media	1240,70
Botella pequeña = 500 ml	19	8,8	Mediana	1000,00
Botella mediana = 750 ml	43	20,0	Moda	1000,00
Botella de litro = 1000 ml	93	43,3	Desv. Desviación	737,77
Botella grande = 2500 ml	52	24,2	Varianza	544305,59
Total	215	100,0		

En la Tabla 2 se reportó el consumo de agua diaria por parte de los pobladores, dejando en evidencia que la mayoría (43,3%) bebía aproximadamente 1 litro de agua del pozo de forma diaria. Mientras que un 24,2% indicaron consumir 2 litros y medio de agua, seguido de un 20% que expresaron consumir solo 750 ml. Por último, un 8,8% indicaron consumir medio litro de agua y un 3,7% solo 250 ml. Concerniente a los datos descriptivos se evidenció que el promedio de consumo de agua de pozo subterránea entre la población era de 1240,70 ml, siendo la moda y la mediana de 1000 ml. Este resultado sugiere que existe un consumo asimétrico de grandes

cantidades de agua. Concerniente a la desviación estándar, esta fue de 737,7 ml, lo que hizo entender que, si el consumo entre los pobladores era variado, tampoco existía tanta amplitud de separación en el consumo. Ello es reforzado con la varianza de 544 305,59 ml que mostró un alto nivel de dispersión en los volúmenes de ingesta de agua, por lo que se interpretó que los hábitos de consumo de agua no son homogéneos entre la población.

Tabla 3

Presencia de cáncer entre los pobladores ante el consumo de agua contaminada por metales

	Respuesta	n	%
Cáncer de piel	No	215	100,0
	Si	0	0,0
Cáncer de pulmón	No	215	100,0
	Si	0	0,0
Cáncer de vejiga	No	215	100,0
	Si	0	0,0
Cáncer de próstata	No	214	99,5
	Si	1	0,5
Cáncer de hígado	No	215	100,0
	Si	0	0,0
Cáncer de riñón	No	215	100,0
	Si	0	0,0
Leucemia (Cáncer en la sangre)	No	215	100,0
	Si	0	0,0
Linfoma (Cáncer en la sangre)	No	215	100,0
	Si	0	0,0

En la Tabla 3 se observó que los pobladores no reportaron sufrir de diversos tipos de cáncer, tales como cáncer de piel (100%), a los pulmones (100%), vejiga (100%), hígado (100%), riñón (100%), leucemia (100%) o linfoma (100%) a excepción de una persona que indicó sufrir de cáncer de próstata (0,5%).

Tabla 4

Presencia de enfermedades no cancerígenas entre los pobladores ante el consumo de agua contaminada por metales

Enfermedades	Respuesta	n	%	Enfermedades	Respuesta	n	%
Problemas renales (insuficiencia renal, cálculos renales (piedras), glomerulonefritis, la nefropatía por IgA, enfermedad poliquística)	No	207	96,3%	Problemas cardiovasculares	No	210	98,1%
	Si	8	3,7%		Si	4	1,9%
Toxicidad hepática	No	202	94,0%	Efectos en desarrollo infantil (cognitivo)	No	215	100,0%
	Si	13	6,0%		Si	0	0,0%
Hepatitis (inflamación)	No	214	99,5%	Daño al sistema nervioso central y periférico	No	214	99,5%
	Si	1	0,5%		Si	1	0,5%
Cirrosis (cicatrización)	No	214	99,5%	Hipertensión	No	205	95,3%
	Si	1	0,5%		Si	10	4,7%
Hígado graso (esteatosis o MASH)	No	204	94,9%	Enfermedad coronaria	No	213	99,1%
	Si	11	5,1%		Si	2	0,9%
Anemia	No	203	94,9%	Enfermedad cerebrovascular	No	215	100,0%
	Si	11	5,1%		Si	0	0,0%
Leucopenia	No	215	100,0%	Enfermedad vascular periférica	No	215	100,0%
	Si	0	0,0%		Si	0	0,0%
Trombocitopenia	No	215	100,0%	Insuficiencia cardíaca	No	212	98,6%
	Si	0	0,0%		Si	3	1,4%
Eritrocitosis	No	215	100,0%	Cardiopatías congénitas	No	215	100,0%
	Si	0	0,0%		Si	0	0,0%
Leucocitosis	No	215	100,0%	Arritmias	No	214	99,5%
	Si	0	0,0%		Si	1	0,5%
Trombocitosis	No	215	100,0%	Miocardiopatías	No	215	100,0%
	Si	0	0,0%		Si	0	0,0%
Bronquitis	No	206	95,8%	Cardiopatía reumática	No	209	97,2%
	Si	9	4,2%		Si	6	2,8%
Enfisema	No	214	99,5%	Afectación al sistema reproductivo	No	212	98,6%
	Si	1	0,5%		Si	3	1,4%
Asma	No	211	98,1%	Lesiones cutáneas	No	208	96,7%
	Si	4	1,9%		Si	7	3,3%
Efectos gastrointestinales agudos (náuseas, vómitos, diarrea, cólicos abdominales, calambres musculares)	No	209	97,2%	Diabetes mellitus	No	207	96,7%
	Si	6	2,8%		Si	7	3,3%
Alteraciones neurológicas	No	214	99,5%	Neuropatía periférica	No	215	100,0%
	Si	1	0,5%		Si	0	0,0%

En la Tabla 4 se obtuvo las enfermedades no cancerígenas reportadas por los pobladores, evidenciando que 3,7% indicaron tener problemas renales, un 6% padecía de Toxicidad hepática, un 0,5% expresaron tener hepatitis, mientras que un 5,1% tenía hígado graso, siendo caso similar la anemia (5,1%). Por otro lado, un 4,2% tenía bronquitis, un 5% enfisema y un 1,9% asma. Asimismo, 1,9% tenía problemas cardiovasculares, 0,5% daño al sistema nervioso central y

periférico, 4,7% hipertensión, 0,9% enfermedad coronaria, 1,4% insuficiencia cardiaca, 0,5% arritmias, 2,8% cardiopatía reumática, 3,3% lesiones cutáneas y 3,3% diabetes mellitus.

Tabla 5

Nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su asociación con los efectos cancerígenos y no cancerígenos

			HQ total					
			Riesgo insignificante	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo potencial	Total	X ²
Riesgo de enfermedad no cancerígena	No presencia de enfermedades	n	4	99	30	0	133	0,590
		%	1,9%	46,0%	14,0%	0,0%	61,9%	
	Presencia de enfermedades	n	3	62	16	1	82	
		%	1,4%	28,8%	7,4%	0,5%	38,7%	
Total		n	7	161	46	1	215	
		%	3,3%	74,9%	21,4%	0,5%	100,0%	
			CR total					
			Riesgo insignificante	Riesgo muy bajo		Riesgo bajo	Total	X ²
Riesgo de enfermedad cancerígena	No presencia de cáncer	n	1	86		127	214	0,478
		%	0,5%	40,0%		59,1%	99,5%	
	Presencia de cáncer	n	0	1		0	1	
		%	0,0%	0,5%		0,0%	0,5%	
Total		n	1	87		127	215	
		%	0,5%	40,5%		59,1%	100,0%	

El análisis inferencial Chi cuadrado ($p < 0,05$) en la Tabla 5 reveló que el nivel de metales pesados en el agua no mostró estar asociado a enfermedades no cancerígenas ($p < 0,629$) y tampoco a enfermedades cancerígenas ($p < 0,478$) al superar ambos valores el valor de aceptación de 0,05. Con dicho resultado se aceptó la hipótesis nula (H_0) y se estableció que el nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no está asociado con los efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo.

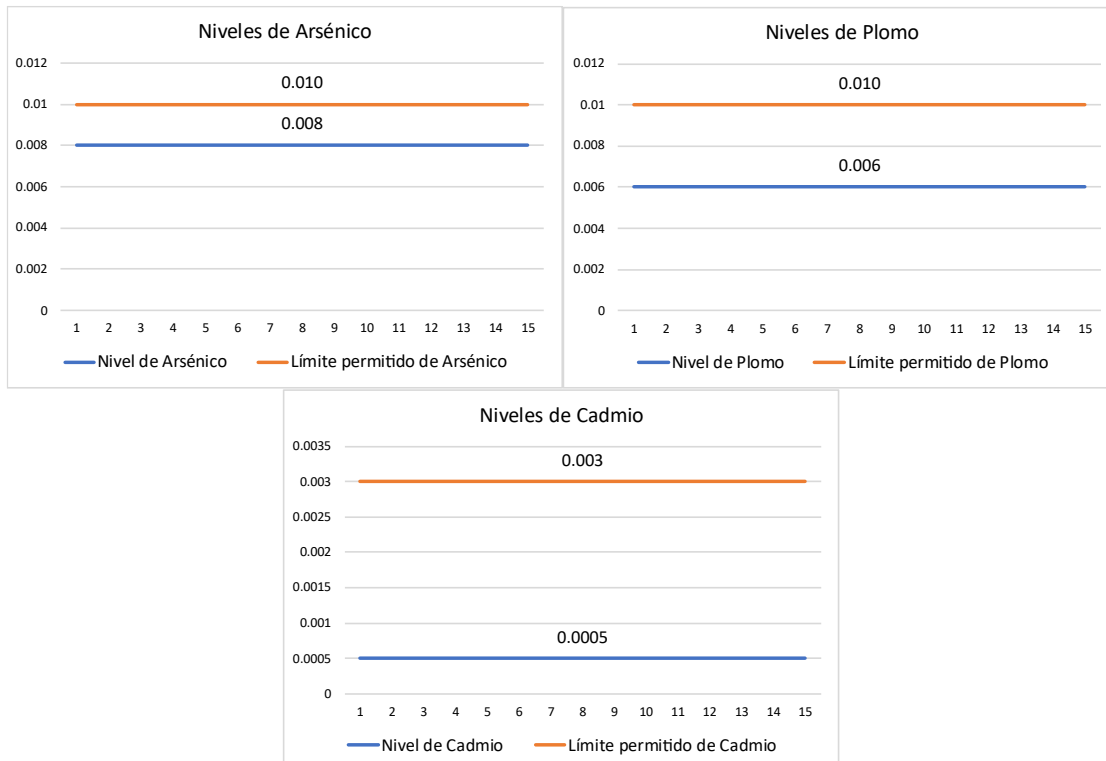
Tabla 6

Nivel de arsénico, cadmio y plomo en el agua subterránea consumida

Código	Muestras	Niveles de Arsénico	Niveles de Cadmio	Niveles de Plomo
		< 0,010 mg L ⁻¹	< 0,003 mg L ⁻¹	< 0,010 mg L ⁻¹
S-0650	1	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0651	2	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0652	3	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0653	4	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0654	5	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0655	6	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0656	7	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0657	8	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0658	9	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0659	10	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0660	11	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0661	12	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0662	13	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0663	14	< 0,008	< 0,0005	< 0,006
S-0664	15	< 0,008	< 0,0005	< 0,006

Figura 1

Nivel de arsénico, cadmio y plomo en el agua subterránea consumida



En la Tabla 6 y Figura 1 se evidenciaron los resultados del nivel de metales pesados en las 15 muestras de agua del lugar, los cuales arrojó que las concentraciones de arsénico ($< 0,008$), cadmio ($< 0,0005$) y plomo ($< 0,006$) estaban por debajo del límite de cuantificación analítica. Lo que indicó que la presencia de dichos metales indicaba muy baja probabilidad que pueda ser riesgoso de ocasionarles enfermedades cancerígenas o no cancerígenas.

Tabla 7

Prueba de normalidad de Kolgomorov-smirnov

	Estadístico	gl	Sig.
HQ total	0,078	215	0,003
CR total	0,079	215	0,003
Presencia y/o riesgo de contraer cáncer	0,523	215	0,000
Presencia y/o riesgo de contraer alguna enfermedad	0,374	215	0,000

La prueba de normalidad dio a conocer que las variables analizadas eran no paramétricas, al obtener resultados por debajo del 0,05. Por ende, se determinó que no mostraban un comportamiento normal. Ante ello se utilizó la prueba de correlación de Spearman para la comprobación de correlación.

Tabla 8

Prueba de correlación sobre el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su relación con los efectos cancerígenos

	Prueba Rho de Spearman	Presencia y/o riesgo de contraer cáncer
	Fuerza correlación	-0,081
HR total	<i>p</i>	0,235
	<i>N</i>	215

En la Tabla 8 se logró comprobar, mediante la prueba de Spearman ($p < 0,05$) que el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no mostraba tener relación significativa con la presencia de efectos cancerígenos entre los pobladores de la zona estudiada ($p < 0,235$), al obtener un valor por encima del límite de aceptación estadística.

Tabla 9

Prueba de correlación sobre el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su relación con los efectos no cancerígenos

Prueba Rho de Spearman		Presencia y/o riesgo de contraer alguna enfermedad
HQ total	Fuerza correlación	-0,022
	<i>p</i>	0,745
	N	215

En la Tabla 9 se logró comprobar, mediante la prueba de Spearman ($p < 0,05$) que el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no mostraba tener relación significativa con la presencia o efectos no cancerígenos entre los pobladores de la zona estudiada ($p < 0,745$), al obtener un valor por encima del límite de aceptación estadística.

Tabla 10

Evaluación de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de plomo, cadmio y arsénico en la población de Carabayllo, considerando efectos no cancerígenos y cancerígenos

Datos de concentración reportados	
Metal	Concentración (mg/L)
Plomo (Pb)	< 0,006
Cadmio (Cd)	< 0,0005
Arsénico (As)	< 0,008

Para efectos conservadores de evaluación, se emplean los valores máximos reportados.

Parámetros de evaluación

Se consideran valores estándar internacionales (USEPA):

- Consumo de agua (IR): 2 L/día
- Peso corporal (BW): 70 kg (adulto promedio)
- Frecuencia exposición (EF): 365 días/año
- Duración exposición (ED): 30 años
- Tiempo promedio no cancerígeno (ATnc): $ED \times 365$
- Tiempo promedio cancerígeno (ATc): $70 \text{ años} \times 365$

Dado que EF y ED se cancelan en la ecuación simplificada para exposición crónica:

Tabla 11

Cálculo de dosis diaria según fórmulas

Dosis crónica diaria (CDI)	Cálculo de la dosis crónica diaria (CDI)
$CDI = \frac{C \times IR}{BW}$	Plomo (Pb): $CDI = \frac{0,006 \times 2}{70} = 0,000171 mg/kg \cdot día$
	Cadmio (Cd): $CDI = \frac{0,0005 \times 2}{70} = 0,0000143 mg/kg \cdot día$
	Arsénico (As): $CDI = \frac{0,008 \times 2}{70} = 0,000229 mg/kg \cdot día$

Tabla 12

Evaluación de riesgo no cancerígeno

Cociente de Peligro (HQ):	Valores de referencia - Metal - RfD (mg/kg·día):	Resultados	Índice de Peligro Total (HI)
$HQ = \frac{CDI}{RfD}$	Plomo - 0,0035*	HQ Plomo: $HQ = \frac{0,000171}{0,0035} = 0,049$	$HI = 0,049 + 0,014 + 0,76 = 0,823$
	Cadmio - 0,001	HQ Cadmio: $HQ = \frac{0,0000143}{0,001} = 0,014$	
	Arsénico - 0,0003	HQ Arsénico: $HQ = \frac{0,000229}{0,0003} = 0,76$	

Interpretación No Cancerígena

- Si HQ o HI < 1 → Riesgo no significativo.
- Todos los valores son menores que 1.
- El arsénico representa el mayor aporte al riesgo.
- Existe **riesgo potencial moderado acumulativo**, pero no supera el umbral crítico.

Tabla 13*Evaluación de riesgo cancerígeno*

Riesgo incremental de cáncer (CR)	Factores de pendiente - Metal - SF (mg/kg·día) ⁻¹	Resultados	Riesgo Cancerígeno Total
$CR = CDI \times SF$	Arsénico - 1,5	Riesgo Arsénico: $CR = 0,000229 \times 1,5 = 3,43 \times 10^{-4}$	$CR_{total} = 3,43 \times 10^{-4} + 9,0 \times 10^{-5}$ $CR_{total} = 4,33 \times 10^{-4}$
	Cadmio - 6,3	Riesgo Cadmio: $CR = 0,0000143 \times 6,3 = 9,0 \times 10^{-5}$	
	Plomo - No clasificado formalmente	-	

Interpretación Cancerígena

Criterios internacionales:

- $10^{-6} \rightarrow$ Riesgo despreciable
- $10^{-4} \rightarrow$ Límite máximo aceptable

El valor obtenido ($3,4 \times 10^{-4}$) es **superior al rango aceptable**, lo que indica: Existe un riesgo cancerígeno potencial relevante asociado principalmente al arsénico.

Tabla 14*Asociación con efectos en salud*

Metales	Efectos
Arsénico	• Cáncer de piel, pulmón y vejiga • Lesiones dérmicas • Alteraciones cardiovasculares
Cadmio	• Cáncer pulmonar • Daño renal crónico • Desmineralización ósea
Plomo	• Neurotoxicidad (especialmente en niños) • Hipertensión • Daño renal

IV. DISCUSIÓN

Se logró determinar que el nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no mostró estar asociados estadísticamente con efectos cancerígenos ($X^2 < 0,478$) y no cancerígenos ($X^2 < 0,590$) en la población de Carabayllo. Los hallazgos mostraron ser diferentes a los obtenidos por Mori et al.²² quienes reportaron como resultados concentraciones de metal pesado, como el arsénico (entre 0.0304 y 0.0730 mg/L) lo que superaba ampliamente el límite máximo permisible de la OMS (0.01 mg/L). lo que sugiere potenciales efectos adversos crónicos ante exposición continua, como potenciales riesgos cancerígenos (2.56×10^{-5} y 6.28×10^{-5}). Con ello dejaron evidencia la cuenca del río Caplina de Tacna presentaba una contaminación generalizada por metales nocivos como el arsénico, atribuida a fuentes geogénicas (disolución de minerales arsenicales) y antrópicas (efluentes mineros y agrícolas), y que las comunidades locales estaban en riesgo de afecciones renales, neurológicas y cancerígenas.

Por otro lado, también mostró discrepancia con el estudio de Sampathkumar et al.¹⁸ en la India, cuyo estudio reveló que el agua empozada que era utilizada para uso doméstico en los distritos de Madurai y Theni, mostraban niveles elevados de plomo ($Pb > 0.25$ mg/L) y manganeso ($Mn > 0.89$ mg/L), los cuales eran atribuibles al uso de fertilizantes y pesticidas fosforados dentro de la zona. Dicha cantidad de metal generaba una alerta, debido a que el promedio Hazard Index (HI) para los niños fue de 2.73 y el de adultos fue de 1.14, siendo ambos valores superiores al valor de referencia ($HI > 1$), lo que dejaba en evidencia que existía un riesgo no cancerígeno significativo, ante la exposición prolongada a Pb, As y Cr en el agua subterránea, lo que representaba un riesgo potencial tanto cancerígeno como no cancerígeno para la población del lugar. Este resultado es similar al encontrado por Şener et al.¹⁹ al analizar el agua del lago İznik de Turquía al reportar que el arsénico (6.15) superó el límite máximo permitido por la Organización Mundial de la Salud (10 µg/L) y por la normativa turca (TS 266), lo que provocaba que el agua podría generar un potencial riesgo de efectos no cancerígenos y cancerígenos asociados al arsénico.

Como parte del primer objetivo específico, se logró identificar que el agua subterránea consumida por la población de Carabayllo no superaban los límites permisibles establecidos por Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) respecto a los niveles de arsénico ($< 0,008$ mg L⁻¹), cadmio ($< 0,0005$ mg L⁻¹) y plomo ($< 0,006$ mg L⁻¹). Los resultados mostraron cierta semejanza con la investigación de Maldonado²¹ que analizó la concentración y el riesgo

toxicológico de plomo, mercurio y arsénico en agua potable de la Unión Leticia – Junín. Los resultados que reportó indicaron que la concentración de plomo fue de 0.00031 mg/L, de mercurio fue de 0.00002 mg/L, y la de arsénico fue de 0.02745 mg/L, evidenciando que los valores de plomo y mercurio estuvieron dentro de los límites permisibles establecidos por la OMS y el MINSA. Sin embargo, el arsénico superó los valores máximos permisibles (0.01 mg/L). Por lo que concluyó que el agua potable del distrito presenta concentraciones seguras de plomo y mercurio, pero el arsénico excede los límites recomendados, por lo que puede ser un riesgo potencial de exposición crónica, lo que representa una amenaza para la salud a largo plazo, especialmente en niños y adultos mayores.

Ello gana peso con lo indicado en el estudio Chuquilin²⁰ quien reportó que, aunque la concentración de metales pesados en el agua está por debajo de los límites normativos vigentes, no significa que la calidad del agua no esté comprometida. En esa línea, si bien el consumo del recurso contaminado no representa un riesgo inmediato en la salud de las personas, si puede generarlo la exposición prolongada puede generar efectos adversos en la salud de las personas, provocando enfermedades crónicas en órganos como el riñón, hígado y sistema nervioso, debido a los efectos acumulativos por consumo.

Por otro lado, los hallazgos difieren del estudio realizado por Kapoor et al.¹⁵ en la India, cuyos resultados recolectados de fuentes subterráneas de agua mostraron concentraciones preocupantes de metales en su contenido. Los más alarmantes fueron el aluminio (53.6 mg/L), el plomo (4.56 mg/L) y el arsénico (0.096 mg/L), los cuales superaban los límites establecidos por la norma IS:10500–2012, por lo concluyeron que las aguas subterráneas de Rupnagar no eran seguras para el consumo humano, debido a los altos niveles de metales pesados que superan los estándares de la OMS. Caso similar fue el reportado por Avalos²⁴ al registrar que el puquio principal de abastecimiento de agua potable registró 0.029 mg/L de plomo, superando casi tres veces el límite máximo permisible (0.010 mg/L) establecido por el D.S. N.º 004-2017-MINAM. Por lo que la contaminación por plomo en agua y suelos agrícolas constituye una amenaza directa para la salud pública, con impacto mayor en niños y mujeres gestantes.

Como segundo objetivo específico, se logró establecer el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no estaba relacionado con los efectos cancerígenos en la población de Carabayllo (Sig.= 0,235). El resultado difiere de lo encontrado por Custodio et al.²³ que analizó diversos ríos altoandinos (Cunas, Shullcas, Chia y Miraflores) del

centro del Perú mediante simulación de Monte Carlo. Los resultados evidenciaron que las concentraciones de arsénico fueron de 13.1 µg/L en el río Chia, superando el límite máximo permisible de la OMS (10 µg/L) y del D.S. N.º 004-2017-MINAM. Los demás metales (Cd, Cr, Pb) se mantuvieron dentro de los rangos aceptables. El riesgo carcinogénico (ILCR) presentó los valores más altos en el río Chia (9.80×10^{-5} en adultos y 1.43×10^{-4} en niños), indicando un alto potencial de cáncer infantil por exposición prolongada al arsénico. Es así que los ríos altoandinos presentan contaminación microbiológica generalizada y no era apta para consumo humano sin tratamiento.

El estudio de Zhang et al.¹⁷ mostró de igual forma resultados diferentes a los obtenidos, al mostrar que los niveles de arsénico en el agua potable rural de la Región Autónoma de Mongolia Interior durante los años 2013–2017, las concentraciones superaban el 0.02 mg/L en varias zonas, y los valores de LCR (riesgo cancerígeno) para adultos y niños excedieron 1×10^{-4} , lo cual representa un riesgo elevado de cáncer. Caso igual fue el reportado por Mori et al.²² cuyos valores de arsénico en agua variaba entre 0.0304 y 0.0730 mg/L, superando ampliamente el límite máximo permisible de la OMS (0.01 mg/L). El arsenito (As III), la forma más tóxica y móvil, alcanzó hasta 0.0154 mg/L en el punto 7, mientras que el arseniato (As V) obtuvo valores máximos de 0.0260 mg/L en el punto 6. El riesgo cancerígeno (LCR) osciló entre 2.56×10^{-5} y 6.28×10^{-5} , valores inferiores al umbral crítico de 1×10^{-4} .

Y, por último, se logró determinar que el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no guardaba relación estadística con los efectos no cancerígenos en la población de Carabayllo (Sig.= 0,745). El resultado guarda similitud con el estudio de Zhang et al.¹⁷ que el riesgo no cancerígeno (HQ) de todos los grupos poblacionales, ante el consumo de agua contaminada por metales, se mantuvieron por debajo de 1, indicando niveles seguros. Dicha mejora se debió a las políticas de saneamiento rural y programas de remoción de arsénico implementados desde 2015, la calidad del agua potable mejoró significativamente.

Pero difiere de lo encontrado por Badeenezhad et al.¹⁶ que evaluaron la contaminación por metales pesados en el agua potable subterránea residencial de Shiraz, Irán. Donde obtuvieron como resultados que la evaluación de riesgo no cancerígeno, el cromo (Cr) presentó el mayor Hazard Quotient (HQ) tanto en niños (HQ = 0.408) como en adultos (HQ = 0.175), mientras que el arsénico (As) ocupó el segundo lugar (HQ = 0.426 y 0.183, respectivamente). El Índice de Peligro (HI)

superó el umbral de 1 en los niños (media = 1.26; rango: 0.46–2.85), indicando riesgo no cancerígeno significativo, pero permaneció dentro de límites aceptables en adultos (media = 0.40). Concluyó que las aguas subterráneas de Shiraz presentan un riesgo no cancerígeno relevante para niños, principalmente asociado a cromo, manganeso y arsénico, y que los riesgos cancerígenos, aunque bajos, requieren monitoreo permanente. En situación semejante se encontró Mori et al.²² en su investigación de la cuenca del río Caplina (Tacna). Al reportar que el riesgo no cancerígeno (HQ) varió entre 0.09 y 0.21, lo que sugiere potenciales efectos adversos crónicos ante exposición continua.

V. CONCLUSIONES

Se determinó que el nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no mostró estar asociados estadísticamente con efectos cancerígenos ($X^2 < 0,478$) y no cancerígenos ($X^2 < 0,590$) en la población de Carabayllo en el 2025.

Se identificó que el nivel de arsénico ($< 0,008 \text{ mg L}^{-1}$), cadmio ($< 0,0005 \text{ mg L}^{-1}$) y plomo ($< 0,006 \text{ mg L}^{-1}$) en el agua subterránea del distrito de Carabayllo, no superaba los límites permisibles establecidos por Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

Se estableció que el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no estaba relacionado con los efectos cancerígenos en la población de Carabayllo (Sig.= 0,235).

Se determinó que el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no guardaba relación estadística con los efectos no cancerígenos en la población de Carabayllo (Sig.= 0,745).

Y, por último, las concentraciones evaluadas cumplen con valores guía internacionales para agua potable, El riesgo no cancerígeno acumulado ($HI = 0,823$) no supera el nivel crítico. El riesgo cancerígeno total ($3,4 \times 10^{-4}$) supera el umbral aceptable. El arsénico es el principal contribuyente al riesgo.

Como recomendaciones finales

Se insta a la población que no descuide el consumo moderado del agua del pozo analizado. Si bien ninguno superó los límites permisibles de metales dentro de su composición, esto no significa que estén seguros, debido a que el consumo progresivo y acumulativo podría provocar en cierta forma diversas reacciones dentro del organismo.

Se recomienda que utilicen las aguas del pozo para uso de limpieza, puede ser de higiene personal o para lavar diversas cosas dentro del hogar. Pero de tratarse el consumo como beber o cocinar alimentos, puedan utilizar agua embotellada o filtrada, ello asegurará que el organismo no esté en contacto directo con los metales en estudio.

Se sugiere que los adultos en casa puedan capacitarse en los centros de salud de la zona sobre los potenciales riesgos que provoca el consumo excesivo de agua contaminada, ello como forma de prevención dentro de la población.

Se solicita que, en los centros educativos de la zona, capaciten a los docentes para que puedan dar información valiosa a los estudiantes y estos igual comprenda lo valioso que es el

cuidado del medio ambiente, así como la preservación de los recursos y las consecuencias que puede conllevar el consumo de sustancias no debidas.

Y, por último, en la población de Carabaylo, el consumo crónico de agua subterránea con las concentraciones reportadas de metales pesados no genera riesgo no cancerígeno significativo, pero sí presenta un riesgo cancerígeno potencial que amerita medidas preventivas y vigilancia sanitaria.

VI. REFERENCIAS

1. Camacho B, Maza M, Pizarro T, Chapi X, Calle R, Ochoa C. Conciencia ambiental en estudiantes de básica y bachillerato: estrategias para abordar la escasez de agua. *Revista InveCom*. [Internet]. 2025; 5(2): 1–7. [Consultado el 15 de setiembre del 2025]. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2739-00632025000202067
2. Octavio P, Olmos D. Efectos sobre la salud del agua contaminada por metales pesados. *hr* [Internet]. 2022;4(1):43-7. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/herreriana/article/view/8630>
3. Velázquez L, Ortiz I, Chávez J, Pámanes G, Carrillo A, Pereda M. Influencia de la contaminación del agua y el suelo en el desarrollo agrícola nacional e internacional. *Rev especializ Cienc Quí Biológ*. [Internet]. 2022; 25: e482. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-888X2022000100312&script=sci_arttext
4. Dueñas C, Sánchez V, Ayuque J, Chanca K, Palomino P. Enfermedades asociadas al sector saneamiento. *Socialium*. [Internet]. 2022; 6(2): 130-142. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.26490/uncp.sl.2022.6.2.1557>
5. Stafi S, Silva K, Moraes S, Santos M, da Silva M, Jabs K, dos Santos D, Rocha A, Comby, Oliveira M. Impacto de la exposición a metales pesados en la progresión del cáncer renal. *ARACÊ*. [Internet], 2024; 6(2): 3751-3766. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/1031>
6. Robles M. Seguridad alimentaria: Riesgo asociados Metales Pesados sobre la salud humana. *Jour Americ Healt*. [Internet]. 2024; 7(2): 1-19. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.jah-journal.com/index.php/jah/article/view/204>
7. Mendoza B, Torres D, Merú L, Gómez C, Estanga M, García Y. Concentración de metales pesados en suelos agrícolas bajo diferentes sistemas de labranza. *TecnoLógicas*. [Internet]. 2021; 24(51): 4-15. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/1738>
8. Calvopiña J, Satuquinga, J. Comparación de la Calidad del Agua Subterránea y Superficial Mediante la Presencia de Metales Pesados en la Parroquia Juan Montalvo Cantón Latacunga Provincia Cotopaxi-Ecuador. *Cie Lat Rev Científ Multidiscipl*. [Internet]. 2024; 8(5): 4374-

4392. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.13903
9. Valenzuela R, Yucra Y. Evaluación de la calidad de agua subterránea del Parque Industrial Taparachi del distrito de Juliaca. *Rev Ing Cien Ing ÑAWPARISUN*, 3(4), 67-72. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/205>
 10. Quispe R, Belizario G, Chui H, Huaquisto S, Calatayud A, Yábar P. Concentración de metales pesados: cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú. *Rev Bol Quim* [Internet]. 2019; 36(2): 83-90. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602019000200003&lng=es
 11. Avalos Y. Evaluación de plomo en agua, suelo y su correlación con los niveles de plomo en sangre de los habitantes del centro poblado de Huacho – Ancash, Perú – 2021. *Rev Investigac Univ Le Cordon Bleu*. 2023; 10(2), 5–16. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2023v10n2.001>
 12. Defensoría del Pueblo. (2025). SEDAPAL S.A. y los riesgos en el abastecimiento de agua para consumo humano en Lima y Callao como consecuencia de los fenómenos climatológicos. Lima; Defensoría del pueblo: 29 de enero del 2025. [Archivo PDF]. [Consultado el 15 de septiembre de 2025]. Disponible en: https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2025/03/Informe_Defensorial_Agua19.03.pdf
 13. Sistema Nacional de Información Ambiental. Aprueban el reglamento de la calidad de agua para consumo humano. [Internet]. Perú; SINIA: 2011. [Consultado el 26 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-reglamento-calidad-agua-consumo-humano>
 14. Environmental Protection Agency. Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS): Part A. [Internet]. Estados Unidos; EPA: 29 de octubre del 2024. [Consultado el 26 de septiembre de 2025]. Disponible en: <https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>
 15. Kapoor K, Kumar S, Vishwakarma D, Obaidullah A, Yadav K. Health risk assessment of heavy metals in groundwater sources: Carcinogenic and non-carcinogenic evaluation. *Jour Wat Healt*. [Internet]. 2024; 22(10): 1972–1986. [Consultado el 10 de octubre de 2025]. Disponible

en: <https://doi.org/10.2166/wh.2024.243>

16. Badeenezhad A, Soleimani H, Shahsavani S, Parseh I, Mohammadpour A, Azadbakht O, Javanmardi P, Faraji H, Babakrpur K. Comprehensive health risk analysis of heavy metal pollution using water quality indices and Monte Carlo simulation in R software. *Scient Repor.* [Internet]. 2023; 13: 15817. [Consultado el 10 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-43161-3>
17. Zhang W, Zhang X, Zhang C, Jia X, Li H, Yue X, Wu D, Zhu J, Zhang W, Qin Y, Fan Y. Spatial and temporal distribution of arsenic concentration in rural drinking water and health risk assessment in Northern China from 2013 to 2022: A case study of Inner Mongolia Autonomous Region. *BMC Public Health.* [Internet]. 2024; 24: 3529. [Consultado el 10 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20776-3>
18. Sampathkumar M, Arumugam M, Vasanth K, Suganthi P, Shanmugasundaram V, Elango G, Raj A, Kumar P. Chronic exposure to toxic metals and associated health risks in groundwater sources used for drinking purposes in South India. *Ecotoxicol Environment Safet.* [Internet]. 2024; 287: 116672. [Consultado el 10 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116672>
19. Şener E, Kankılıç G, Kankılıç T, Erdem S, Öz S, Sezer N. Assessment of human health risk related with arsenic and other metal contamination in water of İznik Lake (Turkey). *Environ Nanotech, Monit & Manag.* [Internet]. 2025; 24: 101040. [Consultado el 10 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2025.101040>
20. Chuquilin J. Metales pesados y su impacto en el agua de consumo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Huacho-2019. [Para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales]. Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión; 2024. Disponible en: <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/9569>
21. Maldonado B. Evaluación de riesgo toxicológico en agua potable destinada para consumo humano con posibles concentraciones de plomo, mercurio y arsénico en el distrito de la Unión Leticia, 2023 [Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico]. Perú: Universidad Privada Norbert Wiener; 2024. Disponible en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/entities/publication/7e1bc900-ed9a-4781-b9b5-d1c807a459e4>
22. Mori L, Morales D, Florez W, Hinojosa E, Torres A. Study of Arsenic Contamination in the

- Caplina Basin, Tacna, Peru: Arsenite and Arsenate Analysis Using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry and High-Performance Liquid Chromatography. *Sustainabil.* [Internet]. 2025; 17(2): 611. [Consultado el 10 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su17020611>
23. Custodio M, Peñaloza R, Ochoa S, De la Cruz H, Rodríguez C, Cuadrado W. Microbial and potentially toxic elements risk assessment in high Andean river water based on Monte Carlo simulation, Peru. *Scientif Report.* [Internet]. 2023; 13:21473. [Consultado el 10 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48853-4>
 24. Avalos Y. Evaluación de plomo en agua, suelo y su correlación con los niveles de plomo en sangre de los habitantes del centro poblado de Huacho – Áncash, Perú – 2021. *Rev Investigac ULCB.* [Internet]. 2023; 10(2): 5–16. [Consultado el 10 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.36955/RIULCB.2023v10n2.001>
 25. Sánchez M, Gaytán J, Prieto F, Cabrera R. Evaluación Rápida de Potencial de Riesgo Genotóxico (ERPRG) asociada a metales pesados en agua potable: Caso de estudio Zimapán, Hidalgo, México. *ICBI* [Internet]. 2021;9(17):114-20. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/7140>
 26. Mamani M, Blas J, Izquierdo S, Gil C, Andrade M, Pari D. Contenido de metales pesados en los peces en el Perú: una revisión sistémica. *RIIARn* [Internet]. 28 de abril de 2025;12(1):131-4. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://riiarn.umsa.bo/index.php/RIIARn/article/view/388>
 27. Cusiche L, Espinoza C, Espinoza G. Determinación de metales pesados en agua para consumo humano de la ciudad de Junín. *PU* [Internet]. 2021 [cited 2025 Oct. 28];18(1):53-8. Available from: <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/prospectiva/article/view/1416>
 28. Medina C, Mendoza Y, Pérez M. Determinación de plomo y cadmio en aguas del Valle del Mezquital, Hidalgo. *Remexca* [Internet]. 2025 [Consultado el 18 de octubre de 2025];16(30):e4043. Disponible en: <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/4043>
 29. Calvopiña J, Satuquinga J. Comparación de la Calidad del Agua Subterránea y Superficial Mediante la Presencia de Metales Pesados en la Parroquia Juan Montalvo Cantón Latacunga Provincia Cotopaxi-Ecuador. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinaria* [Internet]. 2024;8(5):4374-92. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en:

<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/13903>

30. Organización Mundial de la salud. Mercurio. [Internet]. Suiza; OMS: 2024. [Consultado el 18 de octubre de 2025];8(5):4374-92. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>
31. Tchounwou P, Yedjou C, Patlolla A, Sutton D. Heavy metal toxicity and the environment. Exp Suppl. 2012;101:133-164. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4144270/>
32. Vélez S. Contaminación por metales pesados en productos alimenticios y sus riesgos para la salud humana. Sap Scienc Internat Jour. [Internet]. 2023;1(1): e-11006. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: https://sapiensdiscoveries.com/index.php/sapiens_sciences/article/view/53
33. Soares R, de Deus R, Silva M, Faial K, Medeiros A, Mendes R. Comprehensive Assessment of the Relationship between Metal Contamination Distribution and Human Health Risk: Case Study of Groundwater in Marituba Landfill, Pará, Brazil. Wat. [Internet] .2024, 16(15), 2146. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w16152146>
34. Ren Y, Ilyas M, Xu R, Ahmad W, Wang R. Concentrations of Lead in Groundwater and Human Blood in the Population of Palosai, a Rural Area in Pakistan: Human Exposure and Risk Assessment. Adsorpt Scienc & Technol. [Internet]. 2022. 341279: 1-12. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1155/2022/8341279>
35. Vasilache N, Mandoc L, Vasile G, Diacu E, Tenea A, Arcire A, Paun I, Batrinescu G, Gheorghe S. Groundwater chemistry, pollution and health risk assessment for nitrogen compounds. A case study in a suburban region of Romania. Roman Journ Ecolog Environment Chem. [Internet]. 2022; 4(2):7-22. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://dspace.incdecoind.ro/entities/publication/bb0dc8fe-b168-497f-b74b-667f42d52ffd>
36. Xu N, Gong J, Tao X, Liu L. Hydrogeochemical Processes and Potential Exposure Risk of Arsenic-Rich Groundwater from Huaihe River Plain, China. Wat. [Internet]. 2022;14(5): 693. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w14050693>
37. Wongsasuluk P, Chotpantarat, S., Siri Wong, W, Robson M. Human biomarkers associated with low concentrations of arsenic (As) and lead (Pb) in groundwater in agricultural areas of Thailand. Sci Rep. [Internet]. 2021. 11, 13896. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93337-y>

38. Devic G, Pergal M, Pergal M. Ecological and Health Risk Assessment of Nitrates and Heavy Metals in the Groundwater of the Alluvial Area of the Danube River near Kostolac Basin, Serbia. *Wat.* [Internet]. 2024; 16(13), 1839. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w16131839>
39. Sasaki T, Horiguchi H, Matsukawa T, Kobayashi M, Omori Y, Oguma E, Komatsuda A. A suspected case of “itai-itai disease” in a cadmium-polluted area in Akita prefecture, Japan. *Environm Heal Prevent Medic.* [Internet]. 2024; 29, 40-40. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.jstage.jst.go.jp/article/ehpm/29/0/29_24-00063/_article/-char/ja/
40. Cerón L, Sarria J, Torres J, Soto J. Agua subterránea: tendencias y desarrollo científico. *Informac tecnol.* [Internet]. 2021; 32(1): 47-56. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642021000100047&script=sci_arttext&tlng=pt
41. Bustinza D. Relación entre anemia ferropénica y metales pesados o parásitos en adolescentes que consumen agua subterránea. *RMB* [Internet]. 2021;15(3):42-51. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/rmb/article/view/1158>
42. Alvarez E, Guillin X, Rodríguez D. Análisis de los efectos que produce la presencia del cadmio en el cultivo de cacao (*theobroma cacao*). *RIINN* [Internet]. 2021;9(2). [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/2723>
43. Condori R, Alviz L, Méndez S. Niveles de concentración de metales pesados en sedimentos de zona alta del río Locumba, Perú. *Producción + Limpia* [Internet]. 2023;18(2):103-115. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/pl/article/view/3320>
44. Espinoza G, Cárdenas J, Echegaray N. Presencia de metales pesados en suelos agrícolas de la subcuenca Llallimayo, departamento de Puno. *C&T Riqchary Rev investig Cienc tecnol.* [Internet]. 2022; 4(1): 12-19. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://doi.org/10.57166/riqchary/v4.n1.2022.83>
45. Leiva D, López R. Metales pesados en la producción ganadera lechera y riesgos a la salud humana. *Cienc Lat Rev Multid* [Internet]. 2022;6(1):3629-45. [Consultado el 18 de octubre de 2025].

- 2025]. Disponible en: Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1758>
46. Ministerio de Salud. Resolución Ministerial N.º 193-2025-MINSA. [Internet]. Lima; MINSA: 2025. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/6590605-193-2025-minsa>
 47. Ministerio de Salud. Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano. [Internet]. Lima; MINSA: 2010. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-reglamento-calidad-agua-consumo-humano>
 48. Buelvas J, Marrugo S, Marrugo J. Bioacumulación de mercurio y plomo en el pato *Dendrocygna autumnalis* en la subregión de la Mojana, Colombia. Rev MVZ Córdoba [Internet]. 2022;27(1): e2337. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/e2337>
 49. Méndez F, Zapata A. Conflicto armado, contaminación y riesgos en salud: una evaluación de riesgo de tres fuentes de exposición ambiental asociadas con el conflicto en Colombia. Biomed. [Internet]. 2021;41(4):660-75. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/5928>
 50. Dueñas C, Sánchez V, Ayuque J, Chanca K, Palomino P. Enfermedades asociadas al sector saneamiento. SL [Internet]. 2022;6(2):130-42. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/socialium/article/view/1557>
 51. Fernández Y, Benavides E, Dávila C, Gonsebatt M, del Razo L. Evaluación de la exposición a arsénico y factores de riesgo de aterogénesis en una población Altoandina en Perú. REV INT CONTAM AMBIENT [Internet]. 2022; 38:399-410. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/54436>
 52. Lozano Y, Arango O. Afectaciones por contaminación de plomo usado en minería: revisión de literatura. Rev E&T [Internet]. 2024; 5(2):26-44. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistaet.environmenttechnologyfoundation.org/index.php/envitech/article/view/158>
 53. Instituto Nacional del Cáncer. Arsénico. [Internet]. Estados Unidos; NIH: 2015. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/arsenico#:~:text=La%20ingesti%C3%B3n%20prolongada%20de%20agua,los%20sistemas%20linf%C3%A1tico%20y%20hematopoy%C3%A9tico.>

54. Balseca A, Ramírez N, Castro R, Pernía B. Contaminación por metales pesados (Cd y Pb) en *Mejillón Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819) (Guayaquil, Ecuador). *Braz. J. Develop.* [Internet]. 2024;10(1):1190-207. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/66396>
55. ATSDR. ToxFAQs™ – Mercurio (Azogue) (Mercury). [Internet]. Estados Unidos; ATSDR: 3 de diciembre del 2024. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: http://atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts46.html#:~:text=y%20la%20edad,-,%C2%BFPuede%20el%20mercurio%20causar%20c%C3%A1ncer?,c%C3%A1ncer%20en%20los%20seres%20humanos.
56. Figueroa M, Martín A, Encinas K. Efectos Tóxicos y Comparación de las NOM de Metales Pesados en Agua con Normas Internacionales. *Rev Multid Cienc Latin* [Internet]. 2024;8(1):5088-104. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/9847>
57. López Almanza ER. Análisis de las percepciones sobre el agua de consumo en Abasolo, México. *TD* [Internet]. 2024;5(9):e298. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revista.transdigital.mx/index.php/transdigital/article/view/298>
58. Romero D, Pérez L, Consuegra A, Vidal J, Buelvas J, Marrugo J. Mercurio total (Hg-T) en ictiofauna de mayor consumo en San Marcos - Sucre, Colombia. *Rev MVZ Córdoba* [Internet]. 2024;27(3):e2488. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/2488>
59. Chui H, Roque B, Huaquisto E, Sardón D, Belizario G, Calatayud A. Metales pesados en truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de crianza intensiva de la zona noroeste del lago Titicaca. *Rev. investig. vet. Perú* [Internet]. 2021;32(3):e20398. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/veterinaria/article/view/20398>
60. de Lucio A, Otazo E, Romero L, Gaytán J. Hongos macroscópicos como bioacumuladores de metales pesados. *Pädi.* [Internet]. 2021;8(16): 60-65. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/download/5823/7415>
61. Bolivar M, Gaviria A, Lopez L. Evaluación del potencial de levaduras nativas aisladas de aguas residuales industriales para la remoción de colorantes azoicos. *Actual. Biol.* [Internet].

- 2022;45(118):1-13. [Consultado el 18 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/349450>
62. Arias J, Holgado J, Tafur T, Vásquez M. Metodología de la investigación. El Método ARIAS para realizar un proyecto de tesis: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C; 2022
63. Baena G. Metodología de la investigación. 3era edición. México: Grupo Editorial Patria; 2017
64. Ñaupas H, Mejía E, Trujillo I, Romero H, Medina W, Novoa E. Metodología de la investigación total. Cuantitativa – Cualitativa y redacción de tesis. Ediciones de la U; 2023.
65. Steinberg E, Ignatiadis N, Yadlowsky S, Xu Y, Shah N. Using public clinical trial reports to probe non-experimental causal inference methods. BMC Medic Resear Methodol. [Internet]. 2023;23(204): 1-13. [Consultado el 28 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12874-023-02025-0>
66. Hernández-Sampieri R., Mendoza C. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Grupo editorial Mc Graw Hill Education; 2018
67. Cvetkovic A, Maguiña J, Soto A, Lama J, Correa L. Cross-sectional studies. Rev Facult de Medic Hum. [Internet]. 2021; 21(1): 164-170. [Consultado el 28 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/RFMH/article/download/3069/4458?inline=1>
68. Los análisis de riesgo como herramientas de evaluación de la calidad del agua. aplicaciones en la cuenca del arroyo del Azul, provincia de Buenos Aires, Argentina. Rev.Geol.Ap.Ing y Amb. [Internet]. 2025;(52):ee028. [Consultado el 28 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revista-asagai/article/view/46587>
69. Ramos A. Efectos del consumo de agua contaminada en la calidad de vida de las personas. Pol Conocim. [Internet]. 2024; 9(1): 614-632. [Consultado el 28 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6396>
70. Octavio P, Olmos D. Efectos sobre la salud del agua contaminada por metales pesados. hr [Internet]. 2022;4(1):43-7. [Consultado el 28 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/herreriana/article/view/8630>
71. Medina M, Rojas R, Bustamante W. Metodología de la investigación : Técnicas e instrumentos de investigación. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú: 2023. [Consultado el 28 de octubre de 2025]. Disponible en:

<http://coralito.umar.mx:8383/jspui/handle/123456789/1539>

72. Medina M, Rojas R, Bustamante W, Loaiza R, Martel C. Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación. Instituto Universitario de Innovación, Ciencia y Tecnología – INUDI – Perú; 2023. [Consultado el 28 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://editorial.inudi.edu.pe/index.php/editorialinudi/catalog/book/90>
73. Miller S, Duncan B, Brown J, Sparks J, Claud D. The outcome rating scale: A preliminary study of the reliability, validity, and feasibility of a brief visual analog measure. Jour bri Therap. [Internet]. 2003;2(2), 91-100. [Consultado el 28 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.scottdmiller.com/assets/uploads/documents/OutcomeRatingScale-JBTv2n2.pdf>

VII. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Título: Riesgos toxicológicos por metales pesados en aguas subterráneas y su asociación con efectos cancerígenos y no cancerígenos en Carabayllo, 2025

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño metodológico
Problema General ¿De qué manera el nivel de riesgo toxicológico potencial por el consumo de agua subterránea con metales pesados está asociado con efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo - Lima en el 2025? Problemas específicos 1. ¿Qué nivel de arsénico, cadmio y plomo hay en el agua subterránea consumida por la población de Carabayllo? 2. ¿De qué manera el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados está asociado con los efectos cancerígenos en la población de Carabayllo? 3. ¿De qué manera el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados está asociado con los efectos no cancerígenos en la población de Carabayllo?	Objetivo General Determinar el nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su asociación con los efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo - Lima en el 2025. Objetivos específicos 1. Identificar el nivel de arsénico, cadmio y plomo en el agua subterránea consumida por la población de Carabayllo. 2. Establecer el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su relación con los efectos cancerígenos en la población de Carabayllo. 3. Determinar el riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su relación con los efectos no cancerígenos en la población de Carabayllo.	Hipótesis General Ho: El nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados no tiene asociación con los efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo - Lima en el 2025. Hi: El nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados tiene asociación significativa con los efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo - Lima en el 2025.	Variable 1 Riesgos toxicológicos por consumo de agua subterránea Dimensiones Niveles de Arsénico Niveles de Cadmio Niveles de Plomo Variable 2 Estimación de efectos cancerígenos Dimensiones Riesgo no cancerígeno (HQ) Riesgo cancerígeno (CR)	Tipo de investigación: Básico Método y diseño de la investigación Método: Hipotético-deductivo Diseño: No experimental Población, muestra y muestreo Población En el presente estudio, se contemplará muestras de 1 pozo de la zona en estudio. Adicional a ello se encuestará a los habitantes, los cuales comprenden un total de 480 pobladores de la Asociación 29 de agosto del distrito de Carabayllo Muestra Se tomará 15 muestras de 1 pozo de la zona del estudio y 215 habitantes de la asociación. Muestreo Probabilístico aleatorio simple

Anexo 2: Instrumentos

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE METALES PESADOS

Muestra	Procedencia	Arsénico		Cadmio		Plomo	
		Resultado de análisis (<0,010 mg)	Valor referencial SINIA	Resultado de análisis (<0,003 mg)	Valor referencial SINIA	Resultado de análisis (<0,010 mg)	Valor referencial SINIA
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							
11.							
12.							
13.							
14.							
15.							

Fórmula para medir el potencial efecto cancerígenos y no cancerígenos de la exposición de metales pesados

Medir concentración de cada metal en pozos (mg/L).

Calcular CDI usando:

$$CDI = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

C: concentración medida (mg/L)

IR: ingesta diaria de agua (L/día)

EF: frecuencia de exposición (días/año)

ED: duración de exposición (años)

BW: peso corporal (kg)

AT: tiempo de promediado (días)

Riesgo no cancerígeno

HQ total = suma de HQ individuales (arsénico, cadmio, plomo).

HQ > 1 → evidencia de riesgo para organismo

Riesgo cancerígeno

$$CR = CDI \times SF$$

Sumar riesgos de cada metal para obtener el Riesgo Total de Cáncer (TCR)

Fuente: metodología internacional recomendada es la de la US-EPA (Risk Assessment Guidance for Superfund, RAGS) - <https://www.epa.gov/risk/risk-assessment-guidance-superfund-rags-part>

ENCUESTA DE EXPOSICIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA CON METALES PESADOS

Marcar con una “x” la opción más cercana a la realidad respecto al consumo de agua subterránea.

Sección A. Filtro y datos generales

A1. Sexo:

1=Femenino () 2=Masculino () 3=Otro ()

A2. Edad (años cumplidos): ____ (años)

A3. Altura: ____ cm

A4. ¿Reside usualmente en este hogar?

1=Sí () 0=No ()

A5. Tiempo viviendo en Carabayllo- AT (años): ____

A6. ¿Ha vivido fuera de Carabayllo ≥ 30 días seguidos en los últimos 12 meses?

1=Sí () 0=No ()

Si la respuesta fue “Sí”, indicar meses o año de duración de cada ausencia: _____

Sección B. Fuentes y uso del agua (últimos 12 meses)

B1. ¿Usa agua de pozo (subterránea) para beber?

1=Sí () 0=No ()

B2. ¿Usa agua de pozo para cocinar?

1=Sí () 0=No ()

B3. ¿Usa agua de pozo para preparar infusiones?

1=Sí () 0=No ()

No responder la pregunta B4 y B5 si marcó las 3 preguntas anteriores NO

B4. ¿Cuál(es) fuente(s) de agua usa para beber en su hogar? (puede marcar más de una opción)

1=Red pública () 2=Cisterna/camión () 3=Agua embotellada ()

5=Otra: _____ ()

B5. De esas fuentes, ¿cuál usa principalmente para beber? (anote código): ____

Sección C. Patrón de consumo diario de agua (IR)

C1. Cantidad diaria de agua bebida proveniente de pozo:

1. Vasos o botellas al día: ____
2. Tanque: ____

Capacidad del recipiente referencial (marcar indicar una cantidad de ml diarios consumidos):

3. Vaso estándar = 250 ml (☐)
4. Botella pequeña = 500 ml (☐)
5. Botella mediana = 750 ml (☐)
6. Botella de litro = 1000 ml (☐)
7. Botella grande = 2500 ml (☐)
8. Bidón = 7000 ml (☐)
9. Tanque = ____ ml o ____ L (☐)

Sección D. Frecuencia de exposición anual (EF)

D1. En los últimos 12 meses, ¿en cuántos días tomó agua de pozo para beber?

Días = _____

(Si usa “todos los días” del año, colocar 365; si hubo ausencias, restarlas)

D2. En los últimos 12 meses, ¿en cuántos días consumió infusiones o cocinó con agua de pozo?

Días = _____

(Si usa “todos los días” del año, colocar 365; si hubo ausencias, restarlas)

Sección E. Duración de exposición (ED)

E1. ¿Desde qué año empezó a beber regularmente agua de pozo en Carabayllo? (año aproximado) _____

E2. ¿Ha habido pausas de ≥ 6 meses sin beber agua de pozo desde ese inicio? 1=Sí / 0=No

Si marcó “Sí”, liste periodos (mes/año - inicio–fin): _____

Sección F. Peso corporal (BW)

F1. Peso actual (kg): ____

Sección G. Enfermedades que adolece

Marque cualquiera de las opciones que este padeciendo y que considere que es producto del consumo del agua subterránea:

Enfermedad	Si	No	Tiempo que padece la enfermedad o malestar (puede ser meses o años)
Cáncer de piel			
Cáncer de pulmón			
Cáncer de vejiga			
Cáncer de próstata			
Cáncer de hígado			
Cáncer de riñón			
Leucemia (Cáncer en la sangre)			
Linfoma (Cáncer en la sangre)			
Problemas renales (insuficiencia renal, cálculos renales (piedras), glomerulonefritis, la nefropatía por IgA, enfermedad poliquística)			
Toxicidad hepática			
Hepatitis (inflamación)			
Cirrosis (cicatrización)			
Hígado graso (esteatosis o MASH)			
Anemia			
Leucopenia			
Trombocitopenia			
Eritrocitosis			
Leucocitosis			
Trombocitosis			
Bronquitis			
Enfisema			
Asma			
Efectos gastrointestinales agudos (náuseas, vómitos, diarrea, cólicos abdominales, calambres musculares)			
Alteraciones neurológicas			
Problemas cardiovasculares			
Efectos en desarrollo infantil (cognitivo)			
Daño al sistema nervioso central y periférico			
Hipertensión			
Enfermedad coronaria,			
Enfermedad cerebrovascular			
Enfermedad vascular periférica			
Insuficiencia cardíaca,			
Cardiopatías congénitas			
Arritmias			

Miocardopatías			
Cardiopatía reumática			
Afectación al sistema reproductivo			
Lesiones cutáneas			
Diabetes mellitus			
Neuropatía periférica			
Si sufrieras alguna enfermedad que no esté en la lista colocarla: _____			

Anexo 3: Validez del instrumento



Certificado de validación de instrumento

Nº	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE INDEPENDIENTE): RIESGOS TOXICOLÓGICOS POR CONSUMO DE AGUA SUBTERRÁNEA	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: NIVELES DE ARSÉNICO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Resultado de análisis (<0,010 mg)							
2	Valor referencial SINIA							
	DIMENSIÓN 2: NIVELES DE CADMIO							
3	Resultado de análisis (<0,010 mg)							
4	Valor referencial SINIA							
	DIMENSIÓN 2: NIVELES DE PLOMO							
5	Resultado de análisis (<0,010 mg)							
6	Valor referencial SINIA							
7	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE DEPENDIENTE): ESTIMACIÓN DE EFECTOS CANCERÍGENOS							
	Sección A. Filtro y datos generales							
8	Sexo							
9	Edad							
10	Altura							
11	Tiempo viviendo en Carabayllo							
12	¿Ha vivido fuera de Carabayllo ≥30 días seguidos en los últimos 12 meses?							
	Sección B. Fuentes y uso del agua							
13	¿Usa agua de pozo (subterránea) para beber?							
14	¿Usa agua de pozo para cocinar?							
15	¿Usa agua de pozo para preparar infusiones?							
16	¿Cuál(es) fuente(s) de agua usa para beber en su hogar? (puede marcar más de una opción)							
17	De esas fuentes, ¿cuál usa principalmente para beber? (anote código): ____							
	Sección C. Patrón de consumo diario de agua							
18	C1. Cantidad diaria de agua bebida proveniente de pozo							



19	Capacidad del recipiente referencial (marcar indicar una cantidad de ml diarios consumidos):							
20	Sección D. Frecuencia de exposición anual (EF)							
21	D1. En los últimos 12 meses, ¿en cuántos días tomó agua de pozo para beber?							
22	D2. En los últimos 12 meses, ¿en cuántos días consumió infusiones o cocinó con agua de pozo?							
	Sección E. Duración de exposición							
23	E1. ¿Desde qué año empezó a beber regularmente agua de pozo en Carabayllo?							
24	E2. ¿Ha habido pausas de ≥6 meses sin beber agua de pozo desde ese inicio?							
	Sección F. Peso corporal							
25	F1. Peso actual							
26	Sección G. Enfermedades que adolece							
27	Enfermedad							
28	Tiempo que padece la enfermedad o malestar (puede ser meses o años)							

Observaciones: Ninguna

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del juez validador: Dr. Juan Manuel Parreño Tiplan DNI: 10326579

Especialidad del validador: Doctor en Farmacia y Bioquímica

8 de enero del 2026

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del experto Informante

Certificado de validación de instrumento

N°	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE INDEPENDIENTE): RIESGOS TOXICOLÓGICOS POR CONSUMO DE AGUA SUBTERRÁNEA	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1: NIVELES DE ARSÉNICO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Resultado de análisis (<0,010 mg)	X		X		X		
2	Valor referencial SINIA	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: NIVELES DE CADMIO							
3	Resultado de análisis (<0,010 mg)	X		X		X		
4	Valor referencial SINIA	X		X		X		
	DIMENSIÓN 2: NIVELES DE PLOMO							
5	Resultado de análisis (<0,010 mg)	X		X		X		
6	Valor referencial SINIA	X		X		X		
7	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE DEPENDIENTE): ESTIMACIÓN DE EFECTOS CANCERÍGENOS							
	Sección A. Filtro y datos generales:	X		X		X		
8	Sexo	X		X		X		
9	Edad	X		X		X		
10	Altura	X		X		X		
11	Tiempo viviendo en Carabayllo	X		X		X		
12	¿Ha vivido fuera de Carabayllo ≥30 días seguidos en los últimos 12 meses?	X		X		X		
	Sección B. Fuentes y uso del agua							
13	¿Usa agua de pozo (subterránea) para beber?	X		X		X		
14	¿Usa agua de pozo para cocinar?	X		X		X		
15	¿Usa agua de pozo para preparar infusiones?	X		X		X		
16	¿Cuál(es) fuente(s) de agua usa para beber en su hogar? (puede marcar más de una opción)	X		X		X		
17	De esas fuentes, ¿cuál usa principalmente para beber? (anote código): ____	X		X		X		
	Sección C. Patrón de consumo diario de agua							
18	C1. Cantidad diaria de agua bebida proveniente de pozo	X		X		X		

19	Capacidad del recipiente referencial (marcar indicar una cantidad de ml diarios consumidos):	X		X		X		
20	Sección D. Frecuencia de exposición anual (EF)							
21	D1. En los últimos 12 meses, ¿en cuántos días tomó agua de pozo para beber?	X		X		X		
22	D2. En los últimos 12 meses, ¿en cuántos días consumió infusiones o cocinó con agua de pozo?	X		X		X		
	Sección E. Duración de exposición							
23	E1. ¿Desde qué año empezó a beber regularmente agua de pozo en Carabayllo?	X		X		X		
24	E2. ¿Ha habido pausas de ≥6 meses sin beber agua de pozo desde ese inicio?	X		X		X		
	Sección F. Peso corporal							
25	F1. Peso actual	X		X		X		
26	Sección G. Enfermedades que adolece							
27	Enfermedad	X		X		X		
28	Tiempo que padece la enfermedad o malestar (puede ser meses o años)	X		X		X		

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y Nombres del juez validador: **Dra. Mónica Poma Vivas** DNI: 28307350

Especialidad del validador: Doctora en Ciencias de la Salud y Salud Pública

08 de enero del 2026

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Dra. Mónica Poma Vivas

Certificado de validación de instrumento

N°	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE INDEPENDIENTE): RIESGOS TOXICOLÓGICOS POR CONSUMO DE AGUA SUBTERRÁNEA	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSION 1: NIVELES DE ARSENICO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	Resultado de análisis (<0,010 mg)	SI		SI		SI		
2	Valor referencial SINIA	SI		SI		SI		
	DIMENSION 2: NIVELES DE CADMIO							
3	Resultado de análisis (<0,010 mg)	SI		SI		SI		
4	Valor referencial SINIA	SI		SI		SI		
	DIMENSION 2: NIVELES DE PLOMO							
5	Resultado de análisis (<0,010 mg)	SI		SI		SI		
6	Valor referencial SINIA	SI		SI		SI		
7	DIMENSIONES / ítems (VARIABLE DEPENDIENTE): ESTIMACIÓN DE EFECTOS CANCERIGENOS							
	Sección A. Filtro y datos generales							
8	Sexo	SI		SI		SI		
9	Edad	SI		SI		SI		
10	Altura	SI		SI		SI		
11	Tiempo viviendo en Carabaylo	SI		SI		SI		
12	¿Ha vivido fuera de Carabaylo ≥30 días seguidos en los últimos 12 meses?	SI		SI		SI		
	Sección B. Fuentes y uso del agua							
13	¿Usa agua de pozo (subterránea) para beber?	SI		SI		SI		
14	¿Usa agua de pozo para cocinar?	SI		SI		SI		
15	¿Usa agua de pozo para preparar infusiones?	SI		SI		SI		
16	¿Cuál(es) fuente(s) de agua usa para beber en su hogar? (puede marcar más de una opción)	SI		SI		SI		
17	De esas fuentes, ¿cuál usa principalmente para beber? (anote código): ____	SI		SI		SI		
	Sección C. Patrón de consumo diario de agua							
18	C1. Cantidad diaria de agua bebida proveniente de pozo	SI		SI		SI		

19	Capacidad del recipiente referencial (marcar indicar una cantidad de ml diarios consumidos):	SI		SI		SI		
20	Sección D. Frecuencia de exposición anual (EF)							
21	D1. En los últimos 12 meses, ¿en cuántos días tomó agua de pozo para beber?	SI		SI		SI		
22	D2. En los últimos 12 meses, ¿en cuántos días consumió infusiones o cocinó con agua de pozo?	SI		SI		SI		
	Sección E. Duración de exposición							
23	E1. ¿Desde qué año empezó a beber regularmente agua de pozo en Carabaylo?	SI		SI		SI		
24	E2. ¿Ha habido pausas de ≥6 meses sin beber agua de pozo desde ese inicio?	SI		SI		SI		
	Sección F. Peso corporal							
25	F1. Peso actual	SI		SI		SI		
26	Sección G. Enfermedades que adolece							
27	Enfermedad	SI		SI		SI		
28	Tiempo que padece la enfermedad o malestar (puede ser meses o años)	SI		SI		SI		

Observaciones: Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) No aplicable ()

Apellidos y Nombres del juez validador: Mg/Dr. Manuel Jesús Muñoz Jáuregui DNI: 06771337

Especialidad del validador: farmacia Clínica

12 de enero del 2026

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del experto Informante

Anexo 4: Confiabilidad del instrumento

		N	%
Casos	Válido	20	100,0
	Excluido	0	,0
	Total	20	100,0

Ficha de registro de datos de metales pesados

Test - Retest	N de elementos
0,88	18

		N	%
Casos	Válido	10	100,0
	Excluido	0	,0
	Total	10	100,0

Encuesta de exposición de agua subterránea con metales pesados

Test - Retest	N de elementos
1,00	6

Anexo 5: Aprobación del Comité de Ética



COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA E INTEGRIDAD CIENTÍFICA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Lima, 22 de enero del 2026.

Autor Responsable:

Anita Luzmila Cardenas Hernandez

Exp. N°: 3356-2025

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética e Integridad Científica (CIEIC) de la Universidad Privada Norbert Wiener evaluó y **APROBÓ** el siguiente proyecto de investigación:

Proyecto Titulado: **"Riesgos toxicológicos por metales pesados en aguas subterráneas y su asociación con efectos cancerígenos y no cancerígenos en Carabaylo, 2025"**

Versión Nro. 2, aprobada por el asesor en fecha 06/01/ 2026.

El cual tiene como Autor(es) a:

Anita Luzmila Cardenas Hernandez

La **APROBACIÓN** otorgada comprende la verificación del cumplimiento de las buenas prácticas éticas, la adecuada evaluación del balance riesgo/beneficio, la idoneidad del equipo de investigación y la garantía de confidencialidad en el manejo de los datos, entre otros aspectos éticos y metodológicos pertinentes.

El investigador deberá considerar los siguientes puntos detallados a continuación:

- La aprobación otorgada por el CIEIC tiene una **vigencia de veinticuatro (24) meses** contados desde la fecha de emisión del presente documento. Esta vigencia es exclusiva para los procedimientos éticos revisados por el Comité y no sustituye ni aplica a los trámites administrativos ante la Oficina de Grados y Títulos.
- La constancia de aprobación por el CIEIC **no garantiza** la **aceptación** por parte de las **instituciones** en las que se planea realizar la investigación.
- En caso de requerir una **enmienda**, entendida como una modificación menor que **no altera de manera sustantiva** el proyecto aprobado, esta deberá ser presentada al CIEIC y no podrá ejecutarse sin su aprobación previa. **Cualquier cambio sustantivo deberá tramitarse como proyecto nuevo** ante el CIEIC.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,



Mg. Angelica Karina Minaya Galarreta
Presidente
Comité Institucional de Ética e Integridad Científica
Universidad Privada Norbert Wiener

Avenida Arequipa 440 / Teléfono: 939513820 (Atención: lunes a viernes de 8:00 a 16:30 horas.) / Correo: comite.etica@unwienneredu.pe

Anexo 6: Formato de consentimiento informado

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	
Título del Proyecto de Investigación: Riesgos toxicológicos por metales pesados en aguas subterráneas y su asociación con efectos cancerígenos y no cancerígenos en Carabayllo, 2025	
Autor Responsable: Anita Luzmila Cárdenas Hernández	
Universidad /Institución: Universidad Privada Norbert Wiener	
I. INVITACIÓN	
Estimado(a) participante: Le invitamos a participar en un estudio de investigación titulado: “Riesgos toxicológicos por metales pesados en aguas subterráneas y su asociación con efectos cancerígenos y no cancerígenos en Carabayllo, 2025”, desarrollado por investigadores de la Universidad Privada Norbert Wiener S.A. (UPNW). A continuación, le proporcionamos información detallada sobre el estudio y su participación.	
II. INFORMACIÓN	
2.1	Propósito del estudio: Determinar el nivel de riesgo toxicológico por consumo de agua subterránea con presencia de metales pesados y su asociación con los efectos cancerígenos y no cancerígenos en la población de Carabayllo - Lima en el 2025.
2.2	Duración del estudio: 4 meses
2.3	Número esperado de participantes: 215 personas
2.4	Criterios de Inclusión y exclusión: Criterios de inclusión: • Que residan dentro de la asociación al menos 5 años interrumpidamente. • Personas mayores de 18 años • Pobladores de ambos sexos. Criterios de exclusión: • Que sean personas que han ido de visita al lugar de estudio • Personas que no deseen firmar el consentimiento informado • Personas que se detecte que sufre de alguna discapacidad mental.
2.5	Procedimientos del estudio: Si Usted decide participar en este estudio se le realizará lo siguiente: • La participación en este estudio consistirá en completar un cuestionario • La participación en este estudio no tiene algún costo para usted, y tampoco será compensado económicamente. • La encuesta puede demorar unos 15 minutos
2.6	Riesgos: Su participación en el estudio no está sujeto a ningún tipo de riesgo físico o mental. El encuestador dispone de lapiceros, lápiz, borrador y corrector en caso sean necesarios, a su vez siempre estarán atentas a cualquier consulta que desee hacerles. La negación de participar o de llenar el cuestionario no estará sujeto a ningún tipo de problema legal o administrativo hacia su persona, recuerde que todo esto realizado con fines académicos y de investigación.
2.7	Beneficios: Usted se beneficiará conociendo los resultados de la investigación, si así lo deseará, solo tiene que ponerse en contacto con el encuestador que con gusto le hará llegar dichos resultados.

2.8	Costos e incentivos: Usted no deberá pagar nada por participar dentro de la investigación. Igualmente, no recibirá ningún incentivo económico ni medicamentos a cambio de su participación
2.9	Confidencialidad: Se guardará la información mediante el uso de códigos y no con nombres. Los resultados de este estudio serán publicados, pero no se mostrará ninguna información que permita la identificación de Usted, sus respuestas y/o participación. La información recolectada no será expuesta ninguna persona ajena al estudio.
2.10	Derechos del participante: Si usted se siente incómodo durante el desarrollo del cuestionario, podrá retirarse de éste en cualquier momento o indicar que no desea participar sin perjuicio alguno. Si tiene alguna inquietud y/o molestia, no dude en preguntar al encuestador.
2.11	Preguntas/Contacto: Puede comunicarse con la Srta. ANITA LUZMILA CÁRDENAS HERNÁNDEZ - +51 983 532 706
2.12	Ocurrencias/Reclamos: Comité de Ética de la Universidad Norbert Wiener, para la investigación de la Universidad Norbert Wiener, telf. 7065555 anexo 3285. comité.etica@uwiener.edu.pe

III. DECLARACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Declaro haber leído y comprendido el contenido de este Formulario de Consentimiento Informado. He recibido una explicación clara sobre el objetivo, procedimiento y finalidad del estudio, así como respuesta a todas mis preguntas. Entiendo que mi participación es voluntaria y tengo derecho a retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto me perjudique de ninguna manera.

Recibiré una copia firmada de este Formulario.

		___/___/202__
FIRMA DEL PARTICIPANTE		FECHA
Nombre del Participante:	HUELLA DACTILAR	
DNI/Carné de Extranjería/Otros:		
		___/___/202__
FIRMA DEL AUTOR RESPONSABLE		FECHA
Nombre del Autor Responsable:	HUELLA DACTILAR	
DNI/Carné de Extranjería/Otros:		

Anexo 7: Carta de aprobación de la institución para la recolección de los datos



"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la
Democracia"



Lima, 17 de Febrero de 2026

CARTA N°0422-2026-SG-UPNW-CP

Sra. Teofila Maura Pumacahua Cuti
Presidenta de la Asociación 29 de Agosto - Carabaylo
Asociación 29 de Agosto - Carabaylo
S/N Asoc. 29 de Agosto Carabaylo – Lima - Lima

ASUNTO: Autorización para aplicación de estudio de campo

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarla cordialmente y a la vez presentar a la estudiante del Programa Académico de **Farmacia y Bioquímica**; **Anita Luzmila Cardenas Hernandez**, con código de matrícula **2024802335** con la finalidad de solicitar se brinde todas las facilidades pertinentes para que pueda aplicar los instrumentos de recolección de datos a 215 pobladores.

Toda la información que solicita a la tesista **Anita Luzmila Cardenas Hernandez**, para la elaboración de su proyecto de investigación denominado: **"Riesgos toxicológicos por metales pesados en aguas subterráneas y su asociación con efectos cancerígenos y no cancerígenos en Carabaylo, 2025."** dirigido por el asesor de tesis Mg. José Antonio Llahuilla Quea, para la obtención del Título Profesional de Químico Farmacéutico.

Agradeciendo por anticipado su autorización a la tesista para que logre su propósito, hago propicia la ocasión para expresarle los sentimientos de mi consideración y estima personal.

Atentamente,



Firmado digitalmente por:
Khristian Vigil Vega
DNI: 44025157
RUC: 20486246370
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/02/2026 Hora: 19:53:49



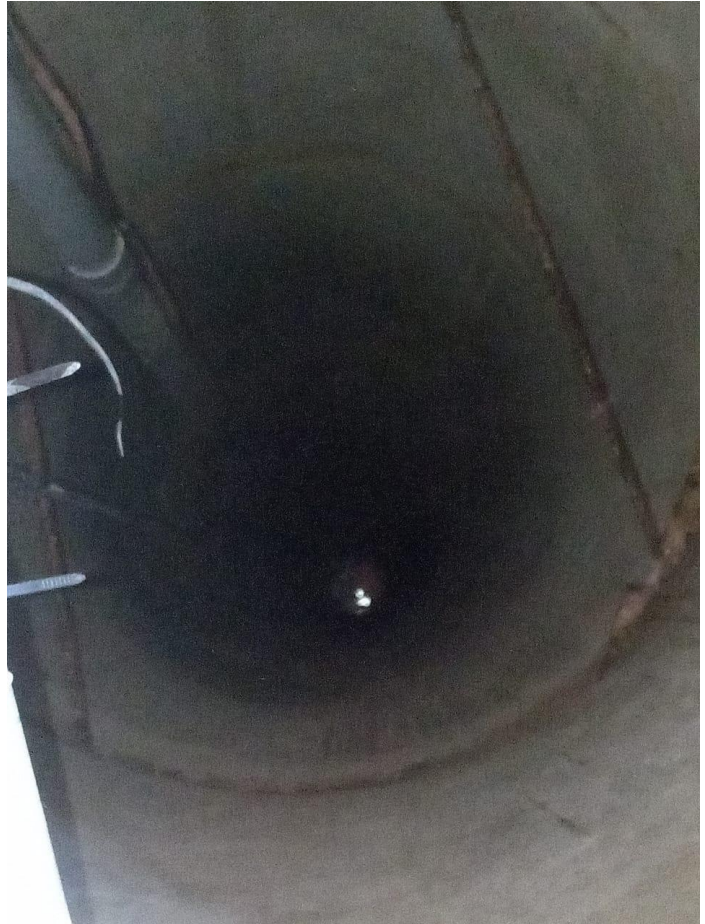
Khristian Vigil Vega
Secretario General

Universidad Privada Norbert Wiener S.A.

Maura P.C.
Teofila Maura Pumacahua Cuti
08039868

Anexo 8: Evidencia fotográfica

POZO DE LA ASOCIACIÓN 29 DE AGOSTO



LOS FRASCOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA SUBTERRANEO (TOTAL 15 FRASCOS)



**APLICACIÓN DE CUESTIONARIO A LOS POBLADORES DE LA ASOCIACION 29
DE AGOSTO - CARABAYLLO**



11% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
93 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 9% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	4%
2	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2026-02-19	<1%
3	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2025-11-15	<1%
4	Trabajos entregados	MCI Management Centre Innsbruck on 2016-07-28	<1%
5	Internet	cdn.atenaeditora.com.br	<1%
6	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2022-09-02	<1%
7	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
8	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%
9	Trabajos entregados	Universidad Wiener on 2026-01-31	<1%
10	Publicación	Şehnaz Şener, Erhan Şener, Cafer Bulut. "Assessment of human health risk relate...	<1%
11	Internet	oa.upm.es	<1%