UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) EN LAS AGUAS DEL RÍO NESHUYA, UCAYALI, PERU.

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

ZEILA MILAGROS PANDURO SÁNCHEZ

BIANKA MARYBETH PIZANGO REÁTEGUI

Pucallpa – Perú

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 183/2024-CGyT-FCFyA-UNU

En la ciudad de Pucallpa a las 11:15 a.m. del jueves 21 de marzo de 2024, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el auditorio de la FCFyA , designados con Memo Múltiple N° 010-2024-UNU-FCFyA-CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga	Presidente
Dr. Grober Panduro Pisco	Miembro
Mg. Julián Robert Pérez Vigilio	Miembro

Para evaluar a la sustentación de la tesis denominado: **"DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) EN LAS AGUAS DEL RIO NESHUYA, UCAYALI, PERÚ"**, presentado por las bachilleres **PIZANGO REATEGUI BIANKA MARYBETH** y **PANDURO SANCHEZ ZEILA MILAGROS;** asesorado por el **Dr. GABRIEL MERCADO JAUREGUI**.

Habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por las tesistas a satisfacción del jurado. En consecuencia, la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD;** quedando expeditas para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**, después de las correcciones hechas por el jurado. Siendo las 12:15 p.m. del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

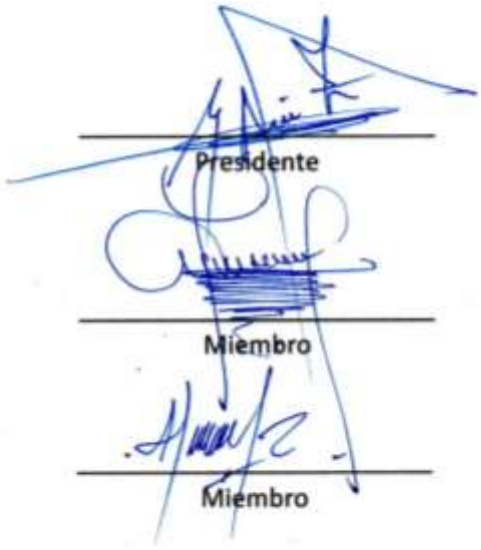
Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
Presidente

Dr. Grober Panduro Pisco
Miembro

Mg. Julián Robert Pérez Vigilio
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.



Dr. Edgar Juan Díaz Zúñiga
Presidente

Dr. Grober Panduro Pisco
Miembro

Mg. Julián Robert Pérez Vigilio
Miembro

Dr. Gabriel Mercado Jauregui
Asesor

Bach. Zeila Milagros Panduro Sanchez
Tesista

Bach. Bianka Marybeth Pizango Reategui
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

N° V/0077-2024.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) EN LAS AGUAS DEL RÍO NESHUYA, UCAYALI PERÚ"

Autor(es)	:	**PANDURO SÁNCHEZ, ZEILA MILAGROS**
		PIZANGO REÁTEGUI, BIANKA MARYBETH
Facultad	:	**CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**
Escuela	:	**ING. AMBIENTAL**
Asesor(a)	:	**Dr. MERCADO JAUREGUI GABRIEL**

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el articulo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 15/02/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, ZEILA MILAGROS PANDURO SANCHEZ

Autor de la tesis titulada : "DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) EN LAS AGUAS DEL RIO NESHUYA, UCAYALI, PERÚ"

Sustentada el año: 2024

Asesor(a): Dr. GABRIEL MERCADO JAUREGUI

Facultad: Cs. FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela Profesional: INGENIERÍA AMBIENTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 21 / 03 / 2024

Email: zeyleo912@gmail.com Firma:

Teléfono: 917120071 DNI: 72176183

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, BIANKA MARYBETH DIZANGO REATEGUI

Autor de la tesis titulada : " DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) EN LAS AGUAS DEL RÍO NESHUYA, UCAYALI, PERÚ."

Sustentada el año 2024

Asesor(a): Dr. GABRIEL MERCADO JAREGUI

Facultad: CS. FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela Profesional: INGENIERIA AMBIENTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [x]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 21 / 03 / 2024

Email: marybethreategui@gmail.com Firma:

Teléfono: 945171052 DNI: 74843539

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Reyna y Robert, a mi hermana Angelina, porque han fomentado en mí el deseo de superación y triunfo en la vida, por creer en mí siempre, por enseñar con el ejemplo y valorar lo que tengo.

Zeila Milagros

A mis padres Maritza y Juan Luis, a mi abuelita Catalina y mis hermanos Jefferson y Mirian, por ser un apoyo incondicional para mi formación como profesional, por sus valores y buenas enseñanzas.

Bianka Marybeth

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra casa de estudios la Universidad Nacional de Ucayali, por ser parte de una etapa importante de nuestras vidas y formarnos profesionalmente.

A nuestros docentes de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental que brindaron sus conocimientos y su apoyo a seguir adelante.

Al Dr. Gabriel Mercado Jáuregui, asesor de la tesis, por guiarnos en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A nuestras familias por su apoyo moral y económico, para poder llegar a este momento importante para nosotras.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA vii

AGRADECIMIENTO viii

INDICE GENERAL ix

INDICE DE TABLAS xi

INDICE DE FIGURAS xii

RESUMEN xiv

ABSTRACT xvi

INTRODUCCIÓN xviii

CAPÍTULO I 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1. Descripción del problema 1

1.2. Objetivos de la investigación 3

1.2.1. Objetivo general 3

1.2.2. Objetivos específicos 3

CAPÍTULO II 4

MARCO TEÓRICO 4

2.1. Antecedentes de la investigación 4

2.1.1. Antecedentes Internacionales 4

2.1.2. Antecedentes Nacionales 16

2.1.3. Antecedentes locales 24

2.2. Bases Teóricas 30

2.3. Definición de términos básicos 48

CAPÍTULO III 50

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN 50

3.1. Enfoque de la investigación 50

3.2. Alcance de la investigación 50

3.3. Diseño de la investigación 50
3.4. Diseño estadístico 50
3.5. Población y muestra 51
3.5.1. Población 51
3.5.2. Muestra 51
3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos 52
3.7. Procedimiento de recolección de datos 53
CAPÍTULO IV 60
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 60
4.1. Concentración de los metales pesados (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) en las aguas del rio Neshuya. 60
4.2. Identificación de las fuentes contaminantes de metales pesados de las aguas del Río Neshuya 63
4.3. Evaluación de la presencia de metales pesados en el Rio Neshuya y el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental del agua. 74
4.4. Evaluación de la concentración de metales pesados en el río Neshuya según la temporada lluviosa o seca. 104
CONCLUSIONES 109
RECOMENDACIONES 111
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 112
ANEXOS 127

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías del ECA aplicadas en la investigación…….....32
Tabla 2. Fuentes Contaminantes de Origen Antropogénico, según tipo …….....45
Tabla 3. Coordenadas de los puntos de muestreo ……..... 51
Tabla 4. Resultados de los niveles de concentración de los metales pesados (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg Y As)..…… ……..……61
Tabla 5. Identificación de fuentes contaminantes de metales de las aguas del río Neshuya …….....63
Tabla 6. Rio Neshuya acorde al cumplimiento de los ECAs..……. …..... 75
Tabla 7. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN1 del rio Neshuya con los ECA…….....……....……77
Tabla 8. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN2 del rio Neshuya con los ECA……..…….....……79
Tabla 9. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN3 del rio Neshuya con los ECA……..…....…….....……..….....81
Tabla 10. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN4 del rio Neshuya con los ECA…….……..83
Tabla 11. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN5 del rio Neshuya con los ECA…….……..85
Tabla 12. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN6 del rio Neshuya con los ECA..…….....87
Tabla 13. Comparación de los parámetros de campo en aguas del Rio Neshuya según la temporada seca o lluviosa…...…..……..…….....102
Tabla 14. Estadísticos descriptivos de la concentración de los metales pesados en las aguas del río Neshuya durante la temporada seca y lluviosa…….105
Tabla 15. Análisis de Varianza de la concentración de Hierro según la temporada….108

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo del río Neshuya …..……...52

Figura 2. Toma de Muestra del agua Superficial del Río Neshuya……..…56

Figura 3. Medición de Parámetros de Campo ..……..…..……..57

Figura 4. Comparación de los niveles de concentración de los metales pesados (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg Y As). por puntos de monitoreo en el Rio Neshuya……...……62

Figura 5. Descripción de las fuentes contaminantes en las aguas del río Neshuya…64

Figura 6. Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-1 de monitoreo del rio Neshuya…….…..……65

Figura 7. Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-2 de monitoreo del rio Neshuya ……..……..…….....66

Figura 8. Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-3 de monitoreo del rio Neshuya……..……..... ……67

Figura 9. Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-4 de monitoreo del rio Neshuya..…….……..……..…….…….....68

Figura 10. Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-5 monitoreo del Rio Neshuya ……...……...……..……69

Figura 11. Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-6 monitoreo del Rio Neshuya ……...……..….....70

Figura 12. Comparativa de la concentración del Arsénico con los parámetros del ECA agua…….. .89

Figura 13. Comparativa de la concentración del Cadmio con los parámetros del ECA agua.....……...91

Figura 14. Comparativa de la concentración del Cromo con los parámetros del ECA agua.……93

Figura 15. Comparativa de la concentración del Hierro con los parámetros del ECA agua.……95

Figura 16. Comparativa de la concentración del Plomo con los parámetros del ECA agua.……97

Figura 17. Comparativa de la concentración del Mercurio con los parámetros del ECA agua……..……..…….……....99

Figura 18. Variación de los niveles de concentración de los metales pesados en aguas del río Neshuya según la temporada seca o lluviosa……103

Figura 19. Variación de los niveles de concentración de los metales pesados en aguas del río Neshuya según la temporada seca o lluviosa……**….**……106

Figura 20. Comparación de la concentración de Hierro en el rio Neshuya según la temporada seca o lluviosa con el ECA-Agua……**..**…….....107

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo determinar el nivel de concentración de los metales pesados de Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As, en las aguas del río Neshuya; como objetivos específicos se propuso identificar las fuentes contaminantes de metales pesados, evaluar si la presencia de metales pesados supera el Estándar Nacional de Calidad de agua y determinar si existe diferencias entre las concentraciones de metales pesados en el agua del Rio Neshuya según la temporada lluviosa y seca. La metodología se basó en la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA - "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales". La recolección de la muestra se realizó en dos estadios temporales: Lluvia (marzo) y temporada seca (junio), considerando 6 puntos entre la naciente y desembocadura del río Neshuya. Las muestras de agua se analizaron en el laboratorio ITS (Inspection & Testing Services) del Perú trabajando en base a la metodología de espectrometría de absorción atómica, para la identificación de metales pesados. Los resultados: En temporada lluviosa se registraron niveles de Cd < 0.0006 mg/l, Cr < 0.0005 mg/l, de Pb < 0.003 mg/l, Hg < 0.00005 mg/l y As < 0.0001 mg/l, sin embargo, se encontró concentraciones de Fe en un promedio de 0.0060 mg/l. En temporada seca se registraron niveles de Cd < 0.0006 mg/l, de Cr < 0.0005 mg/l, Pb < 0.003 mg/l, de Hg < 0.00005 mg/l , As < 0.0001mg/l y se encontró mayor concentración del Fe a diferencia de la estación lluviosa obteniendo una concentración de 0.011 mg/l; todos provenientes de fuentes contaminantes antropogénicas que fueron identificadas cerca del punto de monitoreo, con esto se concluye que los niveles de concentración de los metales pesados de Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As, están por debajo de los niveles del Estándar Nacional de Calidad de Agua para

producción, bebida de animales, irrigación de vegetales y conservación, además de no existir diferencia significativa en las temporadas seca y lluviosa.

Palabras Claves: Metales pesados, Agua superficial, Calidad de Agua.

ABSTRACT

The objective of the research is to determine the concentration level of heavy metals Cd, Cr, Fe, Pb, Hg and As, in the waters of the Neshuya River; As specific objectives, it was proposed to identify the polluting sources of heavy metals, evaluate if the presence of heavy metals exceeds the National Water Quality Standard and determine if there are differences between the concentrations of heavy metals in the water of the Neshuya River according to the rainy season and dry. The methodology was based on Headquarters Resolution No. 010-2016-ANA - "National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources." The sample collection was carried out in two temporal stages: Rainy (March) and seasonal. dry (June), considering 6 points between the source and mouth of the Neshuya River. The water samples were analyzed in the ITS (Inspection & Testing Services) laboratory of Peru working based on the atomic absorption spectrometry methodology, for the identification of heavy metals. The results: In the rainy season, levels of Cd < 0.0006 mg/l, Cr < 0.0005 mg/l, Pb < 0.003 mg/l, Hg < 0.00005 mg/l and As < 0.0001 mg/l were recorded, without However, concentrations of Fe were found at an average of 0.0060 mg/l. In the dry season, levels of Cd < 0.0006 mg/l, Cr < 0.0005 mg/l, Pb < 0.003 mg/l, and Hg < 0.00005 mg were recorded. /l, As < 0.0001mg/l and a higher concentration of Fe was found unlike the rainy season, obtaining a concentration of 0.011 mg/l; all coming from anthropogenic contaminant sources that were identified near the monitoring point, with this it is concluded that the concentration levels of the heavy metals of Cd, Cr, Fe, Pb, Hg and As, are below the levels of the National Standard of Water Quality for production, animal drinking, vegetable irrigation

and conservation, in addition to there being no significant difference in the dry and rainy seasons.

Keywords: Heavy metals, Surface water, Water quality.

INTRODUCCIÓN

Contreras, Mendoza & Gómez (2004). El estudio de la presencia de metales pesados en aguas de ríos y sedimentos constituye un aporte a la disposición de información de carácter ambiental, contribuye al diagnóstico de cada una de sus cuencas y por consiguiente facilita la toma de decisiones sobre todo de carácter gubernamental. Los metales pesados constituyen un serio problema ambiental debido a su toxicidad y a sus repercusiones fisiológicas tanto en los seres humanos como en animales, tal es el caso de los peces. La investigación en este campo permite conocer las rutas contaminantes y su interacción con otras sustancias presentes en las aguas; así como, la toma de decisiones adecuadas en cuanto a las políticas de salud, medio ambiente y en general en el plano social repercutiendo positivamente en la realidad nacional.

Los metales son uno de los contaminantes más difíciles de tratar en las aguas y generan impactos negativos en la salud, medio ambiente y economía. La salud se ve afectada ya que estos tienen la capacidad de bioacumularse en órganos blandos del cuerpo y ser causantes de enfermedades graves a mediano y largo plazo, como enfermedades nerviosas, cardiovasculares, inmunológicas y degenerativas genéticas, algunos metales afectan la formación del feto durante la gestación, problemas diversos que son causados por la ingesta de agua, animales y/o alimentos que bioacumularon dichos metales y posteriormente son consumidos por el hombre. La National Geographic (2021), refiere que este grupo de metales están compuestos por 61 elementos químicos, que pueden derivar de diferentes fuentes y actividades.

Los altos niveles de metales pesados como Plomo, Níquel, Cadmio y Manganeso, presentes en suelos y agua negra, utilizada para riego agrícola radican principalmente, que pueden ser acumulados en estos sistemas de suma importancia para la agricultura.

Por su carácter no biodegradable, la toxicidad que ejercen sobre los diferentes cultivos y su biodisponibilidad, puede resultar peligrosos.

Garcia y Dorronsoro (2005). Los metales pesados pueden incorporarse a un sistema de abastecimiento de agua por medio de residuos industriales que son vertidos sin previos tratamientos, los que posteriormente se depositan en lagos, ríos y distintos sistemas acuíferos.

Salas, Hermoza, & Salas (2020). Los metales pesados son contaminantes inorgánicos prioritarios cuya acumulación y distribución en cuerpos de agua dulce pueden volverlos potencialmente peligrosos, produciendo toxicidad al llegar a organismos vivos que componen la cadena trófica.

Rodriguez,Muñiz,Calero, Montero, Martínez, Limeres, Aguilar (2012). Estos metales son derivados de actividades antropogénicas y naturales, entre las naturales estas son principalmente derivados de la erosión del suelo, rocas y demás que posteriormente por arrastre terminan acumulándose en los ríos y sedimentos; así mismo las actividades humanas son grandes generadores de metales, mediante la agricultura ya que en los abonos se presenta una gran variedad de contaminantes que en pequeñas cantidades son insignificantes, pero gracias a las grandes cantidades de abonos y fertilizantes que se usan en la actualidad son parte de los principales generadores de estos.

El estudio se llevó a cabo en el distrito de Neshuya, por donde el río Neshuya tiene la longitud total de su cauce, desde su naciente en los bosques del distrito de Neshuya y confluye con el río Aguaytía. El proyecto tiene como objetivo general determinar el nivel de concentración de los metales pesados (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) en las aguas del río Neshuya; como objetivos específicos identificar las fuentes contaminantes de metales pesados, evaluar si la presencia de metales pesados supera el Estándar Nacional de Calidad de agua y determinar si existe diferencias entre las concentraciones de metales pesados en el agua del Rio Neshuya según la temporada lluviosa y seca.

Se procedió a dividir el río Neshuya en 6 transeptos, que componen su naciente, antes del centro poblado Monte Alegre (Neshuya), después de esta, en un tramo medio, cuarto y en su desembocadura, antes de confluir con el río Aguaytía. Estos 6 transeptos fueron evaluados en la temporada lluviosa de noviembre a mayo y temporada seca de junio a octubre del año 2022. Se pudo identificar diferentes posibles fuentes aportantes de metales pesados, tanto natural como antropogénica, en las antropogénicas resaltan la gran actividad agrícola de monocultivo de palma y en menor cantidad la del cultivo del cacao, además de las plantas de procesamiento de aceite de palma y la misma actividad urbana.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Los metales son uno de los contaminantes más difíciles de tratar en las aguas y la misma vez generan impactos negativos en la salud, medio ambiente y economía. La salud se ve afectada por la capacidad de bioacumularse en órganos blandos del cuerpo y ser causantes de enfermedades graves a mediano y largo plazo, como enfermedades nerviosas, cardiovasculares, inmunológicas y degenerativas genéticas, algunos metales afectan la formación del feto durante la gestación, problemas diversos que son causados por la ingesta de agua, animales y/o alimentos que bioacumularon dichos metales y posteriormente son consumidos por el hombre. Según la National Geographic (2021), el grupo de los metales estos compuestos por 61 elementos químicos, que pueden derivar de diferentes fuentes y actividades.

Contreras, Mendoza & Gómez (2004). Debido a su toxicidad la presencia de metales pesados en aguas y sedimentos de ríos representa un serio problema de salud para los moradores de las poblaciones que se sirven de dichos ríos, 1o cual implica elevar los gastos en tratamientos médicos, disminución de la capacidad productiva de los moradores y desde luego repercusiones económicas a nivel local y nacional.

Los altos niveles de metales pesados como Plomo, Níquel, Cadmio y Manganeso, presentes en suelos y agua negra utilizada para riego agrícola, que

pueden ser acumulados en estos sistemas de suma importancia para la agricultura. Las necesidades del desarrollo agrícola han conllevado al uso y aplicaciones de fertilizantes y plaguicidas, controles fitosanitarios y de enfermedades en cultivos.

Todo esto, está relacionado con la necesidad de hacer frente al deterioro ambiental que se viene presentando y reconvertir sus procesos de producción e integrando a su misión la protección de los recursos naturales. (Prieto et al., 2009).

Salas, Hermoza & Salas (2020). Los metales pesados son contaminantes inorgánicos prioritarios cuya acumulación y distribución en cuerpos de agua dulce pueden volverlos potencialmente peligrosos, produciendo toxicidad al llegar a organismos vivos que componen la cadena trófica.

El problema general es que no se conoce el nivel de concentraciones de metales en las aguas del río Neshuya. En tal sentido el presente proyecto de investigación tuvo como objetivo determinar el nivel de concentración de los metales pesados específicamente del Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Hierro (Fe), Plomo (Pb), Mercurio (Hg) y Arsénico (As) en las aguas del río Neshuya. Esto servirá como línea base para diferentes proyectos de riegos, captación de agua para consumo humano, potabilización y conservación. Además de realizar planes para la mejora en el control de vertimientos y actividades en áreas de influencia de cuerpos de agua y su impacto.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

- Determinar los niveles de concentración de los metales pesados (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) en las aguas del río Neshuya.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las fuentes contaminantes de metales pesados de las aguas del río Neshuya.
- Evaluar la presencia de metales pesados si superan el Estándar Nacional de Calidad de agua.
- Determinar si existe diferencias entre las concentraciones de metales pesados en el agua del Rio Neshuya según la temporada lluviosa y seca.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Mancilla, Fregoso, Hueso, Guevara, Palomera, Olguín, Flores (2017) investigaron acerca de la “Concentración iónica y metales pesados en el agua de riego de la cuenca del río Ayuquila-Tuxcacuesco-Armería”, el estudio se realizó entre febrero y abril de 2014, se tomaron 40 muestras de agua. Los metales pesados se determinaron utilizando la metodología recomendada por la EPA (Environmental Protection Agency) y APHA (American Public Health Association) y los resultados mostraron valores bajos en la concentración de metales pesados en agua para riego agrícola y uso urbano, no así para aguas naturales, pues el 100 % de las muestras presentaron concentraciones por encima de los límites permisibles para Hg y 92,5% para Pb. La concentración más alta la presentó el Hg con valores de 0,0039 mg L-1 a 0,0203 mg L-1, mientras que la menor con valores de 0,0007 mg L-1 a 0,0086 mg L-1 fue para el Pb.

Doria y Deluque (2015), en su estudio “Niveles y distribución de metales pesados en el agua de la zona de playa de Ríohacha, La Guajira, Colombia” donde se llevó a cabo tres réplicas para cada muestra de agua. Los análisis realizados en campo correspondieron a los parámetros temperatura del agua, pH, Oxígeno Disuelto, conductividad eléctrica y en el

laboratorio se midieron los parámetros de Nitrato, Amonio, Fosfato y metales (Fe, Cu, Ni, Mn, Al, Zn, Co), obteniendo como resultado las concentraciones de los metales Ni y Zn, considerados muy tóxicos, se encontraron por encima de los niveles según la normativa nacional; las concentraciones del Cu y Zn, se encuentran por debajo de los límites establecidos por la EEA y la EPA. La correlación significativa existente entre las concentraciones de los metales Fe, Mn, Zn, Co con los nutrientes nitrato y fosfato, indica posible acumulación de ellos en el sedimento e incluso bioacumulación en la fauna asociada a esta zona.

En la investigación “Concentración de metales pesados (CR total, Pb, Cd) en agua superficial y sedimentos en el estero salado (Guayaquil)” elaborado por Alcívar, Mosquera & Castro (2011), donde se tomaron las muestras de agua durante la época seca (agosto, septiembre, octubre) del año 2010, en cinco puntos del Estero Salado de Guayaquil y en las matrices de agua superficial, las mismas que reportaron valores de Cd (ND – 0.06 ppm), Cr y Pb (ND - 0,01 ppm) para las muestras de agua superficial. Los valores encontrados en cada una de las matrices nos reflejan la problemática medio ambiental existente en este ecosistema, debido principalmente a las actividades industriales, crecimiento poblacional acelerado, deforestación y el mal manejo de desecho y descargas de uso doméstico e industrial no tratadas, ocasionando así el deterioro de este ecosistema.

Contreras, Mendoza & Gómez (2004) en su trabajo de investigación realizado en República Dominicana, para determinar los metales pesados en

aguas y sedimentos del Río Haina en las proximidades de la ciudad de Santo Domingo, se evaluaron los siguientes metales tales como Cobre, Plomo, Níquel, Hierro, Cromo, Cadmio, Arsénico y Zinc. Se tomaron 8 muestras por vía terrestre y vía acuática, estas muestras fueron tanto de aguas superficiales del río en mención como de sus sedimentos de las cuales fueron tratadas y conservadas en un ambiente ácido y a cierta temperatura, para posteriormente ser analizadas con la metodología de espectrofotometría de absorción atómica en un equipo de marca Shimadzu y modelo 680U, obteniendo los siguientes resultados que fueron comparados con la Canadian Enviromental Quality Guidelines (ISQG-Interim Sediment Quality Guideline): 97.22% de Cu en sedimentos se encuentran por encima de 35.7 ppm, 25% de Pb en sedimentos superan los 35 ppm, el 100% de Cr en sedimentos sobrepasan el 37.3 ppm, el 12.5% de Cd en sedimentos obtuvo valores superiores a 0.6 ppm, 4.16% de Ar en sedimentos están por encima de 5.9 ppm y las muestras de Zn en sedimentos también por encima de 123 ppm concluyendo que estos valores están por encima de la norma internacional catalogando al río Haina como altamente contaminado por metales pesados, en este caso de los sedimentos los más altos niveles fueron obtenidos en verano e invierno. Mientras que sólo el 0.72% de Fe en aguas obtuvieron valores mayores a 2.0 ppm y el 100% de Cu en aguas registra valores por debajo del 2.0 ppm, y los otros metales no fueron detectados en las distintas muestras de aguas, concluyendo que los bajos

niveles obtenidos son por la baja solubilidad en ese líquido y la tendencia natural de ellos en precipitar y acumularse en sedimentos.

Ortiz, Delgado, Pardo, Murillo & Guio (2015), en su investigación desarrollada en la ciudad de Tolima, Colombia sobre Determinación de metales pesados e índices de calidad en aguas y sedimentos del río Magdalena – tramo Tolima, tuvo como objetivo evaluar en época lluviosa y en período seco la concentración de elementos mayores (Na, K, Ca, Mg) y de metales pesados (Cd, Cr, Pb, Mg), en las aguas y sedimento del río en mención, siendo considerado como la más importante arteria fluvial del país. La metodología aplicada fue de espectroscopia de absorción atómica trabajándose en 4 muestras integradas que resultaron de las mezclas individuales recogidas de los municipios de Purificación, Flandes, Ambalema y Honda, centrándose en temporada de aguas altas (lluvioso) y aguas bajas (sequia). Como resultados se obtiene que en temporada de aguas bajas hay mayor abundancia de elementos mayores en los 4 puertos, y que el sodio y potasio registran los niveles más altos en las muestras de agua, en cambio en las muestras de sedimentos se registran mayores resultados para Calcio y Magnesio. En cuanto a los metales pesados el municipio de Flandes registra mayor concentración de Cd, Cr y Pb en ambas temporadas y en Purificación exhibe mayor cantidad de Hg.

Guzman, Ramirez, Thalasso, Rodriguez, Guerrero, & Avelar (2011), en su estudio realizado en México, Evaluación de contaminantes en agua y sedimentos del río San Pedro en el estado de Aguascalientes, cuyo objetivo

general fue estudiar el nivel de contaminación del río San Pedro, evaluar su variación temporal y estudiar la probable infiltración de contaminantes al acuífero del valle de Aguascalientes por aguas superficiales provenientes de este cauce. Para el desarrollo de esta investigación se tomaron muestras de agua sedimentos de 50 puntos a lo largo del río, los muestreos fueron en temporadas de sequía y lluviosa, determinándose los valores de los metales pesados (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb y Zn). Como resultado el autor refiere que, en todas las muestras de agua, las concentraciones de Cd y Pb fueron inferiores al límite de detección (0.003 y 0.045 mg L^{-1} respectivamente). Las concentraciones de As, Cr, Cu, Hg y Zn fueron menores a los LMP señalados en la NOM-001- ECOL-1996. Los valores máximos de Al y Fe fueron 7.40 y 8.86 mg L^{-1} respectivamente, sobrepasando los LMP (5 mg L^{-1} para ambos metales), siendo las zonas centro donde se encontraron mayor presencia de metales. En cuanto a los sedimentos más del 50% de las muestras presentaron concentraciones de As entre 0.5 a 10 veces superiores al criterio establecido por la USEPA como “muy contaminado” (>8.0 mg kg^{-1}); Con respecto al Cu y Zn, el 25% de los sitios se encontraron “moderadamente contaminados” (25 a 50 mg kg^{-1}para Cu y 90 a 200 mg kg^{-1} para Zn) y “muy contaminados” (más de 50 mg kg^{-1} para Cu y más de 200 mg kg^{-1} para Zn). El 13% de los sedimentos estuvieron “moderadamente contaminados” por Cr (de 25 a 75 mg kg^{-1}) y Fe (de 17000 a 25 000 mg kg^{-1}); en ambos casos los sitios se ubicaron en la zona centro del estado. El 10% de los sitos se observaron “muy

contaminados" con Hg (>1 mg kg^{-1}), Mn (> 500 mg kg^{-1}) y Pb (> 60 mg kg^{-1}). Los sitios muy contaminados por Hg y Mn se presentaron en la zona norte, mientras que los muy contaminados por Pb se observaron en la zona centro.

En la investigación "Evaluación del riesgo de contaminación por metales pesados (Hg y Pb) en sedimentos marinos del Estero Huaylá, Puerto Bolívar, Ecuador" realizado por Gonzalez, Valle, Nirchio, Olivero, Tejada, Valdelamar, Gonzalez (2018), donde determinan la concentración de Mercurio y Plomo en sedimentos superficiales de nueve estaciones de muestreo de este ecosistema. Trabajó con la metodología de espectrofotometría de absorción atómica con nebulización de llama y con la generación de hidruros con atomización en celda de cuarzo. La evaluación del riesgo ecológico fue determinada calculando el factor de contaminación y el índice de riesgo ecológico potencial en cada punto de muestreo. El resultado de cada metal fue comparado con los valores de la guía de calidad de sedimentos existentes: concentración con efecto limite y concentración con efecto probable, de este modo los resultados muestran que la concentración de Hg fue elevada en todas las estaciones con un mínimo de 0,89 y un máximo de 5,79 µg/g, mientras que para el Pb fueron obtenidos valores entre 0,04 y 0,09 µg/g. De acuerdo con los puntos de muestreo para el Hg se reveló 3 sitios muy contaminados, 5 fuertemente contaminados y 1 moderadamente contaminados, por el contrario, para el Pb, todos los puntos de muestreo se encontraron por debajo de los límites permitidos. Los puntos

con mayor concentración de Hg y más alto riesgo de contaminación fueron aquellos situados cerca de las empresas distribuidoras de fertilizantes y cal para camaroneras y cerca de las estaciones de gasolina. Se concluye que el estero Huaylá posee altas concentraciones de Hg en sus sedimentos probablemente a causa de la desembocadura de aguas provenientes de la actividad minera de explotación de Oro en la zona que es transferida por las corrientes intermareal desde el estero Santa Rosa al estero Huaylá.

Perez (2001), en su trabajo “Porcicultura y contaminación del agua en La Piedad, Michoacán, México” es abordar uno de los problemas ambientales más importante que genera la producción de cerdos en la región integrada por La Piedad y Santa Ana Pacueco del estado de Guanajato en el recurso agua y los posibles efectos de la normatividad sobre las descargas de agua residual en esta actividad. La metodología trabajada fue en base a encuesta realizadas a porcicultores y análisis de muestras de agua en 11 granjas (33% de granjas encuestadas), se analizaron 12 parámetros de la norma oficial mexicano sobre descargas de aguas residuales: 7 fisicoquímicos (pH, T, GyA, SST, DBO, N, P) y 4 metales pesados (Ar, Cu, Pb, y Zn). De los resultados obtenidos se puede afirmar que los niveles de los parámetros reportados por los productores se encuentran por debajo de lo que se halló en la investigación, todas las granjas presentan por lo menos un parámetro que supera los LMP de la norma, esto hace que los productores deben pagar el derecho correspondiente. La concentración de metales pesados no fue significativa pues los niveles obtenidos fueron

inferiores al LMP de la norma. Se concluye que la estrategia ambiental basada en medidas de comando y control y plasmada en la NOM-001-ECOL-1996 no es adecuada para regular las descargas de agua residual de granjas porcinas, ya que es una norma genérica, debería haber una específica para la actividad en mención, pero no todo se basa en normas, se requiere además, de otros factores principalmente en la educación, la investigación, la capacitación y el financiamiento, y un mejor desarrollo institucional y coordinación efectiva entre la dependencia del sector público y desarrollo agropecuario.

Hernández, Sosa, Moreno, Alcalà, & Puga (2008), en su investigación "Evaluación de la contaminación por metales pesados y Arsénico en sedimento en embalses del estado de Chihuahua, México", tuvo como objetivo evaluar la contaminación por metales y Arsénico en el sedimento de las presas la Boquilla, las Vírgenes y el Granero en Chihuahua, el método de trabajo se desarrolló en base a las muestras de sedimentos de 2 puntos en cada presa durante las 4 temporadas del año 2005-2006, para luego ser analizadas después de una extracción acida, el As se analizó con un espectrofotómetro acoplado con generados de hidruros y el Cu, Pb y Zn por ICP. Se utilizó un análisis multivariado con un límite de confianza al 95%. Los resultados mostraron que la concentración de As y Pb en el sedimento no varió entre presas ($P>0.05$). Mientras que los niveles de Cu y Zn variaron entre presas ($P<0.05$) y las de Cu, Pb variaron entre temporadas ($P<0.05$). Las máximas concentraciones

medias de As (15.65±2.4 mg kg-1), Cu (4.50± 1.14 mg kg-1) y Zn (118.10±12.56 mg kg-1) en las tres presas se encontraron por debajo de los límites permisibles. Las concentraciones de Pb se mostraron por encima del límite de 50 mg kg-1 recomendado. Se concluye que las muestras de las presas las Vírgenes, la Boquilla y el Granero presentan niveles de Pb por encima de las recomendadas; siendo este una posible fuente de contaminación para peces. Así mismo, se observa cambios en las concentraciones de Cu y Pb durante las cuatro temporadas climáticas. Al igual que los cambios presentados por el Cu y Zn en las tres presas.

Pernia, Mero, Cornejo, Ramirez, Ramirez, Bravo, Zambrano (2018), en su trabajo de investigación “Determinación de Cadmio y Plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores realizado en el Estero Salado, Ecuador”, evaluó las concentraciones de Cd y Pb totales en agua y sedimentos en el Estero Salado, sector el Portete; estudiar la biodisponibilidad de los metales pesados en el sedimento. Las muestras fueron analizadas por espectrofotometría de absorción atómica de flama, se trabajó en 8 estaciones de muestreo: 4 en zonas de manglar y 4 donde no había vegetación con el fin de determinar el efecto del manglar sobre la biodisponibilidad de los metales en el sedimento, en cada estación se captaron muestras de agua superficial, sedimentos y organismos, en período de marea baja y época de sequía. La concentración promedio de Cd en agua en la zona de manglar fue de 0,053±0,001 mg L-1. Sin embargo, la concentración fue significativamente mayor en la zona del puente con un

promedio de 0,072±0,006 mg L-1. La concentración de Pb no mostró un patrón entre ambas zonas, sin embargo, se observaron las mayores concentraciones en la zona del puente en los puntos P1 = 0,264±0,002 mg L-1 y P2 = 0,228±0,024 mg L-1. Para los sedimentos los valores fueron mayores, el Cd se encontró a una concentración promedio para la zona M = 0,106±0,132 mg kg-1. El Pb en los sedimentos presentó el mismo patrón que el Cd, encontrándose valores permisibles en la zona M y valores altos en la zona P. Se concluye que la concentración de metales pesados en agua del Estero Salado superó los límites máximos permisibles según la normativa ambiental ecuatoriana. En la zona de manglar, los niveles de Cd y Pb se encontraron 10 y 20 veces por encima del límite máximo permisible. Con respecto a los sedimentos, la zona de manglar el Cd no superó los límites establecidos, pero en la zona del puente superó 2,8 veces al límite máximo permitido para sedimentos según la Norma Internacional de Canadá. De igual manera el Pb en la zona del puente superó 5,4 veces el límite máximo permitido.

Perez, Valladares, Hernandez, Oliva, Del Cid, & Jayes (2015) en una investigación realizado en el occidente de Guatemala, estudiaron la “Determinación de Arsénico y Mercurio en agua superficial del lago de Atitlán”, cuyo objetivo fue determinar los niveles de Arsénico y Mercurio por espectrofotometría de absorción atómica en 4 muestreos realizados en marzo, mayo, agosto y octubre de 2014 en 14 sitios. Como resultados se puede afirmar que en todos los puntos de muestreo se detectó As,

encontrándose las concentraciones más bajas en el río Quiscab y las más altas en la entrada y salida de la planta de tratamiento de Panajachel. Así mismo el primer muestreo realizado en marzo tuvo las concentraciones más altas, en cuanto a Hg en los dos primeros muestreos, marzo y mayo, en algunos puntos las concentraciones estuvieron por debajo del límite de detección. En agosto y octubre se encontraron niveles cuantificables en todos los sitios muestreados, siendo en el muestreo de agosto en el que se encontraron las concentraciones más altas de los cuatro muestreos realizados en el año. Como principal conclusión, tanto el As como el Hg se encuentran en concentraciones cuantificables en el lago de Atitlán, encontrándose el As en concentraciones superiores a límites recomendados para agua potable, en la mayoría de los sitios de muestreo. Por esta razón, el agua del lago no es apta para el consumo humano, y debe considerarse este aspecto en el análisis de la viabilidad de propuestas de exportación de aguas residuales hacia afuera de la cuenca.

Mero, Arcos, Egas, Siavichay, & Lindao (2012), en su trabajo de investigación “Determinación de metales pesados (Cd y Pb) en moluscos bivalvos de interés comercial (anudara tuberculosa y a. grandis) de puerto El Morro, Ecuador”. El autor refiere que la presencia de metales pesados en concentraciones que exceden los límites permitidos por las legislaciones ambientales nacionales e internacionales, alteran el equilibrio de un ecosistema y aunque hay una liberación de los metales pesados por medios naturales, la mayor parte es causada por acciones antropogénicas. La

investigación determinó las concentraciones de Cadmio y Plomo en dos especies de moluscos de importancia comercial: concha prieta (Anadara tuberculosa) y pata de mula (A. grandis) y en muestras de agua y sedimento del hábitat circundante de estos organismos. Los resultados revelaron que a concentración de Cadmio y Plomo en agua en las estaciones 4, 5 y 6 exceden los valores descritos en la legislación ambiental ecuatoriana y en sedimento la presencia de Cadmio es más notable debido a que exceden los valores de la Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life cuyo valor es de 0.676 ppm y el valor promedio cuantificado en esta investigación fue de 6.92 ppm.

En la investigación “Determinación de metales pesados en el agua de un canal de Xochimilco desarrollado en México, D.F.” Realizado por Moreno, Zugazagoitia, Sanchez, Córdoba & Melo (2012), propusieron como objetivo dar a conocer el resultado de la determinación de Cd, Cu, Mn y Pb en el agua del canal Cuemanco Xochimilco por absorción atómica, realizada por los alumnos de Servicio Social, estos dividieron el cuerpo de agua en 5 estaciones para tomar 3 muestras en diferentes fechas de acuerdo al NMX-AA-3-1980 y en profundidades diferentes. Para el Cd se mantuvieron los valores constantes en el 1º y 2º muestreo (0.001-0.002 ppm); tanto en el fondo como en la superficie, dichas concentraciones se encuentran dentro de los LMP tanto para descargas residuales, como para agua potable; en cuanto al Cu, los valores observados se encuentran dentro de los LMP; para el Mg se observó que la estación 4 presenta mayor concentración del

elemento, probablemente a la poca actividad de la zona y los desperdicios tanto humanos como agrícolas, sin embargo, se pudo constatar que los valores se encuentran dentro de los LMP; y los niveles observados para Pb en el primer muestreo (superficie y fondo) están por encima de los LMP para uso como agua potable (0.025 ppm) aunque puede considerarse dentro de los LMP para aguas residuales. Este proyecto social busca concientizar y sensibilizar sobre la importancia de la contaminación del agua y abre la posibilidad de continuar el estudio y ampliando resultados que puedes ser comparados en otros períodos.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Rosales, Centeno, Cajacuri, Luis Breña, & Chávez (2021), en su trabajo de investigación cuyo objetivo fue identificar el Cadmio y Plomo en los cultivos de cacao ubicados en la zona de Satipo – Junín, enfocándose en los problemas graves existentes en los cultivos de cacao de varias regiones del Perú debido a la presencia de estos metales. Las altas concentraciones de metales pesados en cultivos de cacao prohíben su exportación pues la Comunidad Europea ha establecido normativas alimentarias indicando los niveles máximos permisibles de metales pesados y demás elementos en alimentos. Se consideran que las posibles fuentes de contaminación del Cd en los cultivos de cacao pueden provenir de actividades naturales como actividades volcánicas, procesos de erosión y sedimentación en rocas que contiene minerales con un alto contenido en estos metales pesados. El autor también refiere que esta contaminación es debido a las actividades

antropogénicas tales como los yacimientos asociados a las minas, la agricultura (uso de fertilizantes), al procesamiento de los minerales y el uso indiscriminado de combustibles fósiles. Debido a que actualmente, no se tiene información de contenidos de metales pesados como Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en una zona de estudio ubicada en Satipo-Junín, en la investigación que realizaron los autores en dicha región, utilizaron una metodología para la obtención de las concentraciones de metales de Cd y Pb presentes en el suelo de cultivos de cacao tipo forastero. Como consecuencia de este estudio determinaron que las concentraciones obtenidas de Cd y Pb en suelos son menores a los estándares establecidos por el MINAM, además generaron un mapa geoquímico de la zona de estudio con estos metales.

Salas, Hermoza, & Salas (2020), en su trabajo de investigación “Distribución de metales pesados y metaloides en aguas superficiales y sedimentos del río Crucero, Perú”, el autor refiere que Para su investigación tomaron en cuenta la estación seca (mayo 2017), en el que seleccionaron cinco estaciones de muestreo a lo largo del río y se determinaron los parámetros fisicoquímicos in situ básicos incluyendo pH, temperatura, conductividad eléctrica y redox. Se recolectaron muestras de agua y sedimentos superficiales y se analizó la concentración de metales pesados (Cadmio, Zinc y Arsénico) presentes en las muestras mediante espectroscopia de emisión atómica de plasma acoplado por inducción. Los resultados mostraron que el agua bajo escrutinio no era apta para consumo

humano, hecho comprobado por valores de pH mayores a 8.5, los cuales incumplen las regulaciones establecidas por la organización mundial de la salud (OMS). Por otra parte, la concentración de metales en agua no excede los estándares de calidad ambiental nacionales ni los valores de criterios externos al país; sin embargo, existe certeza de contaminación con Arsénico, Cadmio y Zinc en sedimentos bajo las regulaciones nacionales e internacionales.

En la investigación “Determinación de metales pesados: Cromo, Cadmio y Plomo en los sedimentos superficiales en el Río Cuota, Perú realizado por Quispe, Belizario, Chui, Huaquisto, Calatayud & Yábar (2019), donde el autor describe la determinación de metales pesados, a saber: Cromo (Cr), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), en sedimentos superficiales de la cuenca baja del río Coata, siendo esta la más importante arteria fluvial afluente del lago Titicaca en Perú. Se evaluó la contaminación de los cuerpos de agua, sedimentos y otros componentes de la diversidad ecológica. La determinación fue hecha en dos épocas del año, en temporada seca y lluviosa del año 2017 en cinco puntos estratégicos. El rango de concentraciones mínimo y máximo hallado fue de 4.10 mg/kg Cr, 0.10 mg/kg Cd, y 3.75 mg/kg Pb, y 28.42 mg/kg Cr, 0.70 mg/kg Cd, y 16.50 mg/kg Pb, respectivamente. El autor refiere que algunos valores mínimos hallados superan los mínimos aceptables establecidos en los ECA para Suelo del Ministerio del Ambiente del Perú. Se concluye que las posibles causas de la contaminación detectada son la acción antrópica con impacto en las aguas

residuales de la ciudad de Juliaca. La cuantificación de estos elementos se realizó por espectroscopia de absorción atómica Método EPA.” busca determinar los metales pesados ya mencionados. Se evaluó la contaminación de los cuerpos de agua, sedimentos y otros componentes de la diversidad ecológica. La determinación fue hecha en dos épocas del año, en cinco puntos estratégicos. El rango de concentraciones mínimo y máximo hallado fue de 4.10 mg/kg Cr, 0.10 mg/kg Cd, y 3.75 mg/kg Pb, y 28.42 mg/kg Cr, 0.70 mg/kg Cd, y 16.50 mg/kg Pb, respectivamente. Algunos valores mínimos hallados superan los mínimos aceptables establecidos en los ECA para Suelo del Ministerio del Ambiente del Perú. Las posibles causas de la contaminación detectada son la acción antrópica con impacto en las aguas residuales de la ciudad de Juliaca, Perú. La cuantificación de estos elementos se realizó por espectroscopia de absorción atómica Método EPA.

Jara, Gómez, Montoya, Sánchez, Tapia, Cano, & Dextre (2017), su trabajo de investigación “Acumulación de metales pesados en Calamagrostis rigida (Kunth) Trin. ex Steud. (Poaceae) y Myríophyllum quitense Kunth (Haloragaceae) evaluadas en cuatro humedales alto andinos del Perú”. El estudio fue realizado en las lagunas de Yanamate y Quiulacocha (región Pasco), Ticticocha y Yuracmayo (región Lima), en el centro del Perú. En Calamagrostis rigida y en Myríophylum quitense, se encontró una mayor acumulación de metales pesados en los tejidos de las raíces que en la biomasa aérea, por consiguiente, estas especies serían consideradas como fitoestabilizadoras de metales pesados. El autor refiere que la mayor

acumulación de Cadmio (7,93 mg kg-1 materia seca) fueron obtenidas en las raíces de C. rigida procedente de la laguna Yuracmayo. Una mayor acumulación de cobre (96,43 mg kg-1 MS) fue registrada en C. rígida de la laguna Quiulacocha. La mayor concentración de Plomo (160,15 mg kg-1 MS) y de Zinc (597,40 mg kg-1 MS) fueron obtenidos en las raíces de C. rigida de la laguna Yanamate. M. quitense fue registrada solamente en la laguna Ticticocha y en sus tejidos se obtuvieron los menores valores de acumulación de Cadmio, cobre, Plomo y Zinc en comparación con C. rigida, y se considera como una especie bioindicadora de contaminación del agua con metales pesados. Las concentraciones de Cadmio, cobre, Plomo y Zinc en el agua y en los sedimentos de las lagunas superaron ampliamente los estándares ambientales nacionales de calidad de agua.

Fajardo, Solis & Gil (2017), en su investigación “Determinación de metales pesados en los cuerpos de agua del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, Región Callao, Perú” tiene como objetivo determinar la presencia de metales pesados (Hg, Cd, Pb, As) en los cuerpos de agua de dicha área de conservación mediante el método de inducción plasma acoplada, recalentándose en 3 períodos de monitoreo (febrero, mayo y agosto) las muestra de agua en 17 estaciones y Se compararon las características fisicoquímicas halladas, con los límites establecidos en la legislación peruana del 2008 y 2015. Para aguas destinadas a la conservación del medioambiente acuático (estuarios), los valores encontrados estuvieron por encima de los estándares. El Arsénico superó el

estándar en la muestra M4, M6, M10, M13, M16 y M17, en el caso del Mercurio supero el estándar en las muestras M1 y M15, se detectó Plomo en 11 muestras, y en el caso del Cadmio las concentraciones se encontraron por debajo de los LMP. Entre las posibles fuentes de contaminación se tiene los depósitos de concentrado de mineral enterrado en la zona de amortiguamiento donde se estableció la estación de muestreo M-4, al ser minerales no tratados podrían estar afectando los acuíferos subterráneos y las aguas superficiales del Humedal, también es preocupante los vertimientos de aguas residuales de algunos asentamientos humanos a los cuerpos de agua del humedal, los depósitos de desmonte de material de construcción y residuos sólidos que afectan canales de agua.

Graza y Quispe (2015), en su proyecto de investigación “Determinación de Pb, Cd, As en aguas del río Santa en el pasivo minero ambiental de Recuay, Ticapampa” buscaron determinar los niveles de Plomo, Cadmio y Arsénico en las aguas del río Santa en el pasivo minero ambiental de los distritos Recuay, Ticapampa, de la provincia Recuay en el departamento de Ancash. La técnica hace uso de la espectrometría de absorción para evaluar la concentración de un analito en una muestra. Se basa en gran medida en la ley de Beer-Lambert. Se tomaron se tomaron en 9 puntos consecutivos que están conformados además de tres (03) blancos (blanco viajero, blanco muestreo y lago), analizándose la concentración de los metales ya mencionados en cada punto. La concentración de As fue 0,0404 mg/L, del Pb 0,6402 mg/L y del Cd 0,0396 mg/L; obteniendo

resultados por encima del Límite Máximo Permisible establecidos por los “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” del Ministerio del Ambiente. El estudio comprueba que parte de la contaminación del río Santa se debe a la descarga residuos mineros que están ubicados a lo largo de todo el cauce, ya que usan el río Santa como vía para descarga de residuos. En lo que respecta en los análisis de los sedimentos, los valores de concentración de los metales pesados se encuentran en niveles de concentración que evidencian diferentes grados de toxicidad tomadas en base a los límites permisibles. El autor refiere que la contaminación por Pb, Cd, y Ar, tienen origen minero, siendo estos vertidos en las aguas del río siendo estas las principales fuentes de contaminación por metales pesados y se determinó que el agua del río Santa está contaminada y no es adecuada para el uso y consumo humano.

Nuñez del Carpio (2015), en su investigación “Contaminación del agua por metales pesados en el distrito Mariscal Cáceres – San José en la provincia de Camaná – Arequipa”, cuyo objetivo busca establecer la contaminación producida por el sector minero, agrícola, colindante en las aguas de consumo de metales pesados del distrito en mención. Se toma 2 puntos de muestreo en el pozo y otra en la conexión domiciliaria, se proporcionaron en disolución acuosa, aciduladas con HNO3 2% bien tapados y filtrados al 0.45 µm, para posterior determinación de metales y elementos traza en agua usando la metodología por plasma de acoplamiento inductivo espectrometría atómica, obteniendo los siguientes resultados:

Arsénico promedio de 0.017 mgL-1, Hierro promedio de 0.9835 mgL-1 y Manganeso promedio de 0.8455 mgL-1, dentro de los parámetros Límites Máximos Permisibles según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, establecido por la Dirección General de Salud Ambiental – Ministerio de Salud establece que el agua para consumo humano debe tener 0.010 mgL-1 de Arsénico, 0.300 mgL-1 de Hierro y 0.400 mgL-1 de Manganeso, de modo que se concluye que el agua no es apta para consumo humano.

Huaranga, Méndez, Quilcat, & Huaranga (2012), investigaron acerca de la “Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Río Moche, 1980-2010, la Libertad – Perú”. Donde los metales pesados más representativos en el agua se presentaron en el Cuenca Alta durante el año de 1980: Hierro (557.500 ppm), Plomo (100.375 ppm), Cadmio (4.550 ppm), cobre (6.900 ppm), Zinc (262.900 ppm) y Arsénico (9.000 ppm); mientras que en los suelos las mayores concentraciones se encontraron en la margen derecha de la Cuenca Baja para el año 1980: Hierro (83.400 mg/kg); Plomo (0.820 mg/kg); Cadmio (0.012 mg/kg); cobre (1.240 mg/kg); Zinc (0.380 mg/kg) y Arsénico (0.016 mg/kg); en relación con la acumulación de metales en los cultivos, el Hierro (0.6525 mg/kg) fue el de mayor predominio, siendo la yuca (Manihot esculentus) el cultivo donde se presentó. Los resultados mostraron que la mayor contaminación a nivel del análisis de agua se presentó en la cuenca alta y durante el año de 1980; mientras que la margen derecha de la cuenca media presentó los mayores niveles de contaminación

en las muestras de suelos; así como a nivel de los cultivos, la yuca (Manihot esculentus) fue la especie más contaminada.

Salas (2009), en su trabajo de investigación “Determinación De Metales Pesados En Las Aguas Del Río Ananea Debido A La Actividad Minera Aurífera, Puno-Perú”. Tiene como objetivo determinar los niveles de Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Plomo y Zinc del río Ananea el cual consistió en programar tres campañas de muestreo, realizados en los meses de marzo, junio y agosto (período de estiaje). Las concentraciones de los metales pesados se determinaron por espectrometría de absorción atómica, por la técnica del ICP (Inductively Coupled Plasma) EPA: 200.8. Revisión 5,4. 1994. El autor refiere que las concentraciones de Arsénico, Cobre, Cromo, Plomo y Zinc, se encuentran por encima de los límites máximos permisibles y para metales como Cadmio y Mercurio resultaron valores por debajo de los límites máximos permisibles. Las descargas de agua de la actividad minera aurífera hacia los ríos llegan a sobrepasar los límites permisibles, siendo una fuerte amenaza para la calidad del agua y para la biodiversidad asociada.

2.1.3. Antecedentes locales

En el proyecto de investigación desarrollado por Gonzales (2022), “Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas para estimar el índice de calidad de agua ICA-PE en la quebrada Yumantay, Región Ucayali”, el estudio se llevó a cabo en la ciudad de Pucallpa, en el que las muestras fueron tomadas en tres puntos previamente localizados en los

distritos de Manantay y Callería de la quebrada Yumantay, la recolección se realizó a 10 cm de profundidad de la quebrada, en campo se midió la temperatura (T°) y el potencial de hidrogeno (pH) con ayuda de un termómetro digital especial para medir ambas variables, luego fueron transportadas al laboratorio de la empresa SGS (Laboratorio de Acreditación INACAL- DA con registro N° LE – 002) del Perú, para analizar las propiedades fisicoquímicas (Solidos totales en suspensión, Demanda bioquímica de oxígeno; Aceites y grasas) y microbiológicas (Coliformes fecales y Coliformes totales). El trabajo de investigación corresponde a un diseño descriptivo simple y para estimar el índice de calidad de agua ICA-PE se consideró los criterios del ANA y MINAGRI, 2018, para luego ser comparados con el D.S N° 004-2017-MINAM, el autor refiere que de los ocho parámetros evaluados, tres superan los ECAS establecidos, solidos totales en suspensión (P2 1598 mg /L), Coliformes totales (16000,35000,35000 NMP/100 ml), y Coliformes fecales (3500,24000.24000 NMP/100 ml), influyendo en los resultados, ya que los excedentes superan enormemente los ECAs, obteniendo un ICA-PE de 36.9% calificando como mala en su calidad, es decir requiere de tratamiento avanzado para potabilizar el agua para el consumo humano.

Salomé (2022), en su trabajo de investigación cuyo objetivo fue determinar el contenido de metales pesados As, Hg, Ba, Cr, Cd y Pb en entisols ubicados en zonas de actividad comercial e industrial de los distritos Yarinacocha y Manantay. La investigación fue de tipo básico de nivel

descriptivo y explicativo. Se colectaron un total de 6 muestras de suelo entisol a 30 cm en las dos zonas. Se realizó un muestreo de tipo intencional no probabilístico. El análisis de metales pesados se realizó por medio de espectrofotometría de absorción atómica, utilizando los métodos EPA - 3050 B; EPA - 7471B; EPA - 3050 B; DIN 19734; EPA - 350 B; EPA - 350 B. Según los resultados en la zona comercial de Yarinacocha, se encontró Ba (150.93 mg.kg-1), Cr (19.96 mg. Kg-1), Pb (13.15 mg. Kg-1), As (5.19 mg. Kg-1) y Cd (0.17 mg. Kg-1); de igual forma en la zona industrial de Manantay se encontró Ba (120.55 mg. Kg-1) Cr (9.58 mg. Kg-1), Pb (14.16 mg. Kg-1), As (5.77 mg. Kg-1) y Cd (0.17 mg. Kg-1). En los dos distritos solo el Cr sobrepaso los límites máximos permisibles. Así mismo no se encontró Hg en un nivel detectable en ambas zonas En conclusión, se encontró contaminación por Cr en las zonas: comercial e industrial de Yarinacocha y Manantay, también según la significación bilateral (p menor que 0.05), indico que existieron diferentes significativas en cuanto al contenido de As y Cr, por lo que en la zona de Yarinacocha existió mayor contenido de Cr y en la zona de Manantay mayor contenido de As, atribuyendo la presencia de estos elementos a la actividad presente en el lugar y la contaminación de las aguas.

Atencia y Albornoz (2020), en su estudio de investigación cuyo objetivo es determinar el contenido cuantitativo de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) disponible en suelos de uso agrícola realizado en el Centro Poblado de San José de Yarinacocha, las muestras fueron analizadas mediante el

acoplamiento de métodos y técnicas de digestión y detección con Espectrometría de Absorción Atómica (EAA), de acuerdo a los establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, donde se aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelos, por lo cual, se realizó la comparación de las muestras en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ucayali y Universidad Nacional Agraria de la Selva (Tingo María LAB. Acreditado), para la determinación de la eficiencia del proyecto de investigación. De acuerdo con lo establecido en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Ambiental para suelos agrícolas la concentración de Cadmio (Cd) entre las muestras hay diferencias significativas, sin embargo, la muestra M1 es la que presenta mayor concentración obteniendo un promedio de 0.084 mg/kg PS de Cd y la muestra M7 es la que presenta menor concentración con un promedio de 0.036 mg/kg PS de Cd. Comparando los datos de las muestras con el ECA para suelo agrícolas nos demuestra que no superan al valor referencial de 1.4 mg/kg PS. Por lo tanto, la zona en donde se extrajo las muestras presenta un buen suelo para uso agrícola. En cuanto a la concentración de Plomo (Pb) existe diferencias estadísticas en la concentración entre las muestras. Siendo la muestra M2 la que presentó mayor concentración obteniendo un promedio de 6.60 mg/kg PS de Pb y la muestra M6 la que presentó menor concentración con un promedio de 0.084 mg/kg PS de Pb. Así como también se observa que existen valores máximos ligeramente superiores al promedio y valores mínimos ligeramente inferiores al promedio. Finalmente comparando los datos de las muestras con el ECA

para suelo nos demuestra que no superan al valor referencial de 70 mg/kg. Por lo tanto, la zona en donde se extrajo las muestras presenta un buen suelo para uso agrícola.

Gonzales (2018), investigó sobre la “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha - región Ucayali – 2018”. Donde utilizó la metodología propuesta por el ANA (2016), el EPA análisis de Hierro por colorimetría. Los resultados mostraron que a nivel general el Hierro (Fe) en el pozo N°01 supera en 0,0342 mg Fe L-1, con respecto al LMP; este valor es debido a los niveles normales presentes en la naturaleza de la zona en estudio.

Vasquez (2018), investigó sobre la “Calidad sanitaria de las especies: Prochilodus Nigricans (boquichico), Pimelodus Blochii (bagre) y Mylossoma Duriventre (palometa) por presencia de Plomo (Pb) en las aguas del Río Ucayali”. El estudio se desarrolló desde la confluencia del Río Tambo con el Río Urubamba hasta la desembocadura del Río Pachitea ubicada en la región de Ucayali. Donde los resultados mostraron que la concentración de Pb en los tejidos de los peces, alcanzaron valores homogéneos de concentración de 0,05 mg/kg para ambas especies y obteniendo un factor de bioconcentración (FBC), de 3,96. Por otra parte, la concentración de Pb disuelto en el agua alcanza una media anual de 0,0126 mg/L, durante el período evaluado. La concentración de Pb en los tejidos musculares de los peces se encuentra por debajo de los niveles máximos (NM) del Codex Alimentarius – FAO que es 0,3 mg/kg indicando una calidad sanitaria apta

para el consumo humano; la concentración de Plomo (Pb) disuelto en el agua supera en un 19,8% al estándar de calidad ambiental (ECA) establecido por el Ministerio del Ambiente (0,0025 mg/L).

Egusquiza (2018), en su investigación “Nivel de metales pesados en aguas superficiales de las cuencas del río Abujao, Sepahua y Ucayali en el período del 2003 al 2005” tuvo como objetivo determinar el nivel de metales pesados en aguas superficiales de las cuencas de los ríos y en los períodos ya mencionados, para ello se inició la observación y revisión documental, se tomaron 41 puntos que 1uego fueron analizadas en el Laboratorio Ambiental de DIGESA mediante la técnica de espectrometría de absorción atómica, los datos fueron procesados en Excel y analizada mediante estadística básica simple. Los resultados obtenidos en la cuenca del río Abujao y afluentes muestra niveles altos de Pb 0.030 mg/L hasta 2.174 mg/L, Zn 0.156 hasta 4.099 mg/L, Cd 0.012 mg/L, Cu 0,129 y 1,159 mg/L, Cr 0,064 y 0,127 mg/L y Hg en la quebrada Shimbillal y Huayhuantal. La cuenca del río Sepahua muestra niveles bajos de Arsénico desde 0,0033 hasta 0,0042 mg/L, Bario 0,08 hasta 0,13 mg/L, Cd 0,001 mg/L, Cu 0,003 hasta 0.01 mg/L, Cr 0,002 hasta 0,009 mg/L, Ni 0,01 mg/L y Zn 0,02 hasta 0,05 mg/L. En la cuenca del río Ucayali la determinación de metales pesados muestra niveles altos de Ar 1 mg/L y Pb con valores desde 0,0028 hasta 0,0061 mg/L. concluyéndose que durante el período de estudio del 2003 al 2015, los niveles de Pb, Hg, Zn, Cd, Cu, Cr identificados en la cuenca del río Abujao; así como Ar y Pb detectados en la cuenca del río Ucayali sobrepasan los LMP. En el Río

Mishagua afluente de la cuenca del río Sepahua los niveles de Ar, Ba, Cu, Cr, Zn, Cd y Ni identificados se encuentran por debajo del LMP.

Saldaña (2017), en su investigación “Evaluación del grado de contaminación mediante parametros físico y químicos del río Ucayali, localidad Nueva Italia, 2014”; cuyo objetivo fue determinar el grado de contaminación a través de parámetros físicos y químicos, presentes en agua del río Ucayali. Donde los resultados mostraron que en las aguas se encontraron concentraciones elevadas de los parámetros como color, oxígeno disuelto, Arsénico y Zinc que sobrepasan los ECA de acuerdo con ley.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Estándar de Calidad Ambiental para Agua

En el Perú, ANA (2018), con respecto a uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, estuvo enmarcado durante siete décadas en un código de Agua, cuyos orígenes se remontan al siglo XIX. Este documento fue un instrumento que permitió la consolidación del control de la agricultura por los grandes hacendados. Situación que cambiaría drásticamente en julio del año 1969, con la aplicación de la Ley General de Aguas, a través del D.L N° 17752, que experimentó algunas modificaciones respecto a la regulación en el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos hasta la creación del Ministerio del Ambiente - MINAM y la posterior aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua.

ANA (2018). El ECA-agua, es un instrumento útil para evaluar el estado de la calidad de los cuerpos naturales de agua en las cuencas hidrográficas del país, estos son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo condiciones naturales o niveles de fondo, y el diseño de normas legales, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente. Cuenta con 4 categorías y 17 sub-categorías.

La presente investigación se trabajó comparando las siguientes categorías y subcategorías del ECA agua según Decreto Supremo N°004-2017 MINAM, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Categorias del ECA aplicadas en la investigación

Categorías	Subcategorías	Clasificación
Categoría 1: Poblacional y recreacional	Sub categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable	**A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección:** Aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección.
	Sub categoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación	**B1. Contacto primario**: Aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela y similares.
		Agua para riego no restringido: Aguas cuya calidad permite su uso en el riego de cultivos alimenticios que se consumen crudos, cultivos de árboles o arbustos frutales, parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de Animales	Subcategoría D1: Riego de vegetales	**Agua para riego restringido:** Aguas cuya calidad permite su uso en el riego de cultivos alimenticios que se consumen cocidos, cultivos de tallo alto, cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados, cultivos industriales no comestibles y forestales, pastos o similares.
	Subcategoría D2:	**Bebida de animales:** Aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos
Categoría 4: Conservación del ambiente acuático	Subcategoría E2: Ríos	**Ríos de la selva:** Ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

2.2.2. Metales pesados

- **Cadmio**

MINEM (2020). El Cadmio se encuentra en la naturaleza en forma de sulfuro y como impureza de minerales de Zinc y Plomo. Su presencia en el agua se da debido a las actividades mineras y de fundición ANA (2018). El Cadmio se acumula en tejidos blandos y puede interferir en el metabolismo. Es conocido que, en sistemas acuáticos, el Cadmio se acumula fácilmente en las ostras MINEM, 2020).

Nordberg (2012). El Cadmio es muy resistente a la corrosión y se utiliza para su electrodeposición en otros metales, especialmente el acero y el Hierro. Los tornillos, las tuercas de seguridad, los pestillos y diversas partes de los aviones y vehículos de motor están tratados con Cadmio con el fin de protegerlos de la corrosión. Existen diversas sales de Cadmio. La más importante es el estearato de Cadmio, que se utiliza como estabilizador térmico en los plásticos de PVC (cloruro de polivinilo). El sulfuro de Cadmio y el Sulfoseleniuro de Cadmio se utilizan como pigmentos amarillo y rojo en plásticos y tintes. El sulfuro de Cadmio se utiliza también en células solares y fotográficas. El cloruro de Cadmio se emplea como fungicida, componente de los baños galvanoplásticos, colorante en pirotecnia, aditivo en las soluciones de estañado y mordente en la tinción e impresión de textiles. También se utiliza para la producción de determinadas películas fotográficas, para la fabricación de espejos especiales y para el recubrimiento de tubos electrónicos de vacío. El óxido de Cadmio se utiliza como agente para

galvanoplastia. Materia prima para los estabilizadores térmicos de PVC y componente de las aleaciones de plata, pigmentos fosforescentes y semiconductores, así como para el endurecimiento de cristales o el vitrificado de cerámica. El Cadmio puede representar un peligro para el medio ambiente y en muchos países se han adoptado medidas legislativas para reducir su uso y la consiguiente dispersión ambiental de Cadmio. La absorción gastrointestinal del Cadmio ingerido es aproximadamente de un 2 a un 6 % en condiciones normales. Las personas que poseen pocas reservas de Hierro en su organismo, lo que se traduce en una baja concentración de ferritina en el suero, pueden presentar una absorción de Cadmio mucho mayor, de hasta un 20 % de la dosis administrada. Se han producido casos de intoxicación crónica por Cadmio tras exposiciones profesionales prolongadas a humos o polvo de óxido de Cadmio y a estearatos de Cadmio. Los cambios asociados con la intoxicación crónica por Cadmio pueden ser locales, en cuyo caso se afectan las vías respiratorias, o sistémicos, debidos a la absorción de Cadmio. Las alteraciones sistémicas incluyen lesiones renales, con proteinuria y anemia.

- **Cromo**

Nordberg (2012). La concentración de Cromo en los cuerpos naturales de agua por lo general es muy pequeña. La actividad minera y los procesos industriales pueden producir elevadas concentraciones de este elemento. Es un metal tóxico, para la salud humana ANA (2018). El Cromo es cancerígeno para el sistema respiratorio y venenoso para los peces MINEM (2020). El

Cromo elemental (Cr) no se encuentra como tal en la naturaleza; el único mineral de Cromo importante es la espinela, cromita o piedra de Cromo Hierro, que es Cromito Ferroso (FeOCr2O3) y está ampliamente distribuida en la corteza terrestre. La aplicación más importante del Cromo puro es el cromado de una gran variedad de equipos, como piezas de automóvil y equipos eléctricos. También es ampliamente utilizado en aleaciones. Los compuestos que contienen CrVI se utilizan en muchos procesos industriales, entre los que cabe destacar: la fabricación de importantes pigmentos inorgánicos como los Cromatos de Plomo (también utilizados para preparar verdes de Cromo), los naranjas de Molibdato, el Cromato de Zinc y el verde de Óxido Crómico; la conservación de la madera; la fabricación de anticorrosivos; y la fabricación de vidrios y esmaltes de color. Los sulfatos crómicos básicos se utilizan ampliamente en los procesos de curtido. Los compuestos con Cromo en estado de oxidación CrIII son considerablemente menos peligrosos que los compuestos de CrVI. Los compuestos de CrIII no se absorben fácilmente en el aparato digestivo y pueden combinarse con proteínas de las capas superficiales de la piel, formando complejos estables. En ausencia de una sensibilización previa con compuestos de CrVI, los compuestos de CrIII no producen ulceraciones ni suelen producir dermatitis alérgicas.

- **Hierro**

Nordberg (2012). Es un elemento que abunda en la corteza terrestre. Pero, por lo general, se da en pequeña concentración en los sistemas de

aguas naturales. La forma y solubilidad del Hierro en las aguas naturales depende en gran medida del pH y potencial redox del agua. El Hierro se presenta en estado de oxidación +2 y +3. Su selección es para definir que su presencia en las aguas naturales se debe al aporte de su propia naturaleza del lugar (ANA, 2018). El Hierro es el segundo metal más abundante y el cuarto de todos los elementos, superado únicamente por el oxígeno, el silicio y el aluminio. Los minerales de Hierro más comunes son: la hematita o mineral de Hierro rojo (Fe2O3), que contiene un 70 % de Hierro; la limonita o mineral de Hierro marrón (FeO (OH)·nH2O), con un 42 % de Hierro; la magnetita o mineral de Hierro magnético (Fe3O4), con un alto contenido de Hierro; la siderita o mineral de Hierro espático (FeCO3); la pirita (FeS2), el mineral azufrado más común; y la pirrotita o pirita magnética (FeS). El Hierro se utiliza para la fabricación de piezas de Hierro y acero fundidos y en aleaciones con otros metales. También se emplea para aumentar la densidad de los líquidos en las perforaciones petrolíferas. Los estudios epidemiológicos sobre trabajadores de fundiciones de Hierro y acero suelen poner de manifiesto un aumento del riesgo de cáncer de pulmón de un 1,5 a un 2,5. La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado la fundición del Hierro y el acero como un proceso cancerígeno para el hombre.

- **Plomo**

El Plomo es un elemento relativamente de menor importancia en la corteza terrestre, pero está ampliamente distribuida en bajas

concentraciones en rocas sedimentarias y suelos no contaminados. El Plomo es tóxico para los organismos acuáticos pero el grado de toxicidad varía mucho, según sea las características de la calidad del agua y de las especies bajo estudio. En el monitoreo en ríos de la selva realizado por la, se han evidenciado la presencia de Plomo, cuyas concentraciones exceden los ECA-Agua, ANA (2018). El Plomo se acumula en ostras y mariscos. Llega al ser humano a través de la cadena alimenticia y se acumula en los huesos. El Plomo es un inhibidor de las enzimas e influye en el metabolismo celular MINEM (2020). La principal fuente ambiental de Plomo ha sido la gasolina, de la que se está suprimiendo. afirma que la exposición al Plomo en medio profesional se produce en actividades de minería, fundiciones, fabricación y empleo de pinturas, baterías, tuberías, plaguicidas, envases con soldaduras de Plomo, vajillas y cerámicas. En los últimos años se ha prestado especial atención al impacto ambiental de los perdigones empleados en la caza. El uso de aditivos de Plomo en las pinturas de uso doméstico se ha ido restringiendo en las últimas décadas, sobre todo por el peligro que representan para los niños. WHO (1977), cómo se citó en Ferrer (2003). Su acumulación en el organismo hace que la exposición a dosis bajas a largo plazo, en el medio laboral o a través del aire, el agua o los alimentos dé lugar a la expresión de una toxicidad crónica Henretig (1998), cómo se citó en Ferrer (2003).

Nordberg (2012). Los minerales de Plomo se encuentran en muchos lugares del mundo. El mineral más rico es la galena (sulfuro de Plomo) y

constituye la fuente principal de producción comercial de este metal. Otros minerales de Plomo son: la cerusita (carbonato), la anglesita (sulfato), la corcoita (cromato), la wulfenita (molibdato), la piromorfita (fosfato), la mutlockita (cloruro) y la vanadinita (vanadato). En muchos casos, los minerales de Plomo pueden contener otros metales tóxicos.

- **Mercurio**

El Mercurio es altamente tóxico a niveles relativamente bajos y se acumula en los peces. Produce "clorosis" en las plantas, es venenoso para los animales y llega al ser humano a través de la cadena alimenticia. MINEM (2020). El Mercurio existe en diferentes estados de oxidación y puede formar un número variado de compuestos orgánicos; sus tres formas primarias son: Hg elemental o metálico (O+); compuestos inorgánicos mercuriosos (1+) y mercúricos (2+); y compuestos orgánicos (alquilo, fenilo) en que se une en enlace covalente a un átomo de C. Su forma más frecuente en la naturaleza es como cinabrio, mineral compuesto de sulfato mercúrico (HgS). El mercurio asociado al azufre es relativamente estable a los agentes atmosféricos (CO2, O2 y H2O) y difícilmente ingresa las cadenas tróficas alimenticias de manera significativa WHO (1991), cómo se citó en Osores (2010).

El Hg elemental está presente en numerosos instrumentos de medida (termómetros, barómetros...), interruptores y tubos quirúrgicos especiales, así como en las amalgamas dentarias, en las que supone el 50% WHO, (1976), cómo se cito en Ferrer (2003).

Valderas, Mejias, Riquelme, Aedeo, Aros, & Barrera (2013). Las principales fuentes de contaminantes mercuriales han sido la actividad minera, residuos industriales de plantas cloro-alcali o de fabricación de vinilo y fungicidas, pinturas antifúngicas, fotografía, pirotecnia, baterías secas y pilas, industrias papeleras y laboratorios médico-veterinarios y dentales.

Nordberg (2012). La absorción digestiva del Hg inorgánico es algo más eficaz (2-10% de ClHg2, menor en el ClHg). Lauwerys (1990), como se citó en Ferrer (2003) y es la principalmente implicada en intoxicaciones agudas. También se han descrito intoxicaciones relacionadas con la aplicación cutánea de cremas o jabones que lo contienen. El cloruro mercúrico, cuyo mecanismo de transporte de membrana se desconoce, se distribuye en la sangre entre los hematíes y el plasma. No atraviesa la barrera hematoencefálica. Se elimina sobre todo por vía renal, con una vida media de 30-60 días. Magos, (1988), como se citó en Ferrer (2003). La toxicidad del Hg está determinada por su gran afinidad por los grupos SH- en que reemplaza al hidrógeno. También es capaz de reaccionar con grupos amida, carboxilo y fosforilo. Esto produce graves alteraciones en proteínas con actividad enzimática, con funciones de transporte y estructurales que se expresan en diferentes tejidos, Ferrer (2003). El Mercurio inorgánico se encuentra en la naturaleza en forma de sulfuro (HgS), como mineral de cinabrio, que tiene un contenido medio de Mercurio del 0,1 al 4 %.

- **Arsénico**

Metal pesado venenoso y muy tóxico, en aguas naturales se presenta como arseniato (AsO4)3- y arsenito (AsO2 +); su presencia puede tener origen en descargas industriales o uso de insecticidas. De acuerdo con los estudios realizados por la ANA se ha encontrado en algunos puntos de muestreo de las cuencas hidrográficas evaluadas la presencia del Arsénico debido a su aportación litológica de la zona. La actividad minera aporta de manera puntual la presencia de este elemento en las aguas (ANA, 2018). En el agua se suele encontrar en forma de arsenato o arsenito, ambas muy hidrosolubles WHO (1981), cómo se citó en Ferrer (2003).

Ferrer (2003). Por su alta toxicidad, ubicua presencia y propiedades organolépticas ha representado un papel central en la historia de la Toxicología. Debido a que su uso ha disminuido mucho en los últimos años, el número de intoxicaciones y envenenamientos también se ha reducido considerablemente en los países desarrollados. Sin embargo, el consumo de agua de pozo con altas concentraciones de Arsénico es un problema sanitario muy grave en algunos países como India. Tras una dosis aguda se produce una distribución a todos los órganos con una mayor concentración en hígado y riñón. Tras exposición crónica se alcanzan altas concentraciones en piel, pelo y uñas por su rico contenido en cisteínas.

La vía metabólica de las formas inorgánicas es la metilación mediante metiltransferasas produciéndose ácido metilarsónico y dimetilarsínico. La forma pentavalente debe ser primero reducida a trivalente. La principal ruta

de eliminación es la orina, y una pequeña cantidad lo hace por las heces, bilis, sudor, células descamadas, pelo y leche Mathieu (1981), cómo se citó en Ferrer (2003).

Nordberg (2012). El Arsénico se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y principalmente en los minerales sulfurosos. La arsenopirita (FeAsS) es la forma más abundante. El Arsénico elemental se utiliza en aleaciones con el fin de aumentar su dureza y resistencia al calor, como en las aleaciones con Plomo para la fabricación de municiones y de baterías de polarización. También se utiliza para la fabricación de ciertos tipos de vidrío, como componente de dispositivos eléctricos y como agente de adulteración en los productos de germanio y silicio en estado sólido. Los rasgos más sobresalientes son los efectos locales sobre la mucosa del tracto respiratorio y la piel. También puede afectar a los sistemas nervioso y circulatorio y al hígado, y puede llegar a producirse cáncer del tracto respiratorio. En el caso de una exposición a largo plazo al Arsénico a través de la comida, el agua o la medicación, los síntomas son en cierto modo distinto de los que surgen tras la exposición por inhalación.

2.2.3. Fuentes de contaminación de agua por metales pesados

Una fuente de contaminación de los recursos hídricos es toda aquella que al llegar en forma sólida o liquida, directa o indirectamente, a un cuerpo natural de agua superficial o subterránea puede alterar las condiciones de calidad natural (física, química y biológica); hasta el punto de poner en riesgo su capacidad de uso y afectar las condiciones del ecosistema acuático sea

en el corto, mediano o largo plazo. Tanto las fuentes líquidas o no liquidas son los medios mediante los cuales se transmiten los agentes contaminantes.

ANA (2018). Los agentes contaminantes, son sustancias que se presentan en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o exceden un estándar de calidad ambiental. Se incluyen sólidos en suspensión, materia orgánica biodegradable, patógenos (bacterias, virus, protozoarios, gusanos), nutrientes, compuestos xenobióticos, materia orgánica refractaria, metales pesados, sólidos inorgánicos disueltos, sólidos sedimentables, energía radiactiva y energía térmica.

- **Características físicas de las fuentes contaminantes**

ANA (2018). Las fuentes contaminantes poseen características físicas que deben tomarse en cuenta durante su identificación tales como la distribución espacial, disposición final, régimen de descargas, caudal de descarga, volumen aproximado de residuos sólidos y otra información de interés. Las fuentes contaminantes líquidas tales como aguas naturales y residuales pueden ubicarse en un lugar específico y delimitado, por lo tanto, su distribución se denomina localizada, por ejemplo: tubería, acequia, canal, túnel, conductos, pozo, fisura discreta, contenedor, material rodante, actividades concentradas de alimentación animal, o buque u otro medio flotante, desde el cual se descarguen o puedan descargar contaminantes. Estas a su vez pueden presentar un régimen de descarga continua o

intermitente (no continua), en contraste con las fuentes contaminantes no localizadas, las cuales no tienen un lugar determinado de descarga y por lo tanto se desconoce su régimen, como ejemplo tenemos prácticas agrícolas y formas de utilización de la tierra, incluidas las operaciones de alimentación animal (granjas de engorde). En el primer caso, es posible medir el caudal de descarga en l/s, que está siendo vertido en los cuerpos hídricos receptores. Es importante señalar, la disposición final de dichas fuentes contaminantes, las cuales pueden ser vertidas a cuerpos de agua naturales como· ríos, lagos, lagunas, mar, humedales, bofedales o cuerpos de agua artificiales tales como embalses, canales, sifones, etc.

- **Clasificación de fuentes contaminantes**

ANA (2018). Por su origen, las fuentes de contaminación pueden clasificarse como naturales y antropogénicas. A su vez, las *fuentes contaminantes naturales* pueden ser clasificadas como aguas naturales (líquidas) y depósitos naturales (no líquidas). La primera agrupa a las aguas minero - medicinales (termal, mineral, termomineral), aguas procedentes de la desglaciación, de procedencia volcánica y aguas provenientes del drenaje pluvial. Por otro lado, las fuentes contaminantes naturales no líquidas están direccionadas a estructuras o depósitos naturales mineralizados tales como minas de sal o carbón. Las fuentes contaminantes antropogénicas son originadas por aguas residuales, pudiendo ser de tipo agroindustrial, agropecuaria, doméstica, energética, hospitalaria, industrial, minero-metalúrgica, municipal; residuos sólidos de gestión municipal, no municipal

(peligrosos y no peligrosos) y por sustancias vertidas directamente en el de agua o "in situ", como detergentes, jabones, cal, alimentos para peces, descargas furtivas (derrames), descargas y trasegado de combustibles etc.

Tabla 2

Fuentes Contaminantes de Origen Antropogénico, según tipo

Naturaleza	Tipo	Ejemplos
Aguas residuales (A.R.)	A.R. Agropecuaria	Aguas de drenaje de riego, aguas residuales provenientes de granjas
	A.R. Agroindustrial	Aguas provenientes del lavado de vegetales, frutales, lavado de jabas, empaques
	A.R. Domestica	Aguas residuales de origen residencial, comercial institucional.
	A.R. Municipal	Aguas residuales provenientes de PTAR municipales, distritales; que pudieran incluir la mezcla de aguas de drenajes pluviales e industriales.
	A.R. Industrial	Agua residual proveniente de la industria papelera, camales o mataderos, curtidos y calzado, conservas, bebidas, lavanderías, petroquímica, siderúrgica, acerías, productos alimenticios, textiles, productos químicos, cosméticas, detergentes, centrales nucleares, plásticos y caucho, hospitales, mecánicas, electrónicas, lácteos y farmacéutica.
	A.R. Minero metalúrgica	Aguas de mina, aguas residuales provenientes de operaciones de componentes mineros como tajo, relave, beneficio, depósito de relaves, etc.
Residuos sólidos (R.S)	R.S. de gestión municipal	-Origen domestico: restos de alimentos, papel, botellas, latas, pañales descartables, entre otros. -Comercial (papel, embalaje, restos de aseo personal y similares) -Aseo urbano: barrido de calles y vías, maleza, residuos especiales que deben ser dispuestos en rellenos sanitaríos.

	R.S. Peligrosos de gestión no municipal	-Residuos metálicos que contengan Plomo y Mercurio
		-Residuos humanos provenientes de establecimientos de salud.
		-Pasivo mineros
		-Residuos de plaguicidas y herbicidas
		-Residuos provenientes de la fabricación de productos químicos, como cianuros, entre otros.
		-Desechos de actividades de construcción y demolición
		-Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
		-Residuos industriales.
Sustancias descargadas in situ. I.S.		-Debido a las actividades efectuadas en orillas de cuerpos de agua, como lavado de vehículos, alimentos, ropa, material de acarreo, derrames, descargas y trasegado de combustibles.

Fuente: Dirección de calidad y evaluación de Recursos Hídricos (DCERH)

2.2.4. Consecuencias de los metales pesados en la salud

Instituto Nacional de Salud (2023). Los metales pesados resultan ser elementos químicos tóxicos para la salud, éstos pueden entrar en el cuerpo humano a través de los alimentos, el agua, el aire, o absorción por la piel. En nuestro país la diversidad geográfica, geológica, política y etno-cultural permite el desarrollo de una variedad de actividades económicas formales e informales que generan contaminación ambiental.

Londoño, Londoño, & Muñoz (2016). La presencia de metales pesados en el ambiente y los alimentos, pueden desencadenar diversas intoxicaciones causando daños irreparables en la salud humana y animal, tan graves como efectos teratogénicos, cáncer e incluso la muerte. Es importante considerar, que elevadas concentraciones de dichos metales en el organismo de los seres vivos alteran los procesos bioquímicos y fisiológicos ocasionando diversas patologías.

Londoño, Londoño, & Muñoz (2016). Asimismo, es prioritario que el ser humano se concientice por proteger y conservar el ambiente de los enemigos silenciosos “metales pesados”, antes de que sea demasiado tarde, por ello se requiere con urgencia disminuir las cantidades de metales pesados en la industria, en la minería, en el sector agropecuario y más aún, en los casos que no sean de mayor utilidad.

2.3. Definición de términos básicos

- **Fuentes antropogénicas**

Ministerio del Medio Ambiente de Chile (2018). Estas corresponden a actividades o intervenciones que realizan las personas, siendo la principal causa la combustión de materiales, sea ésta originada por las industrias, los vehículos o en el hogar.

- **Bioacumulación**

GreenFacts (2021). El término bioacumulación hace referencia a la acumulación neta, con el paso del tiempo, de metales (u otras sustancias persistentes) en un organismo a partir de fuentes tanto bióticas (otros organismos) como abióticas (suelo, aire y agua).

- **Intoxicación**

Escuela Cántabra de Salud (2021). Una intoxicación es la reacción del organismo a la entrada de una sustancia tóxica que causa lesión o enfermedad y en ocasiones la muerte. El grado de toxicidad varía según la edad, el sexo, el estado nutricional, la vía de entrada y la concentración del tóxico.

- **Metales pesados**

MITECO (2022). El término de metal pesado se refiere a cualquier elemento químico metálico que tenga una relativa alta densidad y sea tóxico o venenoso en concentraciones bajas. Los ejemplos de metales pesados incluyen el Mercurio (Hg), Cadmio (Cd) el Arsénico (As), el Cromo (Cr), el Talio (Tl), y el Plomo (Pb). Los metales pesados son componentes naturales de la corteza terrestre. No pueden ser degradados o destruidos.

- **Tóxico**

Escuela Cántabra de Salud (2021). Un tóxico es cualquier sustancia sólida, líquida o gaseosa que en una concentración determinada puede dañar la salud. Los tóxicos son muy variados: pueden ser de origen vegetal o animal (serpientes, peces, insectos) y también pueden actuar como tóxicos algunos microbios, gases naturales y artificiales, sustancias químicas e incluso medicamentos a determinadas dosis.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

La investigación es de enfoque mixto: la variable de metales fue analizadas y reportadas en unidades numéricas, las variables que se manejaron están en relación con las fuentes de contaminantes con metales y estos de cómo influyen en la variación de la calidad del agua con respecto a las normas ECAs, según las estaciones ya sea temporada lluviosa y no lluviosa.

3.2. Alcance de la investigación

El alcance es descriptivo, donde se analizó el contenido de metales pesados, estas son observables y se describen tal como se presentan en su ambiente natural sin manipulación, para después analizarlos si guardan relación de procedencia de las fuentes contaminantes que se identifiquen en el área.

3.3. Diseño de la investigación

La investigación obedece al diseño no experimental, ya que se recogió información de campo sin realizar ninguna variación o modificación de esta para obtener resultados. Se obtuvieron los datos de forma directa y se estudiaron posteriormente.

3.4. Diseño estadístico

Se empleó estadística descriptiva para comparar los resultados de calidad del agua y compararlo con la normativa vigente que es el ECA agua, así mismo se

utilizó una regresión lineal para explorar la relación de la presencia de metales pesados. Se utilizó el software estadístico Minitab 19 y el software Excel para el análisis estadístico descriptivo e inferencial del estudio.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población corresponde de extensión del río Neshuya, que cuenta con una longitud de más de 45 km, con dirección de norte a sur, está ubicado en el distrito de Neshuya, con su nacimiento en distrito de Nueva Requena, el cual se une con el río Aguaytía.

3.5.2. Muestra

La muestra es de tipo no probabilística, esta se consideró acorde al protocolo de monitoreo de calidad de agua superficial, donde se fracciona los puntos de monitoreo según la longitud del cuerpo de agua, así mismo se tiene en consideración los puntos representativos como el inicio, antes de un vertimiento importante, después de este, urbes y final de este.

Tabla 3

Coordenadas de los puntos de muestreo

PUNTO	X	Y
RN 1	507081.00 m E	9035463.00 m E
RN 2	504150.00 m E	9043381.00 m E
RN 3	506511.00 m E	9049649.00 m E
RN 4	503537.00 m E	9056171.00 m E
RN 5	498990.00 m E	9063615.00 m E
RN 6	498822.00 m E	9071291.00 m E

*RN=Río Neshuya

En la figura 1, se puede apreciar la consideración de 6 puntos. Así mismo según el requerimiento de análisis, fue necesario recolectar 1 litro de muestra de cada punto y este contará con 2 repeticiones, en total 12 litros de agua superficial del río Neshuya.

Figura 1

Mapa de ubicación de los puntos de muestreo del río Neshuya.



*RN= Río Neshuya

3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Para la recolección de datos de campo se utilizó la cadena de custodia proporcionada por el laboratorio acreditado, dicha ficha se presenta en el Anexo 3.

3.7. Procedimiento de recolección de datos

3.7.1. Ubicación del área de estudio

El distrito de Neshuya es uno de los cinco distritos que conforman la provincia de Padre Abad en el departamento de Ucayali, bajo la administración del Gobierno Regional de Ucayali en el Perú, tiene una superficie de 611.62 km^2, está ubicado entre los paralelos 8°39’40.7” S latitud sur, y los meridianos 74°59’0.1” W longitud al oeste de Greenwich.

Su capital es el pueblo de Monte Alegre cuyo límite con el norte es con el distrito de Curimaná y la provincia de Coronel Portillo, por el sur con el distrito de Alexander Von Humboldt, por el este: con la provincia de Coronel Portillo y limita con el oeste con el distrito de Irazola.

En relación a su hidrología, el rio principal es el rio Neshuya y otras quebradas que forman el eje del rio del mismo nombre, y de acuerdo a su zona de vida, el distrito tiene bosque húmedo-Tropical (bh-T), por esta característica el clima es cálido y húmedo; con una temperatura máxima anual promedio de 30.6 °C, mínima de 19.6 °C y con media anual de 25 °C, con calor persistente durante las 24 horas del día y precipitaciones anuales que varían entre 1000 y 5000 mm.

3.7.2. Monitoreo de calidad de agua superficial

Los pasos que se siguieron para obtener las muestras se desarrollaron de la siguiente manera.

a) Parámetros establecidos en el monitoreo

DIGESA (2007). Los parámetros se seleccionaron en función a las actividades antropogénicas, fuentes contaminantes y teniendo en cuenta la Clasificación de los Recursos Hídricos del País.

- **Parámetros de medición en campo**: pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto.
- **Parámetros determinados en laboratorio**: Metales (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As).

b) Ubicación de puntos de muestreo y registro de datos de campo

DIGESA (2007). Antes de utilizar el protocolo, se aplicó una caracterización general y detallada de la cuenca evaluada, lo que requiere una descripción del recurso hídrico monitoreado, describiendo las principales actividades que se desarrollarán en torno al recurso natural en cuestión, sin olvidar enfatizar si es de utilidad para la población como fuente de abastecimiento para consumo humano (uso doméstico), en cuyo caso el punto de toma o recolección de agua deberá contar con un punto de muestreo que muestre la población servida.

Registro de datos de campo

Ficha de registro de campo: Para la actividad se utilizó equipos de análisis de pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, termómetro y GPS.

c) Muestreo, preservación, conservación y envío de las muestras al laboratorio de análisis:

Según DIGESA (2007), la etapa de recolección de muestras es importancia. Los resultados serán inútiles con una buena recolección y manipula adecuadamente las muestras, para esto se seguirán las pautas establecidas en los “Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales – American Public Heal Association, American Waer Works, Association Water Pollution Control Federation 20th Edition, 1998”.

Toma de Muestras:

- La muestra se tomó de un área con baja turbulencia, en consideración de la profundidad, velocidad del cuerpo y la separación de la orilla.
- La toma de muestra se realizó en el centro de la corriente a una profundidad de acuerdo con el parámetro a determinar.
- La toma de muestras se realizó en dirección contra al flujo del recurso hídrico.
- Se consideró un espacio de alrededor del 10% aproximadamente de la capacidad del recipiente (espacio de cabeza) para permitir la oxigenación de la muestra.

Figura 2

Toma de Muestra del agua Superficial del Río Neshuya.



Parámetros fisicoquímicos: Para la toma Metales Pesados, se utilizó frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios de un litro. Se abrió el recipiente y se sumergió a unos 20 cm por debajo de la superficie.

Para Mercurio y *Arsénico* se empleó frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro. Se abrió el envase y se procedió a sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie; así mismo se mantuvo la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

Medición de parámetros en campo:

En primer lugar, se midió el oxígeno disuelto luego el pH y finalmente la conductividad eléctrica.

Figura 3

Medición de Parámetros de Campo



Preservación de las muestras de agua:

- Una vez recolectado la muestra de agua, se procedió a agregar el preservante requerido
- Una vez conservada la muestra, se procedió a cerrar el frasco.

Identificación de las muestras de agua:

Los recipientes con las muestras tuvieron los siguientes datos: código, origen, descripción, fecha, hora, conservante utilizado, tipo de análisis y responsable de muestro.

Conservación y envío de las muestras de agua:

- Las muestras conservaron en un cooler en frío, disponiendo para ello con preservantes de temperatura.

- Las muestras se entregaron al laboratorio en dentro de las 24 horas de realizado el muestreo.
- Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras incluían: Ficha de Cadena de Custodia, Ficha de Muestreo y el oficio de la Institución solicitante del análisis.

d) Análisis de Absorción atómica para metales pesados totales

Es el método que empleó el laboratorio acreditado para la evaluación de las muestras. Según (IDEAM, 2004), el análisis de absorción atómica se basa en que cada elemento tiene un número de electrones asociado con su núcleo. El estado normal y más estable de la configuración orbital de un átomo es conocido como el estado fundamental. Si se aplica energía a un átomo, la energía será absorbida y un electrón será promovido a un estado menos estable conocido como estado excitado. Desde este estado inestable el átomo volverá a su estado fundamental, liberando energía luminosa. La función de la llama consiste en convertir el aerosol de la muestra en un vapor atómico el cual luego puede absorber la luz de la fuente primaria (lámpara de cátodo hueco o lámpara de descarga de electrones).

3.7.3. Lineamientos para la identificación y seguimiento de fuentes contaminantes relacionadas con los recursos hídricos.

a. Fuentes contaminantes relacionadas con los recursos hídricos.

ANA (2018). Los agentes contaminantes, son sustancias que se presentan en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o exceden un estándar de calidad ambiental.

Se incluyen sólidos en suspensión, materia orgánica biodegradable, patógenos (bacterias, virus, protozoarios, gusanos), nutrientes, compuestos xenobióticos, materia orgánica refractaria, metales pesados, sólidos inorgánicos disueltos, sólidos sedimentables, energía radiactiva y energía térmica.

b. Características físicas de las fuentes contaminantes

ANA (2018). Las fuentes contaminantes poseen características físicas que deben tomarse en cuenta durante su identificación tales como la distribución espacial, disposición final, régimen de descargas, caudal de descarga, volumen aproximado de residuos sólidos y otra información de interés. Las fuentes contaminantes líquidas tales como aguas naturales y residuales pueden ubicarse en un lugar específico y delimitado, por lo tanto, su distribución se denomina localizada, por ejemplo: tubería, acequia, canal, túnel, conductos, pozo, fisura discreta, contenedor, material rodante, actividades concentradas de alimentación animal, o buque u otro medio flotante, desde el cual se descarguen o puedan descargar contaminantes. Estas a su vez pueden presentar un régimen de descarga continua o intermitente (no continua), en contraste con las fuentes contaminantes no localizadas, las cuales no tienen un lugar determinado de descarga y por lo tanto se desconoce su régimen, como ejemplo tenemos prácticas agrícolas y formas de utilización de la tierra, incluidas las operaciones de alimentación animal (granjas de engorde).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Concentración de los metales pesados (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) en las aguas del rio Neshuya.

En la tabla 4 se aprecia los resultados que se obtuvo de la concentración de los metales pesados: Cadmio, Cromo, Hierro, Plomo, Mercurio y Arsénico (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg y As) en las aguas del Rio Neshuya, teniendo en cuenta los 6 puntos de muestreos codificados con las siglas RN (Río Neshuya) y con sus respectivas coordenadas de ubicación.

Los resultados se obtuvieron del promedio de los niveles de concentración que se obtuvo en ambas estaciones lluviosa y seca teniendo lo siguiente: para el Arsénico se obtuvo una concentración de 0.0001 mg/l, de Cadmio se obtuvo una concentración de 0.0006 mg/l, de Cromo se tuvo 0.005 mg/l y Plomo se tuvo una concentración de 0.003 mg/l, siendo estos cuatro metales quienes resultaron ser menores a su límite de cuantificación de método en ambas temporadas, por lo que no hubo diferencias en cada punto de muestreo. Para el caso del Hierro se obtuvieron las siguientes concentraciones: en el punto RN-1 se tuvo una concentración de 0.00855 mg/l, en el punto RN-2 se obtuvo 0.01585 mg/l, en el punto RN-3 se obtuvo 0.00685 mg/l, en el punto RN-4 fue de 0.00795 mg/l, en el punto RN-5 se obtuvo 0.0051 mg/l y en el punto RN-6 se tuvo 0.00685 mg/l de concentración, teniendo como promedio de concentración 0.008525 mg/l, esto nos muestra que la concentración menor fue en el punto RN-5 y la concentración mayor

fue en el punto RN-2. En tanto los resultados para el Mercurio en el punto 1,2,3,4 y 6 fue de 0.00005 mg/l de concentración y 0.012 mg/l se obtuvo en el punto RN-5.

Tabla 4

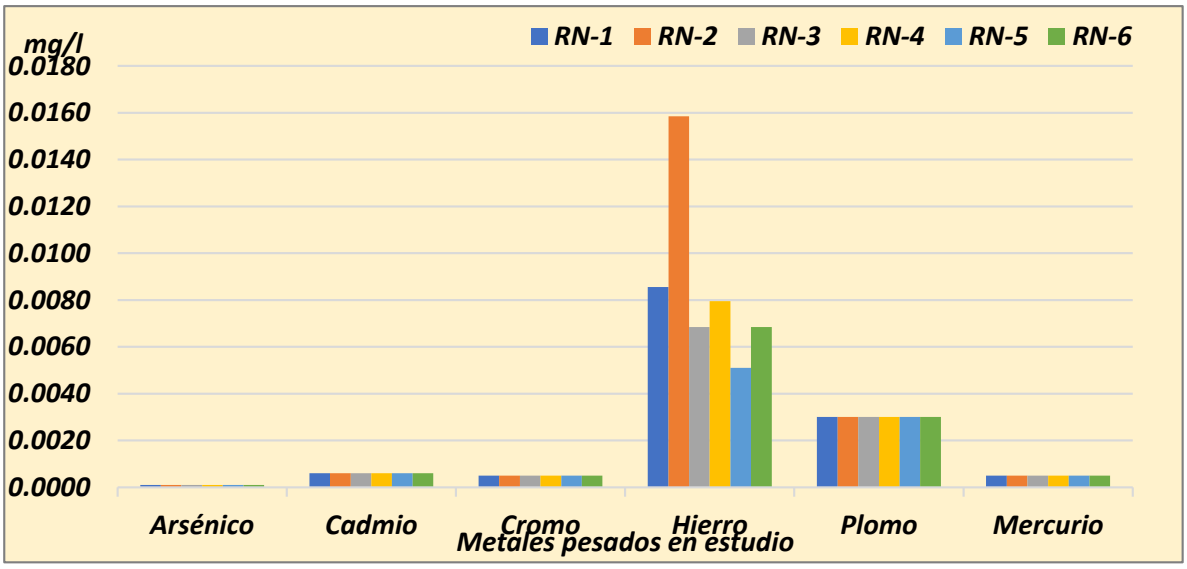
Resultados de los niveles de concentración de los metales pesados (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg Y As).

Estación			**Punto de muestreo del rio Neshuya**						
Código de Punto de Muestreo			**N-1**	**N-2**	**N-3**	**N-4**	**N-5**	**N-6**	**Promedio**
Coordenadas del Punto de Muestreo			**0507081 9035463**	**0504150 9043831**	**0506511 9049649**	**0503537 9056171**	**0498990 9063615**	**0498822 9071291**	
Parámetro de ensayo	**unidades**	**Límite de Cuantificación Método**	**Resultados**						
As Arsénico	g/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Cd Cadmio	g/L	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
Cr Cromo	g/L	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
Fe Hierro	g/L	0.0007	0.00855	0.01585	0.00685	0.00795	0.0051	0.00685	0.008525
Pb Plomo	g/L	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Hg Mercurio	g/L	0.00005	.00005	.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.00005	0.002041667

En la figura 4 se puede observar gráficamente la tendencia de los niveles de concentración obtenidos en la investigación con resultados promedio de cada metal por punto de monitoreo, siendo el Hierro que tuvo diferencias en cada punto, mientras que los demás metales, aunque fueron resultados menores al límite de cuantificación de método los resultados se muestran constantes.

Figura 4

Comparación de los niveles de concentración de los metales pesados (Cd, Cr, Fe, Pb, Hg Y As). por puntos de monitoreo en el Rio Neshuya.



Los resultados obtenidos en el presente trabajo desarrollado en el Rio Neshuya coinciden con el estudio realizado por (Guzman et al., 2011) del Rio San Pedro en Aguas Calientes, dónde tuvo concentraciones de Cd y Pb que fueron inferiores al límite de detección (0.003 y 0.045 mg L^{-1} respectivamente), las concentraciones de As, Cr, Cu, Hg y Zn fueron menores a los LMP señalados en la NOM-001- ECOL-1996. Los valores máximos de Al y Fe fueron 7.40 y 8.86 mg L^{-1} respectivamente, sobrepasando los LMP (5 mg L^{-1} para ambos metales), siendo las zonas centro donde se encontraron mayor presencia de metales. Aunque los datos obtenidos se muestras inferiores a las normas establecidas la presencia del Hierro en las aguas naturales se debe al aporte de su propia naturaleza (ANA, 2018). El Hierro es el segundo metal más abundante y el cuarto de todos los elementos, superado únicamente por el oxígeno, el silicio y el aluminio.

4.2. Identificación de las fuentes contaminantes de metales pesados de las aguas del Río Neshuya

En la tabla 5, se puede visualizar que los puntos de monitoreo de las aguas del rio Neshuya son de origen antropogénicos. El 72.73 % (16) de las fuentes contaminantes por su naturaleza corresponden a aguas residuales de las cuales encontramos a los de tipo doméstico (50 %) a los de tipo industrial (13.64 %) y a los de tipo agroindustrial (9.9 %). En las fuentes contaminantes que por su naturaleza son considerados residuos sólidos se evidencia los de tipo gestión no municipal peligroso en un 27.27 % (6). En general el 72.73 % (16) de fuentes contaminantes discurren al punto de monitoreo RN2.

Tabla 5

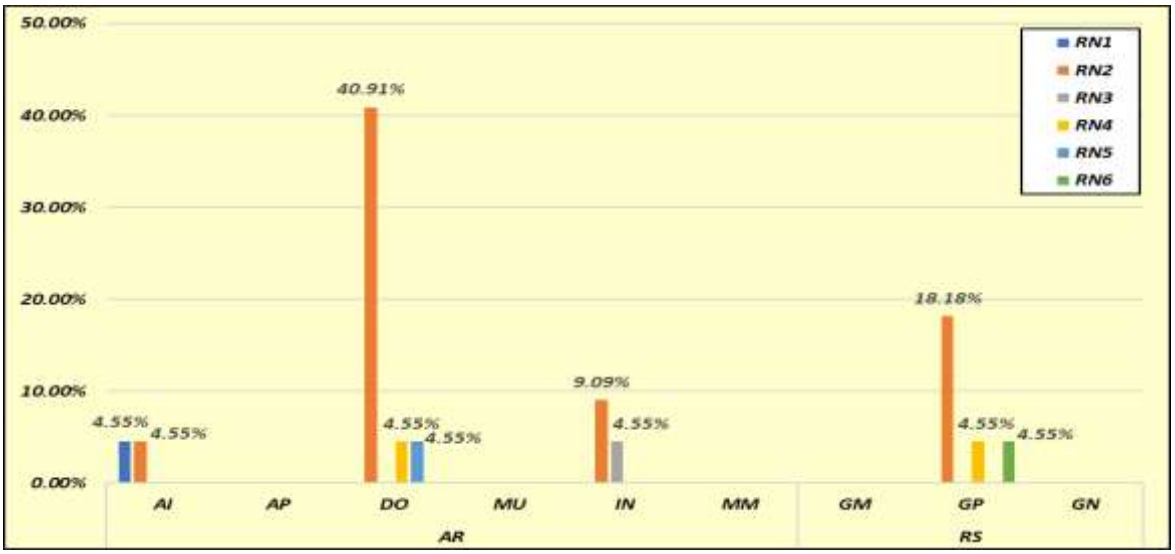
Identificación de fuentes contaminantes de metales de las aguas del río Neshuya.

Fuentes contaminantes			Puntos de monitoreo					
Tipo	**Naturaleza**		**RN1**	**RN2**	**RN3**	**RN4**	**RN5**	**RN6**
Aguas residuales (AR)	Agroindustrial	AI	1	1	0	0	0	0
			4,55%	4,55%	0	0	0	0
	Agropecuaria	AP	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0
	Doméstica	DO	0	9	0	1	1	0
			0	40,91%	0	4,55%	4,55%	0
	Municipal	MU	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0
	Industrial	IN	0	2	1	0	0	0
			0	9,09%	4,55%	0	0	0
	Minero-metalúrgica	MM	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0
Residuos sólidos (RS)	Gestión Municipal	GM	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0
	Gestión no municipal peligrosos	GP	0	4	0	1	0	1
			0	18,18%	0	4,55%	0	4,55%
	Gestión no municipal no peligrosos	GN	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0
	Total		**1**	**16**	**1**	**2**	**1**	**1**
			4,55%	**72,73%**	**4,55%**	**9,09%**	**4,55%**	**4,55%**

En la figura 5, la gráfica nos muestra que no existe fuentes contaminantes provenientes de actividades agropecuarias (AP), municipales (M) y minero metalúrgico (MM) agrupadas en tipo aguas residuales (AR) y tampoco provenientes de la gestión municipal (GM) y de gestión no municipal no peligrosos (GN) agrupados en tipo residuos sólidos (RS), clasificación presentada por el (ANA, 2018) estipulado en el R.J 136-2018-ANA.

Figura 5

Descripción de las fuentes contaminantes en las aguas del río Neshuya.



4.2.1. Identificación de fuentes contaminantes en el Punto 1 (RN-1)

En la Figura 6, se presenta la descripción de las fuentes contaminantes en el Punto RN-1 de monitoreo del rio Neshuya, como se puede observar es un área donde predomina la vegetación en las riberas del rio, en la zona aledaña se pueden observar cultivos de palma aceitera.

Figura 6

Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-1 de monitoreo del rio Neshuya.



RN (Rio Neshuya)

4.2.2. Identificación de fuentes contaminantes en el Punto 2 (RN-2)

En la Figura 7, se presenta la descripción de las fuentes contaminantes en el Punto RN-2 de monitoreo del rio Neshuya, como se puede observar es un área Urbana, en la zona se pudo observar la presencia de vertimientos residuales domésticos en varios puntos cercanos esto debido a que la red de alcantarillado de la ciudad de Monte Alegre no está interconectado a una PTAR, por lo que la población utiliza los cuerpos de agua o quebradas como punto de vertimiento, además que la PTAR con la que cuenta la ciudad no está operativa; así mismo se observó que la acumulación de residuos en la zona es común, siendo este una fuente antropogénica de metales

importante, la presencia de agricultura de palma aceitera en la zona se puede observar desde los cultivos que están cerca de la ciudad, la planta extractora de aceite de palma (OLAMSA) y la considerable cantidad de tiendas dedicadas a la venta de agroquímicos y fertilizantes para la producción de palma. Adicionalmente se pudo constatar la presencia de actividades de aserrío que aportan una gran cantidad de residuos en las riberas del rio Neshuya.

Figura 7

Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-2 de monitoreo del rio Neshuya.



RN (Rio Neshuya).

4.2.3. Identificación de fuentes contaminantes en el Punto 3 (RN-3).

En la Figura 8, se presenta la descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-3 de monitoreo del rio Neshuya, como se puede observar es un área donde predomina los cultivos de palma, en la zona aledaña se pueden observar cultivos de palma aceitera y la planta extractora de aceite de palma (INDOLMASA).

Figura 8

Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-3 de monitoreo del rio Neshuya.



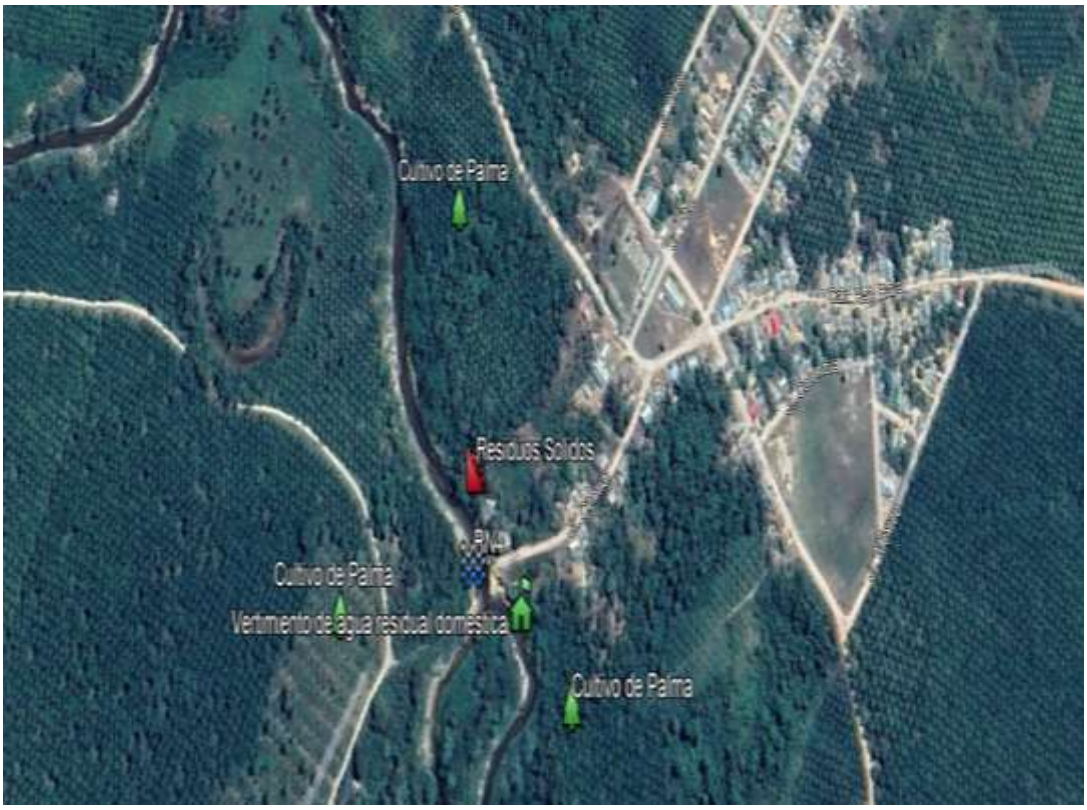
RN (Rio Neshuya)

4.2.4. Identificación de fuentes contaminantes en el Punto 4 (RN-4).

En la Figura 9, se presenta la descripción de las fuentes contaminantes en el Punto RN-4 de monitoreo del rio Neshuya, como se puede observar es un área donde predomina los cultivos de palma, en la zona aledaña se pueden observar cultivos de palma aceitera, leve acumulación de residuos sólidos y un vertimiento de agua residual doméstica del caserío la Merced de Neshuya.

Figura 9

Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-4 monitoreo del rio Neshuya.



RN (Rio Neshuya)

4.2.5. Identificación de fuentes contaminantes en el Punto 5 (RN-5).

En la Figura 10, se presenta la descripción de las fuentes contaminantes en el Punto RN-5 de monitoreo del rio Neshuya, como se puede observar es un área donde predomina los cultivos de palma, en la zona aledaña se pueden observar cultivos de palma aceitera y un vertimiento de agua residual doméstica de una vivienda cercana.

Figura 10

Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-5 monitoreo del Rio Neshuya.



RN (Rio Neshuya)

4.2.6. Identificación de fuentes contaminantes en el Punto 6 (RN-6).

En la Figura 11, se presenta la descripción de las fuentes contaminantes en el Punto RN-6 de monitoreo del rio Neshuya, como se puede observar es un área donde predomina los cultivos de palma, en la zona aledaña se pueden observar cultivos de palma aceitera y una zona de acumulación de residuos de palma.

Figura 11

Descripción de las fuentes contaminantes en el punto RN-6 monitoreo del Rio Neshuya



Nota: RN (Rio Neshuya)

De acuerdo con la identificación de las fuentes contaminantes, en todos los puntos de monitoreo predomina la vegetación, y prácticamente es afectado por actividad agroindustrial de los cultivos de palma aceitera operadas por OLAMSA en el RN2 e INDOLMASA en el RN3; además de la actividad agropecuaria.

Específicamente el punto de monitoreo RN2 es un área urbana cuya población utiliza cuerpos de agua o quebradas por verter sus residuos debido a que la red de alcantarillado de la ciudad de Monte Alegre no está interconectada a una PTAR que además esta inoperativa; así mismo, la acumulación de residuos es común, y la considerable cantidad de tiendas dedicadas a la venta de agroquímicos y fertilizantes para la producción de

palma. Adicionalmente se pudo constatar la presencia de actividades de aserrío.

En el punto de monitoreo RN4 existe una leve acumulación de residuos sólidos y un vertimiento de agua residual doméstica del caserío la Merced de Neshuya. En el punto de monitoreo RN-5 existe un vertimiento de agua residual doméstica de una vivienda cercana.

La zona de estudio predomina la presencia de plantaciones de palma aceitera, como indica Becerril y Rodriguez (2019), en el departamento de Ucayali, el cultivo de palma aceitera se encuentra en pleno proceso de crecimiento y desarrollo donde el Gobierno Regional lo ha declarado cultivo emblemático, sustentada en la creciente demanda de los aceites que se produce en los distritos de Neshuya y Aguaytía en las que se presentan condiciones favorables para este cultivo contándose actualmente con 10 plantas extractoras de aceite. Esa actividad fomenta los cultivos y por coincidencia la necesidad de fertilización que puede darse por fertilizantes o abono químico u orgánicos. Una consideración de lata importancia es que la contaminación por metales pesados proviene de actividades agrícolas, mineras, generación de energía y desechos domésticos Castillo, Mendoza, Arriola, Pérez, Vega, Ortíz, & López (2017). Como es de importancia que la utilización de abonos orgánicos (AO) de diversos orígenes, como los compost obtenidos a partir de residuales sólidos urbanos (RSU), en organopónicos de la agricultura urbana, es una alternativa para la producción de alimentos con bajos insumos. Se encontró que los compost obtenidos a

partir de los RSU provenientes de la basura doméstica extraída de los vertederos sin previa clasificación y los sustratos preparados a partir de estos, presentan contenidos de MP, especialmente Cd y Pb, por encima de los límites máximos permisibles (LMP) Rodriguez,Muñiz,Calero, Montero, Martínez, Limeres, Aguilar (2012). La población que explota los cultivos de palma está motivada porque uno de los principales éxitos en la obtención de una excelente producción de fruto en la palma de aceite estriba en el uso razonable y adecuado de los fertilizantes. En el caso de la palma de aceite, son muchos los así llamados fertilizantes que se utilizan, raciónale irracionalmente, siempre con el objetivo de lograr incrementos apreciables en el rendimiento de los racimos y del aceite que de allí se extrae (Leòn, 2004).

Otro factor importante fue la presencia de aguas residuales domesticas e industriales, esto se refuerza al saber que la concentración de estos metales en las fuentes hídricas procede de las diversas actividades antropogénicas. Los metales pesados como Plomo, Cadmio, Cromo, Zinc, Mercurio entre otros son liberados hacia ecosistemas acuáticos, así como a los suelos principalmente debido a diversas actividades antropogénicas Londoño, Londoño, & Muñoz (2016). Dentro de una ciudad o centro poblado es necesario la realización de muchas actividades para poder mantener las actividades agrícolas, como las empresas de mecánica, lavaderos, empresas de estructuras metálicas y similares que tienden a estar conectadas a la red pública de alcantarillado, estas pueden ser

constituyentes importantes de muchas aguas podemos encontrar un número importante de metales pesados, aunque su cuantificación sea a niveles de traza.

Ferrer (2003). Un gran número de actividades industriales implica la manipulación de metales. Entre ellas hay que destacar la minería y las industrias de transformación, fundiciones y metalurgia en general. Actividades específicas producen riesgos mayores frente a determinados elementos, como la exposición al plomo en las empresas de baterías o exposición al mercurio en las operaciones de electrólisis.

Avalos (2023). Queda demostrado que los suelos pueden contaminarse por efecto de la explotación minera, por ubicarse cerca de fábricas, industrias metalúrgicas, la agricultura y por la contaminación que resulta del tránsito vehicular. Así también, el agua puede contaminarse por la explotación minera legal como ilegal. Los pastos, verduras y frutas que se consumen diariamente pueden bioacumular plomo. Todo ello resulta preocupante, según la OMS tan solo 5 µg/dL puede causar daño en la salud del hombre.

El Cobre, Plomo, Níquel y Cadmio, que son elementos que se encuentran en concentraciones bajas en el ambiente, su aumento en los ecosistemas se debe a los procesos antropogénicos, volviendo el ambiente tóxico para los seres vivos siendo un factor de riesgo para la salud humana, causando daños irreversibles.

4.3. Evaluación de la presencia de metales pesados en el Rio Neshuya y el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental del agua.

En la tabla 6, acorde al cumplimiento de los ECAs, observamos el valor promedio de los metales en estudio, evidenciando que estas son inferiores a los valores establecidos en el ECA en la categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable con su subcategoría A1(Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) y B1 (Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario), categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales con su subcategoría D1 (Riego de vegetales) y categoría 4: Conservación del ambiente acuático con su subcategoría E2 (Ríos de la selva).

Tabla 6

Rio Neshuya acorde al cumplimiento de los ECAs.

Rio Neshuya acorde al cumplimiento del ECA agua									
Categorías del ECA agua	**Parámetros analizados**	**Estándares de los parámetros**	**Puntos monitoreados**						
			RN-1	**RN-2**	**RN-3**	**RN-4**	**RN-5**	**RN-6**
Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Arsénico	0.01	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**
	Cadmio	0.003						
	Cromo	0.05						
	Hierro	0.3						
	Plomo	0.01						
	Mercurio	0.001						
Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario	Arsénico	0.01	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**
	Cadmio	0.01						
	Cromo	0.05						
	Hierro	0.3						
	Plomo	0.01						
	Mercurio	0.001						
Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Riego de vegetales	Arsénico	0.1	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**
	Cadmio	0.01						
	Cromo	0.1						
	Hierro	5						
	Plomo	0.05						
	Mercurio	0.001						
Categoría 4: Conservación del ambiente acuático; subcategoría E2: Ríos de la selva	Arsénico	0.15	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**	**Cumple**
	Cadmio	0.00025						
	Cromo	0.011						
	Hierro	*						
	Plomo	0.0025						
	Mercurio	0.0001						

Nota: RN (Rio Neshuya) / Color Rojo = No Cumple el ECA / Color Verde = Cumple el ECA.

4.3.1. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto P1 (RN1) del rio Neshuya con los ECA.

En la tabla 7, se presenta la Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN1 del rio Neshuya con los ECA, la estación RN-1 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría A1:Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; la estación RN-1 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario; la estación RN-1 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Riego de vegetales; la estación RN-1 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático; subcategoría E2: Ríos de la selva.

Tabla 7

Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN1 del rio Neshuya con los ECA.

Estación			Lluviosa	Seca		ECA-004-2017 Categorías / Sub categorías			
Código de Punto de Muestreo			RN-1	RN-1					
Tipo de Muestra			Agua Superficial	Agua Superficial	Promedio	A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	B1 Contacto primario	D1: Riego de vegetales	E2: Ríos de la Selva
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0507081 N 9035463	E 0507081 N 9035463					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultado	Resultado					
Arsénico	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	0,01	0,01	0,1	0,15
Cadmio	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.0006	0,003	0,01	0,01	0,0025
Cromo	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	0.0005	0,05	0,05	0,1	0,011
Hierro	mg/L	0.0007	0.0059	0.0112	0.00855	0,3	0,3	5	--
Plomo	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003	0.003	0,01	0,01	0,05	0,0025
Mercurio	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00005	0,001	0,001	0,001	0,0001
Cumplimiento con el ECA según categorías						No Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Nota: RN (Rio Neshuya) / Color Rojo = No Cumple el ECA / Color Verde = Cumple el ECA / Color amarillo: Parámetro no aplica.

4.3.2. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto P2 (RN2) del rio Neshuya con los ECA.

En la tabla 8, se presenta la Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN2 del rio Neshuya con los ECA, la estación RN-2 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría A1:Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; la estación RN-2 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario; la estación RN-2 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Riego de vegetales; la estación RN-2 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático; subcategoría E2: Ríos de la selva.

Tabla 8

Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN2 del rio Neshuya con los ECA

Estación			Lluviosa	Seca		ECA-004-2017 Categorías / Sub categorías			
Código de Punto de Muestreo			RN-2	RN-2					
Tipo de Muestra			Agua Superficial	Agua Superficial	Promedio	A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	B1 Contacto primario	D1: Riego de vegetales	E2: Ríos de la Selva
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0504150 N 9043831	E 0504150 N 9043831					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados					
As Arsénico	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	0,01	0,01	0,1	0,15
Cd Cadmio	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.0006	0,003	0,01	0,01	0,0025
Cr Cromo	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	0.0005	0,05	0,05	0,1	0,011
Fe Hierro	mg/L	0.0007	0.0089	0.0228	0.01585	0,3	0,3	5	--
Pb Plomo	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003	0.003	0,01	0,01	0,05	0,0025
Hg Mercurio	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00005	0,001	0,001	0,001	0,0001
Cumplimiento con el ECA según categorías						Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

*RN (Rio Neshuya) / Color Rojo = No Cumple el ECA / Color Verde = Cumple el ECA / Color amarillo: Parámetro no aplica.

4.3.3. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto P3 (RN3) del rio Neshuya con los ECA.

En la tabla 9, se presenta la Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN3 del rio Neshuya con los ECA, la estación RN-3 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría A1:Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; la estación RN-3 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario; la estación RN-3 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Riego de vegetales; la estación RN-3 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático; subcategoría E2: Ríos de la selva.

Tabla 9

Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN3 del rio Neshuya con los ECA

Estación			Lluviosa	Seca		ECA-004-2017 Categorías / Sub categorías			
Código de Punto de Muestreo			**RN-3**	**RN-3**					
Tipo de Muestra			**Agua Superficial**	**Agua Superficial**	**Promedio**	**A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección**	**B1: Contacto primario**	**D1: Riego de vegetales**	**E2: Ríos de la Selva**
Coordenadas del Punto de Muestreo			**E 0506511 N 9049649**	**E 0506511 N 9049649**					
Parámetro de Ensayo		**Unidades**	**Límite de Cuantificación de Método**	**Resultados**	**Resultados**				
As	Arsénico	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	0,01	0,01	0,1	0,15
Cd	Cadmio	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.0006	0,003	0,01	0,01	0,0025
Cr	Cromo	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	0.0005	0,05	0,05	0,1	0,011
Fe	Hierro	mg/L	0.0007	0.0050	0.0087	0.00685	0,3	0,3	5	--
Pb	Plomo	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003	0.003	0,01	0,01	0,05	0,0025
Hg	Mercurio	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00005	0,001	0,001	0,001	0,0001
Cumplimiento con el ECA según categorías							Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Nota: RN (Rio Neshuya) / Color Rojo = No Cumple el ECA / Color Verde = Cumple el ECA / Color amarillo: Parámetro no aplica

4.3.4. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto P1 (RN1) del rio Neshuya con los ECA.

En la tabla 10, se presenta la Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN4 del rio Neshuya con los ECA, la estación RN-4 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría A1:Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; la estación RN-4 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario; la estación RN-4 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Riego de vegetales; la estación RN-4 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático; subcategoría E2: Ríos de la selva.

Tabla 10

Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN4 del rio Neshuya con los ECA

Estación Categoría			Lluviosa	Seca		ECA-004-2017 Categorías / Sub categorías			
Código de Punto de Muestreo			RN-4	RN-4					
Tipo de Muestra			Agua Superficial	Agua Superficial	Promedio	A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	B1 Contacto primario	D1: Riego de vegetales	E2: Ríos de la Selva
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0503537 N 9056171	E 0503537 N 9056171					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados					
As Arsénico	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	0,01	0,01	0,1	0,15
Cd Cadmio	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.0006	0,003	0,01	0,01	0,0025
Cr Cromo	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	0.0005	0,05	0,05	0,1	0,011
Fe Hierro	mg/L	0.0007	0.0060	0.0099	0.00795	0,3	0,3	5	--
Pb Plomo	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003	0.003	0,01	0,01	0,05	0,0025
Hg Mercurio	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00005	0,001	0,001	0,001	0,0001
Cumplimiento con el ECA según categorías						Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Nota: RN (Rio Neshuya) / Color Rojo = No Cumple el ECA / Color Verde = Cumple el ECA / Color amarillo: Parámetro no aplica.

4.3.5. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto P5 (RN5) del rio Neshuya con los ECA.

En la tabla 11, se presenta la Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN5 del rio Neshuya con los ECA, la estación RN-5 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría A1:Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; la estación RN-5 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario; la estación RN-5 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Riego de vegetales; la estación RN-5 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático; subcategoría E2: Ríos de la selva.

Tabla 11

Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN5 del rio Neshuya con los ECA.

Estación			Lluviosa	Seca		ECA-004-2017			
						Categorías / Sub categorías			
Código de Punto de Muestreo			RN-5	RN-5		A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	B1 Contacto primario	D1: Riego de vegetales	E2: Ríos de la Selva
Tipo de Muestra			Agua Superficial	Agua Superficial	Promedio				
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0498990 N 9063615	E 0498990 N 9063615					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados					
As Arsénico	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	0,01	0,01	0,1	0,15
Cd Cadmio	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.0006	0,003	0,01	0,01	0,0025
Cr Cromo	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	0.0005	0,05	0,05	0,1	0,011
Fe Hierro	mg/L	0.0007	0.0041	0.0061	0.0051	0,3	0,3	5	--
Pb Plomo	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003	0.003	0,01	0,01	0,05	0,0025
Hg Mercurio	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00005	0,001	0,001	0,001	0,0001
Cumplimiento con el ECA según categorías						Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Nota: RN (Rio Neshuya) / Color Rojo = No Cumple el ECA / Color Verde = Cumple el ECA / Color amarillo: Parámetro no aplica.

4.3.6. Comparativa de los resultados de monitoreo del punto P6 (RN6) del rio Neshuya con los ECA.

En la tabla 12, se presenta la Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN6 del rio Neshuya con los ECA, la estación RN-6 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría A1:Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; la estación RN-6 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Subcategoría B1: Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario; la estación RN-6 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría D1: Riego de vegetales; la estación RN-6 cumple con los estándares de calidad de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático; subcategoría E2: Ríos de la selva.

Tabla 12

Comparativa de los resultados de monitoreo del punto RN6 del rio Neshuya con los ECA.

Estación			Lluviosa	Seca		ECA-004-2017 Categorías / Sub categorías			
Código de Punto de Muestreo			RN-6	RN-6					
Tipo de Muestra			Agua Superficial	Agua Superficial	Promedio	A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	B1 Contacto primario	D1: Riego de vegetales	E2: Ríos de la Selva
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0498822 N 9071291	E 0498822 N 9071291					
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados					
As Arsénico	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	0,01	0,01	0,1	0,15
Cd Cadmio	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	0.0006	0,003	0,01	0,01	0,0025
Cr Cromo	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	0.0005	0,05	0,05	0,1	0,011
Fe Hierro	mg/L	0.0007	0.0059	0.0078	0.00685	0,3	0,3	5	--
Pb Plomo	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003	0.003	0,01	0,01	0,05	0,0025
Hg Mercurio	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.00005	0,001	0,001	0,001	0,0001
Cumplimiento con el ECA según categorías						Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

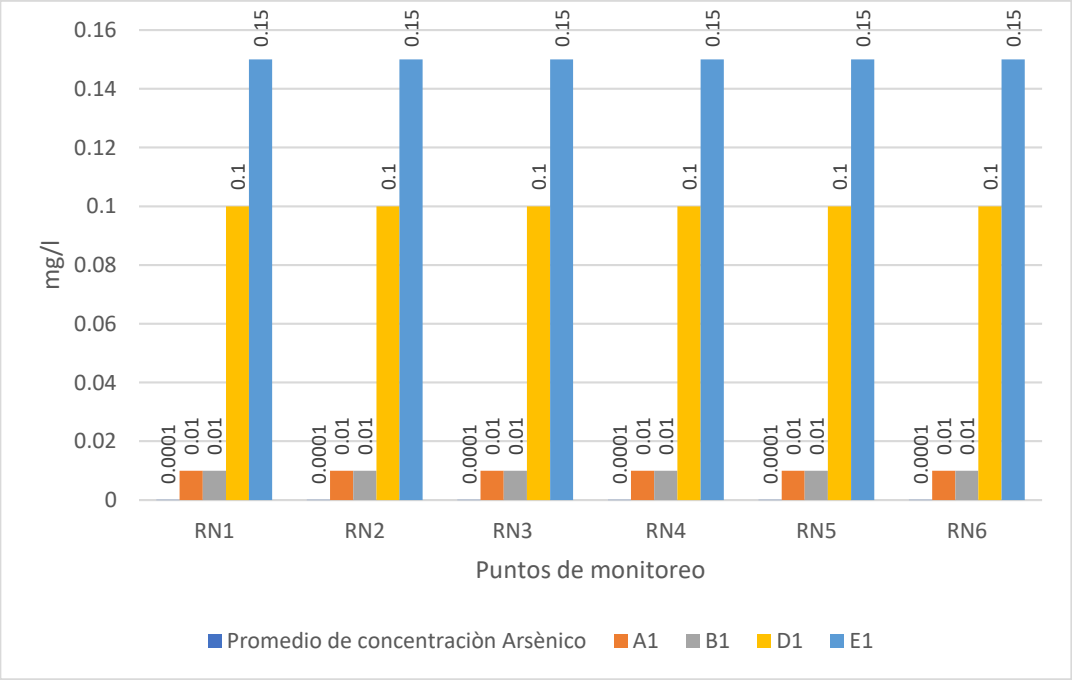
Nota: RN (Rio Neshuya) / Color Rojo = No Cumple el ECA / Color Verde = Cumple el ECA / Color amarillo: Parámetro no aplica.

MINAM (2017). A continuación, se presentan los gráficos comparativos respecto a las concentraciones de cada metal comparando con los parámetros del ECA agua que se evaluó en el rio Neshuya, con las cuales se desarrolló la investigación teniendo en cuenta que, “la Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo con el marco normativo vigente”.

En la figura 12, se observa la Comparativa de la concentración del Arsénico con los parámetros del ECA agua, las muestras de agua del rio Neshuya en los puntos RNI, RN2, RN3, RN4, RN5 Y RN6 presentaron concentraciones de Arsénico menores al límite de cuantificación de 0.0001 mg/l, los cuales no superan lo establecido en la categoría A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, así mismo en la siguientes categorías B1Contacto primario, D1: Riego de vegetales y E2: Ríos de la Selva, establecidas en los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua del D.S. 004-2017-MINAM.

Figura 12

Comparativa de la concentración del Arsénico con los parámetros del ECA agua.



Nuestros resultados indican que la concentración promedio de Arsénico es menor a 0.0001 mg/l, siendo este lo mínimo posible, si comparamos con otros estudios como el estudio de Aveiga, Noles, Peñarrieta & Murgueitio (2020), sobre la distribución del Arsénico en el agua superficial en la cuenca del río Carrizal, Manabí – Ecuador, el agua no presenta valores significativos de As, menor a 0.001 mg/l. Coincidimos con, pero en otros estudios no se observa la misma tendencia, ya que en su mayoría los niveles de Arsénico superan los niveles recomendado o establecidos, como en el estudio de Morales, Avendaño, Zevallos, Fernández, Mendoza & Torres (2017), evaluó el nivel de Arsénico total en el agua superficial de la cuenca hidrográfica sama, donde indica que las

concentraciones promedio de Arsénico total en cada mes (0.0731; 0,29835; 0,287 y 0.711 mg.L-1) donde se superó el valor permisible por la norma ambiental de regulación utilizada (0,01 mg.L-1). En el estudio de Belizario, Capacoila, Huaquisto, Cornejo & Chui (2019), evaluaron los niveles de Arsénico y otros metales, donde las concentraciones máximas determinadas fueron en Arsénico 0.029 mg/L, índices que exceden los límites permisibles establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente de Perú. Así mismo Calero (2021), donde evaluaron los niveles de metales pesados en el rio Chancay, donde obtuvieron como resultados el nivel de Arsénico de 0.002 a 0.047 mg/l, el cual cumple con el ECA destinadas para recreación del MINAM. El estudio de Pinto (2018), evaluó la calidad del agua en el rio Chili, donde el nivel de Arsénico fue de 0.021 mg/l, incumpliendo con los establecido en el ECA para agua destinadas a potabilización y recreación, pero si apta para conservación y bebidas de animales.

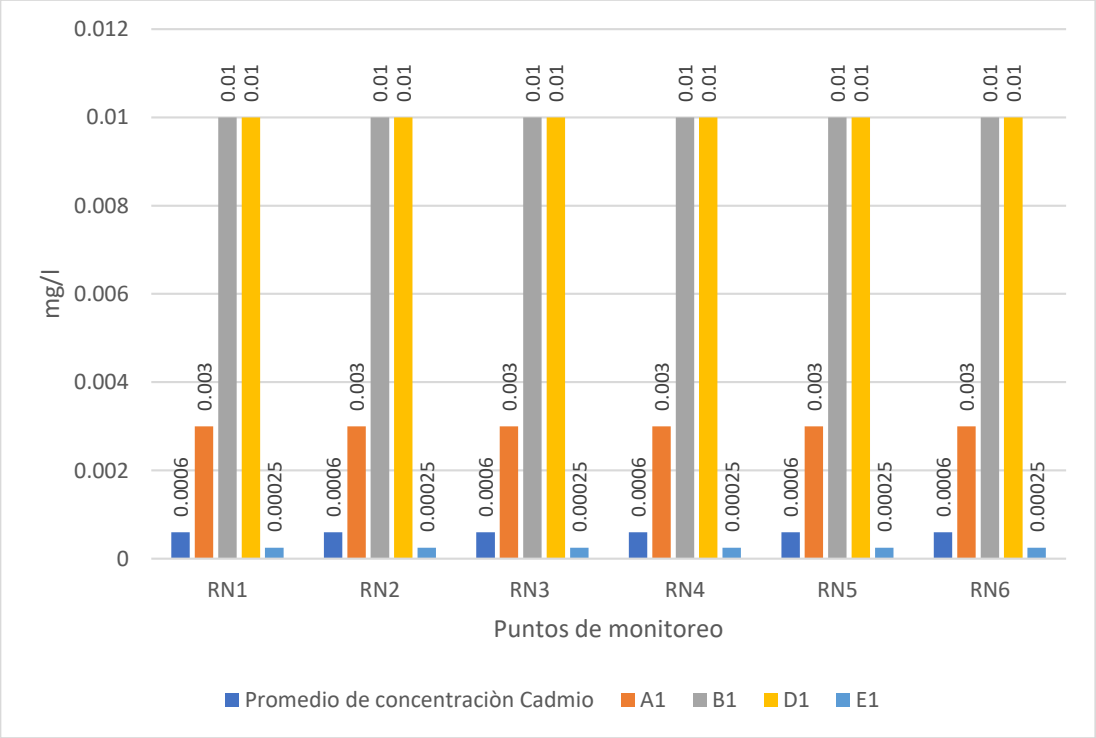
Como podemos observar en cuencas o ríos donde existe alta actividad antropogénica y la misma vez provienen las aguas de cabeceras de cuencas de los Andes, los niveles de Arsénico son elevados, a diferencia de los niveles en el Rio Neshuya, que tiene una naciente en las zonas boscosas de la selva peruana.

En la figura 13, se observa la Comparativa de la concentración del Cadmio con los parámetros del ECA agua, las muestras de agua del rio Neshuya en los puntos RNI, RN2, RN3, RN4, RN5 Y RN6 presentaron

concentraciones de Cadmio menores al límite de cuantificación de 0.00025 mg/l, los cuales no superan lo establecido en la categoría A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, así mismo en la siguientes categorías B1Contacto primario, D1: Riego de vegetales y E2: Ríos de la Selva, establecidas en los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua del D.S. 004-2017-MINAM.

Figura 13

Comparativa de la concentración del Cadmio con los parámetros del ECA agua.



Nuestros resultados indican que los niveles de Cadmio son en promedio menor a 0.0006 mg/l, cumpliendo este los ECA, los cuales coinciden con estudios como el de Calero (2021), donde evaluaron los niveles de metales pesados en el rio Chancay, donde obtuvieron como resultados el nivel de Cadmio de 0.005 a 0.007 mg/l, el cual cumple con el

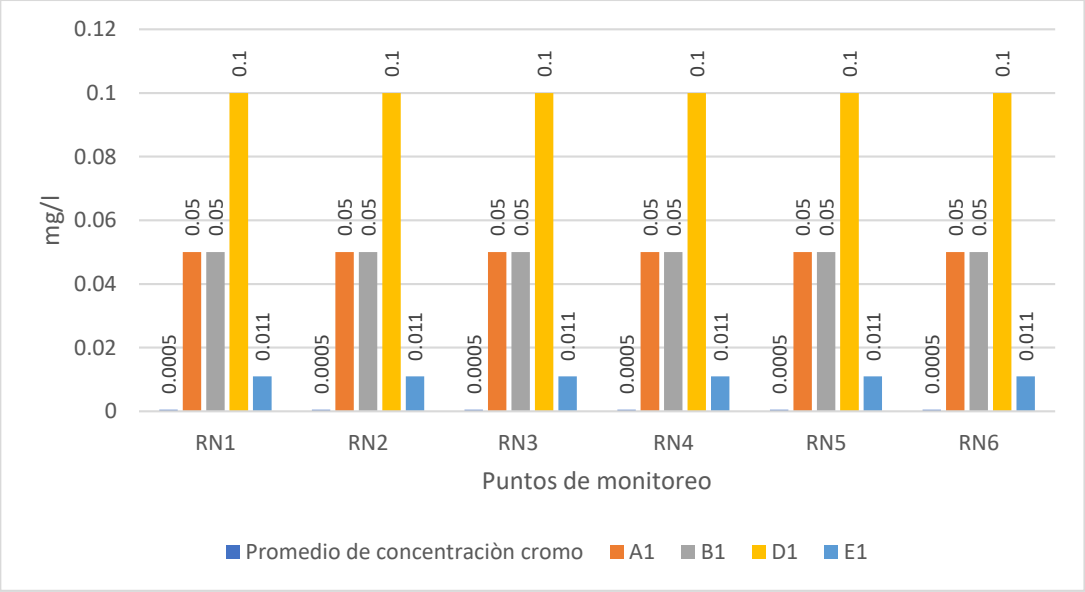
ECA destinadas para recreación del MINAM. El estudio de Pinto (2018), evaluó la calidad del agua en el rio Chili, donde el nivel de Cadmio fue menor a 0.00001 mg/l, cumpliendo con los establecido en el ECA. Donde encontramos una divergencia entre los datos es en el estudio realizado por García (2020), donde evaluó los niveles de metales pesados en el rio Tumbes, los niveles de Cadmio estuvieron en promedio de 0.00205 mg/l con un mínimo de 0.00056 mg/l y máximo de 0.00382 mg/l de Plomo el cual supera todas las categorías comparables en el ECA. Como menciona la ATSDR (2016), el Cadmio es liberado al suelo, al agua y al aire durante la extracción y refinación de metales no ferrosos, la manufactura y aplicación de abonos de fosfato, la combustión de combustibles fósiles, y la disposición e incineración de basura. El Cadmio puede acumularse en organismos acuáticos y en cosechas agrícolas. Por lo que se puede inducir a que la presencia de Cadmio está ligada a la minería, que en la zona del rio Neshuya no se pudo constatar la presencia de esta, además el bajo uso de fertilizantes en la zona puede favorecer a la ausencia de este contaminante.

En la figura 14, se observa la Comparativa de la concentración del Cromo con los parámetros del ECA agua, las muestras de agua del rio Neshuya en los puntos RNI, RN2, RN3, RN4, RN5 Y RN6 presentaron concentraciones de Cromo menores al límite de cuantificación de 0.0005 mg/l, los cuales no superan lo establecido en la categoría A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, así mismo en las siguientes categorías B1Contacto primario, D1: Riego de vegetales y E2: Ríos de la

Selva, establecidas en los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua del D.S. 004-2017-MINAM.

Figura 14

Comparativa de la concentración del Cromo con los parámetros del ECA agua.



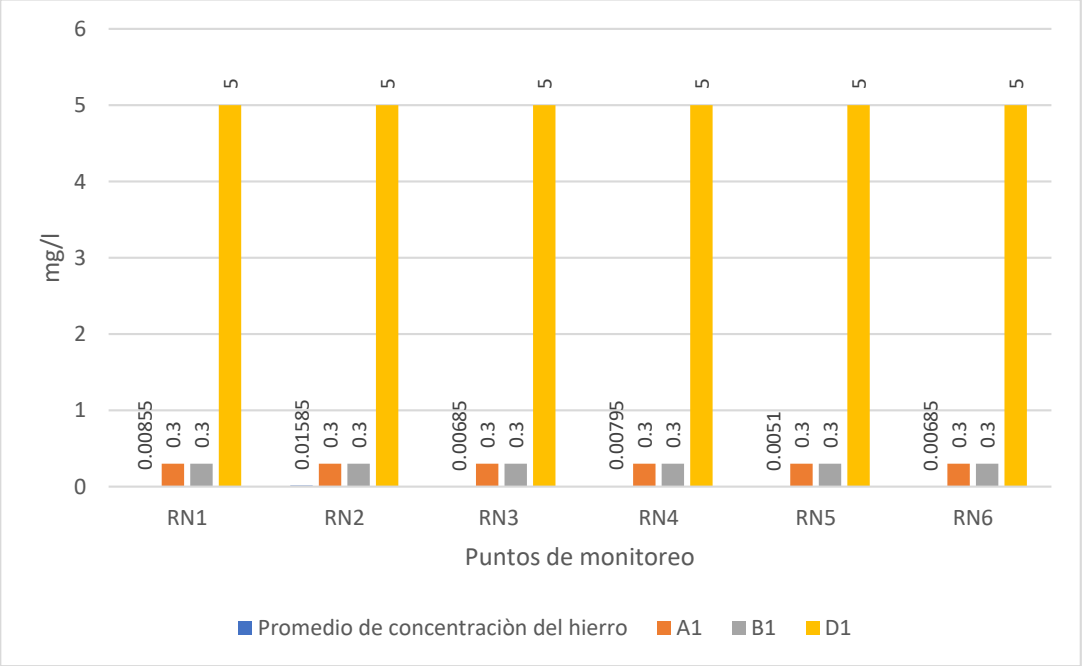
Nuestros resultados indican que los niveles de Cromo con un promedio menor a 0.0005 mg/l, cumpliendo este los ECA, difiere contundentemente con otros estudios como el realizado por García (2020), donde evaluaron los niveles de los metales pesados en el rio Tumbes, los niveles de Cromo estuvieron en promedio de 0.00268 mg/l con un mínimo de 0.00103 mg/l y máximo de 0.0044 mg/l de Cromo el cual supera todas las categorías comparables en el ECA. Así mismo Calero (2021), donde evaluaron los niveles de metales pesados en el rio Chancay, donde obtuvieron como resultados el nivel de Cromo de 0.02 a 0.032 mg/l, el cual cumple con el ECA destinadas para recreación del MINAM. El estudio de

Pinto (2018), evaluó la calidad del agua en el rio Chili, donde el nivel de Cromo fue en promedio de 0.00316 mg/l, cumpliendo con los establecido en el ECA. Como menciona la ATSDR (2016), se puede encontrar Cromo en el aire, el suelo y el agua después de ser liberado por industrias que usan Cromo, tales como industrias involucradas en galvanoplastia, curtido de cuero, producción de textiles, y en la manufactura de productos en base a Cromo. El Cromo también puede ser liberado al ambiente al quemar gas natural, petróleo o carbón. Donde en la zona de influencia del rio Neshuya no se pudo constatar ninguna de estas actividades como fuente, ya que no hay industria constituida más que la producción de aceite de palma.

En la figura 15, se observa la Comparativa de la concentración del Hierro con los parámetros del ECA agua, las muestras de agua del rio Neshuya en los puntos RNI con una concentración de 0.00855 mg/l, RN2 con 0.01585 mg/l, RN3 con 0.00685 mg/l, RN4 con 0.00795 mg/l, RN5 con 0.0051 mg/l y RN6 con 0.00685 mg/l en concentraciones de Hierro , los cuales no superan lo establecido en la categoría A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, así mismo en la siguientes categorías B1Contacto primario, D1: Riego de vegetales y E2: Ríos de la Selva, establecidas en los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua del D.S. 004-2017-MINAM.

Figura 15

Comparativa de la concentración del Hierro con los parámetros del ECA agua.



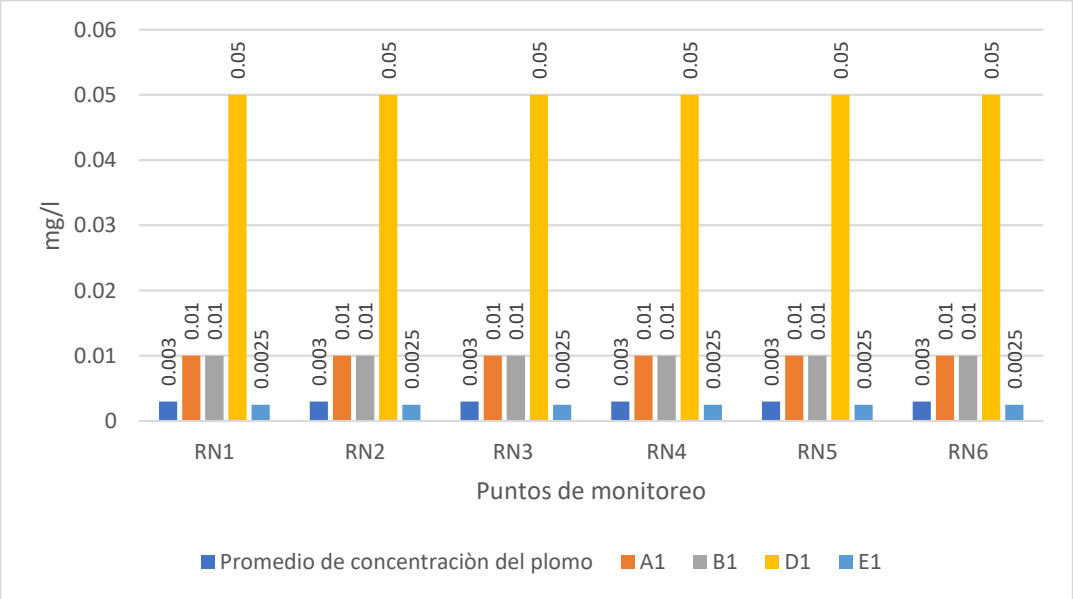
En nuestro estudio podemos encontrar en promedio un nivel de Hierro de 0.00852 mg/l, nivel que no supera los ECA, el cual difiere en la concentración con otros estudios como el de Brousett, Rondan, Chirinos, & Biamont (2021), la presencia de Hierro en una laguna cercana a una mina en la región Puno, presenta concentraciones de Hierro de 2.03 y 2.65 mg/l en temporada lluviosa y de 2.57 y 3.01 en temporada de estiaje en las lagunas Cumunni y Lunar. El estudio de Belizario, Capacoila, Huaquisto, Cornejo & Chui (2019), evaluaron los niveles de Arsénico y otros metales, donde las concentraciones máximas determinadas fueron en Hierro 0.856 mg/L, índices que exceden los límites permisibles establecidos en los

Estándares de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente de Perú. El estudio de Pinto (2018), evaluó la calidad del agua en el rio Chili, donde el nivel de Hierro fue en promedio de 3.8 mg/l, incumpliendo con los establecido en el ECA. En el estudio de Contreras (2019), sobre la contaminación por Hierro y Plomo en el agua del rio Chillón, obtuvieron niveles promedio de Hierro de 0.9033 mg/l con valores mínimos de 0.3200 mg/l y un máximo de 1.5 mg/l los cuales superan lo establecido en el ECA. Donde comúnmente los niveles son altos, debido a que la presencia de Hierro es considerable ya que es el segundo metal más abundante de la corteza terrestre, solo por detrás del aluminio, y el cuarto elemento más abundante de la misma, tras el oxígeno y el silicio y aluminio. A nivel planetario se trata del elemento más abundante de la Tierra, ya que hasta el 70% del núcleo de nuestro planeta está compuesto de Hierro en estado fundido Rodríguez (2022). Por lo tal es razonable encontrar presencia de Hierro en el agua superficial de los ríos de la selva, ya que son agua que arrastran sedimentos en gran cantidad. Como menciona Guzmán (2014), la presencia de oxígeno y pH neutro condiciona que el Fe+2 sea rápidamente oxidado a Fe+3, el cual precipita como óxidos e hidróxidos de Fe+3 (Fe(OH)3) insolubles. En las aguas superficiales se puede encontrar hasta 0.5mg/l de Hierro, que puede ser producto de la lixiviación de terrenos atravesados o bien de contaminaciones industriales (Valencia, 2015). Pese a lo expuesto los niveles de Hierro en el agua del rio Neshuya son bajos comparado con otros estudios.

En la figura 16, se observa la Comparativa de la concentración del Plomo con los parámetros del ECA agua, las muestras de agua del rio Neshuya en los puntos RNI, RN2, RN3, RN4, RN5 Y RN6 presentaron concentraciones de Plomo menores al límite de cuantificación de 0.003 mg/l, los cuales no superan lo establecido en la categoría A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, así mismo en la siguientes categorías B1Contacto primario, D1: Riego de vegetales y E2: Ríos de la Selva, establecidas en los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua del D.S. 004-2017-MINAM.

Figura 16

Comparativa de la concentración del Plomo con los parámetros del ECA agua.



En nuestro estudio podemos encontrar en promedio un nivel de Plomo menor a 0.003 mg/l, nivel que no supera los ECA, en estudios similares la concentración de Plomo es apreciable como en el estudio de Contreras

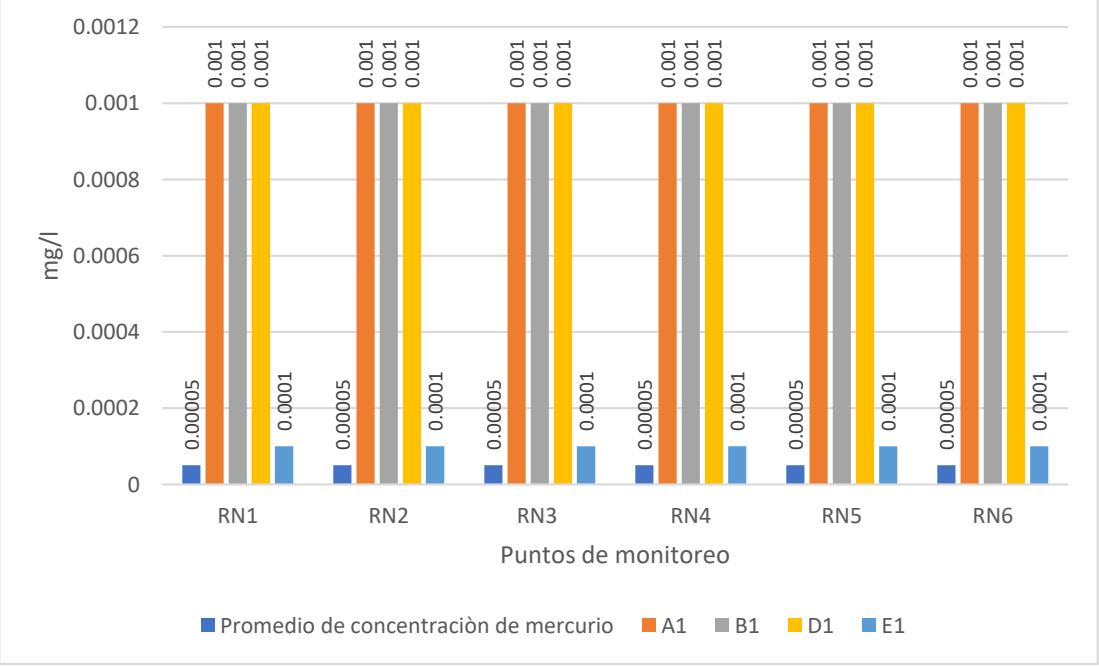
(2019), sobre la contaminación por Hierro y Plomo en el agua del rio Chillón, obtuvieron niveles promedio de Plomo de 0.0690 mg/l con valores comunes menores a 0.001 mg/l y un máximo de 0.17 mg/l que sirvió para superar el promedio establecido en el ECA. El estudio realizado por García (2020), evaluaron los niveles de los metales pesados en el rio Tumbes, los niveles de plomo estuvieron en promedio de 0.101 mg/l con un mínimo de 0.015 mg/l y máximo de 0.194 mg/l de Plomo el cual supera todas las categorías comparables en el ECA. Así mismo Calero (2021), donde evaluaron los niveles de metales pesados en el rio Chancay, donde obtuvieron como resultados el nivel de Plomo de 0.023 a 0.051 mg/l, el cual no cumple con el ECA destinadas para recreación del MINAM. El estudio de Pinto (2018), evaluó la calidad del agua en el rio Chili, donde el nivel de Plomo fue en promedio de 0.0051 mg/l, incumpliendo con los establecido en el ECA para conservación y apto en las demás categorías. Vilca (2022), evaluó los niveles de Mercurio y Plomo de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del río Lampa, donde los resultados obtenidos fueron un valor promedio de Plomo de 0,003 mg/L, incumpliendo el ECA en la categoría de conservación, pero apta para las demás categorías. Pero la contraste con nuestros resultados, esto debido a que el plomo forma muchos compuestos entre ellos sales, óxidos y sustancias organometálicos. En la industria entre los compuestos más importantes se encuentran los óxidos y el tetraetilo de Plomo. Contreras (2019). Existe la posibilidad de que la intoxicación por Plomo se vea incrementada en mayor proporción debido a las actividades

antropogénicas legales e ilegales, que eliminan significativas cantidades de Plomo en aguas superficiales.

En la figura 17, se observa la Comparativa de la concentración del Mercurio con los parámetros del ECA agua, las muestras de agua del rio Neshuya en los puntos RNI, RN2, RN3, RN4, RN5 Y RN6 presentaron concentraciones de Mercurio menores al límite de cuantificación de 0.00005 mg/l, los cuales no superan lo establecido en la categoría A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, así mismo en la siguientes categorías B1Contacto primario, D1: Riego de vegetales y E2: Ríos de la Selva, establecidas en los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua del D.S. 004-2017-MINAM.

Figura 17

Comparativa de la concentración del Mercurio con los parámetros del ECA



En nuestro estudio podemos encontrar en promedio un nivel de Mercurio menor a 0.00005 mg/l, nivel que no supera los ECA, en estudios similares la concentración de Mercurio es apreciable como en el estudio el estudio de Pinto (2018), evaluó la calidad del agua en el rio Chili, donde el nivel de Mercurio fue en promedio de 0.00003 mg/l, cumpliendo con los establecido en el ECA. Así mismo Loza y Ccancapa (2020), estudió los niveles de Mercurio en un arroyo alto andino en la Rinconada-Puno, donde los niveles promedio fueron de 0.000195 mg/l de Mercurio, cumpliendo con lo establecido en el ECA. En contraste con los estudios de Mere y Ccapa (2021), evaluó la concentración de Mercurio en el rio Ocoña, donde el resultado indica que la concentración de Mercurio en gua superficial es 0.00049, 0.00041 y 0.00038 mg/L para Alto Molino, Secocha y Urasqui respectivamente, incumpliendo el ECA en la categoría de conservación, pero apta para las demás categorías. Así mismo Vilca (2022), evaluó los niveles de Mercurio y Plomo de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del río Lampa, donde los resultados obtenidos fueron un valor promedio de Mercurio de 0,0002 mg/L, incumpliendo el ECA en la categoría de conservación, pero apta para las demás categorías.

4.3.7. Variación de los parámetros físicos en relación con los niveles de concentración de los metales pesados en las aguas del Río Neshuya

En la tabla 13, observamos los parámetros físicos en comparativa con el ECA, como son Ph; temperatura, Oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y solidos totales disueltos. Evidenciando que estas son inferiores a los

valores establecidos en el ECA en la categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable con su subcategoría A1(Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) y B1 (Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario), categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales con su subcategoría D1 (Riego de vegetales) y categoría 4: Conservación del ambiente acuático con su subcategoría E2 (Ríos de la selva). En cuanto a los valores, el pH mínimo fue de 6.61 y el valor máximo fue de 6,93. Referente a la temperatura, esta oscila desde los 25,55 ºC hasta los 27 ºC. En cuanto al oxígeno disuelto, el valor mínimo fue de 5,88 y el máximo fue de 6,23 mg/L. En cuanto a los sólidos totales disueltos el valor mínimo fue de 431 y el valor máximo fue de 471 mg/L.

Cabe resaltar que el parámetro físico que supera los Estándares de calidad ambiental de agua en la categoría 1 es la estación de monitoreo RN-1 del rio Neshuya, el Oxígeno Disuelto que debe ser mayor a 6 mg/L siendo en esta estación 5.885 mg/L. Comparada con otros estudios como el de Ibana et al. (2021), evaluación realizada en el rio Madre de Dios obtuvieron resultados de OD de 4.7 a 7.3 mg/l. Así mismo Almerco (2019), presento niveles de OD de 4.06 A 8.87 mg/l. De Souza et al. (2019), evaluaron el nivel de OD en el rio Manaus-Amazonas, presentaron una oscilación de 0,76 - 3,73 mg/L. Como podemos apreciar en otros estudios el nivel de OD

Tabla 13

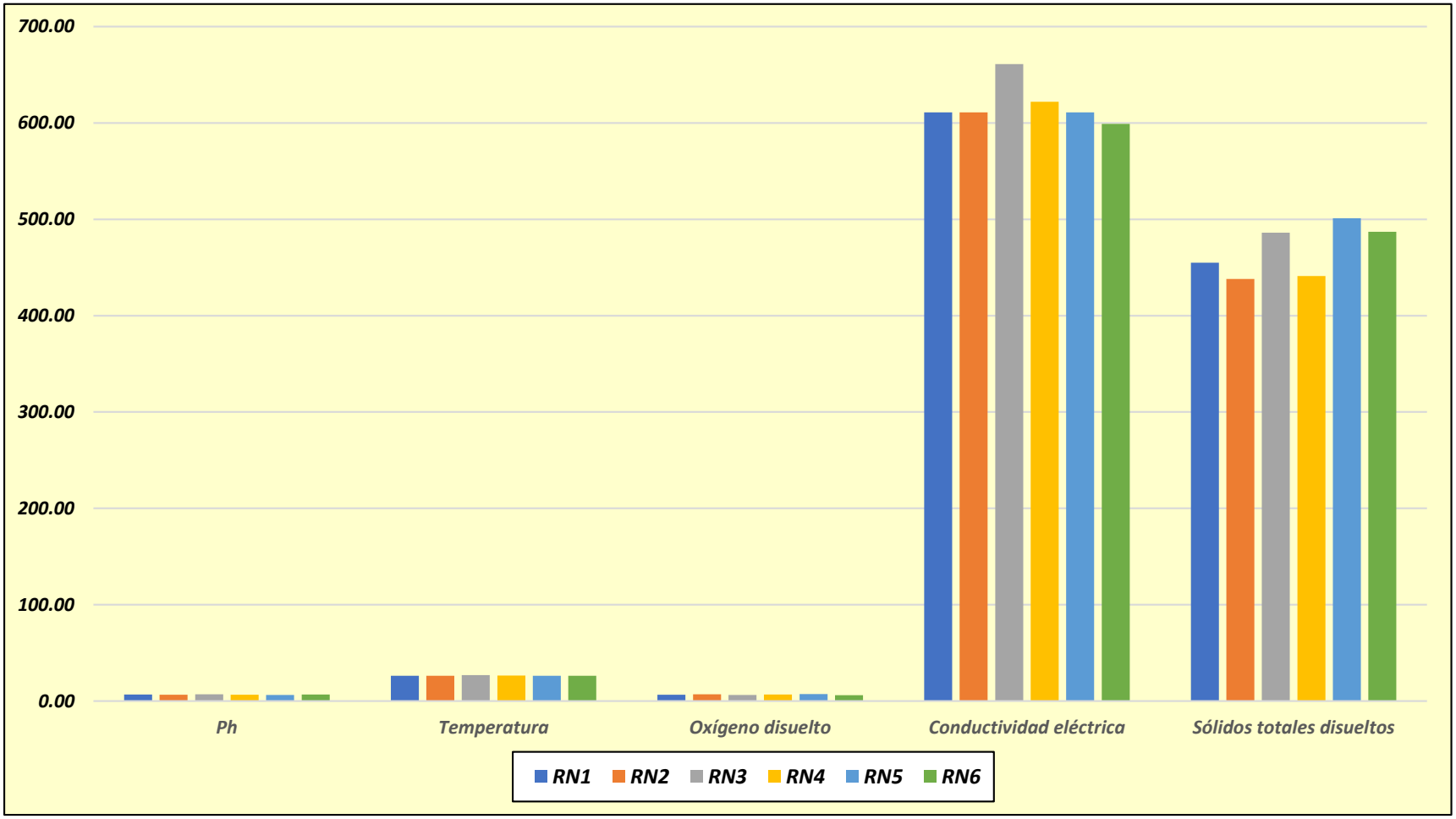
Comparación de los parámetros de campo en aguas del río Neshuya según la temporada seca o lluviosa

Parámetro de Ensayo	Unidades	ECA-004-2017				Promedio RN-1	Promedio RN-2	Promedio RN-3	Promedio RN-4	Promedio RN-5	Promedio RN-6
		Categoría 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	Categoría 4: Conservación del ambiente acuático						
		A1-Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	B1- Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario	D1: Riego de vegetales	E2: Ríos de la Selva						
pH*	Valor de pH	6,5 – 8,5	6,0 a 9,0	6,5 – 8,5	6,5 a 9,0	6.69	6.625	6.93	6.615	6.61	6.68
Temperatura*	°C	Δ 3	--	Δ 3	Δ 3	25.55	25.65	26.55	25.65	25.6	26.05
Oxígeno Disuelto*	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 5	5.885	6.05	6.11	6.18	6.235	6.05
Conductividad eléctrica	µS/cm	1 500	--	2 500	1 000	566	621	641	610	566	580.5
Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/L	1 000	--	--	--	438	453	471	431	461	456.5

Nota: RN (Rio Neshuya) / Color Verde = Cumple el ECA / Color amarillo: Parámetro no aplica.

Figura 18

Variación de los niveles de concentración de los metales pesados en aguas del río Neshuya según la temporada seca o lluviosa.



4.4. Evaluación de la concentración de metales pesados en el río Neshuya según la temporada lluviosa o seca.

En la tabla 14, podemos visualizar la concentración de los metales pesados en las aguas del río Neshuya considerando la temporada seca y lluviosa en la que se tomó las muestras. La concentración de los metales Cadmio, Cromo, Plomo, Mercurio y Arsénico resultaron ser menores al límite de cuantificación de método en ambas temporadas, por lo que el coeficiente de varianza es muy bajo e indica que los niveles de concentración son constantes.

Por otra parte, el Hierro fue el metal cuyos valores fueron superiores al límite de cuantificación de método en ambas temporadas. El coeficiente de varianza evidencia que los datos están dispersos en un rango que es el doble de la media.

Esto indicaría que hay una gran variación en los niveles de concentración del Hierro, y que es probable que haya algunas muestras con niveles muy altos. En el contexto de este estudio, un coeficiente de varianza alto podría indicar que hay factores que influyen en los niveles de concentración del Hierro en el río Neshuya, como la actividad industrial o agrícola.

Tabla 14

Estadísticos descriptivos de la concentración de los metales pesados en las aguas del río Neshuya durante la temporada seca y lluviosa

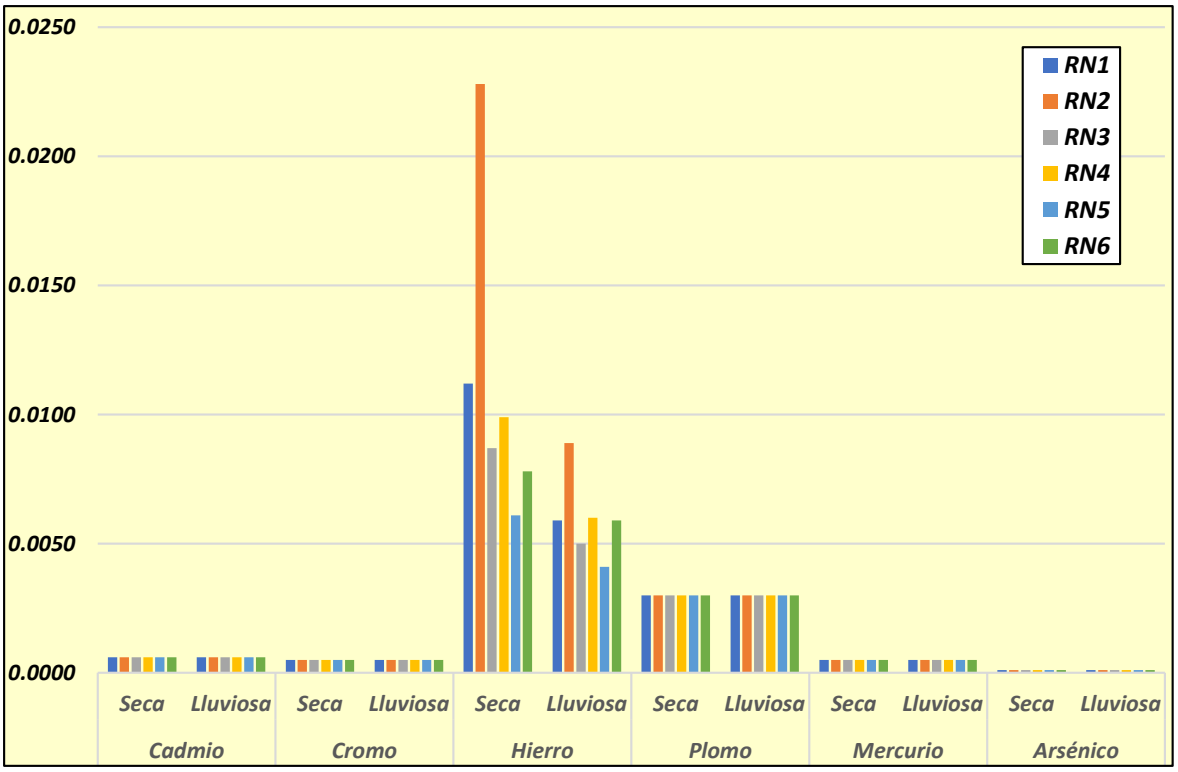
Metales	Temporada	RN1	RN2	RN3	RN4	RN5	RN6	ẋ	S	% CV
Cadmio	Seca	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.00	0.00	0.00
	Lluviosa	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.00	0.00	0.00
Cromo	Seca	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.00	0.00	0.00
	Lluviosa	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.00	0.00	0.00
Hierro	Seca	0.0112	0.0228	0.0087	0.0099	0.0061	0.0078	0.01	0.01	49.42
	Lluviosa	0.0059	0.0089	0.005	0.006	0.0041	0.0059	0.01	0.00	24.70
Plomo	Seca	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.00	0.00	0.00
	Lluviosa	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.00	0.00	0.00
Mercurio	Seca	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.00	0.00	0.00
	Lluviosa	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.00	0.00	0.00
Arsénico	Seca	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.00	0.00	0.00
	Lluviosa	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.00	0.00	0.00

Nota. Datos del informe de ensayo ITS

En la figura 19, observamos la Variación de los niveles de concentración de los metales pesados en aguas del río Neshuya según la temporada seca o lluviosa, donde los resultados respecto a la concentración de Cadmio no difieren en la temporada seca y lluviosa debido a que esta es menor al límite de detección del análisis. Con respecto a la concentración de Cromo no difieren en la temporada seca y lluviosa debido a que esta es menor al límite de detección del análisis. Con respecto a la concentración de Mercurio no difieren en la temporada seca y lluviosa debido a que esta es menor al límite de detección del análisis. Con respecto a la concentración de Arsénico no difieren en la temporada seca y lluviosa debido a que esta es menor al límite de detección del análisis. Con respecto a la concentración de Plomo no difieren en la temporada seca y lluviosa debido a que esta es menor al límite de detección del análisis. Con respecto a la concentración de Hierro difieren en la temporada seca y lluviosa en un 49.42%.

Figura 19

Variación de los niveles de concentración de los metales pesados en aguas del río Neshuya según la temporada seca o lluviosa

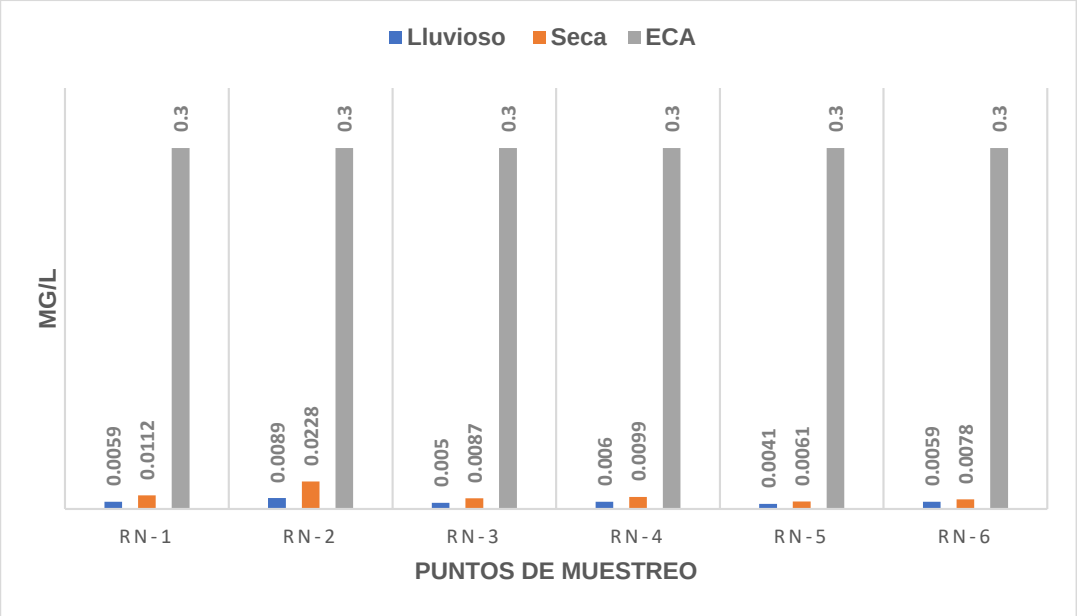


4.4.1. Comparación de la concentración de Hierro en el rio Neshuya según la temporada seca o lluviosa

En la figura 20, se aprecia la Comparación de la concentración de Hierro en el rio Neshuya según la temporada seca o lluviosa, la media de Hierro en la temporada seca es de 0.0112 mg/l y en la temporada Lluviosa es de 0.0059 mg/l, la desviación típica de la estación seca es de +/-0.0016 mg/L y en la estación Lluviosa es de 0.0059 mg/l, el máximo en la estación seca es 0.0089 mg/l y en la estación lluviosa es de 0.02280 mg/l.

Figura 20

Comparación de la concentración de Hierro en el rio Neshuya según la temporada seca o lluviosa con el ECA-Agua



Nota: RN=Rio Neshuya

4.4.2. Análisis de Varianza de la concentración del Hierro

En la tabla 15, se aprecia el Análisis de Varianza de la concentración del Hierro según la temporada, comparada las medias estadísticas de la estación seca y lluviosa, resultado que mediante el análisis de varianza se obtuvo que el “p” valor entre estos es de 0.071, siendo este mayor al nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, no existe diferencia significativa entre las medias de las estaciones seca o lluviosa. Según la comparación de Tukey nos indica que la estación lluviosa y seca con respecto a sus concentraciones están ubicadas en un solo bloque estadístico “A”.

Tabla 15

Análisis de Varianza de la concentración de Hierro según la temporada

Análisis de Varianza					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Temporada	1	0.000079	0.000079	4.07	0.071
Error	10	0.000193	0.000019		
Total	11	0.000272			
Agrupar utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%					
Temporada	N	Media	Agrupación		
Lluviosa	6	0.01108	A		
Seca	6	0.005967	A		

La presencia de Hierro es considerable ya que es el segundo metal más abundante de la corteza terrestre, solo por detrás del aluminio, y el cuarto elemento más abundante de la misma, tras el oxígeno y el silicio y aluminio. A nivel planetario se trata del elemento más abundante de la Tierra, ya que el 70% del núcleo de nuestro planeta está compuesto de Hierro en estado fundido (Rodríguez, 2022). Por lo tal es razonable encontrar presencia de Hierro en el agua superficial de los ríos de la selva, ya que son agua que arrastran sedimentos en gran cantidad.

CONCLUSIONES

- La concentración de los metales pesados en el rio Neshuya fueron mínimas y constantes en los puntos de monitoreo ya que estos estaban por debajo del límite de cuantificación de método. Para el Arsénico se obtuvo una concentración menor a 0.0001 mg/l, para el caso del Cadmio fue menor a 0.0006 mg/l, para el Cromo fue menor de 0.0005 mg/l, seguido del Hierro que se obtuvo en promedio 0.0082525 mg/l +/-0.0037, para el Plomo fue menor a 0.003 mg/l y Mercurio 0.00204 mg/l +/- 0.0048.

- Entre las fuentes contaminantes de metales pesados de las aguas del río Neshuya de origen antropogénico se identificó que el 72,73 % corresponden a aguas residuales y el 27,27 % a residuos sólidos. Entre los contaminantes de aguas residuales predomina las de tipo doméstico y en los residuos sólidos se identificó al de tipo de gestión no municipal peligroso.

- El nivel de concentración de los metales pesados en el río Neshuya cumplen con los límites permitidos establecidos en el Estándar Nacional de Calidad de Agua en la categoría 1 Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Subcategoría A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección y B1: Aguas superficiales destinadas para recreación de contacto primario); Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales (Subcategoría: D1: Riego de vegetales) y Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático; Subcategoría E2: Ríos de la selva).

- En cuanto a la variación de los niveles de concentración de metales pesados en las aguas del río Neshuya durante la temporada seca y lluviosa, se determinó que los metales Cadmio, Cromo, Plomo, Mercurio y Arsénico se encuentran en proporciones constantes menores al límite de cuantificación de método en ambas temporadas. En cuanto al Hierro se observa en mayores cantidades en temporada lluviosa. El análisis de varianza indica que no hay evidencia suficiente para concluir que los niveles de concentración de metales pesados en las aguas del río Neshuya varían significativamente entre la temporada seca y la temporada lluviosa.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las autoridades del distrito de Neshuya en el centro poblado Monte Alegre reactiven la PTAR para así garantizar un balance ecológico.

- Se recomienda un monitoreo de la calidad de agua anual, para conocer el estado del río Neshuya con respecto al tiempo y el efecto de la contaminación antrópica en este.

- Se recomienda continuar con más investigaciones acerca de la calidad de agua, que sirva de línea base para otros estudios tales como identificar con más exactitud las fuentes contaminantes y de esa manera desarrollar un plan de acción para mitigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alcívar Tenorio, M., Mosquera Armijo , J., & Castro Rendón, R. (8 de Diciembre de 2011). Concentración de metales pesados (Cr total, Pb, Cd) en agua superficial y sedimentos en el estado salado (Guayaquil). *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*. Obtenido de https://www.academia.edu/43143975/Concentraci%C3%B3n_de_metales_pesados_Cr_total_Pb_Cd_en_agua_superficial_y_sedimentos_en_el_Estero_Salado_Guayaquil_

Almerco Ylanzo, Z. (2019). *Análisis del agua superficial de la naciente del Rio tingo relacionado a la inadecuada disposición de los residuos líquidos en la zona de Rumiallana.* Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion . Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1508

ANA. (2018). *Lineamientos para la identificación y seguimiento de fuentes contaminantes relacionados con los recursos hidricos .* LIMA: MINAM. Obtenido de https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/R.J.%20136-2018-ANA.pdf

ANA. (2018). *Caracteristicas fisicas de las fuentes contaminantes.* LIMA: MINAM.

ANA. (2018). *Caracteristicas fisicas para la identificación de las fuentes contaminantes.* LIMA: MINAM.

ANA. (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua Ica-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales.* Lima: MINAGRI. Obtenido de https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2440

Atencia Velasquez , P. F., & Albornoz Flores, K. A. (2020). *Determinacion cuantitativa de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) disponible en suelos de uso agricola en el centro poblado de San José de Yarinacocha, Region Ucayali - Perú-2020.* Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5394

ATSDR. (2016). *Resúmenes de Salud Pública - Cadmio (Cadmium)*. Obtenido de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs5.html#:~:text=El%20cadmio%20es%20liberado%20al,acu%C3%A1ticos%20y%20en%20cosechas%20agr%C3%ADcolas.

ATSDR. (2016). *Resúmenes de Salud Pública - Cromo (Chromium)*. Obtenido de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs7.html

Avalos Ramírez, Y. J. (2023). Contaminación por plomo en suelo, agua, alimentos y sus efectos en los seres humanos. *Rev. Investigaciones ULCB, 10*(2), 59-68. Obtenido de https://revistas.ulcb.edu.pe/index.php/REVISTAULCB/article/view/267/507

Aveiga Ortiz, A., Noles Aguilar, P., Peñarrieta Macías, F., & Murgueitio Herrera, E. (2020). Distribución de arsénico en agua superficial y sedimento en la cuenca del río carrizal, manabí - ecuador. *Revista de la Sociedad Química del Perú, 86*(3). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2020000300260&script=sci_arttext&tlng=pt

Becerril Cardenas, J., & Rodriguez Montes, L. M. (2019). *La producción de la palma aceitera y su incidencia económica en el distrito de Neshuya, Departamento de Ucayali.* Ucayali. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali . Obtenido de

http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4141/000004104T-ECONOMIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Belizario Quispe, G., Capacoila Coila, J., Huaquisto Ramos, E., Cornejo Olarte, D., & Chui Betancur, H. (2019). Determinación del contenido de Fósforo y de Ársenico, y de otros metales contaminantes de las aguas superficiales del Rio Coata, afluente del lago Titica, Perí. *REVISTA BOLIVIANA DE QUÍMICA, 36*(5), 223-228. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v36n5/v36n5_a04.pdf

Brousett Minaya, M. A., Rondan Sanabri, G. G., Chirinos Marroquín, M., & Biamont Rojas, I. (2021). Impacto de la Minería en Aguas Superficiales de la Región Puno - Perú. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia, 21*(21), 187-208. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2021000100011&script=sci_arttext

Calero Huaman, B. (2021). *Evaluación del contenido de metales pesados en el agua superficial de desembocadura del rio Chancay, Huaral, año 2021.* Huaral: Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion. Obtenido de https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7797

Castillo Morales, M., Mendoza Hernández, J. C., Arriola Morales, J., Pérez Osorio, G., Vega Hernández, M., Ortíz Acosta, M., & López Ronquillo, J. (2017). Crecimiento de biopelículas de Pseudomonas en presencia de metales pesados. *Revista Latinoamericana el Ambiente y la Ciencia, 8*(18), 75-82. Obtenido de https://rlac.buap.mx/sites/default/files/8%2818%29-6.pdf

Contreras Blanco, L. (2019). *La Contaminación por Hierro - Plomo y su afectación en parámetros de calidad del agua en el río Chillón, estación San Diego – Noviembre, 2018.* UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, Lima. Obtenido de https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2917

Contreras Pérez, J. B., Mendoza, C. L., & Gómez, A. (2004). *Determinación de metales pesados en aguas y sedimentos del Río Haina.* Santo Domingo: Ciencia y Sociedad. Obtenido de https://revistas.intec.edu.do/index.php/ciso/article/view/711/pdf

de Souza Filho, E. A., Hortêncio Batista, I., & Carvalho de Albuquerque, C. (2019). Levantamiento de aspectos físico-químicos de las aguas de microbacia del mindu en Manaus-Amazonas. *Revista Geográfica de América Central*(63), 295-321. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-25632019000200295&script=sci_arttext

DIGESA. (2007). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales.* Lima: MINSA/DEPA. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_tecnicos/PROTOCOLO-MONITOREO-CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf

Doria Argumedo, C., & Deluque Viloria, H. (Enero - Junio de 2015). Niveles y distribución de metales pesadosen el agua de la zona de playa de Riohacha, La Guajira, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental –, 6*(1). Obtenido de https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1268/1604

Dueñas Rivadeneira, J. P., & Intriago Flor, F. G. (Enero-Junio de 2022). Contenido de metales pesados (Cu, Pb, Ni, Cd) en abonos orgánicos y las materias primas para su elaboración. *La técnica. Revista de Agrociencias*, 26-35. Obtenido de https://r.search.yahoo.com/_ylt=Awrirpil2GJlO2oUnJ57egx.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1701005605/RO=10/RU=https%3a%2f%2fdialnet.unirioja.es%2fdescarga%2farticulo%2f8393250.pdf/RK=2/RS=ZtFL191AQ4obq.rNio7MAjeeE70-

Egusquiza Soria, P. (2018). *Nivel de metales pesados en aguas superficiales de las cuencas del río Abujao, Sepahua y Ucayali en el periódo del 2003 al 2015.* Pucallpa. Obtenido de https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/7890

Escuela Cántabra de Salud. (2021). *escuelacantabradesalud.es*. Obtenido de https://www.escuelacantabradesalud.es/intoxicaciones

Fajardo Vidal, N., Solis Acosta, H., & Gil Villacres, F. (Enero - Junio de 2017). Determinación de metales pesados en los cuerpos de agua del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, Región Callao, Perú. *Revista del Instituto de Investigación, FIGMMG –UNMSM, 20*(39), 149-158. Obtenido de https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14177/12490

Ferrer Dufol, A. (2003). Intoxicación por metales. *Anales Sis San Navarra, 26*(1), 141-153. Obtenido de https://scielo.isciii.es/pdf/asisna/v26s1/ocho.pdf

García Peña, A. (2020). *Concentración de metales pesados en el agua de consumo de las zonas rurales asentadas en la rivera de la marguen izquierda del rio Tumbes y su relación con la concentración de estos en el agua superficial del rio Tumbes.*

Tumbes: UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES. Obtenido de https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/2048

Garcia, I., & Dorronsoro, C. (2005). Contaminación por metales pesados en tecnología de suelos. En U. d. Granada, *Departamento de Edafologia y Quimica Agricola.* Obtenido de http://edafologia.ugr.es/conta/tema15/dina.htm

Gonzales Flores, J. E. (2022). *Determinación de las propiedades fisicoquimicas y microbiologicas para estimar la cantidad de agua de la quebrada Yumantay, Región Ucayali.* Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/6119

Gonzales Tavera, R. (2018). *Evaluación de la calida del agua para consumo humano en el Asentamiento Humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha - Región de Ucayali - 2018.* Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3845

Gonzalez , V., Valle, S., Nirchio, M., Olivero , J., Tejada, L., Valdelamar, J., . . . Gonzalez, K. (2018). Evaluación del riesgo de contaminación por metales pesados (Hg y Pb) en sedimentos marinos del Estero Huaylá, Puerto Bolívar, Ecuador. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG-UNMSM, 21*(41), 75-82. Obtenido de https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14995/13057

Graza Evaristo, F. W., & Quispe Pozo, R. (2015). Determinaciòn de Pb, Cd, As en aguas del Rio Santa en el pasivo minero amnbiental de Recuay, Tipicapampa; Recuay - Ancash. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de farmacia y bioquimica*. Obtenido de https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4205

GreenFacts. (04 de Abril de 2021). *greenfacts.org/es*. Obtenido de https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/bioacumulacion-bioacumular.htm

Guzman Colis, G., Ramirez Lopez, E. M., Thalasso, F., Rodriguez Narciso, S., Guerrero Barrera, A. L., & Avelar Gonzalez, F. J. (2011). Evaluación de contaminantes en agua y sedimentos del rio San Pedro en el estado de Aguascalientes. *Universidad y Ciencia - Tròpico Hùmedo*, 17-32. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v27n1/v27n1a2.pdf

Guzmán Machaca, A. K. (2014). *Determinación de Hierro en aguas del sector sur del lago Titicaca (parte del sistema TDPS) mediante la formación de complejo, utilizando la técnica espectrofotométrica.* La Paz: Universidad Mayor de San Andres. Obtenido de https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/10782

Hernández Garcia, Y., Sosa Cerecedo, M., Moreno, M., Alcalà, J., & Puga, S. (2008). Evaluación de la contaminación por metales pesados y arsénico en sedimento en embalses del estado de Chihuahua, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 4*(2), 89-94. Obtenido de https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v4-n2-7-evaluacion-de-la-contaminacion-por-metales-pesados.pdf

Huaranga Moreno, F., Méndez García, E., Quilcat León, V., & Huaranga Arévalo, F. (30 de Julio de 2012). Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Río Moche,. *Scientia Agropecuaria Agropecuarias. Universidad Nacional de Ucayali.*, 235-247. Obtenido de https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/86/96

Ibana Lopez, K., Sihuay Perales, M., Garate Quispe, J., Araújo Flores, J., Herrera Machaca, M., Alarcón Aguirre, G., & Rodriguez Achata, L. (2021). Contaminación de agua superficial de la periferia urbana de Puerto Maldonado, al sureste de la amazonia peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 32*(6). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172021000600005&script=sci_arttext

Instituo Nacional de Salud. (2023). Efectos de la exposición crónica a metales pesados y su manejo clínico: Revisión Rápida. *Ministerio de Salud*. Obtenido de https://www.ins.gob.pe/repositorioaps/0/4/jer/evidencias/2013/notas/06.Efectos%20de%20la%20exposici%C3%B3n%20cr%C3%B3nica%20a%20metales%20pesados%20y%20su%20manejo%20cl%C3%ADnico.pdf

Jara Peña, E., Gómez C., J., Montoya T., H., Sánchez, T., Tapia, L., Cano, N., & Dextre, A. (Julio de 2017). Acumulación de metales pesados en Calamagrostis rigida (Kunth) Trin. ex Steud. (Poaceae) y Myriophyllum quitense Kunth (Haloragaceae) evaluadas en cuatro humedales altoandinos del Perú . *Arnaldoa*, 583-598. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v24n2/a10v24n2.pdf

León S., L. A. (2004). Características, uso y manejode fertilizantes para palma de aceite. *PALMAS, 25*(2), 105-115. Obtenido de https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1072/1072

Londoño Franco, L. F., Londoño Muñoz, P. T., & Muñoz Garcia, F. G. (Julio - Diciembre de 2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana y animal. *Biotecnología en el Sector Agropecurio y Agroindustria, 14*(2), 145-153. Obtenido de https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/489/630

Loza del Carpio, A., & Ccancapa Salcedo, Y. (2020). Mercurio en un arroyo Altoandino con alto impacto por minería aurífera artesanal (La Rinconada, Puno, Perú). *Revista internacional de contaminación ambiental, 36*(1), 33-44. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v36n1/0188-4999-rica-36-01-33.pdf

Mancilla Villa, O. R., Fregoso Zamorano, B. E., Hueso Guerrero, E. J., Guevara Gutiérrez, R. D., Palomera García, C., Olguín López, J. L., . . . Flores Magdaleno, H. (Setiembre de 2017). Concentración iónica y metales pesados en el agua de riego de la cuenca del río Ayuquila-Tuxcacuesco-Armería. *IDESIA (Chile), 35*(3), 115-123. Obtenido de https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v35n3/0718-3429-idesia-00303.pdf

Mere Turpo, K., & Ccapa Alccamari, M. I. (2021). *Relación entre la concentración de mercurio en las aguas y sedimentos del río Ocoña y la concentración de mercurio en el camarón - Camaná, 2020.* Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4279

Mero, M., Arcos, V., Egas, F., Siavichay, R., & Lindao , G. (2012). Determinación de metales pesados (Cd y Pb) en moluscos bivalos de interés comercial (Anadara tuberculosa y A. grandis) de puerto El Morro, Ecuador. *Investigación Tecnología e Investigación*, 19-32. Obtenido de https://zenodo.org/record/6990541

MINAM. (2017). *Decreto Supremo Nº 004-2017-MINAM.* Lima: El Peruano. Obtenido de https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf

MINEM. (2020). *Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua / industria petrolera.* Lima: Ministerio de Energia y Minas. Obtenido de

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5440476/4859765-guia-hidrocarburos-ii.pdf?v=1700253232

Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2018). *Guía de calidad del aire y educación ambienta.* Santiago: Gobierno de Chile. Obtenido de https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf

MITECO. (01 de 08 de 2022). *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/metales_pesados.aspx

Morales Cabrera, D., Avendaño Cáceres, E., Zevallos Ramos, D., Fernández Prado, J., Mendoza Rodas, Z., & Torres Ventura, A. (2017). Arsénico total no deseado ante valores referenciales de pH en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, Región Tacna-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas, 19*(3), 305-312. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v19n3/a08v19n3.pdf

Moreno Bonett, C., Zugazagoitia Herranz, R., Sanchez Martinez, C., Córdoba Moreno, R., & Melo Ruíz, V. (2012). Determinación de metales pesados en el agua de un canal de Xochimilco (México, D.F.) como proyecto de Servicio Social. *INTERFASE. Educaciòn quimica. Universidad Nacional Autónoma de México,, 23*(3), 375-382. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23n3/v23n3a8.pdf

National Geographic. (02 de Septiembre de 2021). *National Geographic.com.es*. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/tabla-periodica-forma-ordenar-elementos-quimicos_15988

Nordberg, G. (2012). Metales: propiedades químicas y toxicidad. En OIT, *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo en la OIT* (pág. 63). Madrid: INSST. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo%2063.%20Metales%20propiedades%20qu%C3%ADmicas%20y%20toxicidad.pdf/b3e99e3f-90b1-4d15-b4c5-7be1fb1adb07?version=1.0&t=1526457562427&download=true

Nuñez del Carpio, D. A. (2015). Contaminación del agua por metales pesados en el distrito de Mariscal Caceres, San José en la provincia de Camana - Arequia. *Universidad Nacional de San Agustìn*. Obtenido de https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/fa3c8f71-4f23-4d0e-af8f-6711d04e76ff/content

Ortiz Romero, L. T., Delgado Tascón, J. G., Pardo Rodríguez, D. A., Murillo Perea, E., & Guio Duque, A. J. (Diciembre de 2015). Determinaciòn de metales pesados e indices de calidad en aguas y sedimentos del rìo Magdalena - Tramo Tolima, Colombia. *RevistaTumbaga, 2*, 43-60. Obtenido de https://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/1092/856

Osores Plenge, F., Grández Urbina, J. A., & Fernández Luque, J. L. (Octubre - Diciembre de 2010). Mercurio y salud en Madre de Dios, Perú. *Acta Médica Peruana, 27*(4), 330-314. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1728-59172010000400016&script=sci_abstract

Perez Sabino, F., Valladares Jovel , B., Hernandez, E., Oliva , B., Del Cid, M., & Jayes Reyes, P. (2015). Determinación de arsénico y mercurio en agua superficial del

lago de Atitlán. *Ciencia, Tecnología y Salud, 2*(2), 127-134. Obtenido de https://revistas.usac.edu.gt/index.php/cytes/article/view/58/99

Perez, R. (2001). Porcicultura y contaminaciòn del agua en La Piedad, Michoacàn, Mèxico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México, 17*(1), 5-13. Obtenido de https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/25531

Pernia, B., Mero, M., Cornejo, X., Ramirez, N., Ramirez, L., Bravo, K., . . . Zambrano, J. (Junio de 2018). Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado, Ecuador. *Enfoque UTE, 9*(2), 89-105. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v9n2/1390-6542-enfoqueute-9-02-00089.pdf

Pinto Paredes, M. (2018). *Calidad de agua superficial en el río Chili-en los sectores de Sachaca, Jacobo Hunter, Tiabaya y Uchumayo para uso de riego de vegetales y bebida de animales en la provincia de Arequipa.* Arequipa: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN. Obtenido de https://repositorio.unsa.edu.pe/items/13a64eff-ab8b-4580-a00f-5eb395dda5f0

Prieto Méndez, J., González Ramírez, C. A., Román Gutiérrez , A. D., & Prieto García, F. (2009). Contaminación y fitoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. 29-44. Obtenido de https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/25/4

Quispe Yana, R. F., Belizario Quispe, G., Chui Betancur2, H. N., Huaquisto Cáceres, S., Calatayud Mendoza, A. P., & Yábar Miranda, P. S. (2019). Concentración de metales pesados: Cromo, Cadmio, y Plomo en los sedimentos superficiales en el

río Coata, Perú. *Revista Boliviana de Quimica, 36*(2), 83-90. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v36n2/v36n2_a03.pdf

Rodriguez Alfaro, M., Muñiz Ugarte, O., Calero Martín, B., Montero Álvarez, A., Martínez Rodríguez, F., Limeres Jiménez, T., . . . de Aguilar Accioly, A. (2012). Contenido de metales pesados en abonos orgánicos, sustratos y plantas cultivadas en organopónicos. *Cultivos Tropicales*, 5-12. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193223812001

Rodríguez, H. (20 de Mayo de 2022). *National Geographic*. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/propiedades-hierro-fe_18218

Rosales Huamaní , J., Centeno Rojas, L., Cajacuri Perez , J., Luis Breña, J., & Chávez Chapana, C. (30 de Junio de 2021). Identificación de Cadmio y Plomo en los cultivos de cacao ubicados en la zona de Satipo - Junin. *Revista TECNIA , 31*(2). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/pdf/tecnia/v31n2/2309-0413-tecnia-31-02-83.pdf

Salas Mercado, D., Hermoza Gutierrez , M., & Salas Avila, D. (2020). Distribución de metales pesados y metlaoides en aguas superficiales y sedimentos del río Crucero, Perú. *Revista Boliviana de Quimica*, 185-193. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602020000400001

Salas Urviola, F. B. (2009). *Determinación de metales pesados en las aguas del rio Ananea debido a la actividad minera aurifera, Puno, Perú.* Obtenido de http://revistas.unap.edu.pe/epg/index.php/investigaciones/article/view/14/11

Saldaña Rengifo, E. (2017). *Evaluación del grado de contaminacón mediante parámetros fisicos y quimicos del río Ucayali, localidad Nueva Italia, 2014.* Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/1677

Salomé Reategui, J. (2022). *Determinación del contenido de metales pesados en entisols en zonas de actividad industrial y comercial en la región Ucayali - Perú.* Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5844

Stella Gaitan , M. (2004). *Determinación de metales pesados totales con digestión ácida y solubles lectura directa por espectrofotómetria de absorción atómica.* IDEAM (Instituto de Hidrología, Metereología y Estudios Ambientales). Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - República de Colombia. Obtenido de http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Metales+en+agua+por+Absorci%C3%B3n+At%C3%B3mica..pdf/e233a63d-378c-4f83-9311-d9375043cf2a

Valderas J., J., Mejias P., M. E., Riquelme R., J., Aedeo S., K., Aros A., S., & Barrera Q., F. (Enero - Febrero de 2013). Intoxicación familiar por mercurio elemental. Caso clínico. *Revista Chilena de Pediatría, 84*(1), 72-79. Obtenido de https://www.scielo.cl/pdf/rcp/v84n1/art09.pdf

Valencia Espinoza, C. (2015). *Quimica del Hierro y Manganeso en el agua, método de remoción.* CUENCA - ECUADOR: UNIVERSIDAD DE CUENCA. Obtenido de http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/754

Vasquez Garcia, A. P. (2018). *Calidad sanitaria de las especies: Prochilodus Nigricans, Pimelodus Blochii, Mylossoma Duriventre por presencia de Pb, en las aguas del río Ucayali: Tramo de confluencia del Rio Tambo con Urubamba, hasta desembocadura del rio Urubamba, región Ucayali.* Universidad Nacional de Ucayali. Obtenido de http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3630

Vilca Quispe, C. (2022). *Determinación de los niveles de mercurio y plomo de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del río Lampa y su relación con el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental (ECA) para el periodo 2021.* Puno: Universidad Privada San Carlos. Obtenido de http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/394

ANEXOS

ANEXO 1: EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS



Toma de muestra punto 1.



Toma de muestra punto 2.



Toma de muestra punto 3.



Toma de muestra punto 4.



Toma de muestra punto 5.



Toma de muestra punto 6.



Rotulado y llenado de cadena de custodia en campo





Medición de parámetros en campo

ANEXO 2: CERTIFICADO DE ANÁLISIS

ITS
Inspection & Testing Services del Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 120

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo Acreditado
Registro N°LE - 120

INFORME DE ENSAYO 22102.33

N° de Orden de Servicio	O.S. 220315.02 DA
N° de Protocolo	22140.13
Cliente	**Universidad Nacional de Ucayali**
Dirección legal del cliente	Carretera Federico Basadre Km.6.500 Agua Superficial
Muestra(s) declarada(s)	Muestreado por el cliente
Procedencia de la Muestra	**Nombre del proyecto:** Monitoreo de la calidad de agua del río Neshuya
	Lugar del proyecto: Río Neshuya
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	06 muestras
Forma de Presentación	01 frasco de plástico de 1000 mL de primer uso por muestra
Identificación de la Muestra	Código de laboratorio del 03-20004.01 al 03-20004.06
Fecha de recepción de muestra(s)	2022-03-05
Fecha de Inicio del Análisis	2022-03-05
Fecha de Emisión de Informe	2022-04-11

Código de Laboratorio			05-20004.01	05-20004.02	05-20004.03	05-20004.04	05-20004.05	05-20004.06
Código de Punto de Muestreo			RN-1	RN-2	RN-3	RN-4	RN-5	RN-6
Descripción del Punto de Muestreo			Río	Río	Río	Río	Río	Río
Fecha Inicial / Hora de Muestreo			04-03-2022 07:00 Hrs	04-03-2022 07:40 Hrs	04-03-2022 08:10 Hrs	04-03-2022 08:40 Hrs	04-03-2022 09:20 Hrs	04-03-2022 09:50 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo			04-03-2022 07:10 Hrs	04-03-2022 07:50 Hrs	04-03-2022 08:20 Hrs	04-03-2022 08:50 Hrs	04-03-2022 09:30 Hrs	04-03-2022 10:00 Hrs
Tipo de Muestra			Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Coordenadas del Punto de Muestreo			E 0507081 N 9035463	E 0504150 N 9043831	E 0506511 N 9049649	E 0503537 N 9056171	E 0498890 N 9063615	E 0498822 N 9071291
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
pH*	Valor de pH	-	6.54	6.48	6.98	6.45	6.12	6.48
Temperatura*	°C	0.01	24.9	25.1	26.1	24.9	25.3	25.8
Oxígeno disuelto*	mg/L	0.01	5.23	5.11	5.81	5.68	6.12	5.98
Conductividad eléctrica	µS/cm	0.01	521	631	621	598	651	562
Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/L	4	421	468	456	421	497	426
Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Ag Plata	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Al Aluminio	mg/L	0.003	0.026	0.038	0.019	0.019	0.024	0.021
As Arsenico	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
B Boro	mg/L	0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009
Ba Bario	mg/L	0.0006	0.0268	0.0211	0.0205	0.0199	0.0182	0.0189
Be Berilio	mg/L	0.0011	< 0.0011	< 0.0011	< 0.0011	< 0.0011	< 0.0011	< 0.0011
Bi Bismuto	mg/L	0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009
Ca Calcio	mg/L	0.07	15.23	16.88	14.66	15.22	13.89	13.10
Cd Cadmio	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Ce Cerio	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Co Cobalto	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Cr Cromo	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Cu Cobre	mg/L	0.0006	0.0036	0.0051	0.0031	0.0024	0.0022	0.0017
Fe Hierro	mg/L	0.0007	0.0059	0.0089	0.0050	0.0060	0.0041	0.0059
K Potasio	mg/L	0.005	0.33	0.53	0.28	0.33	0.27	0.25
Li Litio	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Mg Magnesio	mg/L	0.0003	4.2561	4.3651	4.0361	4.0045	3.8264	3.8882
Mn Manganeso	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Mo Molibdeno	mg/L	0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007
Na Sodio	mg/L	0.03	7.26	7.04	6.08	7.06	5.83	5.21
Ni Níquel	mg/L	0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007
P Fosforo	mg/L	0.07	0.12	0.14	0.12	0.11	0.11	0.11
Pb Plomo	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Sb Antimonio	mg/L	0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008
Se Selenio*	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizo la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Desliada responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

INFORME DE ENSAYO 22102.33

Si	Silicio	mg/L	0.007	16.823	11.358	10.686	10.228	13.116	10.007
Sn	Estaño	mg/L	0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Sr	Estroncio	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Tl	Talio	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Ti	Titanio	mg/L	0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04
U	Uranio	mg/L	0.000001	< 0.000001	< 0.000001	< 0.000001	< 0.000001	< 0.000001	< 0.000001
V	Vanadio	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Zn	Zinc	mg/L	0.003	0.022	0.022	0.017	0.010	0.017	0.015
Metales (CVAA-FIMS)									
Parámetro de Ensayo		Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Hg	Mercurio	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005

Observaciones:

- Los resultados con valor "< " esta debajo del Límite de Cuantificación de Método

Metodologías

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA
CONDUCTIVIDAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity: Laboratory Method
PH	EPA 150.1. 1982. pH (Electrometric)
OXÍGENO DISUELTO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23rd Ed.2017. Oxygen (Dissolved): Azide Modification
TEMPERATURA	EPA 170.1. 1974. Temperature (Thermometric)
METALES TOTALES POR ICP	EPA Method 200.8, Revision 5.4. 1994. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito dereconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Mblgo. Grover A. Rupay Falcón
C.B.P.8505
Jefe de Laboratorios

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. LABORATORIO

Ing. Alex Herlyn Depaz Ramos
C.I.P. 225833
Supervisor de Laboratorio de Fisicoquímica

Fin de documento

El informe de ensayo sólo es válido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Declinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Inspection & Testing Services del Perú S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 120

INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado

Registro N°LE - 120

INFORME DE ENSAYO 22104.82

N° de Orden de Servicio	O.S. 220315.02 DA
N° de Protocolo	22140.13
Cliente	**Universidad Nacional de Ucayali**
Dirección legal del cliente	Carretera Federico Basadre Km.6.500 Agua Superficial
Muestra(s) declarada(s)	Muestreado por el cliente
Procedencia de la Muestra	**Nombre del proyecto:** Monitoreo de la calidad de agua del río Neshuya
	Lugar del proyecto: Río Neshuya
Cantidad de Muestra(s) para ensayo	06 muestras
Forma de Presentación	01 frasco de plástico de 1000 mL de primer uso por muestra
Identificación de la Muestra	Código de laboratorio del 06-20016.01 al 06-20016.06
Fecha de recepción de muestra(s)	2022-06-20
Fecha de Inicio del Análisis	2022-06-20
Fecha de Emisión de Informe	2022-07-09

Código de Laboratorio	06-20016.01	06-20016.02	06-20016.03	06-20016.04	06-20016.05	06-20016.06
Código de Punto de Muestreo	RN-1	RN-2	RN-3	RN-4	RN-5	RN-6
Descripción del Punto de Muestreo	Río	Río	Río	Río	Río	Río
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	19-05-2022 07:00 Hrs	19-05-2022 07:40 Hrs	19-05-2022 08:10 Hrs	19-05-2022 08:40 Hrs	19-05-2022 09:20 Hrs	19-05-2022 09:50 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo	19-05-2022 07:10 Hrs	19-05-2022 07:50 Hrs	19-05-2022 08:20 Hrs	19-05-2022 08:50 Hrs	19-05-2022 09:30 Hrs	19-05-2022 10:00 Hrs
Tipo de Muestra	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial	Agua Superficial
Coordenadas del Punto de Muestreo	E 0507081 N 9035463	E 0504150 N 9043831	E 0506511 N 9049649	E 0503537 N 9056171	E 0498890 N 9063615	E 0498822 N 9071291

Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
pH*	Valor de pH	-	6.84	6.77	6.88	6.78	6.68	6.88
Temperatura*	°C	0.01	26.2	26.2	27.0	26.4	26.3	26.3
Oxigeno disuelto*	mg/L	0.01	6.54	6.99	6.41	6.68	7.24	6.12
Conductividad electrica	µS/cm	0.01	611	611	661	622	611	599
Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/L	4	455	438	486	441	501	487

Parámetro de Ensayo	Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Ag Plata	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Al Aluminio	mg/L	0.003	0.018	0.049	0.011	0.010	0.014	0.018
As Arsenico	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
B Boro	mg/L	0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009
Ba Bario	mg/L	0.0006	0.0131	0.0095	0.0065	0.0089	0.0102	0.0109
Be Berilio	mg/L	0.0011	< 0.0011	< 0.0011	< 0.0011	< 0.0011	< 0.0011	< 0.0011
Bi Bismuto	mg/L	0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009
Ca Calcio	mg/L	0.07	11.36	10.44	10.86	13.10	11.26	11.82
Cd Cadmio	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Ce Cerio	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Co Cobalto	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Cr Cromo	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Cu Cobre	mg/L	0.0006	0.0022	0.0065	0.0014	0.0018	0.0012	0.0007
Fe Hierro	mg/L	0.0007	0.0112	0.0228	0.0087	0.0099	0.0061	0.0078
K Potasio	mg/L	0.005	0.21	1.23	0.84	0.65	0.49	0.15
Li Litio	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Mg Magnesio	mg/L	0.0003	2.2511	1.9584	3.1580	2.0050	3.1564	2.1212
Mn Manganeso	mg/L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Mo Molibdeno	mg/L	0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007
Na Sodio	mg/L	0.03	6.21	6.84	5.28	7.62	6.33	5.61
Ni Niquel	mg/L	0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007
P Fosforo	mg/L	0.07	0.18	0.29	0.24	0.08	0.07	0.15
Pb Plomo	mg/L	0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Sb Antimonio	mg/L	0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008	< 0.008
Se Selenio*	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005

El informe de ensayo sólo es valido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. S/ INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Desliinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Av. Wiesse 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfono (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web www.itsper.com

INFORME DE ENSAYO 22104.82

Si	Silicio	mg/L	0.007	24.221	26.651	18.335	16.831	19.654	16.705
Sn	Estaño	mg/L	0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Sr	Estroncio	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Tl	Talio	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Ti	Titanio	mg/L	0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04	< 0.04
U	Uranio	mg/L	0.000001	< 0.000001	< 0.000001	< 0.000001	< 0.000001	< 0.000001	< 0.000001
V	Vanadio	mg/L	0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Zn	Zinc	mg/L	0.003	0.009	0.015	0.026	0.018	0.007	0.018
Metales (CVAA-FIMS)									
Parámetro de Ensayo		Unidades	Límite de Cuantificación de Método	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
Hg	Mercurio	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005

Observaciones:

- Los resultados con valor "< " esta debajo del Límite de Cuantificación de Método

Metodologías

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA
CONDUCTIVIDAD	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.
PH	EPA 150.1. 1982. pH (Electrometric)
OXÍGENO DISUELTO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23rd Ed.2017. Oxygen (Dissolved). Azide Modification
TEMPERATURA	EPA 170.1. 1974. Temperature (Thermometric)
METALES TOTALES POR ICP	EPA Method 200.8, Revision 5.4. 1994. Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito dereconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU SAC LABORATORIO

Mtrlgo. Grover A. Rupay Falcón
C.B.P.8505
Jefe de Laboratorios

Ing. Alex Hellyn Depaz Ramos
C.I.P. 225833
Supervisor de Laboratorio de Fisicoquímica

Fin de documento

El informe de ensayo sólo es valido para las muestra referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C. Desliinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Av. Wiesse 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
Teléfono (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web www.itsper.com

Anexo 3: Cadena de Custodia

