



**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN  
EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCVELICA,  
AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”**

Tesis para optar el título profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Presentado por:

Juan Diego Malca Michaud (0000-0002-7564-8923)

Asesor:

Elvito Fabián Villegas Silva (0000-0001-9783-1641)

Lima - Perú

2022

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 04 de febrero 2022.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Ing. Mirtha Rosario Nazario Ramirez
Miembro: Dra. Susan Mery Medina Canzio
Miembro: Ing. Fernando Martin Mejia Vargas

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

**"EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCVELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA"**

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Juan Diego Malca Michaud**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Dr. Elvito Fabián Villegas Silva

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental a en la sustentación, concluyen de manera unánime (x) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Juan Diego Malca Michaud	Nota (Diecisiete): ( 17 )		
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena ( x )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



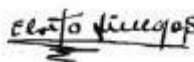
**Mg. Ing. Mirtha Rosario Nazario Ramirez**  
Presidente



**Dra. Susan Mery Medina Canzio**  
Miembro 1



**Ing. Fernando Martin Mejia Vargas**  
Miembro 2



**Dr. Elvito Fabián Villegas Silva**  
Asesor

## I. DEDICATORIA

La presente tesis se encuentra dedicada a mis padres, por su apoyo constante desde el inicio de mi carrera, por sus consejos en los momentos más difíciles de mi vida, quienes me inculcaron muchos valores como la responsabilidad, humildad, perseverancia, respeto y honestidad. Por ser buenos, honrados y luchadores, fueron los que me enseñaron que el estudio es solo una de las diferentes formas de salir adelante. También dedico esta tesis a mi hermano, quien me brindó su apoyo en todo momento.

Asimismo, dedicar la tesis a mis abuelas: “tita” quien me enseñó con el ejemplo a lo largo de mi vida, lamentablemente me tomaste la delantera, pero siempre te tendré presente; y a la “piti”, quien, a pesar de la distancia, siempre estuvo para apoyarme y bastaba una llamada para poder levantarme en mis caídas.

Esta tesis también va dedicada para mi pareja e hijo, quiénes fueron mis motores y motivos para seguir adelante ante la adversidad.

Por otro lado, mencionar a mi asesor, un hombre valorable, inteligente, noble y honrado, del cual he aprendido diversas cosas y me ha sabido brindar consejos.

## **II. AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y hermano, por sus consejos, apoyo incondicional en mi etapa de formación profesional.

A Dayan y Ramses, por siempre estar dispuestos a brindarme su apoyo, por impulsarme a culminar el presente trabajo, por luchar día a día juntos.

A mis amigos por el apoyo constante que me brindaron en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Agradezco a la Universidad Científica del Sur por las facilidades brindadas en el retiro de los materiales de laboratorio para la ejecución de la investigación.

A mi asesor Dr. Elvito Fabián Villegas Silva y al Sr. Castillo quienes me apoyaron constantemente en los viajes para la ejecución de la presente investigación.

<b>III. ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>I. DEDICATORIA</b> .....	1
<b>II. AGRADECIMIENTOS</b> .....	2
<b>III. ÍNDICE GENERAL</b> .....	3
<b>IV. ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	8
<b>V. ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	9
<b>VI. ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	10
<b>VII. RESUMEN</b> .....	11
<b>VIII. ABSTRACT</b> .....	12
<b>IX. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	13
<b>X. MARCO TEÓRICO</b> .....	15
<b>1. Definición de términos</b> .....	15
<b>1.1. Bioacumulación</b> .....	15
<b>1.2. Biodisponibilidad</b> .....	16
<b>1.3. Contaminación</b> .....	16
<b>1.4. Ecosistema</b> .....	16
<b>1.5. Muestreo</b> .....	16
<b>1.6. Muestra simple</b> .....	16
<b>2. Contaminación Difusa</b> .....	17
<b>2.1. Generalidades</b> .....	17
<b>2.2. Fuentes de contaminación difusa</b> .....	17

2.3.	<i>Tipos de contaminantes</i> .....	19
2.4.	<i>Medidas de control de la contaminación difusa</i> .....	21
3.	<b>Ecosistema del río Ichu</b> .....	21
3.1.	<i>Ecosistema acuático</i> .....	21
3.2.	<i>Aguas continentales</i> .....	22
3.3.	<i>Parámetros fisicoquímicos del agua</i> .....	22
3.4.	<i>Ciclo del agua</i> .....	23
3.5.	<i>Contaminación de ecosistemas acuáticos y sus fuentes</i> .....	23
3.6.	<i>Sedimentos</i> .....	24
4.	<b>Biodisponibilidad de mercurio</b> .....	25
4.1.	<i>Generalidades</i> .....	25
4.2.	<i>Características fisicoquímicas</i> .....	25
4.3.	<i>Formas del mercurio presentes en el ambiente</i> .....	25
4.4.	<i>Toxicidad del mercurio</i> .....	27
4.5.	<i>Fuentes de emisión de mercurio</i> .....	27
4.6.	<i>Bioacumulación del mercurio</i> .....	28
<b>XI.</b>	<b>OBJETIVOS/HIPÓTESIS</b> .....	28
5.	<b>Objetivo General</b> .....	28
6.	<b>Objetivos específicos</b> .....	28
7.	<b>Hipótesis</b> .....	29

<b>XII. METODOLOGÍA</b> .....	29
<b>8. Materiales y equipos</b> .....	29
<b>9. Reactivos</b> .....	29
<b>10. Área de estudio</b> .....	30
<b>11. Diseño experimental</b> .....	31
<b>12. Población, muestra y muestreo</b> .....	32
<b>13. Material de recolección, almacenamiento y transporte de muestras</b> ....	34
<b>14. Variables operacionales</b> .....	34
<b>14.1. Muestreo de agua</b> .....	34
<b>14.2. Muestreo de sedimentos</b> .....	36
<b>14.3. Muestreo de vegetación ribereña</b> .....	37
<b>14.4. Muestreo de peces</b> .....	37
<b>14.5. Análisis químico</b> .....	38
<b>15. Análisis estadístico</b> .....	38
<b>XIII. RESULTADOS</b> .....	38
<b>16. Registro de datos en campo</b> .....	38
<b>17. Parámetros fisicoquímicos en campo</b> .....	39
<b>17.1. Temperatura</b> .....	39
<b>17.2. pH</b> .....	39
<b>17.3. Conductividad Eléctrica</b> .....	40

17.4.	<i>Turbidez</i> .....	40
17.5.	<i>Oxígeno Disuelto</i> .....	41
18.	<b>Análisis químico</b> .....	41
18.1.	<i>Agua</i> .....	41
18.2.	<i>Sedimentos</i> .....	42
18.3.	<i>Vegetación ribereña</i> .....	42
18.4.	<i>Peces</i> .....	43
<b>XIV.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	43
19.	<b>Determinación de la biodisponibilidad de mercurio en el agua del río Ichu.</b> 44	
19.1.	<i>Influencia de la Temperatura en el ecosistema del río Ichu.</i> .....	44
19.2.	<i>Influencia del pH en el ecosistema del río Ichu.</i> .....	45
19.3.	<i>Influencia de la CE en el ecosistema del río Ichu.</i> .....	45
19.4.	<i>Influencia de la turbidez en el ecosistema del río Ichu.</i> .....	46
19.5.	<i>Influencia del OD en el ecosistema del río Ichu.</i> .....	47
19.6.	<i>Influencia del mercurio en el agua del río Ichu</i> .....	48
20.	<b>Determinación del mercurio en los sedimentos del río Ichu</b> .....	50
21.	<b>Determinación del mercurio en la vegetación ribereña del río Ichu</b> .....	52
22.	<b>Determinación del mercurio en los peces del río Ichu</b> .....	54
<b>XV.</b>	<b>CONCLUSIÓN</b> .....	56
<b>XVI.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	57



<b>XVII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>58</b>
<b>XVIII. ABREVIATURAS .....</b>	<b>75</b>
<b>XIX. ANEXOS .....</b>	<b>76</b>

**IV. ÍNDICE DE FIGURAS**

**Figura 1.** Mapa de ubicación y localización de Huancavelica..... 30

**Figura 2.** Área de estudio y puntos de muestreo ..... 31

## V. ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Fuentes de contaminación difusa en el agua.....	18
<b>Tabla 2.</b> Tipos de contaminantes.....	19
<b>Tabla 3.</b> Coordenadas UTM de los puntos de muestreo (WGS84).....	31
<b>Tabla 4.</b> Toma de muestras por campaña de muestreo .....	33
<b>Tabla 5.</b> Equipos utilizados en el monitoreo de agua .....	35
<b>Tabla 6.</b> Análisis de mercurio para agua superficial, sedimentos, vegetación ribereña y peces.....	38
<b>Tabla 7.</b> Temperatura por campaña de muestreo.....	39
<b>Tabla 8.</b> pH por campaña de muestreo .....	39
<b>Tabla 9.</b> Conductividad Eléctrica por campaña de muestreo.....	40
<b>Tabla 10.</b> Turbidez por campaña de muestreo.....	40
<b>Tabla 11.</b> Oxígeno disuelto por campaña de muestreo .....	41
<b>Tabla 12.</b> Mercurio obtenido en agua.....	41
<b>Tabla 13.</b> Mercurio obtenido en sedimentos .....	42
<b>Tabla 14.</b> Mercurio obtenido en Vegetación Ribereña .....	43
<b>Tabla 15.</b> Mercurio obtenido en peces .....	43

**VI. ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>23.</b>	Anexo 1. Mapa del Área de estudio .....	76
<b>24.</b>	Anexo 2. Registro de datos en campo Campaña 01, 02, 03 y 04.....	77
<b>25.</b>	Anexo 3. Registro fotográfico.....	80
<b>26.</b>	Anexo 4. Informe de ensayos de Laboratorio Viaje 01 .....	96
<b>27.</b>	Anexo 5. Informe de ensayos de Laboratorio Viaje 02 .....	100
<b>28.</b>	Anexo 6. Informe de ensayos de Laboratorio Viaje 03 .....	105
<b>29.</b>	Anexo 7. Informe de ensayos de Laboratorio Viaje 04 .....	112
<b>30.</b>	Anexo 8. Medidas de tendencia central - parámetros fisicoquímicos .....	116
<b>31.</b>	Anexo 9. Medidas de tendencia central - Análisis de Hg .....	118
<b>32.</b>	Anexo 10. Solicitud de datos a la ANA.....	120

## VII. RESUMEN

El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu–Huancavelica afectado por contaminación difusa. La metodología aplicada se enmarca en el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, las muestras de sedimento extraídas del lecho del río fueron colocada en frascos de plástico rotulados, la vegetación ribereña fue recolectada en forma integral considerando raíz; tallo; hojas y flores; utilizando bolsas de polietileno para su seguridad, la muestra de peces [trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*)] fue adquirida en la “Piscigranja” consideraciones el mayor tamaño. Todas las muestras fueron trasladadas al laboratorio CERPER en la ciudad de Lima para realizar los análisis de mercurio.

Los resultados de mercurio en promedio fueron, agua: PM–01 y PM–02 <0.0002 mg/L; PM–03 0.004 mg/L y PM–04 0.0005 mg/L, sedimentos: PM–02 37.46 mg/kg y PM–03 34.72 mg/kg, vegetación ribereña: PM–02 0.04 mg/kg y PM–03 0.22 mg/kg, peces: PM–04 0.019 mg/kg.

**Palabra claves:** Biodisponibilidad, mercurio, ECA, parámetros fisicoquímicos, contaminación difusa.

## VIII. ABSTRACT

The objective of the research work was to evaluate the bioavailability of mercury in the Ichu-Huancavelica River ecosystem affected by diffuse pollution. The methodology applied is framed by the national protocol for monitoring the quality of surface water resources, sediment samples extracted from the river bed were placed in plastic bottles labeled, the riparian vegetation was collected integrally considering root, stem, leaves and flowers; using polyethylene bags for its safety, the fish sample [rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)] was acquired on the “Fish Farm” considering the larger size. All samples were transferred to the CERPER laboratory in the city of Lima to perform the mercury analysis.

Average mercury results were: water: PM-01 and PM-02 <0.0002 mg/L; PM-03 0.004 mg/L and PM-04 0.0005 mg/L, sediments: PM-02 37.46 mg/kg and PM-03 34.72 mg/kg, riparian vegetation: PM-02 0.04 mg/kg and PM-03 0.22 mg/kg, fish: PM-04 0.019 mg/kg.

**Keywords:** Bioavailability, mercury, EQS, physicochemical parameters, diffuse pollution.

## IX. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años se han realizado estudios e investigaciones sobre los metales pesados como contaminantes ambientales que ingresan a los diferentes ecosistemas en forma natural o antropogénica, caracterizados por conservar estabilidad química o escasa biodegradabilidad en función del tiempo, generando un alto nivel de toxicidad y la tendencia a generar bioacumulación y biomagnificación en la cadena alimenticia (Llerena y Mendiola, 2019). El mayor problema de contaminación para los seres vivos es la alteración de la calidad de agua (ONU, 2014), la contaminación de los ecosistemas acuáticos es creciente con una tendencia exponencial y en su mayoría provienen de fuente difusas o no localizadas (Dávila y Zúñiga, 2018). La presencia de metales pesados en los cuerpos de agua causa un impacto significativo en el mismo ecosistema, en la flora, fauna y en el ser humano (Panduro et al., 2020).

En función del tiempo se ha observado que en diversas cuencas hidrográficas ha ido incrementando la contaminación por mercurio (Hg) y metilmercurio ( $\text{H}_3\text{C}-\text{Hg}^{1+}$ ), proveniente de la minería de pequeña escala (informal), minería formal, industria electroquímica (celdas de mercurio), fabricación de material eléctrico, industria química, contaminando el agua, sedimento y biota, en lagunas, humedales, ríos y océanos (Martínez et al., 2018).

El Hg tiene múltiples aplicaciones en actividades académicas e industriales, es un metal pesado que al ingresar a un ecosistema es altamente tóxico en la cadena trófica (Kehrig, 2017). El Hg genera un impacto significativo en sistemas bióticos, abióticos y seres humanos, en cualquier nivel de concentración que se encuentre (León y Peñuela, 2011; Sierra, 2020) y en cualquier forma química, como Hg elemental, inorgánico y orgánico (González et al., 2014).

Wiener, et al. (2003) mencionan que el Hg ha sido usado por la humanidad durante miles de años, generando su emisión en grandes cantidades y su dispersión, logrando llegar a lugares recónditos; además, el cinabrio (HgS), el cual se puede ubicar en forma natural en el ambiente, ha sido usado como colorante rojo durante años antes de ser procesado para la obtención del Hg elemental. Peluso (2011) considera en la tendencia históricamente a cinco zonas como las más grandes en la producción de HgS: Almadén (España), Idrija (Eslovenia), Monte Amiata (Italia), Huancavelica (Perú) y California (USA).

Colón, et al. (2020) mencionan en su investigación que la minería de oro a escala artesanal y como pequeña minería en el 2010 emitieron el 29% de Hg a la atmósfera en Latinoamérica y el Caribe. Loza y Ccancapa (2020) consideran que en el Perú operan activamente entre 60 a 100 mil mineros artesanales, representando el 10% de la producción peruana, logrando consumir 21.9 toneladas de mercurio, cuyo destino final es el ecosistema acuático.

En el Perú se han realizado diversos trabajos de investigación en relación con la contaminación ambiental por metales pesados (con el Hg, específicamente). En la ciudad de Puno Incahuanaco (2018) realizó una identificación de puntos críticos por contaminación de metales tóxicos mediante análisis de sedimentos superficiales de la cuenca Azángaro, donde concluyó que existen cuatro estaciones como puntos críticos por efecto de sedimentos que presentan efectos biológicos ocasionales por exposición a metales pesados.

Duque y Cogua (2016), realizaron una investigación de contaminación de Hg en peces en la bahía de Buenaventura, determinado que todas las especies analizadas bioacumulan activamente mercurio, afectando severamente la cadena trófica del



ecosistema. En Madre de Dios el nivel de contaminación por metales pesados también es alarmante; Arostegui (2017) determinó que la contaminación de Hg en plátano es de alto riesgo para la población por tratarse de un producto de consumo masivo y perenne, siendo la concentración de Hg superior a los valores establecidos por la AIJN y la comisión Codex Alimentario – FAO/WHO.

La investigación de eutrofización en río Ichu realizada por Saéz (2019) durante el verano en la ciudad de Huancavelica, los niveles de los compuestos de nitrógeno y fósforo se encontraron dentro del estándar de calidad de agua establecido por el MINAM.

La evaluación de la biodisponibilidad de Hg realizada en la ciudad de Huancavelica por el OEFA (2016) fue considerando como variables: suelo, sedimento, agua y aire.

En la presente investigación se busca evaluar la biodisponibilidad de Hg en el ecosistema del río Ichu–Huancavelica afectado por contaminación difusa.

## **X. MARCO TEÓRICO**

### **1. Definición de términos**

#### ***1.1. Bioacumulación***

Martín y Santamaría (2004) indican que es presenta cuando un contaminante permanece acumulado en el tejido de un ser vivo, incrementado su concentración en función del tiempo. El contaminante puede ingresar mediante respiración, ingesta o contacto directo con el agua (en caso de un ecosistema acuático).

### ***1.2. Biodisponibilidad***

Se refiere a la particularidad de los compuestos tóxicos con tendencia a ingresar en un sistema mediante procedimientos de transferencia de masa, aprovechando la disponibilidad de diversos parámetros y fuentes de exposición, la disponibilidad singular de la fisiología del receptor y las propiedades químicas del contaminante (MINAM, 2016, p.5).

### ***1.3. Contaminación***

Es la “dispersión de un elemento químico o una mezcla de esos elementos en un área no deseada (aire, agua o suelo), en el cual puede generar consecuencias adversas en el ambiente o en la salud” (MINAM, 2016, p.6).

### ***1.4. Ecosistema***

Es el “entorno dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio inerte que interactúan como una unidad funcional” (MINAM, 2016, p.7).

### ***1.5. Muestreo***

López (2004) indica que es el procedimiento que se emplea para elegir una muestra representativa del conjunto de especies en estudio, se rige por procedimientos estandarizados con la finalidad de conseguir que sus propiedades sean extrapolables a las especies en evaluación.

### ***1.6. Muestra simple***

La ANA (2016) considera como muestra simple, puntual o discreta a:

La toma de una parte de agua en un sitio determinado para su análisis individual, ésta es caracterizada por representar la calidad y característica de la composición original del río para el sitio, momento y

circunstancias en el instante en el que se realizó la toma de muestra (pp. 31)

## **2. Contaminación Difusa**

### ***2.1. Generalidades***

La contaminación difusa es aquella que no puede ser identificada o no puede ser precisada desde el punto de descarga al cuerpo receptor, ya que, puede provenir de escorrentía de lluvia, actividad agrícola, minera u otra similar; es decir, es el producto de un holgado grupo de actividades antrópicas y sucesos naturales donde las especies que contaminan carecen de una dirección de ingreso definido en las fuentes de agua consideradas receptoras (TULSMA, 2015; FAO, 2009).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, 2017), detalla que uno de los problemas que genera la contaminación difusa en los cuerpos de agua es la eutrofización, salinización de cuerpos acuáticos, aumento en la concentración de metales pesados y microorganismos que generan toxicidad.

### ***2.2. Fuentes de contaminación difusa***

Son sistemas que tienden a contaminar en forma potencial los ecosistemas acuáticos, estas fuentes de riesgo están expandidas como es el caso típico de los pasivos mineros, explotación de hidrocarburos, crianza y manejo de ganadería, agricultura intensiva, actividades mineras, áreas urbanas e industriales, entre otras. (ANA, 2016, p.86)

El informe de la OECD (2017) referente a contaminación difusa y fuentes de emisión, para los ecosistemas acuáticos representan un alto riesgo (Tabla 1):

**Tabla 1.** Fuentes de contaminación difusa en el agua

Contaminantes	Ejemplo de fuente
Excesiva pérdida de nutrientes	Fertilizantes de nitrógeno y fósforo de la agricultura y el césped doméstico, estiércol y lodo, y PTAR.
Contaminación microbiana	Bacterias patógenas y virus de plantas de tratamiento de aguas residuales, desechos de animales, fosas sépticas o aplicación de biosólidos en la tierra
Acidificación	Contaminantes atmosféricos y drenaje ácido de mina
Sedimentación	Erosión de suelo, liberación de sedimentos de presas, PTAR y desechos de procesar alimentos.
Contaminantes tóxicos	Pesticidas y herbicidas usados en agricultura, metales pesados producto de desechos mineros, contaminación natural de agua

Contaminación térmica	subterránea por arsénico, derrames y tanques de almacenamiento con fugas.  El agua caliente proveniente de la escorrentía de aguas pluviales urbanas y las plantas de energía y los fabricantes industriales que usan agua como refrigerante.
Contaminación de partículas plásticas	Desechos urbanos, industria de producción de plásticos, pescadores informales y escorrentía pluvial de zonas urbanas o rurales.

---

**Fuente:** OECD (2017)

### 2.3. Tipos de contaminantes

En los ecosistemas acuáticos se puede encontrar diversos contaminantes como producto de la contaminación difusa (Manahan, 2006) representando un riesgo para la flora, fauna y el ser humano. En la Tabla 2 se menciona algunos compuestos y sus fuentes de emisión:

**Tabla 2.** Tipos de contaminantes

Contaminante	Fuentes
Arsénico	Subproductos mineros.

Cobre	Recubrimientos metálicos, minería, residuos industriales.
Cromo	Recubrimientos metálicos.
Hierro	Residuos industriales, drenajes ácidos de mina.
Mercurio	Residuos industriales, minería.
Plomo	Minería, combustibles y residuos industriales.
Zinc	Residuos industriales, recubrimiento de metales.
Nitrógeno	Descomposición, contaminantes.
Fósforo	Descomposición, contaminantes minerales.
Cloruro	Actividades humanas
Sodio	Contaminante natural o agricultura.
Magnesio	Minerales.
Virus	Desechos humanos.
Detergentes	Detergentes domésticos
Fosfatos	Detergentes
Sólidos	Todas las fuentes
Sales	Desechos humanos e industriales.
Pesticidas	Agricultura
Herbicidas	Agricultura

---

**Fuente:** Manahan (2006)

#### 2.4. *Medidas de control de la contaminación difusa*

Asignar medidas de control para mitigar la contaminación difusa se torna complicado; sin embargo, la OECD (1996) recomienda generar un registro de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC). Este registro permitirá identificar las emisiones de los contaminantes provenientes de diversas fuentes, donde se recomienda desarrollar una lista de químicos de las emisiones y transferencia de contaminantes para reducir diversos riesgos que puedan generar los contaminantes en el medio donde son emitidos, siendo necesario emitir un reporte para el manejo de la información de emisiones y transferencia de contaminantes, siendo de gran importancia compartir estos datos recopilados con las partes interesadas y afectadas.

En el Perú, el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014) define el RETC como un catálogo de emisiones de sustancias químicas con hincapié en las sustancias consideradas peligrosas y su objetivo es inventariar una base de datos de alcance nacional sobre emisiones en el agua, aire y suelo.

### 3. Ecosistema del río Ichu

#### 3.1. *Ecosistema acuático*

Galván y Gutiérrez (2018) indican que “los ecosistemas acuáticos generan una serie de servicios ecosistémicos para el bienestar del ser humano y para el mantenimiento de la vida en la biosfera” (pp. 8).

Por otro lado, Gutiérrez-Fonseca y Ramírez (2016) mencionan que:

Los paisajes se encuentran integrados por los ecosistemas de agua superficial, la escorrentía de lluvia genera solutos y partículas que se

unen a los ríos, y determina la cantidad de agua y sedimentos que ingresan a los mismos, es decir, define la geomorfología y fisicoquímica de los ecosistemas (pp, 2-3).

### **3.2. Aguas continentales**

El ANA (2020) las define como “cuerpos de agua que se encuentran sobre la superficie terrestre o en el subsuelo, como los ríos, quebradas, lagos, lagunas, glaciares, reservas, humedales y acuíferos” (pp. 5).

Bojorge-García y Cantoral (2016), indican que los ambientes lóticos (ríos, arroyos, riachuelos) son el sistema dominante en las aguas continentales y se diferencian de otros sistemas acuáticos por tener un flujo unidireccional. Vásquez (2017) añade que los sistemas lóticos al tener corriente permiten tener una mejor oxigenación el agua.

### **3.3. Parámetros fisicoquímicos del agua**

Desde la perspectiva química, el agua es una molécula de forma angular formado por dos átomos de Hidrógeno unidos a uno de Oxígeno por medio de enlaces covalentes (Jaramillo et al., 2009; Fernández, 2012).

Dentro de los parámetros fisicoquímicos del agua se pueden nombrar la temperatura, turbidez, conductividad eléctrica (C.E.), sólidos totales, potencial de Hidrógeno (pH), alcalinidad, dureza, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Oxígeno Disuelto (OD) y determinación de metales pesados (Rincón-Silva, 2016; Brousett et al., 2018).



### 3.4. *Ciclo del agua*

El ciclo del agua describe el movimiento del agua y su cambio en la tierra, se tiene conocimiento que el mismo ha venido variando en sus componentes y magnitudes fundamentalmente por el crecimiento acelerado de las áreas urbanizadas y las poblaciones que las habitan (Peña-Guzmán, et al., 2016). Jaramillo et al. (2009) menciona que, en el ciclo del agua, la radiación es la fuente de energía que genera la evaporación del agua en el océano, cuerpos de agua subterránea y superficial; cuando el vapor asciende a la atmósfera, se condensa formando las nubes y posteriormente se genera la precipitación sobre los cuerpos de agua, infiltrándose y alimentando los acuíferos o generando escorrentía superficial siguiendo su curso según la pendiente.

### 3.5. *Contaminación de ecosistemas acuáticos y sus fuentes*

Gea-Izquierdo (2015) define la contaminación de ecosistemas acuáticos como toda causa que contribuye a que el recurso sea inapropiado para su uso y se origina en la actividad natural y antropogénica. Califica los contaminantes del agua como sustancias biodegradables, no biodegradables, químicas inorgánicas, minerales, agentes patógenos, sedimentos, calor y radiactividad.

Todas las actividades antrópicas generan impactos en el agua como la agricultura, la ganadería y la minería, las cuales son actividades económicas muy importantes en varias localidades (Madera, et al., 2016). La contaminación de los ecosistemas acuáticos por metales pesados generada por vía natural y/o antrópica, afecta de manera severa a la seguridad alimentaria y salud pública, por la presencia de metales

pesados en peces, carnes y leche, como resultado de la bioacumulación de estos (Reyes, et al., 2016).

Argota–Pérez y Iannacone (2014) consideran que es factible clasificar como fuentes de contaminación de los ecosistemas acuáticos a la contaminación puntual, por fuentes difusas, sedimentos contaminantes en los cauces de los cursos hídricos y acumulación de residuos sólidos en cuerpos de agua.

Gamarra, et al. (2018) mencionaron que las actividades antropogénicas influyen en la calidad de los ecosistemas acuáticos como, la actividad ganadera, actividad minera a tajo abierto, inadecuada disposición de residuos líquidos sin tratamiento, vertederos ilegales, uso de fertilizantes y pesticidas en la agricultura, minería, entre otros. Lacerot, et al. (2020) consideran que las fuentes y/o las actividades que contaminación de los ecosistemas acuáticos a gran escala son los residuos plásticos, provenientes de fuentes terrestres como vertederos a cielo abierto, quema de residuos, aguas servidas, pérdidas de materia prima desde las industrias, agricultura, pintura de estructuras edilicias y desgaste de neumáticos.

### 3.6. *Sedimentos*

Los sedimentos proveen servicios directos e indirectos al ecosistema como sumidero de carbono, nutrientes y amortiguamiento de contaminantes, los mismos están compuestos por sustancias orgánicas, inorgánicas y agua, que se encuentra presentes naturalmente en los poros de las rocas como agua porosa o intersticial (Hernández, et al., 2019).

#### 4. Biodisponibilidad de mercurio

##### 4.1. *Generalidades*

En la naturaleza, el mercurio y sus compuestos orgánicos tienen alto potencial tóxico y tienen tendencia a ser adsorbidos por los seres vivos, dicho compuestos exhiben el fenómeno de la bioacumulación, dada por una cinética muy lenta de eliminación desde el organismo (Cuello, 2017). La principal característica del mercurio a diferencia de los otros metales pesados es que a T° ambiente se encuentra en estado líquido (López y Martínez, 2018).

La biodisponibilidad de un metal pesado hace referencia a su asimilación por los organismos, lo cual genera diversos tipos de consecuencias, entre ellas se encuentran la bioacumulación del mercurio (Navas, 2013).

##### 4.2. *Características fisicoquímicas*

El número atómico del mercurio es 80 y su número de masa es 200.59, en la naturaleza se encuentra en diferentes estados de agregación: sólido, líquido, vapor y gaseoso, los estados de oxidación son:  $\text{Hg}^0$ ,  $\text{Hg}^{1+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$  y  $\text{Hg}^{4+}$  (Silveira y Oliveira, 2013). Las propiedades físicas del mercurio son diversas, entre las principales se encuentra que es líquido a temperatura ambiente y es 13.5 veces más denso que el agua, esto ayuda a que sus usos industriales sean diversos y como consecuencia su introducción al ambiente debido a las emisiones (Alegría et al., 2012).

##### 4.3. *Formas del mercurio presentes en el ambiente*

El mercurio es un elemento de transición muy tóxico y se caracteriza por ser el contaminante más peligroso en el ecosistema; sin embargo, su

toxicidad depende de su forma química y la concentración que presente, las formas químicas más significativas son: Mercurio elemental o metálico ( $\text{Hg}^0$ ), mercurio inorgánico ( $\text{Hg}^{1+}$ :  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ), ( $\text{Hg}^{2+}$ :  $\text{HgS}$ ), ( $\text{Hg}^{4+}$ :  $\text{HgF}_4$ ), mercurio orgánico como el metilmercurio ( $\text{H}_3\text{C}-\text{Hg}^{1+}$ ) y dimetilmercurio [ $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ ], todas las especies químicas pueden interactuar en el suelo, atmósfera y agua (Smith et al., 2017; PNUMA, 2002).

#### 4.4. *Ciclo biogeoquímico del mercurio*

Pernia, et al. (2019) mencionan que “dentro de las fuentes naturales de Hg tenemos los fenómenos geológicos como la meteorización, la erosión de las rocas y la lixiviación, la desgasificación de la corteza terrestre y la actividad volcánica” (pp. 14-15).

En el ciclo biogeoquímico del mercurio, los microorganismos tienen un rol fundamental; los mismos metabolizan el metal y surgen la metilación del mercurio, su producto metilmercurio es soluble y se puede acumular en la cadena trófica o se puede volver a metilar por microorganismos produciendo el dimetilmercurio. El metilmercurio es la forma más tóxica del mercurio, al unirse a las proteínas se bioacumula en el tejido muscular especialmente en peces afectando a la cadena trófica (Murialdo, 2016; Posada y Del Pilar, 2006)).

Llerena y Mendiola (2019) indica las seis etapas más importantes del ciclo, las cuales son:

La desgasificación del mercurio de las rocas, del suelo, de la superficie de las aguas, o de las emisiones de los volcanes y las actividades antropogénicas; el movimiento de las especies gaseosas en la

atmósfera; la deposición del mercurio en los suelos y en la superficie del agua; la conversión del elemento en sulfuros insolubles; la precipitación o bioconversión en formas más volátiles o solubles como el metilmercurio; y, la re-emisión a la atmósfera o bioacumulación (pp 29-30)..

#### **4.4. Toxicidad del mercurio**

El Hg se caracteriza por ser uno de los metales pesados más tóxicos, es el que se relaciona más con la minería informal de oro; el Hg no se puede descomponer ni degradar en sustancias inocuas, solo modifica su estado y composición química, lo que es una de las mayores preocupaciones mundiales en términos de contaminación (Loza y Ccancapa, 2019). El Hg tiene una gran interrelación con moléculas orgánicas en la cadena trófica y por sus particularidades físicas y químicas que dificultan su control, manejo y tratamiento (Amabilis, et al., 2016).

#### **4.5. Fuentes de emisión de mercurio**

En el artículo ocho del convenio internacional de Minamata indica que hay que controlar y reducir las emisiones de Hg y sus compuestos en la atmósfera, a través de medidas para examinar las emisiones de las fuentes puntuales y no puntuales (Sosa, et al., 2017).

Rodríguez (2017) menciona diferentes fuentes de emisión de mercurio, dentro de las cuales se encuentran “la minería del oro, plata y cobre; fundición de metales; la producción de carbón y coque, uso de combustibles fósiles, quema de RRSS (residuos sólidos); y, la

fabricación de cloro en celdas de mercurio y producción de metales no ferrosos” (pp. 2).

#### **4.6. *Bioacumulación del mercurio***

La bioacumulación del mercurio se debe a su acumulación total en el organismo a través de todas las posibles fuentes de exposición (agua, alimentos y sedimentos) (Pancaldi, 2020). El mercurio, al ser lipofílico en el agua, se puede acumular en los tejidos de los organismos a través de la cadena trófica, su expulsión es más lenta que la ingesta o ingreso del metal (Grijalbo, 2016)

## **XI. OBJETIVOS/HIPÓTESIS**

### **5. Objetivo General**

Evaluar la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu–Huancavelica afectado por contaminación difusa.

### **6. Objetivos específicos**

- a) Determinar la biodisponibilidad de mercurio en el agua del río Ichu, considerando que la población de la zona urbana de Huancavelica consume directamente el agua del río.
- b) Determinar la biodisponibilidad de mercurio en los sedimentos en el río Ichu.
- c) Determinar la biodisponibilidad del mercurio en la vegetación ribereña del río Ichu.
- d) Determinar la biodisponibilidad de mercurio en peces (principalmente trucha) criados en piscigranja con agua del río Ichu.

## 7. Hipótesis

La biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu, afectado por contaminación difusa, genera potencial impacto ambiental negativo significativo.

## XII. METODOLOGÍA

### 8. Materiales y equipos

Los materiales y equipos utilizados para la toma de muestras de agua superficial, sedimento, vegetación ribereña y peces fueron los siguientes: 36 bolsas de polietileno, 02 pares de botas de jebe, 08 cooler, 01 cuaderno de apuntes, 100 etiquetas, 61 frascos de plástico, 32 geles congelantes, 01 caja de guantes de látex, 01 caja de mascarilla facial, 01 jarra de plástico, 01 pala metálica, 01 pico metálico. 02 plumones indelebles, papel de filtro cualitativo, 01 GPS, 01 Multiparámetro (Medidor de pH, conductividad eléctrica, temperatura), 01 Oxímetro, 01 Turbidímetro, 01 agitador magnético, 01 balanza de precisión, baño termostatzado, campana de flujo laminar, centrífuga, licuadora Osterizer, vasos de digestión, material de vidrio, Espectrómetro de fluorescencia atómica con generación de hidruros.

### 9. Reactivos

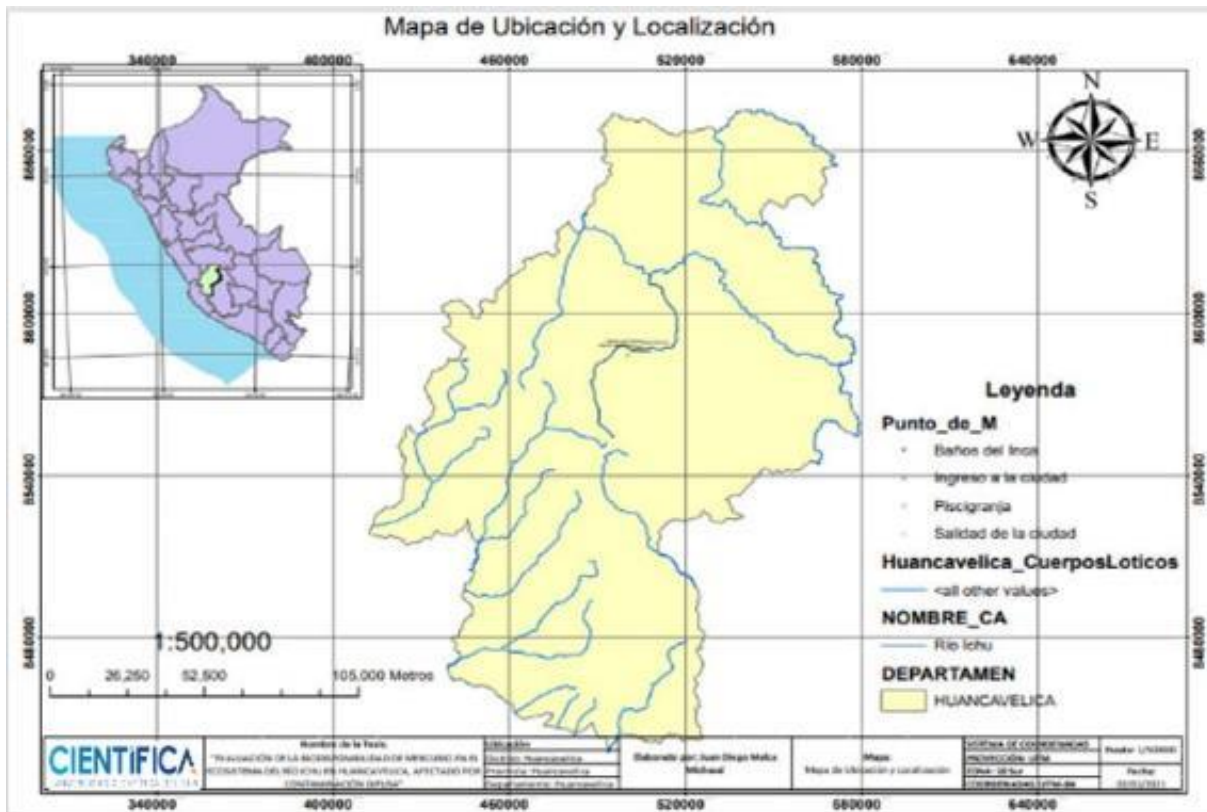
Los reactivos utilizados para conservar las muestras y realizar el proceso analítico, fueron: Ácido clorhídrico (HCl), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), ácido fluorhídrico (HF), ácido perclórico (HClO<sub>4</sub>), ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), acetato de amonio (NH<sub>4</sub>C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>), acetato de sodio [Na(C<sub>2</sub>H<sub>3</sub>O<sub>2</sub>)], etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), metanol (CH<sub>3</sub>OH), Cloruro de mercurio II (HgCl<sub>2</sub>), patrones–Merck (mono elemental

y multielemental), ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), Hidróxido de sodio (NaOH), agua ultrapura (calidad Milli-Q).

**10. Área de estudio**

El presente trabajo de investigación fue realizado en la subcuenca del río Ichu, en el distrito de Huancavelica, provincia de Huancavelica y departamento de Huancavelica, el cual tiene una superficie de 22,125.2 km<sup>2</sup>. Geográficamente se observan pisos altitudinales que varían desde los 3200 metros sobre el nivel del mar (msnm) hasta los 5000 msnm, es una ciudad montañosa, accidentada y atravesada por la cordillera de los Andes (Oficina de Gestión de la Información y Estadística, 2019; Castañeda, et al., 2017). Dentro de las principales actividades de la ciudad está la crianza de ganado vacuno, camélidos, ovinos, cabras, cuyes y aves de corral (Valencia, et al., 2005).

**Figura 1.** Mapa de ubicación y localización de Huancavelica





**Figura 2.** Área de estudio y puntos de muestreo



**Tabla 3.** Coordenadas UTM de los puntos de muestreo (WGS84)

<b>Punto de Muestreo (PM)</b>	<b>Etiqueta</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altitud</b>
Baños del Inca	PM-01	503968	8587164	3706
Ingreso a la ciudad	PM-02	498134	8587933	3735
Salida de la ciudad	PM-03	504064	8587678	3679
Piscigranja	PM-04	500369	8584352	3970

### 11. Diseño experimental

La presente investigación fue de tipo analítica centrada en la recopilación de datos originales mediante trabajo de campo y de laboratorio, para evaluar la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

El diseño fue de una investigación longitudinal panel no experimental, ya que, se tomaron muestras de agua, sedimentos, vegetación y peces en cuatro etapas

a lo largo de un año y seis meses (logrando cubrir las épocas húmedas y secas), para analizarlas y observar situaciones ya existentes, naturales y antropogénicas (Hernández, et al., 2014; Arnau y Bono, 2008).

## **12. Población, muestra y muestreo**

La población del trabajo de investigación fue el ecosistema del río Ichu, en el sector comprendido en la zona urbana de la ciudad de Huancavelica (figura 2). Se tomaron muestras simples de agua, sedimentos, vegetación y peces, en cuatro puntos a lo largo del cauce del río Ichu (Baños termales del inca, ingreso y salida de la zona urbana de Huancavelica, y la piscigranja).

El muestreo realizado en el presente trabajo fue no probabilístico intencional (Otzen y Manterola, 2017), se realizaron cuatro campañas de muestreo durante un año y seis meses, las fechas de muestreo y la totalidad de muestras que se tomaron se indican en la tabla 4.

**Tabla 4.** Toma de muestras por campaña de muestreo

Punto de monitoreo	Coordenadas		Altura mnsnm	Primera campaña 30/08/2019				Segunda campaña 06/11/2019				Tercera campaña 22/02/2020				Cuarta campaña 04/12/2020				Número total de muestras
	Norte/Sur	Este/Oeste		A	S	Vr	P	A	S	Vr	P	A	S	Vr	P	A	S	Vr	P	
<b>PM-01</b> (Baños del Inca)	8587164	503968	3706	3	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	12
<b>PM-02</b> (Ingreso a la ciudad)	8587933	498134	3735	3	3	3	-	3	3	3	-	3	3	3	-	3	3	3	-	36
<b>PM-03</b> (Salida de la ciudad)	8587678	504064	3679	3	3	3	-	3	3	3	-	3	3	3	-	3	3	3	-	36
<b>PM-04</b> (Piscigranja)	8584352	500369	3970	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	3	1	-	-	3	12
<b>Subtotal</b>				9	6	6	3	9	6	6	3	9	6	6	3	10	6	6	3	<b>97</b>
<b>Total por campaña</b>				24				24				24				25				

\*A: Agua; S: Sedimento; Vr: Vegetación ribereña; P: Peces.

### **13. Material de recolección, almacenamiento y transporte de muestras**

La recolección, almacenamiento y transporte de las muestras fue considerado de carácter crítico para los resultados del análisis a realizar, por tal razón se organizó un programa de muestreo planificado para satisfacer los objetivos de la investigación (Díaz, et al., 2005).

Los materiales utilizados en la recolección de las muestras son: jarra de plástico de 2 L en el muestreo de agua, pico y pala metálicos para los sedimentos y vegetación, los peces se pescaron in situ en la piscigranja fueron eviscerados colocados en una bolsa de polietileno y finalmente etiquetados (Marrugo, 2007).

Para el almacenamiento de las muestras se utilizaron; bolsas de polietileno, frascos de plásticos y etiquetas que fueron brindados por el laboratorio con el cual se trabajó (Certificaciones del Perú S.A. – CERPER). Las muestras de agua superficial fueron preservadas con ácido nítrico ultrapuro en una proporción de 2 mL/L de agua (Ávila, et al., 2002).

Todas las muestras obtenidas fueron colocadas en un cooler con geles congelantes (4°C) para mantenerlas a baja temperatura hasta llegar al laboratorio. El transporte de estas fue terrestre (empresa MEGABUS) desde la ciudad de Huancavelica a Lima. Las muestras fueron entregadas al laboratorio CERPER para el análisis correspondiente.

### **14. Variables operacionales**

#### ***14.1. Muestreo de agua***

Para ejecutar el muestreo de agua superficial se usaron diferentes equipos, los cuales se mencionan en la tabla 5.

**Tabla 5.** Equipos utilizados en el monitoreo de agua

Equipo	Marca	Modelo	Utilidad
Oxímetro	HANNA	HI9146	Medición de Oxígeno disuelto (OD).
Multiparámetro	HANNA	HI98130	Medición de pH, Conductividad Eléctrica (CE) y temperatura (T°).
Turbidímetro	HACH	2100Q	Medición de turbidez del agua.
GPS	GARMIN	GPSMAP 64	Toma de coordenadas UTM

La metodología utilizada para el muestreo de agua superficial se enmarca en el protocolo nacional aprobado por la ANA con R.J. N° 010-2016-ANA en el cual se detalla el procedimiento a realizar y criterios técnicos para el muestreo, elección de los puntos para toma de muestras, frecuencia, cantidad de muestras a tomar, la forma de preservar y conservar la muestra de agua, y posterior traslado.

El monitoreo fue realizado en 4 campañas de muestreo (meses de agosto, noviembre, febrero y diciembre), logrando cubrir la época seca y la época húmeda en la ciudad de Huancavelica.

Los resultados obtenidos se compararon con la normativa vigente para la calidad de agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) a nivel nacional y con la TULSMA de Ecuador.

#### 14.2. *Muestreo de sedimentos*

Actualmente Perú no cuenta con un protocolo aprobado para realizar muestreo de sedimentos, el procedimiento se realizó de acuerdo con la metodología indicada por Incahuanaco (2018) y Mora, et al. (2016), extrayendo las muestras con el uso de una pala previamente lavada con agua destilada, luego se colocaron en los frascos de plástico rotulados (logrando recolectar 250 g por frasco), y finalmente se almacenaron en el cooler con geles congelantes (4°C) para su conservación y posterior traslado.

El monitoreo se realizó en 4 campañas de muestreo (meses de agosto, noviembre, febrero y diciembre), logrando cubrir las épocas húmeda y seca de la ciudad de Huancavelica.

Al evaluar el estado de los sedimentos superficiales, se utilizó a manera de referencia los valores de la guía de Calidad Ambiental para Sedimentos en cuerpos de agua dulce de Canadá, los cuales se dividen en dos tipos o estándares:

- Directriz provisional de calidad de sedimentos (ISQG): Valor para el cual no se esperan efectos adversos en el ecosistema.
- Nivel de efecto probable (PEL): Valor en el que usualmente está asociado a efectos biológicos adversos.

Es decir, se pueden considerar los siguientes escenarios:

- Cantidad de Hg en los sedimentos < ISQG = Sin efectos biológicos.
- Cantidad de Hg en los sedimentos > ISQG, < PEL = Efectos biológicos ocasionales.

- Cantidad de Hg en los sedimentos > PEL = Efectos biológicos adversos.

#### **14.3. Muestreo de vegetación ribereña**

El muestreo de la vegetación ribereña se realizó de acuerdo con lo indicado por (Sánchez y González, 2007) y (Cahuana y Aduvire, 2019), se recolectaron las muestras en forma integral, considerando la raíz, tallo, hojas y flores, fueron almacenadas en bolsas de polietileno rotuladas para su identificación, se colocaron en un cooler con geles congelantes (4°C) para su conservación y posterior traslado al laboratorio para su análisis.

El monitoreo se realizó en 4 campañas de muestreo (meses de agosto, noviembre, febrero y diciembre), logrando cubrir las épocas húmeda y seca en la ciudad de Huancavelica.

#### **14.4. Muestreo de peces**

Se realizó de acuerdo con las normativas de referencia Resolución N° 122-2012 de Colombia y de la Unión Europea (2017), las muestras corresponden a trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) proveniente de piscigranja, considerando la de mayor tamaño. El acondicionamiento de la muestra se realizó siguiendo el método propuesto por MINAM (2014), utilizando bolsas de polietileno adecuadamente rotuladas para poder identificarlas y acondicionadas en un cooler con geles congelantes a 4°C para su conservación y posterior traslado al laboratorio para su análisis.

El monitoreo se realizó en 4 campañas de muestreo (meses de agosto, noviembre, febrero y diciembre), logrando cubrir las épocas húmeda y seca en la ciudad de Huancavelica.

#### 14.5. *Análisis químico*

Las muestras de agua superficial, sedimentos, vegetación ribereña y peces fueron trasladados al laboratorio CERPER en la ciudad de Lima para realizar los análisis de mercurio, cuyos informes de los resultados analíticos se muestran en los anexos.

**Tabla 6.** Análisis de mercurio para agua superficial, sedimentos, vegetación ribereña y peces

Componente	Análisis	Laboratorio	Análisis de mercurio
Agua	Hg	CERPER	SVIEWW-APHA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed. 2017.
Sedimentos	Hg	CERPER	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed. 2017.
Vegetación ribereña	Hg	CERPER	NOM-117-SSA1.1994.
Peces	Hg	CERPER	NOM-117-SSA1.1994.

#### 15. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se usó la estadística descriptiva y no paramétrica, se calculó a través de las medidas de tendencia central y prueba de Kruskal-Wallis para 3 o más variables independientes usando el programa estadístico IBM SPSS Statistics 22 para determinar si existe diferencia estadísticamente significativa con 95 % de nivel de confianza (Flores, et al., 2017 y Arostegui, 2017).

### XIII. RESULTADOS

#### 16. Registro de datos en campo

Los registros de datos en campo y fotográfico para las cuatro campañas de muestreo se adjuntan en los Anexos 02 y 03.



## 17. Parámetros fisicoquímicos en campo

### 17.1. *Temperatura*

Los valores de temperatura obtenidos en el agua del río Ichu, durante las cuatro campañas de muestreo, se muestran como promedio en la tabla 7. Los resultados demuestran fluctuaciones en los valores de temperatura durante las cuatro campañas de muestreo.

**Tabla 7.** Temperatura por campaña de muestreo

Puntos de Muestreo	Campaña 01 (°C)	campaña 02 (°C)	Campaña 03 (°C)	Campaña 04 (°C)
PM-01	25.10	26.80	24.80	25.10
PM-02	11.50	12.00	9.70	11.20
PM-03	16.80	16.80	10.90	12.00
PM-04	6.70	8.50	9.50	9.40

### 17.2. *pH*

Los resultados obtenidos para el pH durante las cuatro campañas y en cada uno de los PM se indican en la tabla 8, se expresan los valores del pH por campaña de muestreo.

**Tabla 8.** pH por campaña de muestreo

Puntos de Muestreo	Campaña 01	Campaña 02	Campaña 03	Campaña 04
PM-01	6.89	6.21	6.47	6.06
PM-02	8.20	7.80	8.22	7.05
PM-03	7.86	5.42	8.14	6.80
PM-04	8.05	7.63	8.03	7.31

### 17.3. Conductividad Eléctrica

Los resultados obtenidos para la CE durante las cuatro campañas muestreo y en cada uno de los puntos de muestreo se muestran en la tabla 9, se puede apreciar la variación entre punto de muestreo por campaña de muestreo.

**Tabla 9.** Conductividad Eléctrica por campaña de muestreo

Puntos de Muestreo	Campaña 01 ( $\mu\text{S/cm}$ )	Campaña 02 ( $\mu\text{S/cm}$ )	Campaña 03 ( $\mu\text{S/cm}$ )	Campaña 04 ( $\mu\text{S/cm}$ )
PM-01	2800	2760	2670	2306
PM-02	900	450	210	613
PM-03	1180	680	250	679
PM-04	970	380	450	431

### 17.4. Turbidez

Los resultados obtenidos para la turbidez durante las cuatro campañas de muestreo y en cada PM se muestran en la tabla 10.

**Tabla 10.** Turbidez por campaña de muestreo

Puntos de Muestreo	Campaña 01 (UNT)	Campaña 02 (UNT)	Campaña 03 (UNT)	Campaña 04 (UNT)
PM-01	21.20	0.93	2.10	4.29
PM-02	5.60	25.30	24.20	32.70
PM-03	24.10	21.50	50.90	32.60
PM-04	1.64	3.35	6.20	3.93

### 17.5. Oxígeno Disuelto

Los resultados obtenidos para el OD durante las cuatro campañas de muestreo y en cada PM se indican en la tabla 11.

**Tabla 11.** Oxígeno disuelto por campaña de muestreo

Puntos de Muestreo	Campaña 01 (mg/L)	Campaña 02 (mg/L)	Campaña 03 (mg/L)	Campaña 04 (mg/L)
PM-01	6.27	3.65	4.52	4.56
PM-02	9.24	8.56	5.55	6.40
PM-03	11.44	4.69	5.55	4.31
PM-04	10.30	8.28	4.83	5.51

## 18. Análisis químico

### 18.1. Agua

El análisis de Hg en el agua del río Ichu durante las cuatro campañas de muestreo se muestran como promedio en la tabla 12. Los resultados demuestran que las concentraciones de Hg encontradas están por debajo del ECA-agua para animales, a pesar de este criterio el Hg representa un riesgo ecotoxicológico para la vida acuática del río Ichu.

**Tabla 12.** Mercurio obtenido en agua

Puntos de Muestreo	Campaña 01 (mg/L)	Campaña 02 (mg/L)	Campaña 03 (mg/L)	Campaña 04 (mg/L)
PM-01	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
PM-02	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002

PM-03	0.0010	0.0148	0.0010	0.0006
PM-04	-	-	-	0.0005

- No se tomaron muestras porque no se consideró pertinente en el estudio previo, no se considera en el tratamiento estadístico.

### 18.2. Sedimentos

Los resultados de los análisis de Hg en los sedimentos del río Ichu durante las cuatro campañas de muestreo se muestran como promedio en la tabla 13. Los resultados demuestran que las altas concentraciones de Hg encontradas en los sedimentos pasaran al agua en función del tiempo afectando a la vida acuática por la alta toxicidad del Hg.

**Tabla 13.** Mercurio obtenido en sedimentos

Puntos de Muestreo	Campaña 01 (mg/kg)	Campaña 02 (mg/kg)	Campaña 03 (mg/kg)	Campaña 04 (mg/kg)
PM-01	-	-	-	-
PM-02	0.63	0.56	2.28	146.37
PM-03	101.46	13.23	21.13	3.04
PM-04	-	-	-	-

- No se tomaron muestras porque no se consideró pertinente en el estudio previo, no se considera en el tratamiento estadístico.

### 18.3. Vegetación ribereña

Los resultados de los análisis de Hg en la vegetación riberena del río Ichu durante las cuatro campañas de muestreo se muestran como promedio en la tabla 14. Los resultados demuestran que las concentraciones de Hg en promedio encontradas en la vegetación riberena es un riesgo por la alta toxicidad del Hg.

**Tabla 14.** Mercurio obtenido en Vegetación Ribereña

Puntos de Muestreo	Campaña 01 (mg/kg)	Campaña 02 (mg/kg)	Campaña 03 (mg/kg)	Campaña 04 (mg/kg)
PM-01	-	-	-	-
PM-02	0.02	0.06	0.02	0.06
PM-03	0.21	0.53	0.04	0.10
PM-04	-	-	-	-

- No se tomaron muestras porque no se consideró pertinente en el estudio previo.

#### 18.4. Peces

Los resultados de los análisis de Hg en peces durante las cuatro campañas de muestreo se mencionan como promedio en la tabla 15. Los resultados demuestran pequeñas variaciones en el contenido de Hg durante las cuatro campañas de muestreo.

**Tabla 15.** Mercurio obtenido en peces

Puntos de Muestreo	Campaña 01 (mg/kg)	Campaña 02 (mg/kg)	Campaña 03 (mg/kg)	Campaña 04 (mg/kg)
PM-04	0.03	0.02	0.02	<0.01

## XIV. DISCUSIÓN

Los ecosistemas acuáticos tienen resistencia al cambios de sus propiedades fisicoquímicas cuyo grado de resiliencia tiende a llevar al ecosistema acuático a un equilibrio dinámico; sin embargo, cuando se ven alterados excediendo los estándares de calidad ambiental o límites que sobrepasan su capacidad de amortiguamiento, siendo difícil regresar a su estado inicial para brindar un hábitat ambientalmente sostenible para flora y fauna, se transforman en fuentes de contaminación de alto riesgo para los seres vivos (Sánchez, et al., 2007).

## **19. Determinación de la biodisponibilidad de mercurio en el agua del río**

### **Ichu.**

#### *19.1. Influencia de la Temperatura en el ecosistema del río Ichu.*

Los valores promedio de temperatura obtenidos en el agua del río Ichu, durante las cuatro campañas de muestreo, se aprecian en la tabla 7, donde se observan fluctuaciones en los valores de temperatura entre los puntos de muestreo, similar comportamiento presenta los resultados obtenidos en su investigación Saéz (2019). Esta tendencia se encuentra influenciada por la vegetación emergente, la cual genera un microclima que influye en el descenso de la temperatura, adicional a ello, la presión de la corriente de aire con temperatura moderada que interactúa con la capa superficial del espejo de agua de la corriente del río, produce movimientos e intercambios de energía; y finalmente, también puede deberse a la variación de temperatura existente en el momento de realizar la toma de muestra, debido a que la estacionalidad y las horas del día han sido distintas (Sánchez, et. al., 2007; Daza y Patiño, 2016; Cruz, et. al., 2020).

El promedio de la temperatura durante las cuatro campañas de muestreo ha sido 14.80°C, en la primera 15.03°C, en la segunda 16.03°C, en la tercera 13.63°C y en la cuarta 14.43°C, respectivamente. Los aspectos mencionados no consideran los ingresos directos de flujos de agua con características térmicas diferentes al agua natural del río, a partir de fuentes industriales, urbanas y/o comerciales.

El análisis de las medidas de tendencia central para la temperatura se encuentra en el Anexo 08.

### 19.2. *Influencia del pH en el ecosistema del río Ichu.*

Los resultados promedio obtenidos para el pH, durante las cuatro campañas de muestreo en cada uno de los puntos de muestreo, se indican en la tabla 8, expresados como promedio el pH por campaña de muestreo se ha obtenido para la primera 7.75, la segunda 6.76, la tercera 7.72 y la cuarta 6.81, respectivamente. Valores que están dentro del rango establecido en el ECA-agua (D.S. 004-2017-MINAM) y caracterizados por tener una tendencia al rango básico (Sáez, 2019). Comparando los resultados obtenidos por Dávila y Zúñiga (2018) observamos que en la zona evaluada el pH del río Ichu también presenta una tendencia al rango básico. La OEFA (2016) considera que en las zonas cercanas al río Ichu hay presencia de roca caliza la que por efecto de la erosión libera bicarbonato a valores de pH comprendidos entre 4.5 y 8.3. Tales valores de pH coinciden con la mayoría de los valores encontrados en las cuatro campañas de muestreo en cada uno de los puntos de muestreo evaluados.

El análisis de las medidas de tendencia central para el pH se encuentra en el Anexo 08.

### 19.3. *Influencia de la CE en el ecosistema del río Ichu.*

Los resultados promedio obtenidos para la CE, durante las cuatro campañas de muestreo en cada uno de los puntos de muestreo, se indican en la tabla 9. Los valores promedio de CE por campaña de muestreo son, la primera 1462.50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la segunda 1067.50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la tercera 895.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y la cuarta 757.25  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente.

Todos los valores mencionados de CE están dentro del rango establecido por el ECA para dar de beber a animales. Los valores altos en la CE en el agua del río Ichu se deben a la influencia del tipo de suelo que discurre el agua, tipo de iones provenientes de las sales presentes en el suelo, tiempo de disolución, temperatura, gases disueltos, pH y degradación de materia orgánica (Yong, 2015), mientras que los valores bajos de la CE se presentan en época lluviosa debido a la dilución de las concentraciones iónicas (Gamarra, et. al. 2018).

El análisis de las medidas de tendencia central para la CE se encuentra en el Anexo 08.

#### *19.4. Influencia de la turbidez en el ecosistema del río Ichu.*

Los resultados promedio obtenidos para la turbidez, durante las cuatro campañas de muestreo en cada uno de los PM, se indican en la tabla 10. Los valores promedio de turbidez por campaña de muestreo son, la primera 13.14 UNT, la segunda 12.77 UNT, la tercera 20.85 UNT y la cuarta 18.38 UNT. Todos los resultados promedio de turbidez se encuentran dentro del valor establecido en el ECA.

Los valores de turbidez obtenidos en el río Ichu, se presenta por efecto de las partículas en suspensión por remoción del suelo, algas, materia orgánica proveniente de vertimientos industriales, comerciales y urbanos, afectando la visibilidad y el equilibrio dinámico de flora y fauna en el ecosistema acuático, al reducir el ingreso de la luz disminuyendo la producción primaria de los organismos



fotosintéticos, la disponibilidad de oxígeno y condiciones de alimentación disponible (Sánchez et al., 2007; Gualdrón, 2016). Betanzos (2020) mencionó en su artículo que, si se obtiene un resultado de turbidez alta, puede actuar en sinergia de manera negativa con el factor de contaminación antrópica, disminuyendo la sobrevivencia de los organismos en el ecosistema acuático.

El análisis de las medidas de tendencia central para la turbidez se encuentra en el Anexo 08.

#### *19.5. Influencia del OD en el ecosistema del río Ichu.*

Los resultados promedio obtenidos para el OD durante las cuatro campañas de muestreo en cada uno de los PM, se indican en la tabla 11. Los valores promedio de OD por campaña de muestreo son, la primera 9.31 mg/L, la segunda 6.30 mg/L, la tercera 5.12 mg/L y la cuarta 5.20 mg/L, respectivamente. Todos los resultados promedio de OD se encontraron dentro del valor establecido en el ECA.

Los valores promedio de OD obtenidos en el río Ichu, para las campañas de muestreo 1 y 2, son superiores a 5.5 mg/L, demostrando que a estas condiciones es adecuado para conservar el hábitat de los organismos acuáticos (Dávila y Zúñiga, 2018). La disminución del valor promedio de OD en las campañas de muestreo 3 y 4, menor a 5.5 mg/L, indica que en el ecosistema acuático hay deficiencia de OD y el río está pasando por una fase de contaminación con carga orgánica (Gualdrón, 2016). Según mencionan Díaz et al. (2020) en su

investigación, la disminución paulatina del OD y pH son indicativos de impactos en el ecosistema por desarrollo de actividades antrópicas.

El análisis de las medidas de tendencia central para el OD se encuentra en el Anexo 08.

### ***19.6. Influencia del mercurio en el agua del río Ichu***

Los resultados en promedio obtenidos para el Hg durante las cuatro campañas de muestreo en cada uno de PM se indican en la tabla 12. Para los PM-01 y PM-02 fue  $< 0.0002$  mg/L durante la primera, segunda, tercera y cuarta campaña de muestreo. Dichos resultados están por debajo del valor establecido en las normas correspondientes a ECA-agua y TULSMA-Ecuador.

Para el PM-03 en la segunda campaña de muestreo el resultado en promedio obtenido para el Hg fue 0.0148 mg/L, dicho valor es mayor al estándar considerado en las normas mencionadas y su concentración es 74 veces superior a los valores encontrados en los puntos de muestreo 1 y 2 durante las cuatro campañas e muestreo.

El Hg está ingresando al ecosistema acuático del río Ichu en la zona evaluada de la ciudad de Huancavelica, a partir de diferentes fuentes difusas: pasivos mineros provenientes de la mina de Hg Santa Bárbara, productos químicos, minería, agricultura, pesticidas, amalgama dental, residuos sólidos, aguas residuales domésticas, comerciales e industriales; los efluentes del alcantarillado mencionados algunas veces presentan hasta diez veces mayor concentración de Hg que el nivel de Hg que se encuentra en las aguas naturales típicas (García, 2013). Todas

estas fuentes antropogénicas influyen en la contaminación de Hg, originando un impacto sinérgico en el agua del río Ichu (Sánchez et al., 2007).

El mercurio elemental ( $\text{Hg}^0$ ) proveniente de los pasivos mineros de la mina de Hg Santa Bárbara es la forma principal en la que encuentra este elemento en la atmósfera de la ciudad de Huancavelica, es volátil y se oxida fotoquímicamente a ion  $\text{Hg}^{2+}$ . Como ion  $\text{Hg}^{2+}$  se adsorbe fácilmente a diverso material particulado en un ecosistema acuático, a partir del cual puede ser metabolizado por los microorganismos. La principal reacción microbiana que se ha observado es la metilación, con producción de metilmercurio ( $\text{CH}_3\text{Hg}^{1+}$ ) (García, 2013). “Este compuesto es soluble y puede concentrarse en la cadena alimentaria acuática, principalmente en peces o puede ser metilado de nuevo por microorganismos para producir un compuesto volátil llamado dimetilmercurio ( $\text{CH}_3\text{-Hg-CH}_3$ ) (Sánchez, et al., 2007, pp. 119-132). Tanto el ME-Hg como el  $\text{CH}_3\text{-Hg-CH}_3$  lipofílicos y se va acumulando en la fauna acuática, especialmente en el tejido muscular. El ME-Hg es unas 100 veces más tóxico que el  $\text{Hg}^0$  o el  $\text{Hg}^{2+}$  y puede concentrarse más de un millón de veces en los peces, en los cuales actúa como un neurotóxico que puede llegar a causar la muerte (Marín, et. al., 2016), afectando severamente a la cadena trófica por su alto nivel de toxicidad (Peluso, et al., 2012).

El análisis de las medidas de tendencia central para la presencia de Hg en el agua se encuentra en el Anexo 09.

Por otro lado, se realizó la prueba No Paramétrica, dando como resultado:

$H_0$ : La concentración de mercurio en el agua no afecta significativamente en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

$H_a$ : La concentración de mercurio en el agua afecta significativamente en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

**Sig. > 0.05 = Conserva la hipótesis nula.**

**Sig. < 0.05= Rechaza hipótesis nula.**

- Resultado de la prueba no paramétrica es Sig.=0.996, con lo cual se acepta la hipótesis nula.
- Con un nivel de significancia mayor a 0.05 se puede afirmar que los PM no difieren significativamente las concentraciones de mercurio en el agua del río Ichu y no influyen en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

## **20. Determinación del mercurio en los sedimentos del río Ichu**

Los resultados en promedio obtenidos para el Hg durante las cuatro campañas de muestreo en cada uno de los PM se indican en la tabla 13. Para los PM-02 y PM-03 el promedio de la concentración de Hg por campaña de muestreo fue, para la primera 51.05 mg/kg, la segunda 6.90 mg/kg, la tercera 11.71 mg/kg y la cuarta 74.71 mg/kg, respectivamente. Los resultados obtenidos son mayores que los valores estándar establecido en la norma canadiense para ISQG (0.17 mg/kg) y PEL (0.49 mg/kg). La variabilidad de resultados obtenidos en los PM (2 y 3) correspondientes a las cuatro campaña de muestreo, demuestran que la contaminación de Hg en los sedimentos del río

Ichu en la zona urbana de la ciudad de Huancavelica considerando el menor valor promedio 6.90 mg/kg (PM 2 y 3 correspondiente a la segunda campaña) es 40.6 veces mayor que el estándar ISQG y 14.1 veces mayor que el estándar PEL, mientras que el mayor valor promedio 74.71 mg/kg (PM 2 y 3 correspondiente a la cuarta campaña) es 439.5 veces mayor que el estándar ISQG y 152.5 veces mayor que el estándar PEL. Esta misma tendencia a la concentración de Hg en los sedimentos del río Ichu de la zona urbana en la ciudad de Huancavelica se determinó en la evaluación realizada por la OEFA (2016).

Los sedimentos del río Ichu en la zona urbana de la ciudad de Huancavelica están actuando como un reservorio en la contaminación de Hg, predominado el efecto de la afinidad de las especies químicas de Hg inorgánico por la fracción orgánica de los sedimentos (Cogua, Campos y Duque, 2012) compuestos que influyen en la producción y bioacumulación de metilmercurio (Marín, et. al., 2016) afectando a los peces en su crecimiento poblacional y también la cadena trófica (Peluso, et. al., 2012). Las concentraciones de Hg en los sedimentos son mayores que los resultados encontrados en el agua del río Ichu, el Hg al ser un metal pesado (densidad 13.559 g/mL a 15°C) tiende a depositarse en los sedimentos perdurando en el tiempo (García, 2013).

El análisis de las medidas de tendencia central para la presencia de Hg en los sedimentos se encuentra en el Anexo 09.

Adicional a ello, a continuación, se detalla los resultados de la prueba No Paramétrica.

H<sub>0</sub>: La concentración de mercurio en los sedimentos no afecta significativamente en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

H<sub>a</sub>: La concentración de mercurio en los sedimentos afecta significativamente en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

**Sig. > 0.05 = Conserva la hipótesis nula.**

**Sig. < 0.05= Rechaza hipótesis nula.**

- Resultado de la prueba no paramétrica es Sig.=0.004, con lo cual se rechaza la hipótesis nula.
- Con un nivel de significancia menor al 0.05 se puede afirmar que los PM difieren significativamente las concentraciones de mercurio en los sedimentos del río Ichu influyendo en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

## **21. Determinación del mercurio en la vegetación ribereña del río Ichu**

Los resultados en promedio obtenidos para el Hg durante las cuatro campañas de muestreo en cada uno de los PM se indican en la tabla 14. Para los PM-02 y PM-03 el promedio de la concentración de Hg por campaña de muestreo fue, para la primera 0.115 mg/kg, la segunda 0.295 mg/kg, la tercera 0.03 mg/kg y la cuarta 0.08 mg/kg, respectivamente. Los valores promedio indicados de los PM 2 y 3 correspondiente a la primera y segunda campaña de muestreo son mayores en 1.2 y 3.0 veces respectivamente, al valor de la norma española 0.10 mg/kg (Real Decreto 465/2003). Mientras que para los valores promedio indicados de los PM 2 y 3 correspondiente a la primera, segunda, tercera y cuarta campaña de muestro están por debajo del valor de la norma AAFCO (10 mg/kg).

La vegetación ribereña en el río Ichu correspondiente a la zona urbana en la ciudad de Huancavelica de acuerdo con los resultados obtenidos y al correlacionar con las investigaciones de Arostegui (2017) y Cahuana – Aduvire (2019) se considera que la vegetación ribereña en función del tiempo presenta bioacumulación de Hg en su tejido vegetal; factor dependiente de la interacción suelo–planta, agua–planta y el proceso fisiológico que la misma planta desarrolla para estabilizar el normal desarrollo de la clorofila, proteínas, metabolismo y generando mayor permeabilidad en los tejidos, cumpliendo de esta manera con un proceso de fitorremediación beneficios para el ecosistema acuático. Adicional a ello, Velásquez (2020) indica que el dragado y la actividad minera puede generar la destrucción de la vegetación ribereña, logrando generar aumentos de temperatura y disminución del oxígeno disuelto en los ecosistemas acuáticos.

El análisis de las medidas de tendencia central para la presencia de Hg en la vegetación ribereña se encuentra en el Anexo 09.

Por otro lado, se detalla el resultado de la prueba No Paramétrica:

H<sub>0</sub>: La concentración de mercurio en la vegetación ribereña no afecta significativamente en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

H<sub>a</sub>: La concentración de mercurio en la vegetación ribereña afecta significativamente en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

**Sig. > 0.05 = Conserva la hipótesis nula.**

**Sig. < 0.05= Rechaza hipótesis nula.**

- Resultado de la prueba no paramétrica es Sig.=0.083, con lo cual se acepta la hipótesis nula.
- Con un nivel de significancia superior a 0.05 se puede afirmar que los PM no difieren significativamente las concentraciones de mercurio en vegetación ribereña del río Ichu y no influyen en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

## **22. Determinación del mercurio en los peces del río Ichu**

Los resultados en promedio obtenidos para el Hg en peces, trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), considerando el PM-04 y para cada una de las campañas de muestreo se indican en la tabla 15. Expresado dichos resultados correspondientes a las cuatro campañas de muestreo como promedio para el PM-04 fue de 0.02 mg/kg, encontrándose dicho valor por debajo del estándar de las normas: Resolución Numero 000122-Colombia y EU-2017/852-Regulation Unión Europea. La concentración de Hg (0.02 mg/kg) en los peces es 40 veces mayor al valor de la concentración de Hg encontrado en el agua. El Hg no cumple ninguna función biológica en el organismo de los seres vivos, es un metal tóxico en cualquiera de sus formas químicas. Vergara y Rodríguez (2015) consideran que el  $\text{CH}_3\text{Hg}^{1+}$  al estar disponible en el agua, ingresa a las membranas biológicas fácilmente, incorporándose precozmente a la cadena alimenticia en el ecosistema acuático, esta característica se repotencia con su capacidad de ser soluble en aceites y grasas, y su afinidad por los grupos sulfhidrilo en la proteína, llegando a ser una especie muy tóxica para todos los organismos vivos.

La U.S. EPA (2001) considera que el Hg en los peces se encuentra en mayor concentración como  $\text{CH}_3\text{Hg}^{1+}$  llegando a representar más del 90 % del Hg



total, estas condiciones en los peces favorecen a la bioacumulación del Hg a lo largo de su vida, pudiendo desencadenar en una biomagnificación del metal. Como medio preventivo la U.S. EPA y la FDA advierten que los consumidores deben continuar considerando pescado en su dieta con niveles de  $\text{CH}_3\text{Hg}^{1+}$  “menor” (0.017 mg/kg) y “moderado” (0.08 – 0.1) mg/kg, restringiendo el consumo de nivel “alto” (0.29 – 0.5) mg/kg y evitando el consumo de especies con nivel “muy alto” (0.998 – 5) mg/kg.

Panduro et al. (2020) mencionan que al revisar los riesgos del Hg y  $\text{CH}_3\text{Hg}^{1+}$  en la salud humana por consumo de animales marinos contaminados con Hg, genera consecuencias negativas de carácter neurotóxicas, inmunotóxicas, teratogénicas y afecciones en el sistema reproductor, pasando los niños al grupo poblacional más sensible.

El análisis de las medidas de tendencia central para la presencia de Hg en los peces se encuentra en el Anexo 09.

Líneas abajo, se detallan los resultados de la prueba No Paramétrica.

$H_0$ : La concentración de mercurio en los peces no afecta significativamente en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

$H_a$ : La concentración de mercurio en los peces afecta significativamente en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

**Sig. > 0.05 = Conserva la hipótesis nula.**

**Sig. < 0.05= Rechaza hipótesis nula.**

Con un nivel de significancia menor a 0.05 no es posible afirmar que los PM no difieren significativamente en la bioacumulación de mercurio en los peces

evaluados y no presenta influencia en la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu.

En concordancia con los resultados se podría afirmar que la concentración de mercurio en peces no genera un impacto en el ecosistema acuático del río Ichu.

## **XV. CONCLUSIÓN**

- Se evaluó la biodisponibilidad de mercurio en el ecosistema del río Ichu afectado por contaminación difusa, llegando a la conclusión que se ve afectado de manera significativa en los sedimentos para las cuatro campañas de muestreo, generando efectos biológicos adversos en el ecosistema del río. Por otro lado, se evidenció que el río Ichu es contaminado principalmente por fuente antrópica, debido a la actividad minera en zonas aledañas (además, por efecto del transporte de Hg según su ciclo biogeoquímico desde los pasivos mineros en zonas colindantes al río Ichu), inadecuada disposición de residuos sólidos, inadecuado tratamiento de aguas residuales domésticas, presencia de detergentes producto del lavado de diferentes enseres y prendas de vestir en el río.
- El pH del agua en el río Ichu correspondiente a la zona urbana en la ciudad de Huancavelica está comprendido entre moderadamente ácido 6.77 (segunda campaña de muestreo) y 6.81 (cuarta campaña de muestreo) y moderadamente básico (7.72 tercera campaña de muestreo) y 7.75 primera campaña de muestreo). Dicho intervalo de pH es favorable para disminuir la concentración de metales pesados en el ecosistema acuático.
- La conductividad eléctrica en el agua del río Ichu correspondiente a la zona urbana en la ciudad de Huancavelica como valor promedio por campaña de

muestreo es 1462.50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (primera campaña de muestreo), 1067.50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (segunda campaña de muestreo), 895.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (tercera campaña de muestreo) y 757.25  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (cuarta campaña de muestreo), dichos valores son menores que el rango establecido por el ECA y están influenciados por el pH del agua, tipo de suelo con alta presencia de carbonatos y temperatura moderada.

- El valor promedio de la concentración de Hg del agua del río Ichu correspondiente a las cuatro campañas de muestro para los puntos: PM-02 ubicado al ingreso de la ciudad es menor a 0.0002 mg/L y PM-03 ubicado a la salida de la ciudad es 0.00435 mg/L cuya concentración es 21.8 veces mayor que la concentración de Hg en el agua que ingresa a la ciudad de Huancavelica. El incremento de la concentración de Hg en el agua del río Ichu, está influenciada por el factor antrópico (pasivos mineros, actividad industrial, comercial y urbana) en la ciudad de Huancavelica.
- Los resultados en promedio obtenidos para el Hg en peces, trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), considerando las cuatro campañas de muestreo para el PM-04 fue de 0.02 mg/kg, encontrándose dicho valor por debajo del estándar de las normas correspondientes. Dicha concentración de Hg (0.02 mg/kg) en los peces es 40 veces mayor al valor de la concentración de Hg encontrado en el agua, siendo el consumo de la trucha aceptable por encontrarse el nivel de metilmercurio en el rango “menor” (0.017 mg/kg).

## **XVI. RECOMENDACIONES**

- Monitorear y evaluar la disponibilidad de Hg en  $\text{H}_2\text{O}$ , sedimentos y biota del río Ichu, para elaborar mapas con cantidades de Hg y poder plantear medidas correctivas eficientes, con la finalidad de remediar y mitigar la contaminación del ecosistema.

- Desarrollar un programa integrado para evaluar la variabilidad espacial y la tendencia de los metales pesados en diferentes matrices para promover una visión a futuro sobre el estado del ecosistema del río Ichu e incidir de manera directa sobre la calidad y la localización de los puntos de riesgo para identificar y controlar las afluencias para que las entidades responsables puedan mitigar la contaminación difusa del ecosistema acuático.
- Realizar un análisis completo de especiación para proporcionar información de los parámetros fisicoquímicos respecto a la biodisponibilidad en función del cambio climático con alto impacto en el ecosistema acuático del río Ichu.
- Respecto a los valores reducidos de Hg no deben ser subestimados por tratarse de pequeñas cantidades, dichos valores en función del tiempo son peligrosas por el potencial de bioacumulación y biomagnificación del Hg.

## **XVII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [EU] European Union. 2017. Regulation (EU) 2017/852 of the European Parliament and of the Council of 17 May 2017 on mercury and repealing Regulation (EC) No 1102/2008. Official J European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:-32017R0852&rid=2>
- AAFCO. (1996) ‘Association of American Feed Control Officials’, Official Publication. pp. 230.
- Alegría, A., Barberá, R., Lagarda, J. y Farré, R. (2012). Biodisponibilidad de sustancias tóxicas en alimentos. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Amabilis-Sosa, L., Siebe, C., Moeller-Chávez, G. y Durán-Domínguez, M. (2016). Remoción de mercurio por *Phragmites australis* empleada como barrera biológica en humedales artificiales inoculadas con cepas tolerantes a metales pesados. *Revista internacional*

de contaminación ambiental, 32(1), 47-53.

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-49992016000100047](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992016000100047)

Argota.Pérez, G. y Iannacone, J. (2014). Metodología informatizada gecotox para la predicción de riesgo ecotoxicológico por exposición a efectos contaminantes en efluentes ambientales y ecosistemas acuáticos. *The biologist (Lima)*, 12(2), 193-205. <http://dx.doi.org/10.24039/rtb2014122348>

Arnau, J. y Bono, R. (2008). Estudios longitudinales. Modelos de diseño y análisis. *Escritos de psicología*, 2(1), 32-41. <https://www.redalyc.org/pdf/2710/271020194005.pdf>

Arostegui, V. (2017). *Determinación de los niveles de concentración de mercurio en suelos y plátano Musa cultivar aab, sub grupo Plantain, en Sarayacu, Punkiri chico e Iberia – Madre de Dios*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. <http://repositorio.unamad.edu.pe/handle/UNAMAD/248>

Ávila, P., Zarazúa, G., Barceló, I., Rosas, I., Díaz, C. y Bussy, A. (2002). *Distribución de mercurio en agua y sedimento de una presa mexicana* [Archivo PDF]. [https://www.researchgate.net/publication/242196754\\_DISTRIBUCION\\_DE\\_MERCURIO\\_EN\\_AGUA\\_Y\\_SEDIMENTO\\_DE\\_UNA\\_PRESA\\_MEXICANA](https://www.researchgate.net/publication/242196754_DISTRIBUCION_DE_MERCURIO_EN_AGUA_Y_SEDIMENTO_DE_UNA_PRESA_MEXICANA)

Badilla, C. (2018). *Evaluación del grado de contaminación con mercurio (Hg) en laguna la Señoraza: Agua, sedimentos y biota* [Tesis de licenciatura, Universidad de Concepción]. [repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/3403/6/Tesis Evaluación del grado de contaminación con mercurio %28Hg%29 en laguna La Señoraza.Image.Marked.pdf](repositorio.udec.cl/jspui/bitstream/11594/3403/6/Tesis%20Evaluaci%20n%20del%20grado%20de%20contaminaci%20n%20con%20mercurio%20%28Hg%29%20en%20laguna%20La%20Se%C3%B1oraza.Image.Marked.pdf)

- Betanzos, A., Arencibia, G., Latisnete, H. y Mazón, J. (2020). Influencia de factores ambientales y antrópicos en la población de ostión *Crassostrea virginica* (Bivalvia: Ostreidae), en río Cauto, Cuba. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 91 (1), 1-10. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v91/2007-8706-rmbiodiv-91-e912843.pdf>  
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2020.91.2843>
- Bojorge-García, M. y Cantoral, E. (2016). La importancia ecológica de las algas en los ríos. *Hidrobiológica*, 26(1), 1-8. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0188-88972016000100002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-88972016000100002&lng=es&nrm=iso)
- Brousett, M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, L. y Lujano, E. (2018). Evaluación Físico-Química y Microbiológica de agua para consume humano Puno – Perú. *Fides Et Ratio*, 15(1), 47-68. [http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v15n15/v15n15\\_a05.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rfer/v15n15/v15n15_a05.pdf)
- Caho, C. y López, E. (2017). Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guarmaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. *Producción + limpia*, 12(2), 35-49. DOI: 10.22507/pml.v12n2a3
- Cahuana, L. y Aduvire, O. (2019). Bioacumulación de metales pesados en tejidos de vegetación acuática y terrestre evaluados en áreas donde existen pasivos ambientales mineros en el Perú. *Revista de medio ambiente minero y minería*, 4(2), 19-36. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2519-53522019000200002&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2519-53522019000200002&script=sci_abstract)
- Canadian Council of Ministers of the Environment. 2001. Canadian soil quality guidelines for the protection of environmental and human health: Summary tables. Updated. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

- Castañeda, R., Gutiérrez, H., Carrillo, É. y Sotelo, A. (2017). Leguminosas (Fabaceae) silvestres de uso medicinal del distrito de Lircay, provincia de Angares (Huancavelica, Perú). *Boletín latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas*, 16(2), 136-149. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85649864006>
- Cogua, P., Campos, N. y Duque, G. (2012). Concentración de mercurio total y metilmercurio en sedimento y seston de la bahía de Cartagena, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 41(2), 267-285. <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v41n2/v41n2a02.pdf>
- Colón, P., López, I. y Rivera, M. (2020). Estimación del riesgo ecológico y a la salud humana del mercurio en una zona de manglar del estuario La Puntulla, provincial de El Oro, sur del Ecuador. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 49(1), 81-100. [http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v49n1/es\\_0122-9761-mar-49-01-81.pdf/1025268/bimc.invemar.2020.49.1.775](http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v49n1/es_0122-9761-mar-49-01-81.pdf/1025268/bimc.invemar.2020.49.1.775)
- Cruz, O., Ilizaliturri, C., Mejía, J., Espinosa, G., Alfaro, M. y González, D. (2020). Evaluación preliminar de biomarcadores enzimáticos en caracoles de agua dulce (*Pachychilus sp.*) del humedal “Ciénaga de Tamasopo”, México. *Acta biológica colombiana*, 25(2), 255-264. <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n2.75095>
- Cuello, S. (2017). *Bioacumulación, toxicidad e interacción de metilmercurio y especies de selenio* [Tesis doctoral, Universidad complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/42588/1/T38771.pdf>
- D.S. N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. 07 de junio de 2017.

- Dávila Vargas, J. y Zúñiga Espinoza, F. (2018). *Determinación de fosfatos y nitratos en el río Ichu parte urbana del distrito de Huancavelica*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2182>
- Daza, M. y Patiño, D. (2016). *Bioindicación de la calidad del agua del río Subachoque mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos como una integración espacial y temporal* [Tesis de licenciatura, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. [PatiñoDerlyDazaMaría2016.pdf;sequence=1](http://repositorio.udistrital.edu.co/handle/document/1218) (udistrital.edu.co)
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DAES). (24 de noviembre de 2014). Decenio Internacional para la Acción "El agua fuente de vida" 2005-2015. Escasez de agua | Decenio Internacional para la Acción "El agua, fuente de vida" 2005-2015 (un.org)
- Díaz, L., Espinosa, A., Molina, G. (2020). Salud ambiental del río Ranchería a través de macroinvertebrados acuáticos en el área de influencia del complejo carbonífero El Cerrejón. *Tecnura*, 24(65), 49-63. DOI: <https://doi.org/10.14483/22487638.15773>
- Díaz, S., Mayari, R., Espinosa, M. y Hernández, R. (2005). Metodología para el muestreo y manipulación de muestras de Aguas y Aguas Residuales en un labmovil. *Revista CENIC. Ciencias Químicas*, 36(especial). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181620511007>
- Duque, G y Cogua, P. (2016). Mercurio en peces de la bahía de Buenaventura. *Ingenium*, 10(29), 11-17. <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/794>
- Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química viva*, 11(3), 147-170. [https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002)



- Flores, E., Miranda, M. y Villasís, M. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir una prueba estadística adecuada. *Estadística inferencial. Rev. Alerg. Mex.*, 64(3), 364-370. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ram/v64n3/2448-9190-ram-64-03-0364.pdf>
- Galván, L. y Gutiérrez, J. (2018). Los mapas conceptuales como instrumento de evaluación: Una experiencia de educación ambiental centrada en el estudio de ecosistemas acuáticos. *Actualidades investigativas en educación*, 18(1), 1-35. <https://doi.org/10.15517/aie.v18i1.31840>
- Gamarra, O., Barrena, M., Barboza, E., Rascón, J. y Corroto, F. (2018). Fuentes de contaminación estacionales en la cuenca del río Utcubamba, región Amazonas, Perú. *Arnaldoa*, 25(1), 179-194. <http://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25111>
- García, A. (2013). Evaluación de la contaminación por vertimiento de mercurio en la zona minera, Pacarní. San Luis departamento del Huila. *Revista de tecnología*, 12(1), 91-98. [https://www.researchgate.net/publication/294724684\\_Evaluacion\\_de\\_la\\_contaminacion\\_por\\_vertimiento\\_de\\_mercurio\\_en\\_la\\_zona\\_minera\\_Pacarni\\_-\\_San\\_Luis\\_departamento\\_del\\_Huila](https://www.researchgate.net/publication/294724684_Evaluacion_de_la_contaminacion_por_vertimiento_de_mercurio_en_la_zona_minera_Pacarni_-_San_Luis_departamento_del_Huila)
- Gea-Izquierdo, E. (2015). *Salud ambiental*. Quito, Ecuador: Universidad Pontificia Católica de Ecuador.
- González, M., Bodas, A., Guillén, J., Rubio, M., Ordóñez, J., Trasobares, E., Martell, N., Martínez, J., Farré, R., Herráiz, M., Martínez, T., Calvo, E., Sáinz, M., Bretón, I., Prieto, S., Llorente, T., Martínez, J., Salas, J., Bermejo, P.... Calle, A. (2014). Exposición al metilmercurio en la población general; toxicocinética; diferencias según el sexo, factores nutricionales y genéticos. *Nutrición Hospitalaria*, 30(5), 968-988. [10.3305/nh.2014.30.5.7727](https://doi.org/10.3305/nh.2014.30.5.7727)

- Grijalbo, L. (2016). Elaboración de inventarios de focos contaminantes, UF1941. La Rioja, España: Editorial Tutor Formación.
- Gualdrón, L. (2016). Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos. *Revista dinámica ambiental*, 1(1), 86-102. 10.18041/2590-6704/ambiental.1.2016.4593
- Gutiérrez-Fonseca, P. y Ramírez, A. (2016). Evaluación de la calidad ecológica de los ríos en Puerto Rico: principales amenazas y herramientas de evaluación. *Hidrobiológica*, 26(3), 433-441. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972016000300433](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972016000300433)
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández-Quiroz, M., Ruiz-Meza, D., Rojo-Callejas, F. y Ponce, C. (2019). Determinación de la distribución de contaminantes emergentes en agua intersticial en sedimentos de humedal mediante la optimización y validación de un método analítico. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(2), 407-419. <http://dx.doi.org/10.20937/RICA.2019.35.02.12>
- Incahuanaco Quispe, V. (2018). *Identificación de puntos críticos por contaminación por metales tóxicos (Cadmio, Mercurio, Plomo y Arsénico) mediante análisis de sedimentos superficiales de la subcuenca del Río Crucero, Cuenca Azángaro – Puno, 2018*. [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1806>

Jaramillo, F., Rincón, A. y Rico, R. (2009). Toxicología ambiental. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes

Kehrig, H., Baptista, G., Di Benedetto, A., Almeida, M., Rezende, C., Siciliano, S., Moura, J. y Moreira, I. (2017). Biomagnificación de mercurio en la cadena trófica del Delfín Moteado de atlántico (*Stenella frontalis*), usando el isótopo estable de nitrógeno como marcador ecológico. *Revista de biología marina y oceanografía*, 52(2), 233-244. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-19572017000200004>

Lacerot, G., Lozoya, J. y Teixeira, F. (2020). Plásticos en ecosistemas acuáticos: presencia, transporte y efectos. *Ecosistemas revista científica de ecología y medio ambiente*, 29(3), 1-3. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2122>

León Pérez, D. y Peñuela Mesa, G. (2011). Trascendencia del metilmercurio en el ambiente, la alimentación y la salud humana. *Producción + limpia*, 6(2), 108-116. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1909-04552011000200010&lng=es&nrm=iso#:~:text=Este%20compuesto%20es%20altamente%20t%C3%B3xico,y%20otros%20tipos%20de%20alimentos.](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-04552011000200010&lng=es&nrm=iso#:~:text=Este%20compuesto%20es%20altamente%20t%C3%B3xico,y%20otros%20tipos%20de%20alimentos.)

Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, reformado mediante Acuerdo Ministerial No. 061. Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua (TULSMA) (2015). 04 de noviembre de 2015. No. 097-A.

Llerena Ancora, T. y Mendiola Ramos, S. (2019). *Concentración de metales en productos hidrobiológicos de mayor consumo en la población escolar de las instituciones educativas de Mollendo, Arequipa*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9116>

- Llerena, T. y Mendiola, S. (2019). *Concentración de mercurio en productos hidrobiológicos de mayor consumo en la población escolar de las instituciones educativas de Mollendo, Arequipa*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9116>
- López, M. y Martínez, M. (2018). *El mercurio, sus fuentes de emisión, usos e impactos*. Madrid, España: Editorial CSIC.
- López, P. L. (2004). Población, muestra y muestreo. *Punto cero*, 9(8), 69-74. <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>
- Loza, A. y Ccancapa, Y. (2020). Mercurio en un arroyo altoandino con alto impacto por minería aurífera artesanal (La Rinconada, Puno, Perú). *Revista internacional contaminación ambiental*, 36(1), 33-44. <http://dx.doi.org/10.20937/RICA.2020.36.53317>
- Madera, L., Angulo, L., Díaz, L. y Rojano, R. (2016). Evaluación de la calidad del agua en algunos puntos afluentes del río Cesar (Colombia) utilizando Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de contaminación. *Información tecnológica*, 27(4), 103-110. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642016000400011>
- Madigan, R., Martinko, J., Parker, J. (2000). *Biología de los Microorganismos de Brock*. Octava edición revisada – 3ª reimpresión. Prentice Hall, Inc. España.
- Manahan, S. (2006). *Contaminación de agua en: Introducción a la química ambiental*. México D.F.: Editorial Reverté S.A. Recuperado de: [https://www.reverte.com/libro/introduccion-a-la-quimica-ambiental\\_82109/](https://www.reverte.com/libro/introduccion-a-la-quimica-ambiental_82109/)
- Marín, A., González, V., Lapo, B., Molina, E. y Lemus, M. (2016). Niveles de mercurio en sedimentos de la zona costera de El Oro, Ecuador. *Gayana*, 80(2), 147-153.

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-65382016000200147](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-65382016000200147)

Marrugo, J., Lans, E. y Benítez, L. (2007). Hallazgo de mercurio en peces de la Ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. *Revista MVZ Córdoba*, 12(1), 878-886. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69312103>

Martín, A., y Santamaría, J. (2004). Diccionario terminológico de contaminación ambiental. Navarra: Navaprint, S. L. Mutilva Baja. Recuperado de: <https://ebookcentral.proquest.com>

Martínez, G., McCord, S., Driscoll, C., Todorova, S., Wu, S., Araújo, J., Vega, C. y Fernandez, L. (2018). Mercury contamination in Riverine Sediments and Fish Associated with Artisanal and Small-Scale Gold Mining in Madre de Dios, Peru. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8), 1584. 10.3390/ijerph15081584

Ministerio del Ambiente (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú* [Archivo PDF]. <https://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/M%C3%A9todos-de-Colecta-identificaci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-comunidades-biol%C3%B3gicas.compressed.pdf>

Ministerio del Ambiente (2014). Registro de emisiones y transferencia de contaminantes RETECT Perú [Archivo PDF]. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/registro-emisiones-transferencia-contaminantes-retc-peru>

- Ministerio del Ambiente (2016). Glosario de términos para sitios contaminados [Archivo PDF]. <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>
- Mora, A., Jumbo, D., González, M. y Bermeo, S. (2016). Niveles de metales pesados en sedimentos de la cuenca del río Puyango, Ecuador. *Revista internacional de Contaminación Ambiental*, 32(4), 385-397. DOI: 10.20937/RICA.2016.32.04.02
- Morell, A., Bergues, P. y Portuondo, E. (2015). Valoración de los parámetros físico-químicos de las aguas del río San Juan en los periodos húmedo y seco de 2014. *Ciencia en su PC*, 1(1), 1-12. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181338814001>
- Murialdo, R. (2016). *Ecología, ecosistemas y ecotoxicología: Conceptos fundamentales*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- Navas, E. (2013). *Lesgilación y educación medioambiental*. Málaga, España: Interconsulting Bureau S.L.
- Nolasco, C. (2018). *Influencia del vertido del efluente líquido del camal municipal de Nueva Cajamarca en el ecosistema acuático del canal Galindona* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/607>
- Oficina de gestión de la información y estadística – Dirección general parlamentaria (2019). *Carpeta Georreferencial región Huancavelica, Perú*. <http://www.congreso.gob.pe/Docs/DGP/GestionInformacionEstadistica/files/i-09-huancavelica.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (1996). *Prevención y control de la contaminación, Registro de emisiones y transferencia de contaminantes*

(RETC) [Archivo PDF]. [https://www.oecd.org/env/ehs/pollutant-release-transfer-register/OECD-GD96-32\\_PRTR\\_GuidanceManual\\_Spanish.pdf](https://www.oecd.org/env/ehs/pollutant-release-transfer-register/OECD-GD96-32_PRTR_GuidanceManual_Spanish.pdf)

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2017). *Diffuse Pollution, Degraded Waters* [Archivo PDF]. [https://read.oecd-ilibrary.org/environment/diffuse-pollution-degraded-waters\\_9789264269064-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/environment/diffuse-pollution-degraded-waters_9789264269064-en#page1)

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) (2016). *Informe de monitoreo ambiental de calidad de aire, agua, sedimento y suelo, en los distritos de Ascención y Huancavelica, provincia y departamento de Huancavelica, realizado del 11 al 17 de agosto de 2015 y el 04 de diciembre de 2015 (Informe N°83-2016-OEFA/DE-SDCA)*. OEFA. [https://drive.google.com/file/d/1FEm4AB8ANcQor\\_k1-XIXLRo\\_09BBFQN2/view](https://drive.google.com/file/d/1FEm4AB8ANcQor_k1-XIXLRo_09BBFQN2/view)

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2009). *Glosario de agricultura orgánica* [Archivo PDF]. <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/012/k4987t/k4987t.pdf>

Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población de estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227-232. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>

Pancaldi, F. (2020). Bioacumulación de sustancias contaminantes en tiburón ballena, *Rhincodon typus*, en el golfo de California. *Bioagrociencias*, 13(2), 1-12. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/BAC/article/view/3504/1510>

Panduro, G., Rengifo, G., Barreto, L., Arbaiza-Peña, A., Iannacone, J., Alvariño, L. y Crnobrna, B. (2020). Bioacumulación por mercurio en peces y riesgo por ingesta

- en una comunidad nativa en la amazonia peruana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(3), e18177. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i3.18177>
- Peluso, L., Almada, P., Abelando, M. y Ronco, A. (2012). Evaluación de la toxicidad de sedimentos de los ríos Paraguay-Paraná utilizando *Hyaella curvispina*. *Actas 7mo congreso de medio ambiente*, 1(1), 1-14. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26663/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26663/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Peluso, M. (2011). *Evaluación de efectos biológicos y biodisponibilidad de contaminantes en sedimentos del Río de la Plata y afluentes*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de La Plata]. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18420/Documento\\_completo\\_\\_\\_%20Peluso%20reducida.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18420/Documento_completo___%20Peluso%20reducida.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Peña-Guzmán, C., Melgarejo, J. y Prats, D. (2016). El ciclo urbano del agua en Bogotá, Colombia: estado actual y desafíos para la sostenibilidad. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(6), 57-71. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222016000600057](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222016000600057)
- Pernia, B., Mero, M., Cornejo, X. y Zambrano, J. (2019). Impactos de la contaminación sobre los manglares de Ecuador. *Manglares de América*, 424-466. <https://bit.ly/38OteNB>
- Posada, M. y del Pilar, M. (2006). Efectos del mercurio sobre algunas plantas acuáticas tropicales. *Revista EIA*, 1(6), 57-67. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-12372006000200006#:~:text=4.1%20Efectos%20t%C3%B3xicos%20del%20mercur](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372006000200006#:~:text=4.1%20Efectos%20t%C3%B3xicos%20del%20mercur)



io%20en%20plantas%20acu%C3%A1ticas&text=En%20las%20hojas%20se%20pro  
ducen,de%20fotos%C3%ADntesis%20y%20de%20respiraci%C3%B3n.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2002). *Evaluación mundial sobre el mercurio*. [https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents-files/1401/Evaluacion\\_Mundial\\_Mercurio.pdf](https://saludsindanio.org/sites/default/files/documents-files/1401/Evaluacion_Mundial_Mercurio.pdf)

Real Decreto 465/2003. Sobre las sustancias indeseables en la alimentación animal. 25 de abril de 2020.

Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA [Autoridad Nacional del Agua (ANA)]. Por el cual se aprueba el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. 11 de enero de 2016.

Resolución Jefatural N° 151-2020-ANA [Autoridad Nacional del Agua]. Se aprueba el documento denominado “Glosario de términos de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y su reglamento aprobado mediante decreto supremo N° 001-2010-AG”. 01 de octubre de 2020.

Resolución Número 000122. Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 776 de 2008. 26 de enero de 2012.

Reyes, Y., Vergara, I., Torres, O., Díaz, M. y González, E. (2016). Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Revista ingeniería, investigación y desarrollo*, 16(2), 66-77. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6096110>

Rincón-Silva, N. (2016). Evaluación de parámetros físico-químicos del agua en el proceso de potabilización del río Subachoque. *Revistas udistrital*, 13(1), 6-23. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/12123/12695>

- Rodríguez, D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *Medisan*, 21(12), 3372-3385. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192017001200012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017001200012)
- Saéz, W. (2019). *Concentración de nitratos y fosfatos en el río Ichu en época de estiaje en la parte urbana de Huancavelica* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2388>
- Sánchez, A. y González, M. (2007). Técnicas de recolecta de plantas y herborización. *Universidad Autónoma del estado de Hidalgo*, 1(1), 123-133. <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6082/Capitulo12.pdf>
- Sánchez, O., Herzig, M., Peters, E., Márquez, R. y Zambrano, L. (2007). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. México D.F., México: Impresora y Encuadernadora Progreso S.A. (IEPSA). <https://books.google.com.pe/books?id=uWlrkIx-r3oC&lpg=PA11&ots=8OkrakZqUV&dq=impacto%20de%20la%20temperatura%20en%20ecosistema%20acu%C3%A1tico&lr&hl=es&pg=PA29#v=onepage&q=impacto%20de%20la%20temperatura%20en%20ecosistema%20acu%C3%A1tico&f=false>
- Sierra, J. (2020). Consumo de pescado con contenido de mercurio y su relación con la salud humana. *Repository Universidad Militar de Granada*, 1(1), 1-17. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/37302>
- Silveira, C. y Oliveira, E. (2013). *Princípios de toxicologia ambiental: conceitos e aplicações*. Rio de Janeiro, Brasil: CIP-Brasil.

- Smith, J., Colina, M., Colina, G., Sánchez, J. y Montilla, B. (2017). Especiación de mercurio en el caño alpargatón y en las zonas marino – costero del golfo triste (Venezuela). *Revista bases de la ciencia*, 2(3), 17-36.  
<https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/1031/1079>
- Sosa, R., Bravo, H., Fuentes, G., Rosas, S., Granados, E. y Sánchez, P. (2017). Estimación de emisiones de mercurio en las plantas carboeléctricas de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 33(2), 325-336.  
<https://doi.org/10.20937/rica.2017.33.02.13>
- U.S. EPA (US Environmental Protection Agency). (2001). Mercury update: Impact on fish advisories. EPA Fact sheet.
- Valencia, M., Pariona, A., Huamán, M, Miranda, F., Quintanilla, S y Gonzáles, A. (2005). Seroprevalencia de fasciolosis en escolares y en ganado vacuno en la provincia de Huancavelica, Perú. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 22(2), 96-102. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v22n2/a03v22n2.pdf>
- Vásquez, R. (2017). *Ecología y medio ambiente*. Ciudad de México: Grupo editorial Patria S.A. de C.V.
- Velásquez, G. (2020). Problemas medioambientales de la minería aurífera ilegal en Madre de Dios (Perú). *Observatorio medioambiental*, 23(1), 229-241.  
<https://doi.org/10.5209/obmd.73177>
- Vergara, E. y Rodríguez, P. (2015). Presencia de mercurio, plomo y cobre en tejidos de *Oreobromis niloticus*: sector de la cuenca alta del Rio Chicamocha, vereda Volcán, Paipa, Colombia. *Producción + limpia*, 10(2), 114-126.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5746944>

- Wang, T., Weissman, J., Ramesh, G., Varadarajan, R. y Benemann, J. (1996). Parameters for removal of toxic heavy metals by water milfoil (*Myriophyllum spicatum*). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 57 (5): 779-786.  
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs001289900257>
- Wiener, J., Krabbenhoft, D., Heinz, G., Scheuhammer, A., Hoffman, D., Rattner, B., Burton, A. y Cairns, J. (2003). *Ecotoxicology of mercury*. Lewis Publisher.  
 10.1201/9781420032505.ch16
- Yong, E. (2015). *Influencia de la cobertura vegetal ribereña sobre los macroinvertebrados acuáticos y la calidad hídrica en ríos del bosque protector Murocomba, Cantón Valencia, Ecuador* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica estatal de Quevedo].  
<https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/288/1/T-UTEQ-0007.pdf>

## XVIII. ABREVIATURAS

- AFFCO: Association of American Feed Control Officials.
- ANA: Autoridad Nacional del Agua.
- CE: Conductividad Eléctrica.
- CERPER: Certificaciones del Perú S.A.
- ECA: Estándar de Calidad Ambiental.
- Hg: Mercurio.
- ISQG: Interim Sediment Quality Guideline.
- H<sub>3</sub>C–Hg<sup>1+</sup>: Metilmercurio.
- MINAM: Ministerio del ambiente.
- OD: Oxígeno Disuelto.
- OECD: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
- PEL: Probable Effect Level.
- pH: Potencial de Hidrógeno.
- PM: Punto de Muestreo.
- PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- RETC: Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.
- T°: Temperatura.

**XIX. ANEXOS**

**23. Anexo 1. Mapa del Área de estudio**



## 24. Anexo 2. Registro de datos en campo Campaña 01, 02, 03 y 04

### a. Campaña de muestreo 01

Punto de monitoreo	Descripción	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura mnsnm	Fecha	Hora
						Norte/Sur	Este/Oeste			
PM 01	Baños del Inca	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587164	503968	3706	30/08/2019	1:30 p. m.
PM 02	Ingreso a la ciudad	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587933	498134	3735	30/08/2019	12:30 p. m.
PM 03	Salida de la ciudad	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587678	504064	3679	30/08/2019	10:50 a. m.
PM 04	Piscigranja	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8584352	500369	3970	30/08/2019	9:30 a. m.

*b. Campaña de muestreo 02*

Punto de monitoreo	Descripción	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura mnsnm	Fecha	Hora	Observaciones
						Norte/Sur	Este/Oeste				
PM 01	Baños del Inca	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587164	503968	3706	16/11/2019	12:00 p. m.	Personas bañándose en alrededores.
PM 02	Ingreso a la ciudad	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587933	498134	3735	16/11/2019	8:35 a. m.	Mayor presencia de vegetación, desmonte y residuos sólidos.
PM 03	Salida de la ciudad	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587678	504064	3679	16/11/2019	10:00 a. m.	Presencia de desmonte, residuos sólidos y aguas residuales.
PM 04	Piscigranja	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8584352	500369	3970	16/11/2019	7:30 a. m.	Presencia de vegetación y rocas.

*c. Campaña de muestreo 03*

Punto de monitoreo	Descripción	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura mnsnm	Fecha	Hora	Observaciones
						Norte/Sur	Este/Oeste				
PM 01	Baños del Inca	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587164	503968	3706	22/02/2020	12:50 p. m.	Personas bañándose en alrededores.
PM 02	Ingreso a la ciudad	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587933	498134	3735	22/02/2020	11:00 a. m.	Mayor presencia de desmonte, persona extrayendo sedimentos y rocas del río, mayor caudal, presencia de residuos sólidos.



PM 03	Salida de la ciudad	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587678	504064	3679	22/02/2020	12:00 p. m.	Presencia de residuos sólidos, aguas residuales y tractor.
PM 04	Piscigranja	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8584352	500369	3970	22/02/2020	9:00 a. m.	Presencia de vegetación, rocas, residuos sólidos y mayor caudal.



*d. Campaña de muestreo 04*

Punto de monitoreo	Descripción	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura mnsnm	Fecha	Hora	Observaciones
						Norte/Sur	Este/Oeste				
PM 01	Baños del Inca	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587164	503968	3706	4/12/2020	11:20 a. m.	Se logró ingresar con previa coordinación con el guardia, no habían personas dentro ni atención al público.
PM 02	Ingreso a la ciudad	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587933	498134	3735	4/12/2020	9:10 a. m.	Carretera de concreto en los alrededores, mayor presencia de desmonte, menor vegetación y menor caudal.
PM 03	Salida de la ciudad	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8587678	504064	3679	4/12/2020	10:30 a. m.	Presencia de residuos sólidos, desmonte y poca vegetación
PM 04	Piscigranja	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	8584352	500369	3970	4/12/2020	8:10 a. m.	Se tomó muestra de agua por única vez y se coordinó con el dueño de la piscigranja para la recolecta de peces. Presencia de vegetación.

25. Anexo 3. Registro fotográfico

<b>“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCAMELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”</b>					
<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
<b>VIAJE 01- PM 01</b>					
<b>Fotografía N° 01</b>					
<b>Fecha:</b> 30/08/2019					
<b>Este:</b> 503968					
<b>Norte:</b> 8587164					
<b>Altitud:</b> 3706 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Vista amplia de los baños termales el Inca.</b>				
<b>Fotografía N° 02</b>					
<b>Fecha:</b> 30/08/2019					
<b>Este:</b> 503968					
<b>Norte:</b> 8587164					
<b>Altitud:</b> 3706 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Punto de toma de muestra, baño principal con presencia de residuos plásticos.</b>				




<b>“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCVELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”</b>					
<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
<b>VIAJE 01 - PM 02</b>					
<b>Fotografía N° 03</b>					
<b>Fecha: 30/08/2019</b>					
<b>Este: 498134</b>					
<b>Norte: 8587933</b>					
<b>Altitud: 3735 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Toma de muestra de agua en el ingreso a la ciudad de Huancavelica.</b>				
<b>Fotografía N° 04</b>					
<b>Fecha: 30/08/2019</b>					
<b>Este: 498134</b>					
<b>Norte: 8587933</b>					
<b>Altitud: 3735 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Finalizando el muestreo en el PM 02, se logró divisar personas lavando ropa y bañándose.</b>				




**“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCAMELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”**

<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
------------------	---------------------	-------------------	---------------------	----------------------	---------------------

**VIAJE 01- PM 03**

<b>Fotografía N° 05</b>	
<b>Fecha: 30/08/2019</b>	
<b>Este: 504064</b>	
<b>Norte: 8587678</b>	
<b>Altitud: 3679 msnm</b>	

<b>Descripción</b>	<b>Zona de descarga de aguas residuales en el PM 03.</b>
--------------------	--

<b>Fotografía N° 06</b>	
<b>Fecha: 30/08/2019</b>	
<b>Este: 504064</b>	
<b>Norte: 8587678</b>	
<b>Altitud: 3679 msnm</b>	

<b>Descripción</b>	<b>Presencia de residuos sólidos y escasa vegetación.</b>
--------------------	---





“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCVELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”					
Distrito:	Huancavelica	Provincia:	Huancavelica	Departamento:	Huancavelica
<b>VIAJE 01 - PM 04</b>					
<b>Fotografía N° 07</b>					
Fecha: 30/08/2019					
Este: 500369					
Norte: 8584352					
Altitud: 3970 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Foto en la piscigranja, por tomar las medidas de los parámetros fisicoquímicos.</b>				
<b>Fotografía N° 08</b>					
Fecha: 30/08/2019					
Este: 500369					
Norte: 8584352					
Altitud: 3970 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Imagen de la piscigranja.</b>				



**“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCAMELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”**

<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
------------------	---------------------	-------------------	---------------------	----------------------	---------------------

**VIAJE 02 - PM 01**

<b>Fotografía N° 09</b>	
<b>Fecha:</b> 16/11/2019	
<b>Este:</b> 503968	
<b>Norte:</b> 8587164	
<b>Altitud:</b> 3706 msnm	
<b>Descripción</b>	<b>Foto del mirador de los baños del inca.</b>
<b>Fotografía N° 10</b>	
<b>Fecha:</b> 16/11/2019	
<b>Este:</b> 503968	
<b>Norte:</b> 8587164	
<b>Altitud:</b> 3706 msnm	
<b>Descripción</b>	<b>Foto de los servicios higiénico de los baños e Inca, sin embargo su desembocadura es directa al río Ichu.</b>

**“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCVELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”**

<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
------------------	---------------------	-------------------	---------------------	----------------------	---------------------

**VIAJE 02 - PM 02**



<b>Fotografía N° 11</b>	
<b>Fecha:</b> 16/11/2019	
<b>Este:</b> 498134	
<b>Norte:</b> 8587933	
<b>Altitud:</b> 3735 msnm	

<b>Descripción</b>	<b>Foto del equipo de trabajo, Bachiller Juan Diego Malca, Ing. Elvito Villegas y Sr. Castillo.</b>
--------------------	---



<b>Fotografía N° 12</b>	
<b>Fecha:</b> 16/11/2019	
<b>Este:</b> 498134	
<b>Norte:</b> 8587933	
<b>Altitud:</b> 3735 msnm	



<b>Descripción</b>	<b>Foto del equipo de trabajo, Bachiller Juan Diego Malca e Ing. Elvito Villegas.</b>
--------------------	---





<b>“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCAMELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”</b>					
<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
<b>VIAJE 02 - PM 03</b>					
<b>Fotografía N° 13</b>					
<b>Fecha: 16/11/2019</b>					
<b>Este: 504064</b>					
<b>Norte: 8587678</b>					
<b>Altitud: 3679 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Presencia de residuos sólidos en el PM 03.</b>				
<b>Fotografía N° 14</b>					
<b>Fecha: 16/11/2019</b>					
<b>Este: 504064</b>					
<b>Norte: 8587678</b>					
<b>Altitud: 3679 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Foto de la vegetación ribereña.</b>				



<b>“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCVELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”</b>					
<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
<b>VIAJE 02 - PM 04</b>					
<b>Fotografía N° 15</b>					
<b>Fecha:</b> 16/11/2019					
<b>Este:</b> 500369					
<b>Norte:</b> 8584352					
<b>Altitud:</b> 3970 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Foto del equipo de trabajo en la piscigranja.</b>				
<b>Fotografía N° 16</b>					
<b>Fecha:</b> 16/11/2019					
<b>Este:</b> 500369					
<b>Norte:</b> 8584352					
<b>Altitud:</b> 3970 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Foto abierta de la piscigranja.</b>				

<b>“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCAMELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”</b>					
<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
<b>VIAJE 03 - PM 01</b>					
<b>Fotografía N° 17</b>					
<b>Fecha: 22/02/2020</b>					
<b>Este: 503968</b>					
<b>Norte: 8587164</b>					
<b>Altitud: 3706 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Plaza de armas de la ciudad de Huancavelica</b>				
<b>Fotografía N° 18</b>					
<b>Fecha: 22/02/2020</b>					
<b>Este: 503968</b>					
<b>Norte: 8587164</b>					
<b>Altitud: 3706 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Vista de los PM 01, 02 y 03 desde el PM 04</b>				





<b>“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCAMELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”</b>					
<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
<b>VIAJE 03 - PM 02</b>					
<b>Fotografía N° 19</b>					
<b>Fecha:</b> 22/02/2020					
<b>Este:</b> 498134					
<b>Norte:</b> 8587933					
<b>Altitud:</b> 3735 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Se puede apreciar personas extrayendo manualmente sedimentos y arena del río Ichu.</b>				
<b>Fotografía N° 20</b>					
<b>Fecha:</b> 22/02/2020					
<b>Este:</b> 498134					
<b>Norte:</b> 8587933					
<b>Altitud:</b> 3735 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Presencia de residuos sólidos.</b>				

**“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCAMELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”**



**Distrito:** Huancavelica **Provincia:** Huancavelica **Departamento:** Huancavelica

**VIAJE 03 - PM 03**



<p><b>Fotografía N° 21</b></p>	
<p><b>Fecha:</b> 22/02/2020</p>	
<p><b>Este:</b> 504064</p>	
<p><b>Norte:</b> 8587678</p>	
<p><b>Altitud:</b> 3679 msnm</p>	
<p><b>Descripción</b></p>	<p><b>Presencia de residuos sólidos.</b></p>
<p><b>Fotografía N° 22</b></p>	
<p><b>Fecha:</b> 22/02/2020</p>	
<p><b>Este:</b> 504064</p>	
<p><b>Norte:</b> 8587678</p>	
<p><b>Altitud:</b> 3679 msnm</p>	
<p><b>Descripción</b></p>	<p><b>Planta convencional de aguas residuales.</b></p>



<b>“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCAMELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”</b>					
<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
<b>VIAJE 03 - PM 04</b>					
<b>Fotografía N° 23</b>					
<b>Fecha:</b> 22/02/2020					
<b>Este:</b> 500369					
<b>Norte:</b> 8584352					
<b>Altitud:</b> 3970 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Encargada de la piscigranda eviscerando las truchas</b>				
<b>Fotografía N° 24</b>					
<b>Fecha:</b> 22/02/2020					
<b>Este:</b> 500369					
<b>Norte:</b> 8584352					
<b>Altitud:</b> 3970 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Vista de los exteriores de la piscigranja</b>				

“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCAMELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”					
Distrito:	Huancavelica	Provincia:	Huancavelica	Departamento:	Huancavelica
<b>VIAJE 04 - PM 01</b>					
<b>Fotografía N° 25</b>					
<b>Fecha:</b> 04/12/2020					
<b>Este:</b> 503968					
<b>Norte:</b> 8587164					
<b>Altitud:</b> 3706 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Ingreso de agua a la zona de alimentación de las truchas.</b>				
<b>Fotografía N° 26</b>					
<b>Fecha:</b> 04/12/2020					
<b>Este:</b> 503968					
<b>Norte:</b> 8587164					
<b>Altitud:</b> 3706 msnm					
<b>Descripción</b>	<b>Muestras tomadas del PM 01</b>				



<b>“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCVELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”</b>					
<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
<b>VIAJE 04 - PM 02</b>					
<b>Fotografía N° 27</b>					
<b>Fecha: 04/12/2020</b>					
<b>Este: 498134</b>					
<b>Norte: 8587933</b>					
<b>Altitud: 3735 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Apoyo del Sr. Castillo al evaluar la zona para una descarga segura de los materiales.</b>				
<b>Fotografía N° 28</b>					
<b>Fecha: 04/12/2020</b>					
<b>Este: 498134</b>					
<b>Norte: 8587933</b>					
<b>Altitud: 3735 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Pista de concreto construida durante la cuarentena.</b>				

<b>“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCVELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”</b>					
<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
<b>VIAJE 04 - PM 03</b>					
<b>Fotografía N° 29</b>					
<b>Fecha: 04/12/2020</b>					
<b>Este: 504064</b>					
<b>Norte: 8587678</b>					
<b>Altitud: 3679 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Toma de muestras de agua para análisis de mercurio.</b>				
<b>Fotografía N° 30</b>					
<b>Fecha: 04/12/2020</b>					
<b>Este: 504064</b>					
<b>Norte: 8587678</b>					
<b>Altitud: 3679 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Maquinara que estaba extrayendo sedimentos del rio Ichu.</b>				



“EVALUACIÓN DE LA BIODISPONIBILIDAD DE MERCURIO EN EL ECOSISTEMA DEL RÍO ICHU EN HUANCAMELICA, AFECTADO POR CONTAMINACIÓN DIFUSA”					
<b>Distrito:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Provincia:</b>	<b>Huancavelica</b>	<b>Departamento:</b>	<b>Huancavelica</b>
<b>VIAJE 04 - PM 04</b>					
<b>Fotografía N° 31</b>					
<b>Fecha: 04/12/2020</b>					
<b>Este: 500369</b>					
<b>Norte: 8584352</b>					
<b>Altitud: 3970 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Exterior de la piscigranja y unión al río Ichu.</b>				
<b>Fotografía N° 32</b>					
<b>Fecha: 04/12/2020</b>					
<b>Este: 500369</b>					
<b>Norte: 8584352</b>					
<b>Altitud: 3970 msnm</b>					
<b>Descripción</b>	<b>Muestras de trucha tomadas.</b>				

## 26. Anexo 4. Informe de ensayos de Laboratorio Viaje 01

**CERPER**  
CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003**

**INACAL**  
DA - Perú  
Organismo de Acreditación  
Registro N° LE-003

**INFORME DE ENSAYO N° 1-12932/19** Pág. 1/1

Solicitante : **MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO**

Domicilio legal : **Calle Gral. Cordova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima**

Producto declarado : **TEJIDO ANIMAL**

Cantidad de Muestras para el Ensayo : **3 muestras x 250 g c/u**  
**Muestra proporcionada por el solicitante**

Identificación de la muestra : **COORDENADAS UTM WGS 84 (18L)**  
**ESTE 500368 - NORTE: 8584352**  
**ALTITUD: 3 879**  
**Según se indica**

Forma de Presentación : **En bolsa de polietileno, cerrada y refrigerada**

Fecha de recepción : **2019 - 09 - 02**

Fecha de inicio del ensayo : **2019 - 09 - 02**

Fecha de término del ensayo : **2019 - 09 - 07**

Ensayo realizado en : **Laboratorio ICP-AA**

Identificado con : **HIS 19009535 (EXMA-14038-2019)**

Validez del documento : **Este documento es válido solo para las muestras descritas**

Ensayo	LC	Unidad	Muestras / Resultados		
			EMA. 1 - TRUCHA ARCO IRIS	EMA. 2 - TRUCHA ARCO IRIS	EMA. 3 - TRUCHA ARCO IRIS
Mercurio	0,01	mg/kg	0,036	0,026	0,04

LC: Límite de cuantificación

**MÉTODOS**

Metodología: NDM-117-SSA1.1994. Bienes y Servicios. Métodos de prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estaño, Cobre, Hierro, Zinc y Mercurio en Alimentos, agua potable y agua purificada por Espectrometría de Absorción Atómica

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 11 de septiembre de 2019

AA

**CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.**

**ING. ROSA PALOMINO LOO**  
C.I.P. 40302  
COORDINADOR DE LABORATORIOS

**"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"**

**AREQUIPA**  
Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
Miraflores - Arequipa  
T. (054) 265572

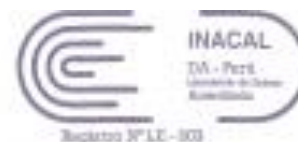
**CALLAO**  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000

**PIURA**  
Urb. Argemosa A - 2 - Piura  
T. (073) 322 808 / 8975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



**INFORME DE ENSAYO N° 1-12933/19**

Pág. 1/1

Solicitante : MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO  
 Domicilio legal : Calle Graf. Cordova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : AGUA SUPERFICIAL  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 9 muestras x 0.5 L c/u  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 LOS BAÑOS DEL INCA EM1.1, EM1.2, EM1.3  
 COORDENADAS UTM WGS 84 (18L)  
 ESTE 503968 - NORTE: 8587164  
 ALTITUD: 3 756  
 INGRESO A LA CIUDAD EM2.1, EM2.2, EM2.3  
 COORDENADAS UTM WGS 84 (18L)  
 ESTE 498134 - NORTE: 8587933  
 ALTITUD: 3 736  
 SALIDA DE LA CIUDAD EM3.1, EM3.2, EM3.3  
 COORDENADAS UTM WGS 84 (18L)  
 ESTE 504064 - NORTE: 8587678  
 ALTITUD: 3 679  
 Según se indica  
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado  
 Fecha de recepción : 2019 - 09 - 02  
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 09 - 07  
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 09 - 10  
 Ensayo realizado en : Laboratorio JCP-AA  
 Identificado con : H/S 19509535 (EXMA-14038-2019)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LD	Unidad	Muestras / Resultados				
			EM1.1 LOS BAÑOS DEL INCA	EM1.2 LOS BAÑOS DEL INCA	EM1.3 LOS BAÑOS DEL INCA	EM2.1 INGRESO A LA CIUDAD	EM2.2 INGRESO A LA CIUDAD
Mercurio	0,0002	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	0,0002

LD: Límite de detección

Ensayo	LD	Unidad	Muestras / Resultados			
			EM2.3 INGRESO A LA CIUDAD	EM3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	EM3.2 SALIDA DE LA CIUDAD	EM3.3 SALIDA DE LA CIUDAD
Mercurio	0,0002	mg/L	< 0,0002	0,0011	0,0010	0,0010

LD: Límite de detección

**MÉTODOS**

Mercurio: SMI/WW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed. 2017 Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry, Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

**CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.**

Callao, 11 de septiembre de 2019  
AA

*(Firma manuscrita)*  
 \_\_\_\_\_  
 ING. ROSA PALOMINO LOO  
 C.I.P. 40302  
 COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 1-12934/19

Pág.1/1

Solicitante : MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO  
 Domicilio legal : Calle Gral. Cordova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : SEDIMENTO DE RIO  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 6 muestras x 300 g o/u  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : INGRESO A LA CIUDAD EM2.1, EM2.2, EM2.3  
 COORDENADAS UTM WGS 84 (18L)  
 ESTE 488134 – NORTE: 8587933  
 ALTITUD: 3 735  
 SALIDA DE LA CIUDAD EM3.1, EM3.2, EM3.3  
 COORDENADAS UTM WGS 84 (18L)  
 ESTE504064 – NORTE: 8587078  
 ALTITUD: 3 679  
 Según se indica  
 Forma de Presentación : En pote de plástico cerrado y refrigerado  
 Fecha de recepción : 2019 - 08 - 07  
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 09 - 07  
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 09 - 10  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : H/S 19009535 (EXMA-14036-2019)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LD	Unidad	Muestras / Resultados				
			EM2.1 INGRESO A LA CIUDAD	EM2.2 INGRESO A LA CIUDAD	EM2.3 INGRESO A LA CIUDAD	EM3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	EM3.3 SALIDA DE LA CIUDAD
Mercurio	0,10	mg/kg	0,532	0,625	0,722	219,8752	52,7274

LD: Límite de detección

Ensayo	LD	Unidad	Muestras / Resultados
			EM3.3 SALIDA DE LA CIUDAD
Mercurio	0,10	mg/kg	32,5905

LD: Límite de detección

MÉTODOS

Mercurio: Method 7471B, Revision 2, 2007. Mercury in solid or semisolid waste (Manual cold vapor technique)

OBSERVACIONES

Prohíbese la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 11 de septiembre de 2019  
 AA

CERTIFICACIONES DEL PERM S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO  
 C.I.P. 40302  
 COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA  
 Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
 Miraflores - Arequipa  
 T: (084) 2664370

CALLAO  
 Oficina Principal  
 Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao

PIURA  
 Urb. Angamos A - 2 - Piura  
 T: (073) 322 808 / 9975 63161

TEL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



**INFORME DE ENSAYO N° 1-07998/19**

Pág. 1/1

Solicitante : MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO  
 Domicilio legal : Calle Gral. Cortés Nº 2247 Interior I.- Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : VEGETALES  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 6 muestras x 520 g  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : INGRESO A LA CIUDAD: COORDENADAS UTM WGS 84 (18L)  
 ESTE 498134 – NORTE:8587933  
 ALTITUD: 3 735  
 SALIDA DE LA CIUDAD: COORDENADAS UTM WGS 84 (18L)  
 ESTE 504064 – NORTE:8587078  
 ALTITUD: 3 679  
 Según se indica  
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno, cerrada y refrigerada  
 Fecha de recepción : 2019 - 09 - 02  
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 09 - 02  
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 09 - 07  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : HIS 19089536 (EXMA-14036-2019)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LD	Unidad	Muestras / Resultados				
			EM2.1 INGRESO A LA CIUDAD - VEGETAL RIVEREÑA	EM2.2 INGRESO A LA CIUDAD - VEGETAL RIVEREÑA	EM2.3 INGRESO A LA CIUDAD - VEGETAL RIVEREÑA	EM3.1 SALIDA DE LA CIUDAD - VEGETAL RIVEREÑA	EM3.2 SALIDA DE LA CIUDAD - VEGETAL RIVEREÑA
Mercurio	0,011	mg/kg	0,028	<0,011	<0,011	0,040	0,531

LD Límite de detección

Ensayo	LD	Unidad	Muestras / Resultado
			EM3.3 SALIDA DE LA CIUDAD - VEGETAL RIVEREÑA
Mercurio	0,011	mg/kg	0,040

LD Límite de detección

**MÉTODOS**

Mercurio: NCM-117-SSA1.1994. Bienes y Servicios. Métodos de prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estadio, Cobalto, Hierro, Zinc y Mercurio en Alimentos, agua potable y agua purificada por Espectrometría de Absorción Atómica

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 11 de septiembre de 2019  
AA

**CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A.**  
  
 MSc. ROSA PALOMINO LOO  
 C.I.P. 40302  
 COORDINADOR DE LABORATORIOS

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

## 27. Anexo 5. Informe de ensayos de Laboratorio Viaje 02



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



### INFORME DE ENSAYO N° 1-18673/19

Pág.1/2

Solicitante	:	MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO
Domicilio legal	:	Calle Genl. Córdova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima
Producto declarado	:	AGUA SUPERFICIAL
Cantidad de Muestras para el Ensayo	:	9 muestras x 4.5 L Muestra proporcionada por el solicitante
Identificación de la muestra	:	Según se indica
Forma de Presentación	:	En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado
Fecha de recepción	:	2019 - 11 - 17
Fecha de inicio del ensayo	:	2019 - 11 - 21
Fecha de término del ensayo	:	2019 - 11 - 22
Ensayo realizado en	:	Laboratorio ICP-AA
Identificado con	:	H/S 19013113 (EXMA-12430-2019)
Validez del documento	:	Este documento es válido solo para las muestras descritas.

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
EM 1.1 LOS BAÑOS DEL INCA	18L	503668	8587164
EM 1.2 LOS BAÑOS DEL INCA	18L	503668	8587164
EM 1.3 LOS BAÑOS DEL INCA	18L	503668	8587164
EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD	18L	498134	8587933
EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD	18L	498134	8587933
EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD	18L	498134	8587933
EM 3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587678
EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587678
EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587678

Ensayo	LD	Unidad	Resultados				
			EM 1.1 LOS BAÑOS DEL INCA	EM 1.2 LOS BAÑOS DEL INCA	EM 1.3 LOS BAÑOS DEL INCA	EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD	EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD
Mercurio	0,0002	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002

LD: Límite de detección



"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



**INFORME DE ENSAYO N° 1-18673/19**

Pág.2/2

Ensayo	LD	Unidad	Resultados			
			EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD	EM 3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD	EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD
Mercurio	0,0002	mg/L	< 0,0002	0,0120	0,0141	0,0183

LD Límite de detección

**MÉTODOS**

Mercurio: SMERW-APHA-WWA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed.2017. Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry. Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry Method

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 29 de noviembre de 2019  
PG

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

*[Firma manuscrita]*  
-----  
ING. ROSA PALOMINO LOO  
C.I.P. 40302  
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003



**INFORME DE ENSAYO N° 1-18676/19**

Pág.1/1

Solicitante : MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO  
 Domicilio legal : Calle Gral. Córdova N° 2247 Interior I - Lince - Lims - Lima  
 Producto declarado : TEJIDO ANIMAL  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 3 muestras x 750 g  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : Según se indica  
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado  
 Fecha de recepción : 2019 - 11 - 17  
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 11 - 22  
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 11 - 22  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : HS 19013113 (EXMA-12430-2019)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Puntos de Muestras	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
EM 4.1 TRUCHA ARCO IRIS	18L	500369	8564352
EM 4.2 TRUCHA ARCO IRIS	18L	500369	8564352
EM 4.3 TRUCHA ARCO IRIS	18L	500369	8564352

Ensayo	LC	Unidad	Resultados		
			EM 4.1 TRUCHA ARCO IRIS	EM 4.2 TRUCHA ARCO IRIS	EM 4.3 TRUCHA ARCO IRIS
Mercurio	0,01	mg/kg	0,016	0,018	0,014

LC Límite de cuantificación

**MÉTODOS**

Mercurio: NCM-117-SSA1.1994. Bienes y Servicios. Métodos de prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estaño, Cobalto, Hierro, Zinc y Mercurio en Alimentos, agua potable y agua purificada por Espectrometría de Absorción Atómica

**OBSERVACIONES**

Prohíbe la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 29 de noviembre de 2019  
 PG

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOOS  
 C. I. P. 40302  
 COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"





**INFORME DE ENSAYO N° 1-10911/19**

Pág. 1/1

Solicitante : **MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO**  
 Domicilio legal : Calle Gral. Córdoba N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : **VEGETALES**  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 6 muestras x 600 g  
**Muestra proporcionada por el solicitante**  
 Identificación de la muestra : **Según se indica**  
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado  
 Fecha de recepción : 2019 - 11 - 17  
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 11 - 22  
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 11 - 22  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : **NIS 19013113 (EXMA-12430-2019)**  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zone	Este	Norte
EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD	18L	408134	8587033
EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD	18L	408134	8587033
EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD	18L	408134	8587033
EM 3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504084	8587078
EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504084	8587078
EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504084	8587078

Ensayo	LC	Unidad	Resultados				
			EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD	EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD	EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD	EM 3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD
Mercurio	0,01	ng/kg	0,084	0,048	0,043	1,14	0,252

LC: Límite de cuantificación

Ensayo	LC	Unidad	Resultados
			EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD
Mercurio	0,01	ng/kg	0,189

LC: Límite de cuantificación

**MÉTODOS**

Mercurio: MQM-117-SSA1.1994. Bienes y Servicios. Métodos de prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estaño, Cobre, Hierro, Zinc y Mercurio en Alimentos, agua potable y agua purificada por Espectrometría de Absorción Atómica

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Calle, 29 de noviembre de 2019  
 PG

**CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.**

.....  
 ING. ROSA PALOMINO LOO  
 C.I.P. 40302  
 COORDINADOR DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



**INFORME DE ENSAYO N° 1-10910/19**

Pág. 1/1

Solicitante : **MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO**  
 Domicilio legal : Calle Gral. Córdova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : **SEDIMENTO DE RIO**  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 6 muestras x 1,5 kg  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : **Según se indica**  
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado y refrigerado  
 Fecha de recepción : 2019 - 11 - 17  
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 11 - 21  
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 11 - 22  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : **HIS 18012113 (EXMA-12430-2019)**  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD	18L	488134	8587933
EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD	18L	488134	8587933
EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD	18L	488134	8587933
EM 3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587078
EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587078
EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587078

Ensayo	LD	Unidad	Resultados				
			EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD	EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD	EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD	EM 3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD
Mercurio	0,10	mg/kg	0,561	0,519	0,558	11,4	11,5

LD: Límite de detección

Ensayo	LD	Unidad	Resultados
			EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD
Mercurio	0,10	mg/kg	16,7

LD: Límite de detección

**MÉTODOS**

Mercurio: SMEMW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed.2017 Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry. Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Celso, 29 de noviembre de 2019  
 PG

**CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.**  
  
**ING. ROSA PALOMINO LOO**  
 C.I.P. 40302  
 COORDINADOR DE LABORATORIOS

ARFO/IEPA

CAJ 147

PIURA

“EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE”

## 28. Anexo 6. Informe de ensayos de Laboratorio Viaje 03

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003**

INACAL  
IAS - Perú  
Instituto de Acreditación

Registro N° LE - 003

### INFORME DE ENSAYO N° 1-02685/20

Pág. 1/2

Solicitante	: MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO	
Domicilio legal	: Calle Gral. Córdova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima	
Producto declarado	: AGUA SUPERFICIAL	
Cantidad de Muestras para el Ensayo	: 9 muestras x 0,5 L c/u	
	: Muestra proporcionada por el solicitante	
Identificación de la muestra	: Según se indica	
Forma de Presentación	: En frasco de plástico cerrado, preservado y refrigerado.	
Fecha de recepción	: 2020 - 02 - 24	
Fecha de inicio del ensayo	: 2020 - 03 - 02	
Fecha de término del ensayo	: 2020 - 03 - 04	
Ensayo realizado en	: Laboratorio ICP-AA	
Identificado con	: H/S 20001851 (EXMA-12479-2019)	
Validez del documento	: Este documento es válido solo para las muestras descritas	

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
EM 1.1 LOS BAÑOS DEL INCA	18L	503968	8587164
EM 1.2 LOS BAÑOS DEL INCA	18L	503968	8587164
EM 1.3 LOS BAÑOS DEL INCA	18L	503968	8587164
EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD	18L	498134	8587933
EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD	18L	498134	8587933
EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD	18L	498134	8587933
EM 3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587678
EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587678
EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587678

Ensayo	LD	Unidad	Muestras / Resultados				
			EM 1.1	EM 1.2	EM 1.3	EM 2.1	EM 2.2
Mercurio	0,0002	mg/L	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002

LD Límite de detección

Ensayo	LD	Unidad	Muestras / Resultados			
			EM 2.3	EM 3.1	EM 3.2	EM 3.3
Mercurio	0,0002	mg/L	< 0,0002	0,0009	0,0007	0,0015

LD Límite de detección

\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

**INFORME DE ENSAYO N° 1-02685/20**

Pág. 2/2

**MÉTODO**


Mercurio: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed.2017 Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry Method

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Calleo, 05 de marzo de 2020  
AM

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

  
ING. ROSA PALOMINO LOO  
C.I.P. 40302  
COORDINADOR DE LABORATORIOS

ESTE DOCUMENTO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

INFORME DE ENSAYO N° 1-02687/20

Pág. 1/1

Solicitante : MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO  
 Domicilio legal : Calle Gral. Córdova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : TEJIDO ANIMAL  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 3 muestras x 250 g c/u  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : TRUCHA ARCO IRIS  
 Según se indica  
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno cerrada y refrigerada.  
 Fecha de recepción : 2020 - 02 - 24  
 Fecha de inicio del ensayo : 2020 - 02 - 25  
 Fecha de término del ensayo : 2020 - 02 - 26  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : HIS 20001851 (EXMA-12470-2019)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
EM 4.1 TRUCHA ARCO IRIS	18L	500369	8584352
EM 4.2 TRUCHA ARCO IRIS	18L	500369	8584352
EM 4.3 TRUCHA ARCO IRIS	18L	500369	8584352

Ensayo	LC	Unidad	Muestras / Resultados		
			EM 4.1	EM 4.2	EM 4.3
Mercurio	0,010	mg/kg	0,016	0,019	0,019

LC: Límite de cuantificación

MÉTODO

Mercurio: NCM-117-SSA1.1994. Bienes y Servicios. Métodos de prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estaño, Cobre, Hierro, Zinc y Mercurio en Alimentos, agua potable y agua purificada por Espectrometría de Absorción Atómica

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Calle, 05 de marzo de 2020  
 AM

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO  
 C.I.P. 40302  
 LABORATORIO DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003**



Registro N° LE - 003

**INFORME DE ENSAYO N° 1-02686/20**

Pág. 1/2

Solicitante : **MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO**  
 Domicilio legal : Calle Gral. Córdova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : **SEDIMENTO DE RIO**  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 6 muestras x 250 g clu  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : Según se indica  
 Forma de Presentación : En pote de plástico cerrado y refrigerado.  
 Fecha de recepción : 2020 - 02 - 24  
 Fecha de inicio del ensayo : 2020 - 03 - 02  
 Fecha de término del ensayo : 2020 - 03 - 04  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : H/S 20001851 (EXMA-12470-2019)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD	18L	486134	8587933
EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD	18L	486134	8587933
EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD	18L	486134	8587933
EM 3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587078
EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587078
EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587078

Ensayo	LD	Unidad	Muestras / Resultados				
			EM 2.1	EM 2.2	EM 2.3	EM 3.1	EM 3.2
Mercurio	0,10	mg/kg	4,01	1,36	1,48	28,0	21,9

LD: Límite de detección

Ensayo	LD	Unidad	Muestra / Resultados
			EM 3.3
Mercurio	0,10	mg/kg	13,48

LD: Límite de detección



EL NOO AUSENTO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE.



	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003</b>	 Registro N° LE - 003
<b>INFORME DE ENSAYO N° 1-02686/20</b>		Pág. 2/2
<b>MÉTODO</b>		
Metodología: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 20rd Ed 2017. Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry Method		
<b>OBSERVACIONES</b>		
Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.		
Calleo, 05 de marzo de 2020 AM		
<b>CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.</b>		
 ING. BIOSA PALOMINO LOO C. I. P. 40302 COORDINADOR DE LABORATORIOS		

ESTE INFORME SAMPLINGADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 1-02688/20

Pág. 1/2

Solicitante : MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO  
 Domicilio legal : Calle Gral. Córdova N° 2247 interior I - Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : VEGETALES  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 4 muestras x 100 g ; 2 muestras x 50 g c/u  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : Según se indica  
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno cerrada y refrigerada.  
 Fecha de recepción : 2020 - 02 - 24  
 Fecha de inicio del ensayo : 2020 - 02 - 25  
 Fecha de término del ensayo : 2020 - 02 - 26  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : H/S 20001851 (EXMA-12476-2019)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS 84		
	Zona	Este	Norte
EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD	18L	498134	8587933
EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD	18L	498134	8587933
EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD	18L	498134	8587933
EM 3.1 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587078
EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587078
EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD	18L	504064	8587078

Ensayo	LC	Unidad	Muestras / Resultados				
			EM 2.1	EM 2.2	EM 2.3	EM 3.1	EM 3.2
Mercurio	0,011	mg/kg	0,019	0,029	0,022	0,051	0,022

LC: Límite de cuantificación

Ensayo	LC	Unidad	Muestra / Resultados
			EM 3.3
Mercurio	0,011	mg/kg	0,054

LC: Límite de cuantificación



EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

	<p><b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003</b></p>	
<p><b>INFORME DE ENSAYO N° 1-02688/20</b></p>		<p>Región N° LE - 003 Pág. 2/2</p>
<p><b>MÉTODO</b></p>		
<p>Mercurio: NCM-117-SSA1.1994. Bienes y Servicios. Métodos de prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estaño, Cobre, Hierro, Zinc y Mercurio en Alimentos, agua potable y agua purificada por Espectrometría de Absorción Atómica</p>		
<p><b>OBSERVACIONES</b></p>		
<p>Prohibida la reproducción parcial de este Informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.</p>		
<p>Culca, 05 de marzo de 2020 AM</p>		
<p><b>CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.</b></p>		
		
<p>ING. ROSA PALOMINO LOO C. I. P. 40302 COORDINADOR DE LABORATORIOS</p>		

CRIME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



29. Anexo 7. Informe de ensayos de Laboratorio Viaje 04



**INFORME DE ENSAYO N° 1-08247/20**

Pág. 1/1

Solicitante : MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO  
 Domicilio legal : Calle Gral. Cordova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : VEGETALES  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 6 muestras x 100 g cfu  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : EM 2: COORDENADAS UTM WGS: ESTE: 0498134; NORTE:8587933  
 ALTITUD: 3735  
 EM 3: COORDENADAS UTM WGS: ESTE: 0604064; NORTE:8587678  
 ALTITUD: 3679  
 Según se indica  
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno cerrada refrigerada  
 Fecha de recepción : 2020 - 12 - 07  
 Fecha de inicio del ensayo : 2020 - 12 - 11  
 Fecha de término del ensayo : 2020 - 12 - 18  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : H/S 20009097 (EXMA-13330-2020)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LCM	Unidad	Resultados				
			EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA	EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA	EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA	EM 3.1 INGRESO A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA	EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA
Mercurio	0,01	mg/kg	0,054	0,065	0,054	0,078	0,037

LCM Límite de cuantificación del método

Ensayo	LCM	Unidad	Resultados
			EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA
Mercurio	0,01	mg/kg	0,191

LCM Límite de cuantificación del método

**MÉTODOS**

Mercurio: NOM-117-SSA1.1994. Bienes y Servicios. Métodos de prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estaño, Cobre, Hierro, Zinc y Mercurio en Alimentos, agua potable y agua purificada por Espectrometría de Absorción Atómica

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 23 de diciembre de 2020  
AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES  
C.I.P. 33422  
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

TEL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



**INFORME DE ENSAYO N° 1-11309/20**

Pág. 1/1

Solicitante : MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO  
 Domicilio legal : Calle Graf. Cordova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : TEJIDO ANIMAL  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 3 muestras x 250 g c/u  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : EM 4: COORDENADAS UTM WGS: ESTE: 0500369; NORTE: 8584352  
 ALTITUD: 3970  
 Según se indica  
 Forma de Presentación : En bolsa de polietileno cerrada refrigerada  
 Fecha de recepción : 2020 - 12 - 07  
 Fecha de inicio del ensayo : 2020 - 12 - 11  
 Fecha de término del ensayo : 2020 - 12 - 18  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : H/S 20009097 (EXMA-13330-2020)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LCM	Unidad	Resultados		
			EM 4.1 PISCIGRANJA TRUCHA ARCO IRIS LOCALIDAD: HUANCVELICA	EM 4.2 PISCIGRANJA TRUCHA ARCO IRIS LOCALIDAD: HUANCVELICA	EM 4.3 PISCIGRANJA TRUCHA ARCO IRIS LOCALIDAD: HUANCVELICA
Mercurio	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01

LCM Límite de cuantificación del método

**MÉTODOS**

Mercurio: NOM-117-SSA1.1994. Bienes y Servicios. Métodos de prueba para la determinación de Cadmio, Arsénico, Plomo, Estaño, Cobre, Hierro, Zinc y Mercurio en Alimentos, agua potable y agua purificada por Espectrometría de Absorción Atómica

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 23 de diciembre de 2020  
 AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. SONIA GARCÍA CANALES  
 C. I. P. 133422  
 ASIS™. GESTIONLABORATORIOS

"DEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUTE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003**



**INFORME DE ENSAYO N° 1-11308/20**

Pág. 1/1

Solicitante : MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO  
 Domicilio legal : Calle Gral. Cordova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima  
 Producto declarado : SEDIMENTO DE RIO  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 6 muestras x 250 g c/u  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : EM 2: COORDENADAS UTM WGS: ESTE: 0498134; NORTE:8567933  
 ALTITUD: 3735  
 EM 3: COORDENADAS UTM WGS: ESTE: 0504064; NORTE:8567678  
 ALTITUD: 3679  
 Según se indica  
 Forma de Presentación : En frascos de plástico, cerrados y refrigerados  
 Fecha de recepción : 2020 - 12 - 07  
 Fecha de inicio del ensayo : 2020 - 12 - 09  
 Fecha de término del ensayo : 2020 - 12 - 11  
 Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA  
 Identificado con : H/S 20009097 (EXMA-13330-2020)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados				
			EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA	EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA	EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA	EM 3.1 SALIDA DE LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA	EM 3.2 SALIDA DE LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA
Mercurio	0,10	mg/kg	183,92	127,51	127,67	2,1513	2,6674

LDM Límite de detección del método

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados
			EM 3.3 SALIDA DE LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCAVELICA
Mercurio	0,10	mg/kg	4,3020

LDM Límite de detección del método

**MÉTODOS**

**Mercurio:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed.2017. Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry. Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Calle, 23 de diciembre de 2020  
 AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.  
  
 ING. SONIA GARCÍA CANALES  
 C. I. P. 03422  
 ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003**



**INFORME DE ENSAYO N° 1-11307/20**

Pág. 1/1

Solicitante : MALCA MICHAUD, JUAN DIEGO

Domicilio legal : Calle Gral. Cordova N° 2247 Interior I - Lince - Lima - Lima

Producto declarado : AGUA SUPERFICIAL

Cantidad de Muestras para el Ensayo : 10 muestras x 0,5 L c/u  
Muestra proporcionada por el solicitante

Identificación de la muestra : EM 1: COORDENADAS UTM WGS: ESTE: 0503968; NORTE:8587164  
ALTITUD: 3705  
EM 2: COORDENADAS UTM WGS: ESTE: 0498134; NORTE:8587933  
ALTITUD: 3735  
EM 3: COORDENADAS UTM WGS: ESTE: 0504064; NORTE:8587678  
ALTITUD: 3879  
EM 4: COORDENADAS UTM WGS: ESTE: 0500369; NORTE:8584352  
ALTITUD: 3970  
Según se indica

Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado

Fecha de recepción : 2020 - 12 - 07

Fecha de inicio del ensayo : 2020 - 12 - 11

Fecha de término del ensayo : 2020 - 12 - 14

Ensayo realizado en : Laboratorio ICP-AA

Identificado con : H/S 20009097 (EXMA-13330-2020)

Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados				
			EM 1.1 BAÑOS DEL INCA LOCALIDAD: HUANCVELICA	EM 1.2 BAÑOS DEL INCA LOCALIDAD: HUANCVELICA	EM 1.3 BAÑOS DEL INCA LOCALIDAD: HUANCVELICA	EM 2.1 INGRESO A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCVELICA	EM 2.2 INGRESO A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCVELICA
Mercurio	0,0002	mg/L	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002

LDM Límite de detección del método

Ensayo	LDM	Unidad	Resultados				
			EM 2.3 INGRESO A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCVELICA	EM 3.1 SALIDA A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCVELICA	EM 3.2 SALIDA A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCVELICA	EM 3.3 SALIDA A LA CIUDAD LOCALIDAD: HUANCVELICA	EM 4 PISCIGRANJA LOCALIDAD: HUANCVELICA
Mercurio	0,0002	mg/L	<0,0002	0,0003	0,0004	0,0010	0,0005

LDM Límite de detección del método

**MÉTODOS**

Mercurio: SMEWA-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23rd Ed 2017 Metals by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometry. Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method

**OBSERVACIONES**

Prohibida la reproducción parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una declaración de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce

Calleo, 23 de diciembre de 2020  
AA

ING. SONIA GARCÍA CANALES  
C.I.P. 38422  
ASIST. GESTIÓN LABORATORIOS

*"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IACC o NACC"*

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



### 30. Anexo 8. Medidas de tendencia central - parámetros fisicoquímicos

#### a. Medidas de tendencia central para la T°.

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
	Punto Muestreo				
<b>Temperatura</b>	PM 1	Media		25,45000	,455522
		Media recortada al 5%		25,41111	
		Mediana		25,10000	
		Varianza		,830	
		Desviación estándar		,911043	
	PM 2	Media		11,10000	,494975
		Media recortada al 5%		11,12778	
		Mediana		11,35000	
		Varianza		,980	
		Desviación estándar		,989949	
	PM 3	Media		14,12500	1,560649
		Media recortada al 5%		14,15556	
		Mediana		14,40000	
		Varianza		9,743	
		Desviación estándar		3,121298	
	PM 4	Media		8,52500	,648556
		Media recortada al 5%		8,57222	
		Mediana		8,95000	
		Varianza		1,683	
		Desviación estándar		1,297112	

#### b. Medidas de tendencia central para pH.

		Descriptivos		Estadístico	Error estándar
	Punto Muestreo				
<b>pH</b>	PM 1	Media		6,40750	,181768
		Media recortada al 5%		6,40000	
		Mediana		6,34000	
		Varianza		,132	
		Desviación estándar		,363536	
	PM 2	Media		7,81750	,273507
		Media recortada al 5%		7,83778	
		Mediana		8,00000	
		Varianza		,299	
		Desviación estándar		,547015	
	PM 3	Media		7,05500	,616678
		Media recortada al 5%		7,08556	
		Mediana		7,33000	
		Varianza		1,521	
		Desviación estándar		1,233356	
	PM 4	Media		7,75500	,177083
		Media recortada al 5%		7,76333	
		Mediana		7,83000	
		Varianza		,125	
		Desviación estándar		,354166	

c. Medidas de tendencia central para la CE.

		Descriptivos	
	PuntoMuestreo		Estadístico Error estándar
<b>CE</b>	PM 1	Media	2634,00000 112,661736
		Media recortada al 5%	2643,00000
		Mediana	2715,00000
		Varianza	50770,667
		Desviación estándar	225,323471
	PM 2	Media	543,25000 144,881201
		Media recortada al 5%	541,94444
		Mediana	531,50000
		Varianza	83962,250
		Desviación estándar	289,762403
	PM 3	Media	697,25000 190,111974
		Media recortada al 5%	695,27778
		Mediana	679,50000
		Varianza	144570,250
		Desviación estándar	380,223947
	PM 4	Media	557,75000 138,209005
		Media recortada al 5%	544,72222
		Mediana	440,50000
		Varianza	76406,917
		Desviación estándar	276,418011

d. Medidas de tendencia central para la turbidez.

		Descriptivos	
	PuntoMuestreo		Estadístico Error estándar
<b>Turbidez</b>	PM 1	Media	7,13000 4,741408
		Media recortada al 5%	6,69278
		Mediana	3,19500
		Varianza	89,924
		Desviación estándar	9,482816
	PM 2	Media	21,95000 5,767510
		Media recortada al 5%	22,26111
		Mediana	24,75000
		Varianza	133,057
		Desviación estándar	11,535019
	PM 3	Media	80,65000 45,131004
		Media recortada al 5%	76,32778
		Mediana	41,75000
		Varianza	8147,230
		Desviación estándar	90,262008
	PM 4	Media	3,78000 ,941780
		Media recortada al 5%	3,76444
		Mediana	3,64000
		Varianza	3,548
		Desviación estándar	1,883560

e. Medidas de tendencia central para el OD.

		Descriptivos		
	PuntoMuestreo			
		Estadístico	Error estándar	
<b>OD</b>	PM 1	Media	4,75000	,548437
		Media recortada al 5%	4,72667	
		Mediana	4,54000	
		Varianza	1,203	
		Desviación estándar	1,096874	
	PM 2	Media	7,43750	,873121
		Media recortada al 5%	7,44222	
		Mediana	7,48000	
		Varianza	3,049	
		Desviación estándar	1,746241	
	PM 3	Media	6,49750	1,667790
		Media recortada al 5%	6,34444	
		Mediana	5,12000	
		Varianza	11,126	
		Desviación estándar	3,335580	
	PM 4	Media	7,23000	1,266419
		Media recortada al 5%	7,19278	
		Mediana	6,89500	
		Varianza	6,415	
		Desviación estándar	2,532838	

### 31. Anexo 9. Medidas de tendencia central - Análisis de Hg

a. Medidas de tendencia central para Hg en agua.

		Descriptivos <sup>a,b</sup>		
	PuntoMuestreo	Estadístico	Error estándar	
<b>HgAgua</b>	PM 3	Media	,004350	,0034850
		Media recortada al 5%	,003980	
		Mediana	,001017	
		Varianza	,000	
		Desviación estándar	,0069699	
	PM 4	Media	,000125	,0001250
		Media recortada al 5%	,000111	
		Mediana	,000000	
		Varianza	,000	
		Desviación estándar	,0002500	

a. HgAgua es constante cuando PuntoMuestreo = PM 1. Se ha omitido.

b. HgAgua es constante cuando PuntoMuestreo = PM 2. Se ha omitido.



b. Medidas de tendencia central para Hg en sedimentos

		Descriptivos <sup>a,b</sup>		
	PuntoMuestreo		Estadístico	Error estándar
<b>HgSedimentos</b>	PM 2	Media	37,458083	36,3050550
		Media recortada al 5%	33,457722	
		Mediana	1,454833	
		Varianza	5272,228	
		Desviación estándar	72,6101099	
	PM 3	Media	34,716176	22,5552791
		Media recortada al 5%	32,767712	
		Mediana	17,180000	
		Varianza	2034,962	
		Desviación estándar	45,1105582	

a. HgSedimentos es constante cuando PuntoMuestreo = PM 1. Se ha omitido.

b. HgSedimentos es constante cuando PuntoMuestreo = PM 4. Se ha omitido.

c. Medidas de tendencia central para Hg en vegetación ribereña.

		Descriptivos <sup>a,b</sup>		
	PuntoMuestreo		Estadístico	Error estándar
<b>HgVegetación</b>	PM 2	Media	,039083	,0111034
		Media recortada al 5%	,039241	
		Mediana	,040500	
		Varianza	,000	
		Desviación estándar	,0222067	
	PM 3	Media	,219500	,1079796
		Media recortada al 5%	,212259	
		Mediana	,154333	
		Varianza	,047	
		Desviación estándar	,2159593	

a. HgVegetación es constante cuando PuntoMuestreo = PM 1. Se ha omitido.

b. HgVegetación es constante cuando PuntoMuestreo = PM 4. Se ha omitido.

d. Medidas de tendencia central para Hg en peces.

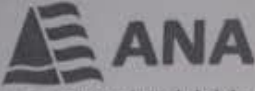
		Descriptivos <sup>a,b,c</sup>		
	PuntoMuestreo		Estadístico	Error estándar
<b>HgPeces</b>	PM 4	Media	,019417	,0050449
		Media recortada al 5%	,019148	
		Mediana	,017000	
		Varianza	,000	
		Desviación estándar	,0100899	

a. HgPeces es constante cuando PuntoMuestreo = PM 1. Se ha omitido.

b. HgPeces es constante cuando PuntoMuestreo = PM 2. Se ha omitido.

c. HgPeces es constante cuando PuntoMuestreo = PM 3. Se ha omitido.

32. Anexo 10. Solicitud de datos a la ANA

 <b>ANA</b> Autoridad Nacional del Agua		SOLICITUD DE ACCESO A LA INFORMACIÓN PÚBLICA (Texto Único Ordenado de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM)		N° DE REGISTRO	
FORMULARIO					

I. FUNCIONARIO RESPONSABLE DE ENTREGAR LA INFORMACIÓN:

II. DATOS DEL SOLICITANTE

APELLIDOS Y NOMBRES / RAZÓN SOCIAL <i>Hales Richard Juan Diego</i>		DOCUMENTO DE IDENTIDAD D.N.I./L.M./C.E./OTRO 72192747	
DOMICILIO			
AV./CALLE/JR./PSJ. <i>Calle San Mateo 129</i>	N°/DPTO./INT. A703	DISTRITO <i>Chorrillos</i>	URBANIZACIÓN <i>La Campesina</i>
PROVINCIA <i>Surco</i>	DEPARTAMENTO <i>Surco</i>	CORREO ELECTRÓNICO <i>diego71_21@hotmail.com</i>	TELÉFONO 966369304

III. INFORMACIÓN SOLICITADA

*Evaluación del río Ichu (Huancabamba) del año 2012 al 2018 (parámetros físicoquímicos y micobacterias)*

IV. DEPENDENCIA DE LA CUAL SE REQUIERE LA INFORMACIÓN

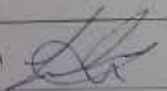

*Autoridad Nacional del Agua*

V. FORMA DE ENTREGA DE LA INFORMACIÓN (marcar con una "X")

COPIA SIMPLE	DISQUETE	CD	CORREO ELECTRÓNICO	<input checked="" type="checkbox"/>	OTRO
--------------	----------	----	--------------------	-------------------------------------	------

VI. AUTORIZACIÓN PARA RECIBIR RESPUESTA DE LA SOLICITUD POR CORREO ELECTRÓNICO:

AUTORIZO (  ) NO AUTORIZO (  )

APELLIDOS Y NOMBRES <i>Hales Richard Juan Diego</i>	FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN 28/08/18 11:32
FIRMA 	

OBSERVACIONES:

NOTA: PRESENTAR EN MESA DE PARTES, EN ORIGINAL Y COPIA

*Atencion al usuario  
tel: 224-3298 anexo 1537*