

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Medicina Humana**  
**Escuela Profesional de Medicina Humana**



**“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”**

Tesis presentada por el bachiller:

**Aguilar Condori, Edgard Julio**

Para optar el Título Profesional de:

**Médico Cirujano**

Asesora:

**Dra. Yucra Sevillano, Sandra**

**Arequipa – Perú**

**2022**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**MEDICINA HUMANA**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 11 de Mayo del 2022

**Dictamen: 006501-C-EPMH-2022**

Visto el borrador del expediente 006501, presentado por:

**2014130021 - AGUILAR CONDORI EDGARD JULIO**

Titulado:

**DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA  
SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO ? ILAVE.  
MARZO DE 2022**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1240 - RODRIGUEZ GAMERO HENRY ZENON  
DICTAMINADOR**



**1582 - AGUILAR FLORES JULIO DAMIAN  
DICTAMINADOR**



**1584 - MONTES CACERES MIGUEL  
DICTAMINADOR**



## DEDICATORIA

*A Dios, porque en la vida me ha dado tanto...*

*A Julio, a Mery, a Leticia, a Ernesto y a Gean Marco, por ser fuente de luz, motivo y motor en mis días*

*A mis queridos sobrinos Valentino y Mathius, por reflejar alegría y esperanza en mi vida*

*A Carlita por su apoyo constante y cariño inmenso; y por su leal y grata compañía*

*A las familias Aguilar, Flores, Delgado, Tejada, Medina, Benavente, Loayza, Castillo, Lira, Gonzáles, Del Valle, Condori, Poccori, Begazo, Slee, Segovia, Llosa, Mendoza, Uchamaco, Paz, Mollo, Mamani... pacientes y amigos de la vida, a quienes tuve el gusto de atender y aconsejar con esmero; y de quienes siempre recibí muestras de aliento en el quehacer cotidiano*

*...Y a los amigos de la medicina, con quienes comparto esta hermosa vocación*

## AGRADECIMIENTOS

*“La gratitud crea en nosotros delicadeza y sensibilidad para valorar todo el bien que nos sucede”*

*Rvdo. Julio Alvarado*

Indudablemente, esta tesis es un “gracias a la vida” por las oportunidades que siempre me ofreció y a las que nunca defraudé.

Gracias a la Dra. Sandra Yucra Sevillano, asesora de tesis, por sus valiosos consejos para mejorar el presente y a la Dra. Vilma Tapia por el esmero en el trato de datos estadísticos, recomendaciones y demás para el desarrollo del presente.

Además, un profundo agradecimiento a las obstetras Carla Medina Del Valle, Edith Castro Cruz y Melania Escobar Escobar del C.S. Metropolitano – Ilave por su apoyo en la captación de pacientes, aplicación de encuestas y recolección de muestras de cabello. Sin su invaluable ayuda no se hubiera concretado una parte importante del presente estudio; dado que la población se muestra más confiada y familiarizada con el carácter humano y experticia de los citados profesionales.

Gracias al laboratorio CERPER S.A. por el riguroso tratamiento de las muestras de peces y cabello humano; y por la seriedad y compromiso hacia su trabajo.

Gracias a la Universidad Católica de Santa María, el lugar donde recibí mi formación académica y donde siempre se me trató con cariño de hogar.

Gracias al C.S. Metropolitano – Ilave donde se me permitió realizar el presente estudio sin ofrecer ningún obstáculo.

Por último, mi eterno agradecimiento a mis maestros de la vida, ya que sin sus valiosos consejos no hubiera llegado hasta este punto. A la medicina como ciencia y a todas sus ramas, porque sus oportunidades me han permitido aprender de todas ellas sin injerencias de ninguna índole.

... Y gracias a Dios, a mi familia, a mis pacientes y a mi fuerza de voluntad por haberme hecho médico.

## RESUMEN

El presente estudio, de tipo correlacional, responde a los propósitos de un diseño prospectivo, transversal, no experimental, de nivel descriptivo – relacional. Se realizó en el mes de marzo de 2022 en la localidad de Ilave – Puno. **Objetivo:** Determinar las concentraciones de mercurio en peces de consumo directo y establecer su relación con la salud de gestantes atendidas en el Centro de Salud Metropolitano – Ilave en marzo de 2022. **Materiales y métodos:** La muestra fue de tipo no probabilística e intencionada, constituida por 50 gestantes atendidas en el mes de marzo de 2022, en quienes se obtuvo muestras de cabello (región occipital) para cuantificación de niveles de mercurio y a quienes también se les aplicó el cuestionario de síntomas físicos y neuropsicológicos de intoxicación por mercurio. Además, se analizó 13 muestras de pescado expendido en el Mercado Central Ilave abastecidas por el proveedor de la zona quien obtuvo las mismas directamente del río Ilave; 3 unidades de las especies de mayor consumo: Trucha, Carachi amarillo, Pejerrey de río y Orestias ispi; y 1 muestra de Suche; Para determinar los niveles de mercurio (además de otros metales pesados) en peces y en cabello se utilizó la técnica de observación laboratorial por espectrofotometría para Metales ICP-Masa: EPA METHOD 6020 y para valorar el estado de salud de las gestantes se utilizó la técnica de comunicación: entrevista, mediante la aplicación del formulario de preguntas antes citado. **Resultados:** Las concentraciones de mercurio en peces se encuentran dentro del rango de la normalidad. La concentración media de arsénico para todas las especies es alta, siendo mayor en trucha y carachi. El valor medio de cadmio en carachi es alto. Se encontró niveles elevados de mercurio en muestras de cabello del 12% de gestantes; así como niveles incrementados de aluminio (96%), bario (86%), plomo y manganeso (100%). El 26 % de gestantes encuestadas presentaron alta probabilidad clínica de intoxicación por mercurio. El cansancio es el síntoma físico más saltante, mientras que los problemas de memoria episódica y de memoria de trabajo fueron los síntomas neuropsicológicos que más resaltaron. No encontramos relación entre el consumo de peces de la zona y las concentraciones elevadas de mercurio en cabello de las gestantes.

**Palabras clave:** Determinación de mercurio, metales pesados, peces, cabello, gestantes, centro de salud, Ilave

## ABSTRACT

The present study, of a correlational type, responds to the purposes of a prospective, cross-sectional, non-experimental design, with a descriptive-relational level. It was held in the month of March 2022 in the town of Ilave - Puno. **Objective:** To determine the concentrations of mercury in fish for direct consumption and to establish its relationship with the health of pregnant women treated at the Metropolitan Health Center - Ilave in March 2022. **Materials and methods:** The sample was non-probabilistic and intentional, constituted by 50 pregnant women treated in March 2022, in whom hair samples (occipital region) were obtained to quantify mercury levels and to whom the questionnaire on physical and neuropsychological symptoms of mercury poisoning was also applied. In addition, 13 samples of fish sold in the Ilave Central Market were analyzed, supplied by the supplier of the area who obtained them directly from the Ilave River; 3 units of the most consumed species: Trout, Yellow Carachi, River Pejerrey and *Orestias ispi*; and 1 sample from Suche; To determine the levels of mercury (in addition to other heavy metals) in fish and hair, the laboratory observation technique was used by spectrophotometry for Metals ICP-Mass: EPA METHOD 6020 and to assess the health status of pregnant women, the technique was used. of communication: interview, through the application of the form of questions mentioned above. **Results:** Mercury concentrations in fish are within the normal range. The average concentration of arsenic for all species is high, being higher in trout and carachi. The average value of cadmium in carachi is high. High levels of mercury were found in hair samples from 12% of pregnant women; as well as increased levels of aluminum (96%), barium (86%), lead and manganese (100%). 26% of pregnant women surveyed presented a high clinical probability of mercury poisoning. Fatigue is the most salient physical symptom, while episodic memory and working memory problems were the most prominent neuropsychological symptoms. We found no relationship between the consumption of fish in the area and the high concentrations of mercury in the hair of pregnant women.

**Keywords:** Determination of mercury, heavy metals, fish, hair, pregnant women, health center, Ilave

## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años ha aumentado notablemente el interés por el riesgo para la salud que conlleva la exposición a metales pesados, ya que en teoría demuestran efectos neurotóxicos, mutagénicos, carcinogénicos, entre otros (1). En el medio ambiente, la presencia de metales puede implicar un riesgo para la salud, especialmente en aquellos grupos de población más vulnerables como gestantes, infantes y adultos mayores.

El mercurio es considerado como un contaminante global de preocupación para la salud pública, principalmente por sus efectos sobre el desarrollo en la etapa perinatal e infantil. Algunas regiones con bajas emisiones de mercurio podrían tener altos niveles de mercurio en el ambiente. Las principales fuentes de exposición humana descritas en la literatura son el consumo de agua y pescado contaminados, minería informal, uso de amalgamas, entre otros. En las últimas décadas se vienen realizando múltiples esfuerzos internacionales para minimizar su uso y así sus riesgos para el ambiente y la salud (2).

La exposición medioambiental comienza durante el embarazo y particularmente en este momento el sistema nervioso en desarrollo es especialmente vulnerable debido a la inmadurez de la barrera hematoencefálica. Por lo tanto, los fetos son especialmente vulnerables tanto a la deficiencia de elementos nutricionales como a la influencia de elementos tóxicos, pues están en un desarrollo y crecimiento embrionario intenso y sus mecanismos de detoxificación no se encuentran totalmente desarrollados. Se conoce que incluso, exposiciones a niveles bajos de metilmercurio, pueden afectar a los procesos de desarrollo feto-infantil, como memoria, atención y aprendizaje (3).

La sangre, la orina y el cabello son las muestras biológicas más empleadas para medir una exposición o dosis. Las dos primeras son utilizadas para valorar una exposición reciente, mientras que la última es muy útil para valorar una exposición anterior y su evolución a través del tiempo. Actualmente el pelo es considerado un biomarcador importante en diferentes estudios epidemiológicos (3).

En la localidad de Ilave no se cuentan con reportes de valores de mercurio poblacional ni estudios de exposición humana a este contaminante, por lo que resulta importante abordar la exposición a este metal. Por tanto, el presente tiene como objetivo: determinar las

concentraciones de mercurio en peces de consumo directo y establecer su relación con la salud de gestantes atendidas en el Centro de Salud Metropolitano – Ilave en marzo de 2022



## INDICE

DICTAMEN APROBATORIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN.....	1
ÍNDICE.....	3

### CAPÍTULO I

Planteamiento teórico .....	6
1. Problema de investigación.....	7
1.1. Enunciado .....	8
1.2.Descripción.....	8
1.3.Justificación .....	11
2. Objetivos.....	12
3. Marco teórico.....	13
3.1. Marco conceptual .....	13
3.1.1. Mercurio y contaminación .....	13
3.1.2. Contaminación de peces por mercurio.....	14
3.1.3. Determinación de Mercurio .....	15
3.1.3.1. Determinación de mercurio en peces .....	15
3.1.3.2. Determinación de mercurio en cabello.....	16
3.1.4. Toxicidad .....	17
3.1.5. Valores referenciales de mercurio.....	17
3.1.5.1. Valores referenciales de mercurio en peces.....	17
3.1.5.2. Valores referenciales de mercurio en el ser humano .....	17
3.1.6. Efectos de la contaminación por mercurio en la salud de las personas .....	18
3.1.7. El río Ilave y sus contaminantes .....	20
3.2. Análisis de antecedentes investigativos.....	21
3.3. Hipótesis .....	24

## CAPÍTULO II

Planteamiento operacional.....	25
1. Técnica, instrumento y materiales de verificación .....	26
1.1. Técnicas .....	26
1.2. Instrumentos .....	27
1.3. Métodos .....	28
1.4. Materiales .....	29
2. Campo de verificación.....	29
2.1. Ubicación espacial.....	29
2.2. Ubicación temporal.....	30
2.3. Unidades de estudio.....	30
2.3.1. Universo.....	30
2.3.2. Muestra .....	31
3. Estrategia de recolección de datos.....	31
3.1. Organización.....	31
3.1.1. Autorización .....	31
3.2. Recursos.....	32
3.2.1. Humanos.....	32
3.2.2. Físicos.....	32
3.2.3. Económicos .....	32
3.2.4. Institucionales.....	32
4. Estrategia para manejar resultados .....	32
4.1. Sistematización de datos.....	32
4.1.1. Tipo de sistematización .....	32
4.1.2. Plan de operación.....	32
5. Cronograma de trabajo .....	33

## CAPÍTULO III

RESULTADOS .....	34
1. Sistematización y estudio de los datos .....	35
DISCUSIÓN.....	49
CONCLUSIONES.....	52
RECOMENDACIONES .....	53

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....55

### ANEXOS

ANEXO 1. Cuestionario de síntomas físicos y neuropsicológicos de intoxicación por mercurio.....60

ANEXO 2. Hoja de consentimiento para participación en estudio de investigación .....61

ANEXO 3. Ubicación hidrográfica de la cuenca del río Ilave en el sistema TDPS .....63

ANEXO 4. Delimitación gráfica del Centro de Salud Metropolitano – Ilave.....64

ANEXO 5. Registro de peces .....65

ANEXO 6. Dictamen de comité de ética.....66

ANEXO 7. Carta de presentación para aplicación de estudio de investigación .....68

ANEXO 8. Panel fotográfico.....69

ANEXO 9. Valores referenciales de metales pesados en cabello humano .....78

ANEXO 10. Valores referenciales de metales pesados en peces .....79

ANEXO 11. Matriz de sistematización de datos .....80

ANEXO 12. Resultados de barrido de metales pesados en peces .....86

ANEXO 13. Resultados de barrido de metales pesados en cabello de gestantes .....89

ANEXO 14. Dictamen de asesoría .....98



**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO TEÓRICO

### 1. Problema de investigación

La presencia en la dieta de metales pesados no esenciales, puede causar importantes daños en la fisiología, debido a que el cuerpo no es capaz de procesarlos y los acumula en sus tejidos (6). La Organización mundial de la salud (OMS) identifica al mercurio como una de las 10 principales sustancias de naturaleza química que más preocupan a la salud pública. Su toxicidad se conoce desde hace mucho, pudiendo causar efectos nocivos en los sistemas nervioso, digestivo e inmunológico. Los fetos son más susceptibles al mercurio. Es posible que su exposición en el útero se deba a que la madre consuma pescado contaminado. Puede afectar al cerebro y sistema nervioso en crecimiento y desarrollo del producto de manera adversa, lo que conlleva en adelante a alteraciones de las funciones cognitivas, la memoria, la atención, el lenguaje y las habilidades motoras finas y viso-espaciales (7).

La autoridad Nacional del Agua (ANA), en el año 2012 señaló que la calidad del agua de los ríos de Puno se encuentra en malas condiciones debido a factores naturales y en parte a vertimientos municipales y residuos sólidos. La cuenca del río Ilave registra presencia de metales pesados como plomo, hierro, arsénico, manganeso, y demás; situación que compromete a las especies que habitan en sus aguas y que constituyen una fuente real de alimento diario. Asimismo, en el año 2012, el profesor de Ciencias Biológicas y Ambientales de la Universidad de Barcelona de España, Mario Monroy, realizó muestreos en nueve localidades próximas al lago Titicaca, encontrando altos índices de metales nocivos para la salud, entre ellos mercurio, cadmio, zinc y plomo (6), dando a conocer sus resultados en Science of the Total Environment (4) y en el II Simposio Internacional del Lago Titicaca, TDPS, organizado por la escuela de posgrado de la Universidad Nacional del Altiplano, registrado en su documento preliminar (5).

Los peces son muy buenos indicadores de la presencia de metales pesados, pues tienen ciclos de vida relativamente largos en contraste a otros animales. Están distribuidos en toda la cadena trófica y son consumidos por muchas especies incluidos el hombre. Los metales pesados se biomagnifican en los niveles de la cadena alimenticia: si un pez

pequeño consumido por uno mediano, éste último acumula los metales de su presa y así sucesivamente hasta llegar al hombre (6).

Las gestantes de Ilave ven en el consumo de peces de la zona una buena alternativa para suplir los requerimientos nutricionales que la gestación demanda. En ese sentido resulta importante conocer si las especies acuáticas que habitan en los ríos de la cuenca de Ilave están contaminadas y si su consumo podría condicionar riesgos en la salud de la población, sobre todo en aquel grupo de mayor vulnerabilidad como es el de la gestación.

### **1.1. Enunciado del problema**

Determinación de mercurio en peces de consumo directo y su relación con la salud de gestantes atendidas en el Centro de Salud Metropolitano – Ilave, marzo de 2022.

### **1.2. Descripción del problema**

#### **1.2.1. Área del conocimiento**

- 1.2.1.1. Área general : Ciencias de la Salud
- 1.2.1.2. Área específica : Medicina Humana
- 1.2.1.3. Especialidad : Toxicología
- 1.2.1.4. Línea : Contaminación por mercurio

#### **1.2.2. Análisis u operacionalización de variables e indicadores**

- **Variable independiente:** Niveles de mercurio en peces de consumo directo.
- **Variable dependiente:** Estado de salud de gestantes. (Ver cuadro de operacionalización de variables)

**Cuadro 1.** Cuadro de Operacionalización de Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Subindicadores	Unidad / Categoría	Escala
<b>Variable Independiente</b>					
Niveles de mercurio en peces de consumo directo	Medición de mercurio	Medición de mercurio en tejido muscular	≤ 500ug/Kg > 500ug/Kg*	- Nivel Normal - Nivel Anormal	Cualitativa nominal
<b>Variable Dependiente</b>					
Estado de salud de gestantes	Nivel de mercurio en gestantes	Medición de mercurio en cabello	≤ 0.58 ug/g > 0.58 ug/g**	- Nivel Normal - Nivel Anormal	Cualitativa nominal
	Antecedentes sociodemográficos y alimenticios	Sociodemográficos	Edad	- 18 a 25 años - 25 a 30 años - 30 a 35 años - De 35 años a más	Cuantitativa, de intervalo
			Ocupación	- Ama de casa - Pastoreo - Pesca - Otros	Cualitativa nominal
			Gestas	- Primigesta - Multigesta	Cualitativa nominal
		Alimenticios	- Especies consumidas	- Trucha - Carachi - Pejerrey de río - Orestias Ispi - Suche, otros	Cualitativa nominal
			- Frecuencia de consumo de pescado	- Nunca o casi nunca - Al mes de 1 a 3 v - A la semana 1 v - A la semana 2 a 4 v - A la semana 5 a 7 v	Cuantitativa, de intervalo

	Síntomas de intoxicación por mercurio	Síntomas físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sangrado de encías</li> <li>- Malestar general</li> <li>- Debilidad dental</li> <li>- Debilidad en extremidades</li> <li>- Hinchazón en pies</li> <li>- Espuma en orina</li> <li>- Visión borrosa</li> <li>- Puntos rojos</li> <li>- Cansancio</li> <li>- Bajo de peso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy a menudo</li> <li>- A menudo</li> <li>- Algunas veces</li> <li>- Muy pocas veces</li> <li>- Nunca</li> </ul>	Cualitativa ordinal
		Síntomas neuropsicológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memoria episódica</li> <li>- Memoria de trabajo</li> <li>- Alucinación visual</li> <li>- Motor fino</li> <li>Cefalea</li> <li>- Cambios de humor</li> <li>- Motor grueso</li> <li>- Caminata tambaleante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy a menudo</li> <li>- A menudo</li> <li>- Algunas veces</li> <li>- Muy pocas veces</li> <li>- Nunca</li> </ul>	Cualitativa ordinal

**Fuente.** Elaboración propia

\*FDA y OMS.

\*\* The International Pollutants Elimination Network-IPEN (25).

### 1.2.3. Interrogantes básicas

1.2.3.1. ¿Qué niveles de mercurio se encuentran en los peces de consumo directo que habitan el río Ilave?

1.2.3.2. ¿Cuáles son las concentraciones de mercurio en cabello de las gestantes que se atienden en el C.S. Metropolitano - Ilave?

1.2.3.3. ¿Qué signo-sintomatología de intoxicación por mercurio presentan las gestantes que se atienden en el C.S. Metropolitano - Ilave?

1.2.3.3. ¿Cuál es la relación entre el consumo directo de peces del río Ilave, las concentraciones de mercurio en cabello y el estado de salud de las gestantes atendidas en el C.S. Metropolitano - Ilave en marzo de 2022?

### 1.2.4. Tipo de investigación

Correlacional

### 1.2.5. Diseño de investigación

Prospectivo, transversal, no experimental

### 1.2.6. Nivel de investigación

Descriptivo – relacional

## 1.3. Justificación del problema

El presente se justifica por su:

**1.3.1. Relevancia social:** El mercurio es considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como un contaminante global de preocupación para la salud pública por sus diversos efectos deletéreos, sobre todo en poblaciones vulnerables: etapa perinatal, gestación, infancia, entre otros. Con la investigación se buscó el bienestar y la seguridad alimentaria de la mujer gestante que consume pescado obtenido directamente del río Ilave.

**1.3.2. Relevancia ambiental:** Porque se procuró evidenciar un desorden medioambiental que perjudica el ecosistema en el que habitan las especies acuíferas de consumo directo de los habitantes de Ilave. En los últimos años, se ha atribuido la contaminación del río debido a algunas fuentes de origen natural como son los volcanes, evaporación de superficies terrestres y acuáticas, degradación de minerales, entre otros. Es necesario no perder de vista estas fuentes

pues contribuyen a los niveles ambientales de mercurio, que solas o sumadas a fuentes artificiales podrían agravar una condición tóxica del metal, ignorada por el grueso de la población.

**1.3.3. Originalidad:** Se ajusta a los propósitos de un trabajo inédito. No se encuentran estudios estadísticos que determinen el mercurio en peces de consumo directo y su relación con la salud de gestantes. Por tanto, este tema poco estudiado va a brindar la posibilidad de explorar, investigar y analizar por qué las gestantes se encuentran expuestas y/o con riesgo de sufrir una intoxicación por mercurio con las repercusiones antes explicadas.

**1.3.4. Factibilidad:** Porque se contó con los medios y recursos necesarios para desarrollar la investigación, garantizando su cabal cumplimiento.

**1.3.5. Interés personal:** Por motivación propia y el interés que despertó el tema, además de evaluar a una población asequible, es que el presente trabajo fue viable.

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo general

Determinar las concentraciones de mercurio en peces de consumo directo y establecer su relación con la salud de gestantes atendidas en el Centro de Salud Metropolitano – Ilave en marzo de 2022.

### 2.2. Objetivos específicos

- Cuantificar los niveles de mercurio en músculo de algunas especies de peces que habitan el río Ilave.
- Determinar las concentraciones de mercurio en cabello de las gestantes que se atienden en el C.S. Metropolitano - Ilave.
- Identificar signos y síntomas de intoxicación por mercurio en gestantes del C.S. Metropolitano – Ilave.
- Señalar la relación entre el consumo directo de peces del río Ilave, las concentraciones de mercurio en cabello y el estado de salud de las gestantes atendidas en el C.S. Metropolitano - Ilave en marzo de 2022

### 3. Marco conceptual

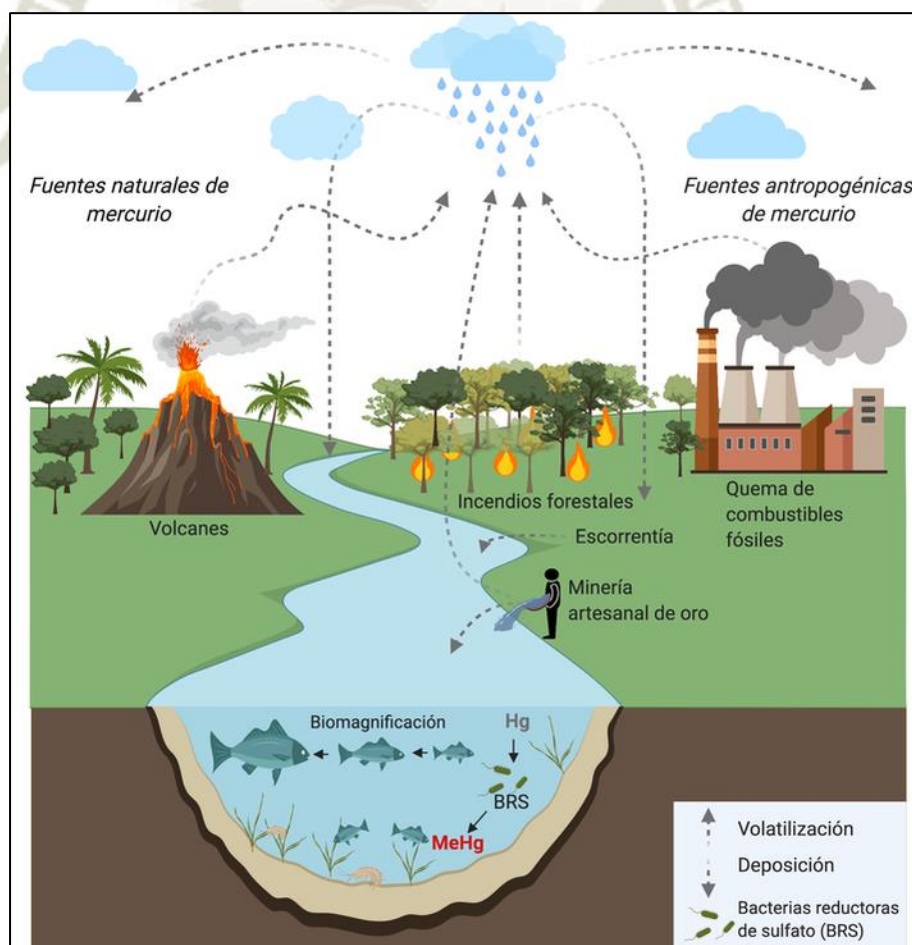
#### 3.1. Marco conceptual

##### 3.1.1. Mercurio y contaminación

El mercurio es el único metal líquido a temperatura ambiente, pudiendo estar en su estado elemental o como derivados de origen orgánico e inorgánico (14). Tiene un uso amplio y diverso: amalgamas, recubrimiento de espejos, pinturas, lámpara de vapor, termómetros, pesticidas, etc. El mercurio inorgánico puede ser metilado en sedimentos cuando estén presentes sulfuros para formar metilmercurio (13).

El mercurio es uno de los metales con mayor impacto sobre los sistemas acuáticos y ha sido estudiado bastante por sus efectos nocivos. Puede aparecer en el ambiente por fenómenos naturales o como resultado de actividades humanas, ocasionando daños irreversibles tanto en la biota acuática como terrestre (13).

**Imagen 01:** Contaminación por mercurio y ciclo



Fuente. Colón A. (2020)

El metilmercurio (MeHg) es la forma más nociva del mercurio, fácilmente acumulada y magnificada a través de las cadenas alimenticias; se forma por biometilación del mercurio depositado en los sedimentos. El mercurio se encuentra en condiciones naturales en la corteza terrestre en su estado metálico, pero puede ser transportado en el ambiente por aire y agua (13).

Puede combinarse con otros elementos para formar compuestos de naturaleza inorgánica (cloruro mercúrico, cloruro mercurioso, acetato mercúrico, óxido mercúrico, sulfuro mercúrico, entre otros). Se deposita en las masas de agua, donde organismos y microorganismos acuáticos lo biotransforman en metilmercurio, etilmercurio y fenilmercurio, siendo el primero el de interés tóxico. El origen antropogénico del mercurio contribuye significativamente a sus concentraciones ambientales y comprende: procesos de industria, minería, producción de cemento, combustión de fósiles, quema de residuos sanitarios, químicos y municipales. Se estima que, en los últimos años, los niveles de mercurio son entre tres a seis veces superiores a los que se tenían antes de la industrialización, ya que el mercurio circula por todo el mundo, por aire y agua; incluso regiones en donde no se registraban pueden tener elevadas concentraciones ambientales de mercurio (13).

### **3.1.2. Contaminación de peces por mercurio**

En el agua ocurre la transformación de mercurio para compuestos orgánicos como metilmercurio, por acción de microorganismos, el metilmercurio facilita la dispersión y disponibilidad del mercurio en el agua, que puede ser absorbido por el plancton, entrando en la cadena trófica donde ocurre la magnificación trófica; donde se entiende que cuanto más alto es el nivel trófico, mayor será la acumulación de mercurio en el organismo. En los seres humanos éste compuesto es adquirido a través de la alimentación, y puede ser teratogénico y tóxico. Dado que más del 90% del mercurio está presente como metilmercurio en la biota acuática, la principal fuente de exposición del hombre es a través del consumo de pescado contaminado. Por ende, la evaluación del mercurio en peces no sólo alcanza relevancia desde el punto de vista toxicológico, sino también por el impacto sobre la salud pública. Una vez que el metilmercurio es liberado por los microorganismos, entra en contacto con la biota acuática a través de una rápida

difusión donde es intensamente unido a sus proteínas, acumulado y magnificado por las especies de la cadena alimenticia. De esta manera las especies depredadoras contienen mayores niveles de metilmercurio que las especies no depredadoras (13).

En Puno, las especies del lago Titicaca en las que se encontró niveles aumentados de metales pesados fueron: el carachi amarillo (*Orestias luteus*) y gris (*Orestias agassi*), el pez suche (*Trichomycterus rivulatus*) y el pejerrey argentino (*Odontesthes bonariensis*); los tres primeros autóctonos del Titicaca y lagos altoandinos, mientras que el último fue introducido al ecosistema y ha sido una de las causas por las cuales se han extinto algunas especies nativas (6).

### **3.1.3. Determinación de Mercurio**

#### **3.1.3.1. Determinación de mercurio en peces**

Las concentraciones de mercurio en los ecosistemas acuáticos naturales son por lo general bajos y usualmente están en los niveles de nanogramos a microgramos por litro. No obstante, recientemente las cargas de los metales principalmente los pesados, se encuentran en exceso en el medio acuático. Esta situación es el resultado del rápido crecimiento poblacional, aumento de la urbanización, expansión de actividades industriales, de la exploración y explotación de recursos naturales, de la extensión de la irrigación y de otras prácticas de agricultura moderna, como también de la falta de regulaciones ambientales (12).

La forma más tóxica del mercurio es el metilmercurio (MeHg), la cual es bioacumulada y biomagnificada en las cadenas alimenticias. El MeHg en los ambientes acuáticos se forma principalmente por biometilación del mercurio depositado en los sedimentos (13).

Las concentraciones de mercurio en el medio ambiente suelen ser bajas, el peligro de exposición ambiental a este elemento despierta mucho interés por ser altamente tóxico y por su facilidad para acumularse en ciertas plantas, animales acuáticos y terrestres. El riesgo para el ser humano se sustenta en el consumo de pescados y otros productos contaminados con

grandes cantidades de mercurio. Los peces son la principal fuente alimentaria de este metal, lo concentran y transforman de su forma inorgánica a formas orgánicas más tóxicas como el metilmercurio que traduce de 70 a 90% del contenido total de mercurio y que pueden provocar alteraciones nerviosas. Dentro de ellas destacan: reducción de la capacidad intelectual y clínica maniaca-depresiva como temblores, ataxia, movimientos coreiformes. El pescado y otros productos relacionados constituyen la principal fuente de mercurio que ingresa al organismo humano (8).

### **3.1.3.2. Determinación de mercurio en cabello**

La medición de mercurio en cabello puede indicar la magnitud y el momento de la exposición. La incorporación del mercurio en el folículo capilar en crecimiento es directamente proporcional a la concentración en sangre, con un retraso de 1 a 2 meses desde la ingesta de metilmercurio (11).

El mercurio se acumula en todo el organismo, pero su concentración en el cabello es mayor que en otros tejidos y líquidos corporales (250 veces mayor que en la sangre). Una vez incorporado al cabello, el mercurio permanece inalterado, de manera que su concentración en cada pelo varía longitudinalmente en relación directa con las concentraciones fluctuantes de metilmercurio en sangre. El cabello, que crece alrededor de 10 a 15 mm al mes, refleja la exposición individual sucesiva a mercurio y los 5 mm más cercanos al cuero cabelludo permite calcular la carga de mercurio que ha recibido el organismo durante su fase de crecimiento en las 2 o 3 semanas previas a la toma de la muestra (8).

Una vez que pasa al pelo, el mercurio no vuelve a la sangre, por lo que constituye un buen marcador a largo plazo. En las personas que no consumen pescado contaminado, el nivel normal de mercurio en el pelo es de 1-2 ppm (1-2  $\mu\text{g/g}$ ), mientras que quienes lo consumen pueden presentar un nivel mayor o igual a 10ppm (11).

Además, el cabello es una matriz biológica fácil de analizar y conservar; por ende, el cabello resulta idóneo para calcular la absorción individual de mercurio (8).

### **3.1.4. Toxicidad**

En términos generales los contaminantes son tóxicos para el ser humano, y los alimentos contaminados tienen una asociación con efectos devastadores para la salud humana. Por ende, los peces son un medio importante de exposición a través de la alimentación. La acumulación biológica en la cadena alimentaria humana aumenta el riesgo de exposición a metilmercurio principalmente en aquellos grupos con alto consumo de pescado. El metilmercurio muestra importantes efectos neurotóxicos en poblaciones vulnerables como fetos, recién nacidos, infantes; por lo que el consumo de pescado por mujeres embarazadas, niños pequeños y mujeres en edad fértil es de especial preocupación por la alta probabilidad de exposición al mercurio y a sus efectos nocivos. La literatura recomienda consumo de peces a pequeñas porciones, no mayores a 100g/semana (13).

### **3.1.5. Valores referenciales de mercurio**

#### **3.1.5.1. Valores referenciales de mercurio en peces**

La concentración máxima permisible de mercurio en peces es de 0.5 ppm (FAO y Unión Europea). Indica los límites para los niveles permisibles de mercurio en carne de pescado que corresponden a 0.5mg/Kg (< 500ug/Kg) de pescado en general (22).

#### **3.1.5.2. Valores referenciales de mercurio en el ser humano**

La OMS ha establecido “niveles de referencia” de mercurio en población en general: 20 µg/L en orina, 10 µg/L en sangre, y 2 µg/g en cabello. El instituto Nacional de Colombia (INS) ha establecido: 50 µg/L en orina, 20 µg/L en sangre, y 5 µg/g en cabello (22).

No obstante, la literatura científica más reciente concluye que los efectos negativos en el desarrollo pueden ocurrir en niveles más bajos y que se debe adoptar un límite de 0.58 ppm como el nivel máximo bajo el cual los

efectos del mercurio en el feto en desarrollo son insignificantes. (25). Ese último valor coincide con el límite de referencia de 0.6 mg/Kg según los estándares de referencia alemanes del laboratorio Micro Trace Minerals (23).

### **3.1.6. Efectos de la contaminación por mercurio en la salud de las personas**

Se conoce que el mercurio es neurotóxico y los primeros síntomas de intoxicación crónica en adultos son las parestesias, el malestar general y la visión borrosa. Se han observado síntomas clínicos leves, moderados y graves en individuos con concentraciones de mercurio en cabello de 120 a 600, 200 a 800 y 400 a 600 mg/Kg respectivamente, después de intoxicarse con metilmercurio por consumo con alimentos contaminados. Aunque no se ha establecido una relación causal, algunos estudios han demostrado que un aumento de las concentraciones de mercurio se acompaña de una disminución del coeficiente intelectual verbal y de la escala de desempeño. La exposición a mercurio en forma de metilmercurio en la vida prenatal y posnatal temprana puede producir trastornos graves del sistema nervioso central, como parálisis y retraso mental, aun cuando las madres de estos niños sufren efectos imperceptibles o muy leves (8).

Según la dosis y duración de la exposición, el mercurio y sus compuestos pueden causar efectos tóxicos reversibles e irreversibles. Las características patológicas principales son la destrucción de las células nerviosas de la corteza, particularmente en las áreas visuales de la corteza occipital y distintos grados de lesión de la capa granular del cerebelo. Igualmente se han realizado observaciones de los efectos citogenéticos del metilmercurio en personas expuestas por consumo de distintas cantidades de pescado, hallándose una relación estadística entre la frecuencia de rupturas de cromosomas y niveles sanguíneos de mercurio (12).

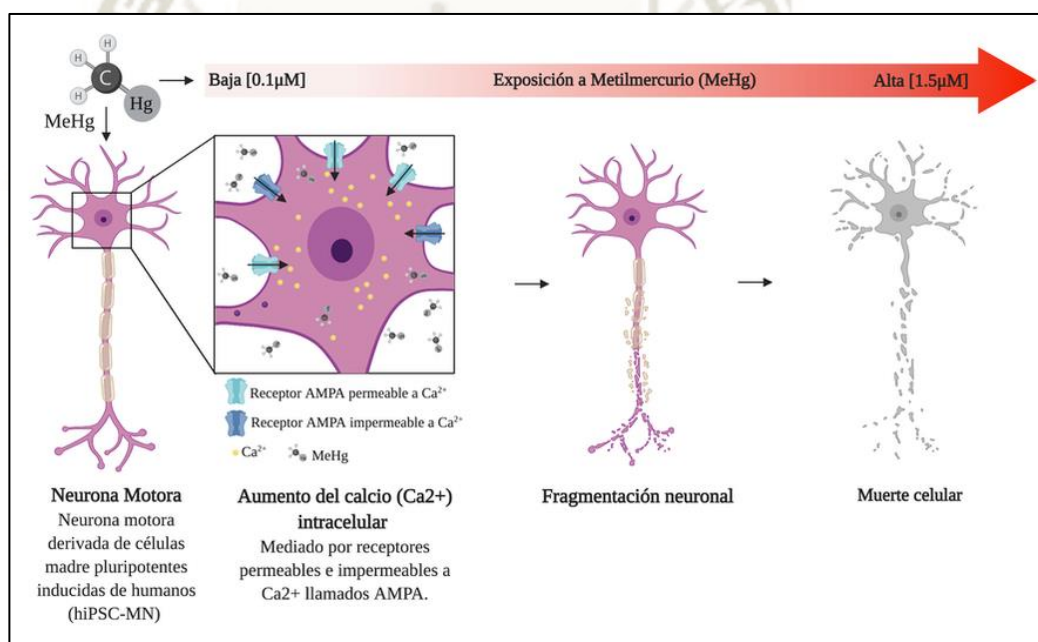
Además, el metilmercurio conduce a la muerte celular en las neuronas motoras humanas, sobre todo después de una exposición aguda a concentraciones toxicológicamente relevantes (15). (figura 2)

La intoxicación por ingestión de alimentos contaminados por el mercurio como pescado, tiene efectos sobre los neurotransmisores cerebrales y sobre las enzimas

que son sintetizadas por éstos. Además, la síntesis de proteínas es inhibida tanto en el cerebro como en el hígado. La intoxicación crónica por mercurio a partir de pescado contaminado se manifiesta a través de una salivación excesiva y en ocasiones con la caída de los dientes. A menudo aparece gastritis crónica, en ocasiones acompañada por ulceraciones mucosas. También puede desarrollarse nefritis nefrotóxica con insuficiencia renal, pero con mayor frecuencia aparece el síndrome nefrotóxico por su intensa proteinuria característica (12).

En el encéfalo se han descrito focos salpicados de atrofia por toda la corteza cerebral; atrofia de los lóbulos occipitales que produce agrandamiento de las asas occipitales de los ventrículos laterales y atrofia de los hemisferios cerebelosos (12).

**Imagen 02:** Muerte celular en neuronas motoras



**Fuente.** Colón A. (2020)

Los signos y síntomas más comunes de intoxicación por metilmercurio y/o consumo de pescado contaminado son las parestesias, pérdida de la sensibilidad en extremidades y alrededor de la boca, ataxia, neurastenia, fatiga, incapacidad de concentración, constricción del campo visual, temblores, dificultad auditiva que en algunos casos progresa al coma y a la muerte (12).

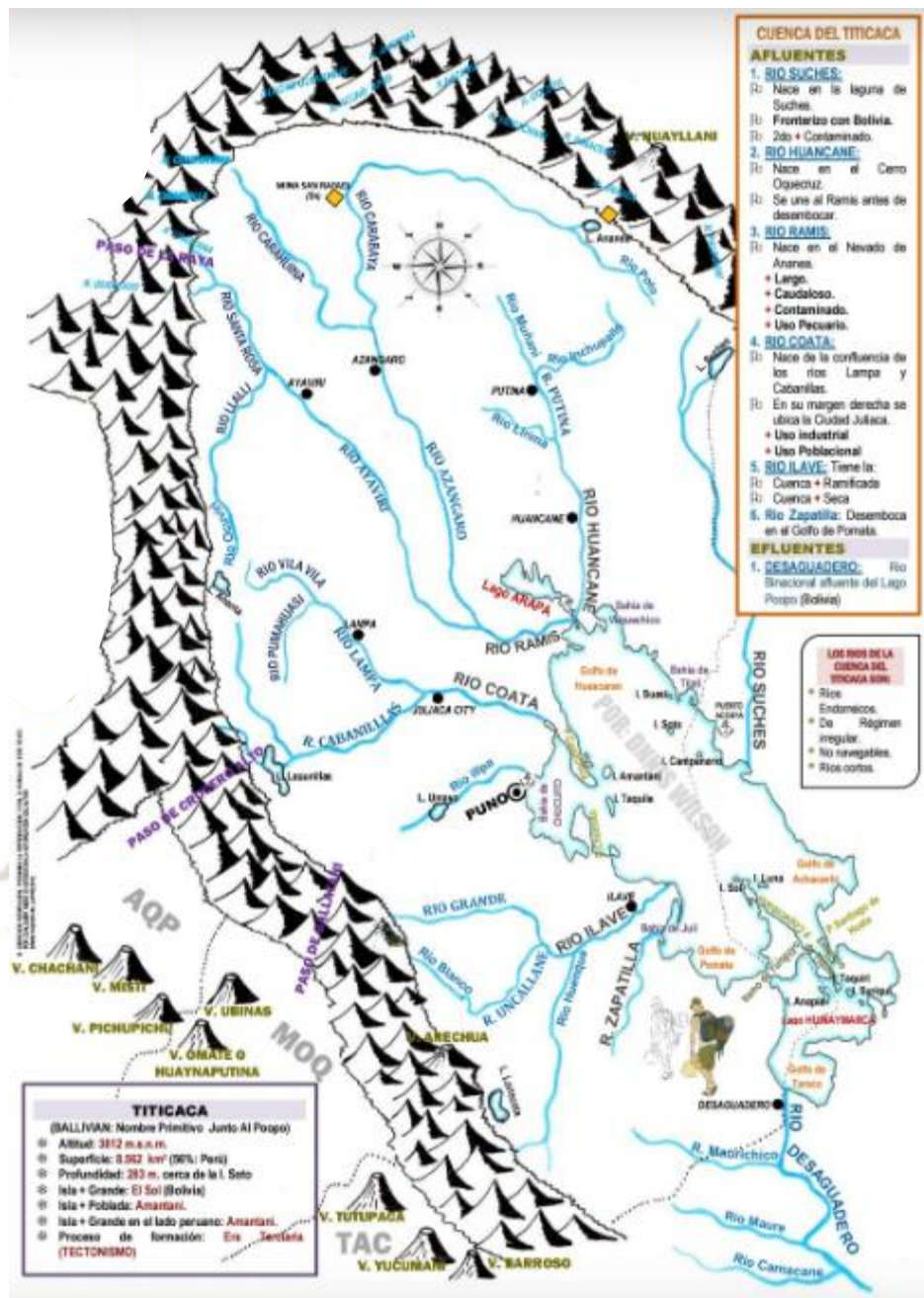
La estimación de los riesgos para la salud humana derivados de los compuestos de metilmercurio resulta importante, ya que un gran número de personas se intoxica de manera accidental a través de alimentos contaminados con fungicidas metilmercuriales o del consumo de peces contaminados por la descarga industrial de metilmercurio. Además, el cálculo de riesgo-beneficio respecto al metilmercurio en peces tiene una importancia relevante en zonas donde el pescado es una fuente dietética importante de proteína o en donde la industria pesquera reviste trascendencia económica (12).

### **3.1.7. El río Ilave y sus contaminantes**

Es el segundo río más importante luego del río Ramis, por su caudal, longitud y extensión de su cuenca. Se origina en el nevado Larjanco (Cordillera volcánica) a 5050 m.s.n.m., desemboca al lago Titicaca, próximo a la ciudad de Ilave como río de sexto orden luego de recorrer 186 Km formando en su desembocadura un delta constructivo de tipo cuspidado debido al predominio de las ondas del lago sobre la energía fluvial. Su curso alto recorre de este a oeste con el nombre de Coypa Coypa, el curso medio discurre de sur a norte, con el nombre de río Huenque, y el curso bajo tiene una dirección de sur a noreste como río Ilave. Tiene un área de cuenca de 8038 km<sup>2</sup>, 1240 m de amplitud altimétrica y 0.67% de gradiente medio, 39 m<sup>3</sup>/s de caudal medio. Su afluente más importante es el río Aguas Calientes, formado a su vez por los ríos Uncallane y Grande (21).

Se han identificado 62 vertimientos de aguas residuales en el año 2013, de los cuales, 4 municipios y 1 hotel se acogieron al Plan de adecuación de vertimientos de Aguas Residuales (PAVER). En el año 2010 se acogieron las municipalidades de Ilave y Puno y en el 2011 las municipalidades de Ácora y Chucuito, así como el hotel José Antonio Puno (21).

Imagen 03: Hoya hidrográfica del lago Titicaca



Fuente. Pilco N. (2014).

### 3.2. Análisis de los antecedentes investigativos

#### 3.2.1. A nivel local

Llerena T y Mendiola S. (2019), realizaron un estudio para determinar los pescados más consumidos por la población escolar de las instituciones de nivel primario del distrito de Mollendo, obteniendo que las tres especies más consumidas fueron: bonito, jurel y pejerrey. Se tuvo que las concentraciones de mercurio en el bonito fueron de  $0.031 \pm 0.047$  mg/Kg; N=3, seguido del jurel con  $0.029 \pm 0.043$  mg/Kg; N=3 y finalmente el

pejerrey con  $0.010 + 0.014$  mg/Kg;  $N=3$ ; lo que refleja que los valores de la concentración de mercurio no sobrepasan los límites permisibles de  $0.5$ mg/Kg establecidos por la SANIPES. Sin embargo, el consumo de pescado con ese tóxico constituye un factor de riesgo para la salud de la población, ya que aún en bajas concentraciones (trazas) se produce el proceso de biomagnificación y bioacumulación (20).

### 3.2.2. A nivel nacional

**Ashe K. (2012).** Realizó un estudio titulado “Elevated Mercury Concentrations in Humans of Madre de Dios, Perú”. El análisis de regresión reveló que la ingesta de pescado, el género y el lugar de residencia fueron indicadores de elevada significancia estadística de los niveles de mercurio, mientras que la edad y la duración de residencia no tuvieron una relación significativa con los niveles de mercurio. El incremento de los niveles de consumo de pescado fueron los indicadores más sólidos del aumento de los niveles totales de mercurio en toda la población. Los niveles de mercurio total en cabello fueron significativamente ( $\alpha= 0.005$ ) más altos en las zonas mineras que en Puerto Maldonado. En ambas áreas, los hombres presentaban niveles significativamente más altos que las mujeres, probablemente debido a una diferencia en el metabolismo, o a niveles variables de participación directa en la extracción de oro, una industria de predominio masculino. Este constituyó el primer estudio que muestra la amenaza para la salud que representa el mercurio para esta región (9).

**González, D.J.X., Arain, A. y Fernández, L.E. (2019).** Hicieron un estudio titulado “Mercury exposure, risk factors, and perceptions among women of childbearing age in an artisanal gold mining region of the Peruvian Amazon”. Se encontró que la concentración media geométrica de THg en cabello ( $\pm$  desviación estándar) para todos los participantes fue de  $1,62 \pm 2,54$   $\mu$ g/g (rango:  $0,01-30,12$   $\mu$ g/g), y 67 participantes (33,5 %) tenían concentraciones por encima de la dosis de referencia de  $2,2$   $\mu$ g/g establecida por la (OMS). Una mayor exposición se asoció significativamente con un mayor consumo de pescado ( $p = 0,03$ ) y menos conocimientos sobre el mercurio ( $p < 0,0001$ ), pero no con la edad o el nivel educativo. La mayoría de los participantes (86,2 %) expresaron su preocupación por la contaminación por mercurio, pero pocos (26,2 %) tenían conocimiento de los riesgos para la salud asociados con la exposición. Muchos residentes consumían especies de pescado que previamente se había encontrado que tenían bajas concentraciones de mercurio, pero más del 25 % de los participantes

informaron que consumían especies de pescado con altas concentraciones de mercurio. No se observó diferencias transversales en el consumo de pescado entre las mujeres que estaban embarazadas o amamantando en el momento de la recopilación de datos (10).

### 3.2.3. A nivel internacional

**Méndez M, Pose D, Laborde A, Noria A, Gil J y Lindner C. (2020)**, realizaron un estudio para conocer el nivel medio de mercurio en las mujeres embarazadas y recién nacidos en Uruguay durante los años 2016-2018. Se encontró un mercurio total mediante absorción atómica en 217 muestras de ME y 217 de RN. La media de SCU fue 1,42  $\mu\text{g/l}$ , y en las ME, fue 1,03  $\mu\text{g/l}$  en sangre, 0,08  $\mu\text{g/g}$  en el cabello y 0,82  $\mu\text{g/l}$  en orina. La media de consumo de pescado fue de una vez a la semana y el promedio de amalgamas fue de una. Los niveles de mercurio en cabello difirieron significativamente entre consumidores de pescado (57%) y no consumidoras; 0,16  $\mu\text{g/g}$  vs 0,09  $\mu\text{g/g}$  ( $p=0,009$ ). Se encontraron valores de mercurio por encima de los valores de referencia 4 ME y 4 SCU de RN. No se encontraron diferencias significativas en los niveles de mercurio en sangre y orina de ME y en SCU de RN en relación a la presencia o ausencia de amalgamas o de consumo de pescado. Los niveles medios obtenidos estuvieron por debajo de los poblacionales de Europa, Canadá, Estados Unidos, y de los de referencia de EPA y OMS (2).

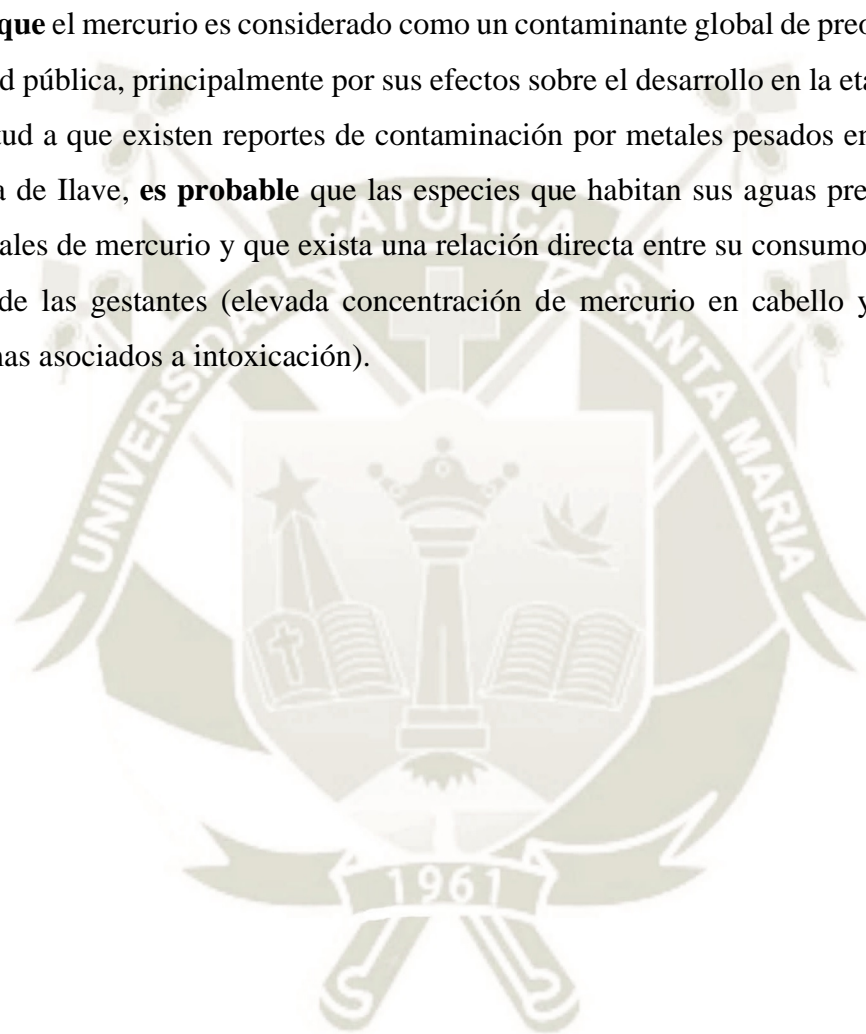
**Lozano-Kasten F, Trasande L, García-Suárez A, Bopp R, Padilla-Segundo L. (2015)**, decidieron determinar el metilmercurio en cabello en recién nacidos. Participaron 15 neonatos; en 11 (73.33%) se detectó metilmercurio. En 6 (54.5%) de ellos la concentración osciló entre 100 y 699 ppm, y en otros cuatro osciló entre 1000 y más de 4000 ppm. Se concluyó que el cabello del recién nacido es una fuente más de información para obtener datos de concentraciones de mercurio en cabello, y de interés para estudiar la carga de morbilidad ambiental por metilmercurio (3).

**Vargas-Licon SP y Marrugo-Negrete JL. (2019)**, realizaron una revisión con el fin de dar a conocer los riesgos a la salud humana que conlleva el consumo de pescado contaminado con metales pesados. Se supo que el 31.5% de estudios publicados para Colombia, son superiores a los límites máximos permisibles recomendados por la OMS (0.5 $\mu\text{g/g}$ ). Los resultados de esa revisión evidenciaron la urgente necesidad de realizar estudios que evalúen el riesgo a la salud que enfrentan los pobladores de zonas mineras y

no mineras de Colombia, aportando fundamentos científicos y bases para el establecimiento de ejes estratégicos que permitan la puesta en marcha de nuevos proyectos productivos que ofrezcan el acceso de la población a diversas fuentes de alimentación (16).

#### 4. Hipótesis

**Dado que** el mercurio es considerado como un contaminante global de preocupación para la salud pública, principalmente por sus efectos sobre el desarrollo en la etapa perinatal y en virtud a que existen reportes de contaminación por metales pesados en los ríos de la cuenca de Ilave, **es probable** que las especies que habitan sus aguas presenten niveles anormales de mercurio y que exista una relación directa entre su consumo y el estado de salud de las gestantes (elevada concentración de mercurio en cabello y presencia de síntomas asociados a intoxicación).





**CAPÍTULO II**  
**PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

#### 1. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación

**Cuadro 2.** Cuadro de Coherencia de Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumento
<b>Variable Independiente</b>				
Determinación de mercurio en peces de consumo directo	Niveles de mercurio en peces	Medición de mercurio en tejido muscular	Observación laboratorial: espectrofotometría	Reporte de cuantificación de mercurio en muestra
<b>Variable Dependiente</b>				
Estado de salud de gestantes	Nivel de mercurio en gestantes	Medición de mercurio en cabello	Observación laboratorial: espectrofotometría	Reporte de cuantificación de mercurio en muestra
	Antecedentes sociodemográficos y alimenticios	Sociodemográficos	Técnica de comunicación: entrevista	Formulario de preguntas
		Alimenticios		
	Síntomas de intoxicación por mercurio	Síntomas físicos		
Síntomas neuropsicológicos				

Fuente. Elaboración propia

#### 1.1. Técnicas:

- Para determinar los niveles de mercurio en peces y en cabello de las gestantes se utilizó la técnica de observación laboratorial por espectrofotometría para Metales ICP-Masa: EPA METHOD 6020A. Inductively coupled plasma-mass spectrometry (Preparación de muestra EPA: Method 3051A. Microwave assisted acid digestion of Sediments, sludges, soils, and oils).

Para ello se obtuvieron 13 muestras de peces del río Ilave directamente del proveedor de la zona, 3 de cada especie de mayor consumo: Trucha, Carachi amarillo, Pejerrey de río y Orestias ispi; y 1 muestra de Suche.

Las especies obtenidas fueron introducidas individualmente dentro de una bolsa plástica de la cual se extrajo el aire y luego dentro de otra bolsa rotulada con la

información respectiva; fueron selladas e introducidas en un cooler bajo cadena de custodia con paquetes de hielo a temperatura entre 4 – 8 °C y trasladadas a laboratorio a la brevedad. En laboratorio, se obtuvieron muestras de músculo tras remoción de la piel con cuchillas de acero inoxidable; luego se realizó el proceso de cuantificación de mercurio según protocolos laborales.

Además, se recolectaron las muestras de cabello de las gestantes seleccionadas para el estudio. Para ello se recortaron con una tijera una porción generosa de cabello que al menos tenga entre 50 y 100 hebras de la región occipital, al borde del cuero cabelludo a cada una de ellas. Cada muestra se depositó en un sobre de papel para su conservación; horas antes del traslado al laboratorio se trasladó las muestras a un envase de plástico doble: uno simple y otro rotulado, donde permanecieron hasta el momento del análisis; todo ello bajo consentimiento y conocimiento de los involucrados.

Además de la cuantificación de mercurio, se realizó un barrido de metales pesados en las muestras señaladas para tener un panorama más amplio de la presencia de elementos nocivos.

- Para valorar el estado de salud de las gestantes se utilizó la técnica de comunicación: entrevista, mediante la aplicación de un formulario de preguntas denominado: Cuestionario de síntomas físicos y neuropsicológicos de intoxicación por mercurio.

## 1.2. Instrumentos

- Una vez procesadas las muestras se obtuvo un reporte de cuantificación de mercurio.

Para las muestras de músculo de pescado, los valores referenciales de mercurio fueron:

$$\begin{aligned} \leq 500\text{ug/Kg} & : \text{Normal} \\ > 500\text{ug/Kg} & : \text{Anormal} \end{aligned}$$

Para las muestras de cabello de gestantes, los valores de mercurio a considerar fueron:

- $\leq 0.58$  ug/g : Normal  
 $> 0.58$  ug/g : Anormal

- El instrumento empleado para valorar el estado de salud de las gestantes fue el “Cuestionario de síntomas físicos y neuropsicológicos de intoxicación por mercurio”, elaborado por Bach, modificado por Miguel Ángel Burgos Flores aplicado a pobladores expuestos crónicamente a derrames de crudo de petróleo en la región Loreto - Perú, 2019. Consta de 18 ítems, divididos en 10 ítems en la dimensión síntomas físicos y 8 ítems en la dimensión síntomas neuropsicológicos:

Dimensión síntomas físicos:

1. Sangrado de encías
2. Malestar general
3. Debilidad dental
4. Debilidad en extremidades
5. Hinchazón en pies
6. Espuma en orina
7. Visión borrosa
8. Puntos rojos
9. Cansancio
10. Bajo de peso

Dimensión síntomas

neuropsicológicos:

11. Memoria episódica
12. Memoria de trabajo
13. Alucinación visual
14. Motor fino
15. Cefalea
16. Cambios de humor
17. Motor grueso
18. Caminata tambaleante

Cada ítem tiene 5 posibilidades que valoran la frecuencia con la que se manifiesta el síntoma, las cuales van desde 0 con una frecuencia “nula”, a 4 con una frecuencia categorizada como “Muy a menudo”. Según el punto de corte de la sumatoria del total, de 12 puntos a más identifica que el sujeto evaluado correspondería a un caso de alta probabilidad de intoxicación por mercurio (19).

La finalidad de su aplicación radica en la identificación de casos de pacientes gestantes con alta posibilidad de intoxicación por mercurio para su evaluación específica e instauración de terapéutica respectiva (Ver Anexo 2).

### 1.3. Métodos

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente.

- Método informático: Todos los cálculos estadísticos fueron realizados con el programa estadístico STATA 16.
- Para la elaboración de los textos, tablas y figuras, se utilizó un ordenador personal PC compatible con el sistema operativo Windows 2020 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, Estados Unidos) y el siguiente software: Microsoft Word 2020.

#### 1.4. Materiales

Se incluyen:

- Bolsas de plástico
- Bolsas rotuladas
- Sobres de papel
- Guantes de procedimiento
- Tijeras de acero inoxidable
- Cinta adhesiva
- Cooler
- Paquetes de hielo
- Formularios de preguntas
- Materiales de escritorio
- Materiales electrónicos (PC dotada con software convencional, impresora, fotocopidora)

## 2. Campo de verificación

### 2.1. Ubicación espacial

#### 2.1.1. Precisión del lugar

Ámbito general \_\_\_\_\_ : Ilave – Provincia de Puno.

Ámbito específico \_\_\_\_\_ : *Mercado Central Ilave, Río Ilave* (meridianos 70° 22' y 69° 27' de longitud oeste y los paralelos 15° 50' y 17° 08' de latitud sur, los niveles altitudinales varían de 3825 a 5800 m.s.n.m.) (18), *C.S. Metropolitano Ilave* (Calle 2 de mayo 895, Ilave, Puno).

**2.1.2. Caracterización del lugar:** Mercado Central Ilave, Río Ilave, C.S. Metropolitano – Ilave,

**2.1.3. Delimitación gráfica del lugar:** Ver Anexo 3 y 4

## 2.2. Ubicación temporal

- 2.2.1. Cronología : marzo de 2022  
2.2.2. Visión temporal : prospectivo  
2.2.3. Corte temporal : transversal

## 3. Unidades de estudio

### 3.1. Universo

La población incluida fueron las gestantes que acudieron al C.S. Metropolitano – Ilave (MINSA) para sus controles prenatales.

#### - Universo cualitativo

Para las gestantes: los criterios de inclusión fueron: (a) Gestantes que acudan al C.S. Metropolitano-Ilave para sus controles de embarazo, (b) Gestantes que vivan en Ilave al menos 1 año, (c) Gestantes que consuman pescado adquirido del Mercado Central Ilave abastecidas a partir del río Ilave. Los criterios de exclusión fueron: (a) Gestantes que no quisieron colaborar deliberadamente con la investigación, (b) Gestantes con discapacidades congénitas y/o adquiridas que involucren la esfera neuropsicológica, cardiovascular, (c) Gestantes que hayan usado tintes para el cabello en el último mes.

El universo de peces a analizar, estuvo constituido por las especies que habitan el río Ilave de forma natural, que son capturadas y expandidas en el Mercado Central Ilave, y que son de mayor consumo por las gestantes: Trucha, Carachi, Pejerrey de río, Orestias Ispi, Suche.

Los criterios de inclusión para este caso fueron: Piel brillante, escamadas fuertemente adheridas, ojos brillantes y claros, carne firme que tiende al rebote.

Los criterios de exclusión fueron: estado o en proceso de descomposición sea parcial o total.

#### - Universo cuantitativo

En el C.S. Metropolitano-Ilave durante el segundo semestre del año 2021 se atendieron 297 gestantes, con una media de 50 gestantes por mes ( $x: 49.5$ ).

**Cuadro 3.** Gestantes atendidas durante el segundo semestre 2021

<b>GESTANTES ATENDIDAS</b>				
<b>Mes</b>	<b>I TRIM</b>	<b>II TRIM</b>	<b>III TRIM</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Julio</b>	39	16	4	<b>59</b>
<b>Agosto</b>	37	15	2	<b>54</b>
<b>Setiembre</b>	41	13	7	<b>61</b>
<b>Octubre</b>	25	17	3	<b>45</b>
<b>Noviembre</b>	13	15	4	<b>32</b>
<b>Diciembre</b>	28	16	2	<b>46</b>
<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>92</b>	<b>22</b>	<b>297</b>

**Fuente.** Reporte mensual de producción de servicios de salud Materno-Perinatal 2021. Ilave

### 3.1. Muestra

La muestra fue de tipo no probabilística e intencionada, constituida por 50 gestantes atendidas en marzo de 2022, en quienes se obtuvo muestras de cabello (región occipital) para cuantificación de niveles de mercurio y a quienes también se les aplicó el cuestionario de síntomas físicos y neuropsicológicos de intoxicación por mercurio.

Además, se analizó 13 muestras de pescado expendido en el Mercado Central Ilave abastecidas por el proveedor de la zona quien obtuvo las mismas directamente del río Ilave; 3 unidades de las especies de mayor consumo: Trucha, Carachi amarillo, Pejerrey de río y Orestias ispi; y 1 muestra de Suche; con la finalidad de conocer la cantidad de mercurio en tejido muscular. Las tres unidades por espécimen garantizan la variabilidad, dado que si se escogiera una sola muestra existiría la posibilidad de tomar al pez más o el menos contaminado. A expensas de la representatividad, dado que no se estudiarán las características del pescado (diámetro, alimentación, etc.), se procuró la variabilidad muestral.

## 3. Estrategia de recolección de datos

### 3.1. Organización

#### 3.1.1. Autorización

Se emitió una solicitud al responsable del C.S. Metropolitano-Ilave con la finalidad de obtener el permiso respectivo para el desarrollo del proceso de investigación.

### 3.2. Recursos

#### 3.2.1. Humanos

**Investigador** : Edgard Aguilar Condori.

**Asesora** : Dra. Sandra Yucra Sevillano.

**Grupo Recolector de datos:** integrado por el investigador y tres colaboradores obstetras que trabajan en atención prenatal: Carla Medina Del Valle, Edith Castro Cruz y Melania Escobar Escobar.

#### 3.2.2. Físicos

Se utilizó las instalaciones del C.S: Metropolitano-Ilave, en los ambientes de consultorio externo de obstetricia, materno-perinatal.

- Bolsas de plástico
- Bolsas rotuladas
- Sobres de papel
- Guantes de procedimiento
- Tijeras de acero inoxidable
- Cinta adhesiva
- Cooler
- Paquetes de hielo
- Formularios de preguntas
- Materiales de escritorio
- Materiales electrónicos (PC dotada con software convencional, impresora, fotocopidora)

#### 3.2.3. Económicos

El valor de la investigación asciende a un aproximado de s/. 8 850 (ocho mil, ochocientos cincuenta nuevos soles), financiado por el investigador.

#### 3.2.4. Institucionales

Ninguno

## 4. Estrategia para manejar resultados

### 4.1. Sistematización de datos

**4.1.1. Tipo de sistematización** : Manual y electrónica

**4.1.2. Plan de operación**

CLASIFICACIÓN \_\_\_: Se efectuó una plantilla esquemática de la matriz de clasificación.

CODIFICACIÓN \_\_\_: Se presentó un sistema de codificación en base a dígitos.

RECUESTO \_\_\_\_\_: Se realizó un recuento de tipo mixto, en base a una matriz de conteo.

ANÁLISIS \_\_\_\_\_:

- Tratamiento estadístico: Se utilizó una tabla de frecuencias y se aplicó las medidas de tendencia central: media aritmética, mediana; además de medidas de dispersión como la desviación estándar.

- Manejo estadístico: STATA 16.

TABULACIÓN \_\_\_\_\_: Se efectuó cuadros de entrada simple y de doble entrada.

GRAFICACIÓN \_\_\_\_\_: En base a la aplicación de diagramas de columna agrupadas en 3D

### 5. Cronograma de trabajo

ACTIVIDADES \ TIEMPO	2021		2022			
	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
1. Elección del tema						
2. Revisión bibliográfica						
3. Sistematización de bibliografía sobre intoxicación con mercurio en gestantes						
4. Redacción del proyecto						
5. Aprobación proyecto de tesis por asesor						
6. Ejecución						
7. Análisis e interpretación						
8. Informe final						



## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS**

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS

#### 1. Sistematización y estudio de los datos

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 1**

DISTRIBUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN DE GESTANTES EN ILAVE – PUNO, 2022

CARACTERÍSTICAS	N	%
<b>Edad</b>		
18 -24	15	30.0
25 – 29	16	32.0
30 – 34	12	24.0
35 a +	7	14.0
		100.0
<b>Ocupación</b>		
Ama de casa	28	56.0
Estudiante	2	4.0
Agricultora	2	4.0
Comerciante	7	14.0
Independiente/otros	11	22.0
<b>Paridad</b>		
Primigesta	23	46.0
Multigesta	27	54.0
<b>Edad gestacional</b>		
1er trimestre	3	6.0
2do trimestre	6	12.0
3er trimestre	41	82.0
<b>TOTAL</b>	50	100.0

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro. 1 muestra a la población de estudio, compuesta por 50 gestantes, con predominio de edad < de 30 años, amas de casa, multigesta y cursando el tercer trimestre de embarazo.

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 2**

DISTRIBUCIÓN DE CONSUMO DE PESCADO EN LA POBLACIÓN DE GESTANTES EN ILAVE – PUNO, 2022

Características	N	%
<b>Variedad de pescado</b>		
Trucha	45	90.0
Carachi	13	26.0
Pejerrey	17	34.0
O. Ispi	2	4.0
<b>Tipos de pescados consumidos</b>		
Un tipo de pescado	25	50
Dos tipos de pescado	23	46.0
Tres tipos de pescado	2	4.0
<b>Frecuencia de consumo</b>		
1 – 3 v/mes	3	6.0
1 v/sem	29	58.0
2 – 4 v/sem	18	36.0
5 – 7 v/sem	---	---
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100.0</b>

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro. 2 señala que la población de gestantes de Ilave consume una o dos variedades de pescado, siendo los más consumidos la trucha (90%) y pejerrey de río (34%). Las gestantes reportan un consumo frecuente de pescado; el 58% reporta al menos consumir 1v/semana.

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 3**

DISTRIBUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO SEGÚN ANÁLISIS DE METALES PESADOS EN PESCADO EN ILAVE – PUNO, 2022

PESCADO	MERCURIO		ARSÉNICO		CADMIO	
	X	DS	X	DS	X	DS
Trucha	<0.03	0	0.22	0.05	<0.02	0
Carachi	<0.03	0	0.08	0.05	0.06	0.07
Pejerrey	<0.03	0	0.04	0.03	<0.02	0
O. Ispi	<0.03	0	0.12	0.01	<0.02	0
<b>TOTAL</b>	<0.03	0	0.115	0.035	0.03	0.018

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro.3 muestra el promedio de concentración de minerales medidos en tres variedades de pescados. Para mercurio, la media se encuentra dentro del rango normal. La media de arsénico para todas las especies se encuentra por encima de los valores referenciales (V.R. < 0.002) siendo mayor en trucha y carachi. La media de cadmio en carachi es alta (V.R. < 0.05).

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 4**

DISTRIBUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MERCURIO Y DE OTROS MINERALES MEDIDOS EN CABELLO DE GESTANTES EN ILAVE – PUNO, 2022

Mineral	N	X	+DS	Mediana	P25	P75	Rango
Mercurio	49	0.33	0.54	0.19	0.13	0.35	0.08 - 3.87
Aluminio	49	41.1	22.6	38.2	25.2	57.2	2 - 88.7
Bario	39	9.58	5.92	8.14	5.92	14.2	1.04 - 24.3
Manganeso	50	10.8	7.19	8.89	6.23	13.6	1.85 - 36
Plomo	50	2.02	1.90	1.16	0.6	2.52	0.20 - 6.82
<b>TOTAL</b>	50	-	-	-	-	-	-

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro.4 muestra la concentración promedio de mercurio y otros minerales medidos en el cabello de las gestantes. La concentración media de mercurio corresponde a 0.33 mg/Kg, valor que se ajusta dentro del margen referencial (V.R.: <0.58mg/Kg). Tanto el aluminio, bario, manganeso y plomo traducen valores medios por encima de sus referenciales. No se han considerados valores atípicos, aun así, se puede observar una variabilidad grande en aluminio, bario y manganeso.

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 5**

DISTRIBUCIÓN DE LA EXPOSICIÓN MATERNA A MERCURIO Y OTROS MINERALES MEDIDOS EN CABELLO DE GESTANTES EN ILAVE – PUNO,

2022

EXPOSICIÓN MATERNA	N	%
<b>Probabilidad de intoxicación</b>		
Baja	37	74.0
Alta	13	26.0
<b>Mercurio</b>		
Normal	44	88.0
Anormal	6	12.0
<b>Aluminio</b>		
Normal	2	4.0
Anormal	48	96.0
<b>Bario</b>		
Normal	7	14.0
Anormal	43	86.0
<b>Manganeso:</b>		
Normal	0	0.0
Anormal	50	100.0
<b>Plomo:</b>		
Normal	0	0.0
Anormal	50	100.0
<b>TOTAL</b>	50	100.0

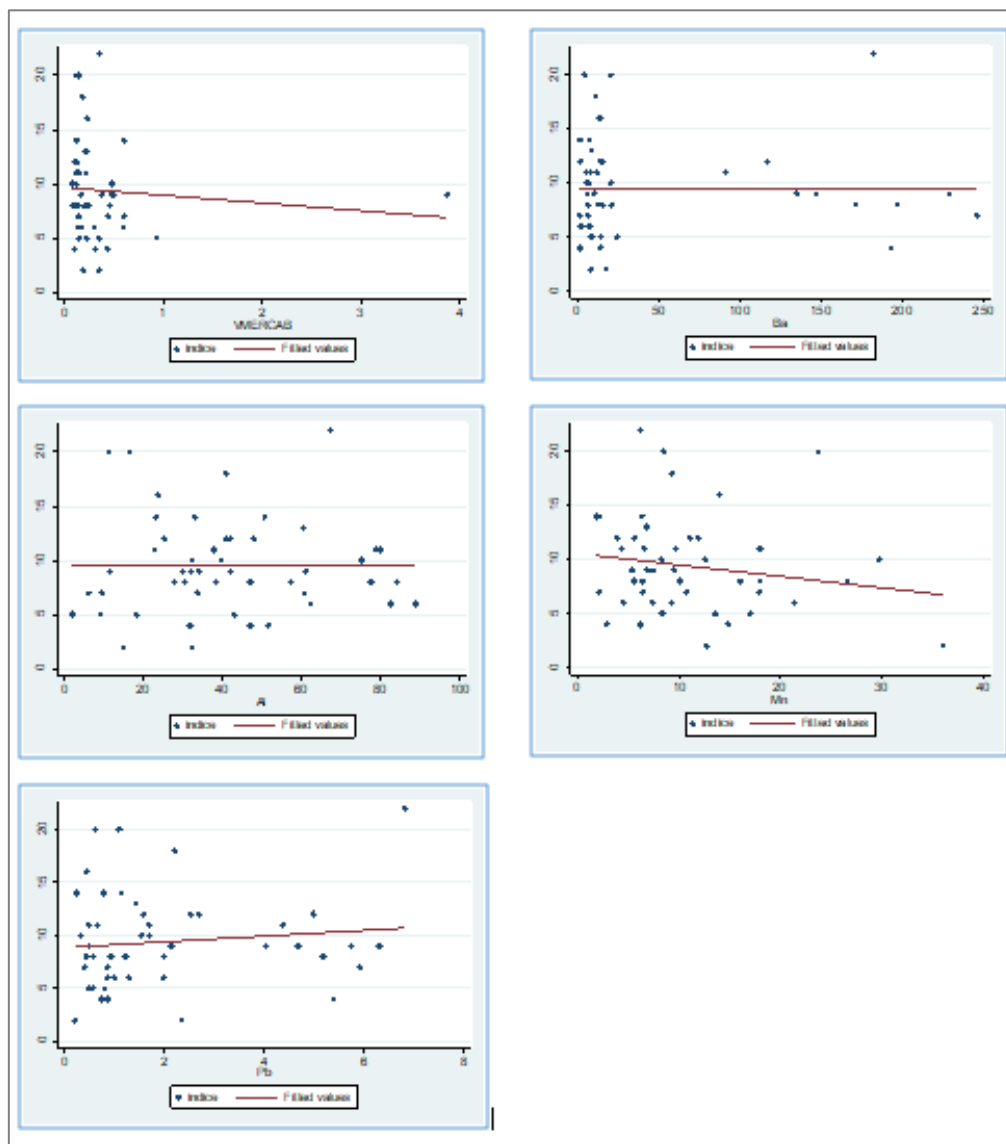
**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro. 5 señala que el 26 % de gestantes encuestadas tradujeron alta probabilidad clínica de intoxicación por mercurio; mientras que el 12% (6 casos) registraron niveles anormalmente elevados de mercurio en muestras de cabello. El barrido de otros metales pesados también reflejó niveles elevados para aluminio (96% de casos), bario (86%), plomo y manganeso (100%).

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**GRÁFICA Nro. 1**

**CORRELACIÓN DEL ÍNDICE DE SALUD CON MINERALES MEDIDOS EN CABELLO DE GESTANTES EN ILAVE – PUNO, 2022**



**Fuente.** Elaboración propia

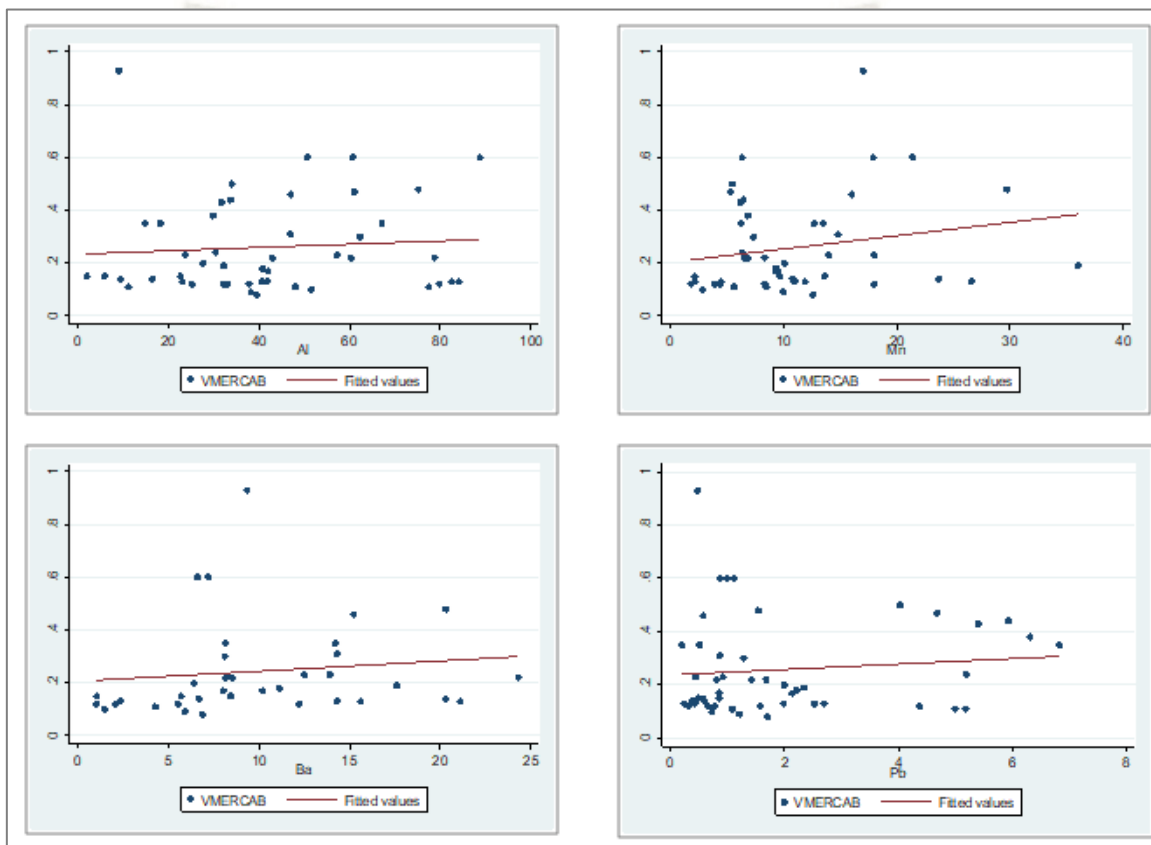
\* Vmercab: mercurio; Al: Aluminio; Mn: manganeso; Ba: bario; Pb: plomo.

La gráfica Nro. 1 muestra la correlación del índice de salud con los minerales, se observa una relación negativa con mercurio, manganeso y una positiva con plomo, es decir a mayor concentración de plomo en cabello mayor índice de salud (valores altos reflejan menor estado de salud). Estos resultados no fueron significativos.

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**GRÁFICA Nro. 2**

RELACIÓN DE MERCURIO CON OTROS MINERALES  
MEDIDOS EN CABELLO DE GESTANTES EN ILAVE – PUNO, 2022



**Fuente.** Elaboración propia

La gráfica Nro. 2, muestra la correlación de datos de mercurio con los otros minerales medidos en cabello. Se observa una leve relación positiva entre los minerales siendo mayor con manganeso ( $r= 0.20$ ) y plomo ( $r= 0.10$ ) aunque no se observó significancia estadística.

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 6**

DISTRIBUCIÓN DE LA SINTOMATOLOGÍA FÍSICA POR EXPOSICIÓN A MERCURIO EN GESTANTES EN ILAVE – PUNO, 2022

SINTOMATOLOGÍA FÍSICA	N	%
<b>Sangrado de encías</b>		
Nunca	12	24.0
Muy pocas veces	29	58.0
Algunas veces	9	18.0
<b>Malestar general</b>		
Nunca	7	14.0
Muy pocas veces	24	48.0
Algunas veces	19	38.0
<b>Debilidad dental</b>		
Nunca	40	80.0
Muy pocas veces	10	20.0
<b>Debilidad en extremidades</b>		
Nunca	16	32.0
Muy pocas veces	28	56.0
Algunas veces	6	12.0
<b>Hinchazón de pies</b>		
Nunca	9	18.0
Muy pocas veces	33	66.0
Algunas veces	8	16.0
<b>Espuma en orina</b>		
Nunca	24	48.0
Muy pocas veces	19	38.0
Algunas veces	7	14.0
<b>Visión borrosa</b>		
Nunca	38	76.0
Muy pocas veces	11	22.0
Algunas veces	1	2.0
<b>Puntos rojos</b>		
Nunca	49	98.0
Muy pocas veces	1	2.0
<b>Cansancio</b>		
Nunca	8	16.0
Muy pocas veces	20	40.0
Algunas veces	20	40.0
A menudo	2	4.0
<b>Bajo de peso</b>		
Nunca	46	92.0
Muy pocas veces	3	6.0
Algunas veces	1	2.0
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100.0</b>

Fuente. Elaboración propia

La tabla Nro. 6 muestra que, en relación a la sintomatología física por exposición a mercurio, las gestantes reportan presentar pocas veces sangrado de encías (76%), malestar general (86%), debilidad en las extremidades (68%), hinchazón de pies (82%) y cansancio (80%). Un grupo pequeño (4%) reporta sentir cansancio con mayor frecuencia.

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 7**  
DISTRIBUCIÓN DE SINTOMATOLOGÍA NEURO-PSICOLÓGICA POR EXPOSICIÓN A MERCURIO EN GESTANTES, ILAVE – PUNO 2022

<b>SINTOMATOLOGÍA NEURO-PSICOLÓGICA</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<b>Memoria episódica</b>		
Nunca	12	24.0
Muy pocas veces	34	68.0
Algunas veces	4	8.0
<b>Memoria de trabajo</b>		
Nunca	22	44.0
Muy pocas veces	17	34.0
Algunas veces	11	22.0
<b>Alucinación visual</b>		
Nunca	49	98.0
Muy pocas veces	1	2.0
<b>Compromiso motor fino</b>		
Nunca	28	56.0
Muy pocas veces	17	34.0
Algunas veces	5	10.0
<b>Cefalea</b>		
Nunca	36	72.0
Muy pocas veces	11	22.0
Algunas veces	2	4.0
A menudo	1	2.0
<b>Cambios de humor</b>		
Nunca	39	78.0
Muy pocas veces	11	22.0
<b>Compromiso motor grueso</b>		
Muy pocas veces	48	98.0
Algunas veces	2	4.0
<b>Caminata tambaleante</b>		
Nunca	48	96.0
Muy pocas veces	2	4.0
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100.0</b>

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro. 7 señala que, en relación a la sintomatología neuro-psicológica, las gestantes reportan presentar problemas con la memoria episódica (76%) y memoria de trabajo (56%), pero con poca frecuencia.

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 8**

DISTRIBUCIÓN DE EXPOSICIÓN A MERCURIO SEGÚN GRUPO DE EDAD EN GESTANTES, ILAVE – PUNO 2022

EXPOSICIÓN SEGÚN GRUPO ETÁREO	Edad							
	18-24		25-29		30-34		35+	
	N	%	N	%	N	%	N	%
<b>Probabilidad de intoxicación:</b>	14	93.3	12	75.0	8	66.7	3	42.9
Baja	1	6.7	4	25.0	4	33.3	4	57.1
Alta								
<b>Mercurio en cabello:</b>	13	86.7	14	87.5	12	100	5	71.4
Normal	2	13.3	2	12.5	0	0.0	28	28.6
Anormal								
<b>Aluminio en cabello:</b>	0	0.0	1	6.25	1	8.3	0	0.0
Normal	15	100	15	93.7	11	91.7	7	100
Anormal								
<b>Bario en cabello</b>								
Normal	1	6.67	3	18.7	2	16.7	1	14.3
Anormal	14	93.3	13	81.2	10	83.3	6	85.7
<b>Manganeso en cabello</b>								
Normal	0	0	0	0	0	0	0	0
Anormal	15	100	16	100	12	100	7	100
<b>Plomo en cabello</b>								
Normal	0	0	0	0	0	0	0	0
Anormal	15	100	16	100	12	100	7	100
<b>TOTAL</b>	15	100	16	100	12	100	7	100

Prueba Exacta de Fisher: p

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro. 8 muestra la evaluación de la exposición a mercurio por grupo etario, se observó mayor frecuencia de alta probabilidad de intoxicación en edades más grandes (p=0.074)

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU  
RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE  
SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 9**  
DISTRIBUCIÓN DE EXPOSICIÓN A MERCURIO SEGÚN EDAD  
GESTACIONAL, ILAVE – PUNO 2022

EXPOSICIÓN SEGÚN EDAD GESTACIONAL	EDAD GESTACIONAL					
	1ER TRIM		2DO TRIM		3ER TRIM	
	N	%	N	%	N	%
<b>Probabilidad de intoxicación:</b>						
Baja	2	66.7	5	83.3	30	73.2
Alta	1	33.3	1	16.7	11	26.8
<b>Mercurio en cabello:</b>						
Normal	3	100	4	66.7	37	90.2
Anormal	0	0	2	33.3	4	9.8
<b>Aluminio en cabello:</b>						
Normal	0	0	1	16.7	1	2.4
Anormal	3	100	5	83.3	40	97.6
<b>Bario en cabello:</b>						
Normal	1	33.3	1	16.7	5	12.2
Anormal	2	66.7	5	83.3	36	87.8
<b>Manganeso en cabello:</b>						
Normal	0	0	0	0	0	0
Anormal	3	100	6	100	41	100
<b>Plomo en cabello:</b>						
Normal	0	0	0	0	0	0
Anormal	3	100	6	100	41	100
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Prueba Exacta de Fisher:  $p > 0.05$

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro. 9, muestra la evaluación de la probabilidad de intoxicación por mercurio según edad gestacional, no se observa diferencia por trimestre ( $p=0.978$ ), ni evaluando con los minerales.

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU  
RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE  
SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 10**

DISTRIBUCIÓN DE LA RELACIÓN DE SÍNTOMAS FÍSICOS CON MERCURIO  
MEDIDO EN CABELLO DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE  
SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

SÍNTOMAS FÍSICOS	OR	IC 95%	p
<b>Debilidad en extremidades</b>			
No	1.0		
Si	1.23	0.14 10.28	0.846
<b>Debilidad dental</b>			
No	1.0		
Si	5.42	0.63 46.7	0.124
<b>Hinchazón de los pies</b>			
No	1.0		
Si	0.05	0.002 1.22	0.067
<b>Visión borrosa</b>			
No	1.0		
Si	0.35	0.026 4.66	0.429
<b>Espuma en orina</b>			
No	1.0		
Si	0.09	0.006 1.61	0.105
<b>Cansancio</b>			
No	1.0		
si	0.37	0.036 3.85	0.411
<b>TOTAL: 50</b>	-	-	-

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro.10 se observa un incremento en la probabilidad de presentar debilidad en las extremidades y dental; y una disminución en la probabilidad de los otros síntomas relacionado a mercurio, aunque no se observa significancia estadística, posiblemente debido al tamaño de muestra.

Para evaluar la relación entre síntomas físicos con mercurio en cabello, las variables de sintomatología se dicotomizaron como: 0: no presenta y 1: si presenta (juntando las categorías: muy pocas veces, algunas veces, a menudo y muy a menudo). Regresión logística fue utilizada para evaluar relación entre cada síntoma con exposición a mercurio en cabello controlando por edad y edad gestacional.

“DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

**TABLA Nro. 11**

DISTRIBUCIÓN DE LA RELACIÓN DE SÍNTOMAS NEURO-PSICOLÓGICOS CON MERCURIO MEDIDO EN CABELLO DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE. MARZO DE 2022”

Variable	OR	IC 95%	p
<b>Memoria episódica</b>			
No	1.0		
Si	0.61	0.076 4.99	0.653
<b>Memoria de trabajo</b>			
No	1.0		
Si	0.59	0.072 4.75	0.618
<b>Compromiso motor fino</b>			
No	1.0		
Si	0.49	0.059 4.09	0.512
<b>Cefalea</b>			
No	1.0		
Si	0.11	0.005 2.57	0.173
<b>Cambios de Humor</b>			
No	1.0		
Si	0.57	0.044 7.29	0.667
<b>TOTAL: 50</b>	-	-	-

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro. 11 muestra una falta de relación entre mercurio y síntomas neuro-psicológicos. Cada fila es un modelo de regresión logístico que fue controlado por edad de la gestante y edad gestacional.

**TABLA Nro. 12**

**DISTRIBUCIÓN DE LA RELACIÓN DE SÍNTOMAS FÍSICOS Y NEURO-  
PSICOLÓGICOS CON MERCURIO MEDIDO EN CABELLO**

<b>Variable</b>	<b>OR</b>	<b>IC 95%</b>		<b>p</b>
<b>Mercurio en cabello:</b>				
Normal	1.0			
Anormal	0.29	0.019	4.625	0.387
<b>Edad:</b>				
18-24	1.0			
25-29	4.78	0.454	50.35	0.193
30-34	6.48	0.596	70.5	0.125
35+	25.8	1.61	414.1	0.022
<b>Edad gestacional:</b>				
1 trim	1.0			
2 trim	1.87	0.049	71.0	0.736
3 trim	1.57	0.102	24.2	0.743
<b>TOTAL: 50</b>	-	-	-	-

**Fuente.** Elaboración propia

La tabla Nro. 12 señala la relación entre el estado de salud que incluye los síntomas físicos y neuro-psicológicos con mercurio utilizando regresión logística ajustando con edad y edad gestacional. Se observa una disminución en la probabilidad de menor estado de salud a valores altos de mercurio, aunque no es significativa esta relación.

## DISCUSIÓN

Los efectos por la contaminación con metales pesados, se evidencian a través de los signos de toxicidad o enfermedades de los organismos que habitan en las cercanías de los ríos y/o lagunas, así como en los seres humanos que consumen el agua o alimentos provenientes de fuentes contaminadas; de allí la importancia de determinar los metales pesados en las especies. Existen metales pesados, como el mercurio, que traducen un significado particular en la ecotoxicología, ya que son muy persistentes y además porque no se degradan en corto plazo, ni biológica ni químicamente en la naturaleza.

Tabla 1. En la presente investigación, la población de estudio estuvo compuesta por 50 gestantes, con predominio de edad < de 30 años, amas de casa, multigestas y cursando el tercer trimestre de embarazo. En el estudio de Molina se evaluaron 150 mujeres lactantes, en las que el 50% tenía 22 años de edad o menos, la mayoría con educación secundaria, casadas o convivientes y el 56.7% eran multíparas (26).

Tabla 2. Por otro lado, la población de gestantes de Ilave consume una o dos variedades de pescado, siendo los más consumidos la trucha (90%) y pejerrey de río (34%). El consumo de pescado es frecuente en la zona; el 58% reporta al menos consumir 1v/semana. Por su parte, Méndez obtuvo una media de consumo de pescado de una vez a la semana y los niveles de mercurio en cabello difirieron significativamente entre consumidores de pescado (57%) y no consumidoras; 0,16  $\mu\text{g/g}$  vs 0,09  $\mu\text{g/g}$  ( $p=0,009$ ) (2).

Tabla 3. Los niveles de mercurio en todas las especies de peces de Ilave se encontraron dentro de límites aceptables. Sin embargo, se hallaron valores elevados de otros metales pesados tanto en muestras de cabello como pescado: la media de arsénico para todas las especies se encuentra por encima de los valores referenciales (V.R. < 0.002) siendo mayor en trucha y carachi. La media de cadmio en carachi es alta (V.R. < 0.05). Coincidentemente, para Rivas (14), los niveles de arsénico y plomo en truchas estaban elevados (1,140 ppb en ambos casos).

Tabla 4. La concentración media de mercurio en cabello de las gestantes del C.S. Metropolitano – Ilave corresponde a 0.33 mg/Kg, valor que se ajusta dentro del margen

referencial (V.R.:  $<0.58\text{mg/Kg}$ ). Tanto el aluminio, bario, manganeso y plomo tradujeron valores medios por encima de sus referenciales. No se consideraron valores atípicos, aun así, se puede observar una variabilidad grande en aluminio, bario y manganeso. Esos hallazgos difieren a los de González y cols, donde la concentración media geométrica de mercurio en cabello ( $\pm$  desviación estándar) para todos los participantes fue de  $1,62 \pm 2,54 \mu\text{g/g}$  (rango:  $0,01\text{--}30,12 \mu\text{g/g}$ ), y 67 participantes (33,5 %) tenían concentraciones por encima de la dosis de referencia establecida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (10). Mientras que Méndez obtuvo una media de cuantificación de mercurio de  $1,03 \mu\text{g/l}$  en sangre,  $0,08 \mu\text{g/g}$  en el cabello y  $0,82 \mu\text{g/l}$  en orina (2).

Tabla 5. El 26 % de gestantes de Ilave tradujeron alta probabilidad clínica de intoxicación por mercurio; mientras que el 12% (6 casos) registraron niveles anormalmente elevados de mercurio en muestras de cabello. El barrido de otros metales pesados también reflejó niveles elevados para aluminio (96% de casos), bario (86%), plomo y manganeso (100%). Para Molina, la concentración de mercurio en cabello, se determinó un promedio de  $1,25 \mu\text{g/Kg}$  ( $+ 1.61$ ) y el 35.3% de las muestras de cabello superaron el límite permisible (26)., mientras que, para Méndez, los valores de mercurio estuvieron elevados en el 1.8% de mujeres embarazadas (4 gestantes) (2).

Tabla 6 y Tabla 7. Referente a la sintomatología física por exposición a mercurio, las gestantes de Ilave reportan presentar pocas veces sangrado de encías (76%), malestar general (64%), debilidad en las extremidades (68%), hinchazón de pies (82%) y cansancio (80%). Un grupo pequeño (4%) reporta sentir cansancio con mayor frecuencia. En relación a la sintomatología neuro-psicológica, las gestantes reportan presentar problemas con la memoria episódica (76%) y memoria de trabajo (56%), pero con poca frecuencia. Para Ardila, los principales síntomas encontrados en la población expuesta al mercurio a través de la dieta fueron: parestesia distal y perioral, cefalea, temblores, anorexia, y pérdida de peso, sin embargo, estos síntomas no pudieron ser atribuidos a una intoxicación por mercurio (12). Coincidentemente, en el actual estudio se objetivó que en muchos casos no se encontraron relaciones entre una clínica sugerente y los niveles elevados de mercurio; en tanto, el instrumento aplicado cuenta con validez de contenido y fiabilidad, pero no ofrece valor diagnóstico per se, debido a que no traduce propiedades discriminativas para el que fue creado, por lo que es útil como un apoyo en el proceso de evaluación de casos probables de intoxicación por mercurio (19).

Tabla 8 y Tabla 9. La evaluación de la exposición a mercurio por grupo etario, se observó mayor frecuencia de alta probabilidad de intoxicación en edades más grandes ( $p=0.074$ ); y según edad gestacional no se observa diferencia por trimestre ( $p=0.978$ ). Para Buhrn, no se encontró ninguna diferencia estadística significativa cuando los resultados se analizaron por edad (8).

Tabla 10. En las gestantes del C.S. Metropolitano – Ilave, se observa un incremento en la probabilidad de presentar debilidad en las extremidades y dental; y una disminución en la probabilidad de los otros síntomas relacionado a mercurio, aunque no se observa significancia estadística, posiblemente debido al tamaño de muestra. Para Ardila, la intoxicación crónica por mercurio a partir de pescado procedente de aguas costeras contaminadas se manifiesta a través de una salivación excesiva y en ocasiones con la caída de los dientes (12).

Si bien éste estudio estuvo orientado a conocer exclusivamente los valores de mercurio en las muestras señaladas, se vio pertinente la realización de un barrido para metales pesados porque la oportunidad así lo permitía, y porque al obtenerlos asumimos un panorama más amplio de exposición a metales pesados. Se ha obtenido datos valiosos en relación al mercurio y a otros metales pesados en el cabello de las embarazadas sin que ello signifique necesariamente una relación directa con el consumo de peces de la zona dado que sus valores de mercurio se registraron dentro de los límites referenciales. Por ello resulta trascendental realizar un nuevo estudio de investigación a partir del presente para conocer las fuentes contaminantes que estarían ocasionando la acumulación de minerales potencialmente nocivos para la salud.

## CONCLUSIONES

- Primera** : Las concentraciones de mercurio en peces se encuentran dentro del rango de la normalidad. La concentración media de arsénico para todas las especies es alta, siendo mayor en trucha y carachi. El valor medio de cadmio en carachi es alto.
- Segunda** : Encontramos niveles elevados de mercurio en muestras de cabello del 12% de gestantes; así como niveles incrementados de aluminio (96%), bario (86%), plomo y manganeso (100%).
- Tercera** : El 26 % de gestantes encuestadas presentaron alta probabilidad clínica de intoxicación por mercurio. El cansancio es el síntoma físico más saltante, mientras que los problemas de memoria episódica y de memoria de trabajo fueron los síntomas neuropsicológicos que más resaltaron.
- Cuarta** : No encontramos relación entre el consumo de peces de la zona y las concentraciones elevadas de mercurio en cabello de las gestantes.

## RECOMENDACIONES

- Primera** : Recomendamos al servicio de ginecoobstetricia del Hospital II-1 Ilave y obstetricia del C.S. Metropolitano a realizar el seguimiento de gestantes con niveles elevados de mercurio y otros metales pesados.
- Segunda** : Se recomienda al servicio de pediatría/neonatología del Hospital II-1 Ilave considerar un tamizaje de metales pesados en cabello de recién nacidos de madres con niveles elevados de metales pesados.
- Tercera** : Sugerimos a las autoridades del C.S. Metropolitano – Ilave, crear una estrategia de tamizaje de intoxicación por mercurio y demás metales pesados en otros grupos poblacionales: niños, ancianos, adultos con riesgo ocupacional, etc.
- Cuarta** : Recomendamos a las autoridades C.S. Metropolitano – Ilave a programar capacitaciones al personal de salud para realizar evaluaciones y despistaje de pacientes potencialmente contaminados e intoxicados por metales pesados.
- Quinta** : Se recomienda a las autoridades Dirección Regional de Salud (DIRESA) Puno la búsqueda activa de fuentes contaminantes de metales pesados: agua, alimentos, pesticidas, desechos, residuos de minería informal, etc.
- Sexta** : Sugerimos a las autoridades de la DIRESA – Puno a monitorizar los niveles de metales pesados en agua y sedimentos del río Ilave en tres sitios distintos de muestreo según recorrido (inicio, medio y final), así como peces y plantas acuáticas que habitan sus aguas.
- Séptima** : Recomendamos a las autoridades del C.S. Metropolitano – Ilave a programar sesiones de capacitación para educadores, agentes comunitarios y padres de familia para reconocer y orientar a pacientes potencialmente contaminados con metales pesados, así como identificar las fuentes de contaminación.
- Octava** : Se sugiere a los futuros internos de medicina a realizar estudios de investigación a posterior a partir del presente, dado que existe contaminación por metales pesados en el ser humano sin que exista una fuente definida.

- Novena** : Se recomienda a los futuros investigadores a contrastar la información de tamizaje de metales pesados con 2 laboratorios diferentes en aras de ofrecer resultados con mayor fiabilidad
- Décima** : Se sugiere como investigador, hacer llegar una copia de los resultados obtenidos a las autoridades del C.S. Metropolitano – Ilave y de la DIRESA – Puno a fin dejar en conocimiento el problema encontrado y encaminar acciones para aminorar el impacto de los metales pesados en la zona, atendiendo a una propia obligación ética.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Molina I. Determinación de la concentración de arsénico y mercurio por espectrofotometría de absorción atómica en peces procedentes del mar de Huacho y Chorrillos. Universidad Granada. Granada: 2015, febrero. p.8.
2. Méndez M, Pose D, Laborde A, Noria A, Gil J, Lindner C. Nivel medio de mercurio en mujeres embarazadas y recién nacidos en Uruguay 2016 – 2018. Avance de resultados. Rev. salud ambient. 2020; 20(1):30-36.
3. Lozano-Kasten F, Trasande L, García-Suárez A, Bopp R, Padilla-Segundo L. Determinación de metilmercurio en cabello del recién nacido como evaluación de exposición gestacional, México. Revista de Perinatología y Reproducción Humana. 2015;29(1):2-7.
4. Monroy M, Maceda A, De Sostoa A. Metal concentration in water, sediment and four fish species from Lake Titicaca reveals a large-scale environmental concern. Rev Science of the Total Environment. Volume 487, 15 July 2014, Pages 233-244
5. II Simposio Internacional del Lago Titicaca – TDPS. Documento preliminar: Ponencias en resumen para compartir. Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional del Altiplano. [Sede Web]. Puno, 2013.
6. Monroy M. Los peces de Lago Titicaca: características, problemática de conservación y propuesta de protección. [Sede Web]. Universidad de Barcelona, 2010. [Actualizada el 07 de abril de 2017].
7. Organización Mundial de la Salud. Evaluación de la exposición prenatal al mercurio: estudio de vigilancia biológica humana. [Sede Web]. Oficina Regional de la OMS para Europa, Dinamarca, 2020.
8. Bruhn C, Rodríguez A, Barrios C, Jaramillo V, Gras N, Becerra J, Núñez E, Reyes O. Mercurio en el cabello de embarazadas y madres lactantes chilenas. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, 119 (5), 1995.

9. Ashe K. Concentraciones elevadas de mercurio en humanos de Madre de Dios, Perú. [Sede Web] PLoS ONE 7 2012 (3): e33305.
10. Gonzáles D, Arain A, Fernández L. Mercury exposure, risk factors, and perceptions among women of childbearing age in an artisanal gold mining region of the Peruvian Amazon. Revista Scopus [Sede Web], Volume 179. December 2019, Article number 108786.
11. Raimann X, Rodríguez L, Chávez P, Torrejón C. Mercurio en pescados y su importancia en la salud. Rev Med Chile 2014; 142: 1174-1180
12. Ardila C. Determinación de mercurio en organismos marinos de interés comercial y su relación con los niveles de la población de pescadores en algunas zonas del pacífico colombiano [Tesis doctoral]. Madrid: Departamento de Ecología. Universidad Complutense de Madrid; 2000.
13. Rosales E. Determinación de metales pesados en tres especies de peces en el tramo Cachicoto – Monzón [Tesis de grado]. Tingo María: Departamento Académico de Ciencia, Tecnología e Ingeniería de Alimentos. Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2012.
14. Rivas W. Determinación de arsénico, mercurio y plomo en truchas (*Oncorhynchus mykiss*), piensos y agua de piscigranjas del distrito de Pachangara, provincia de Oyón, región Lima [Tesis de maestría]. Lima: Dirección General de Estudios de Posgrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2018.
15. Colón A. Metilmercurio, un tóxico ambiental persistente al que debemos prestar más atención [Sede Web]. Puerto Rico, 2020. [Actualizada el 30 de diciembre de 2020].
16. Vargas-Licon SP, Marrugo-Negrete JL. Mercurio, metilmercurio y otros metales pesados en peces de Colombia: riesgo por ingesta. Acta biol. Colomb. 2019;24(2):232-242.

17. MINSA. Reporte mensual de producción de servicios de salud Materno-Perinatal. Unidad de Estadística e Informática Redes El Collao – Ilave. 2021.
18. De la Torre A. Evaluación de los recursos hídricos en la cuenca del río Ilave. [Sede Web]. Ministerio de Agricultura, Autoridad Nacional del Agua, Dirección de conservación y planeamiento de recursos hídricos, Administración local de agua Ilave, Puno, 2009.
19. Burgos M. Validación del cuestionario de síntomas físicos y neuropsicológicos de intoxicación por mercurio en pobladores de la región Loreto. [Tesis de grado]. Loreto: ALICIA, Universidad Nacional Federico Villareal; 2020.
20. Llerena T, Mendiola S. Concentración de mercurio en productos hidrobiológicos de mayor consumo en la población escolar de las Instituciones Educativas de Mollendo, Arequipa [Tesis de grado]. Arequipa. Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Nutrición. Universidad Nacional de San Agustín; 2019.
21. Dirección de Infraestructura Agraria y Riego del PEBLT – META 0013. Informe de monitoreo de la red de aguas superficiales – corrientes (Urbano, Minero, Agrícola). Perú, 2019.
22. Samuel D, Osorio L, Hernández R. Gonzáles Y, Pérez D. Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013. Rev Salud Pública. 2014; 16 (4): 621-628.
23. SOURCE. Estudios en poblaciones afectadas por metales pesados en Pasco. Análisis ambiental de la calidad de los recursos hídricos en la zona minera de Cerro de Pasco y Biomonitorio de metales en niños y niñas del centro poblado de Paragsha, Cerro de Pasco – Perú. Cerro de Pasco. Marzo 2018.
24. Díaz M, López E. Metales pesados en nuestra mesa, contaminación de peces de consumo humano en Colombia. IDEASA - Universidad Sergio Arboleda. Colombia: 2020, p. 21-22.

25. Bell L. Contenido de mercurio en mujeres en edad reproductiva de 25 países. Biodiversity Research Institute /IPEN. Nepal: 2017, p. 9.

26. Molina C. Contaminación por mercurio de leche materna de madres lactantes de municipios de Antioquia con explotación minera de oro. Revista Biomédica. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia: 2018: 38. p. 19-29

27. Pilco N. Cuenca Hidrográfica del Titicaca. Imagen con leyenda [Sede Web]. 2014. Disponible en:  
<https://issuu.com/nestorpilcocontreras/docs/mapa-cuenca-titicaca>





# ANEXOS

## ANEXO 1

### CUESTIONARIO DE SÍNTOMAS FÍSICOS Y NEUROPSICOLÓGICOS DE INTOXICACIÓN POR MERCURIO

<b>Antecedentes sociodemográficos y alimenticios</b>					
a. Edad (años)					
b. Ocupación					
c. Gestas (primigesta o multigesta)					
d. Edad gestacional (semanas)					
e. Especies consumidas con mayor frecuencia*	Trucha	Carachi	Pejerrey de río	Orestias Ispi	Suche u otro:
f. Frecuencia de consumo de pescado/vez	Nunca o casi nunca	Nunca o casi nunca	Nunca o casi nunca	Nunca o casi nunca	Nunca o casi nunca
	A los meses 1 a 3	A los meses 1 a 3	A los meses 1 a 3	A los meses 1 a 3	A los meses 1 a 3
	A la semana 1	A la semana 1	A la semana 1	A la semana 1	A la semana 1
	A la semana 2 a 4	A la semana 2 a 4	A la semana 2 a 4	A la semana 2 a 4	A la semana 2 a 4
	A la semana 5 a 7	A la semana 5 a 7	A la semana 5 a 7	A la semana 5 a 7	A la semana 5 a 7
<b>Objetivo</b>					
Identificar las manifestaciones clínicas para determinar caso probable de exposición a mercurio					
<b>Indicaciones previas</b>					
El instrumento tiene que ser llenado por el personal evaluador. El instrumento se enfoca en realizar preguntas a la persona evaluada (expuesta-caso sospechoso)					

\*(trucha, carachi, pejerrey de río, Orestias Ispi, Suche u otros)

<b>Sintomatología asociada a la exposición crónica a mercurio</b>						
	<b>PREGUNTAS</b>	<b>Muy a menudo</b>	<b>A menudo</b>	<b>Algunas veces</b>	<b>Muy pocas veces</b>	<b>Nunca</b>
1	¿Usted ha presentado sangrado a nivel de las encías?	4	3	2	1	0
2	¿Ha tenido malestar general, fiebre, dolores de barriga?	4	3	2	1	0
3	¿Tiene sensación de que se le van a caer los dientes?	4	3	2	1	0
4	¿Sientes que te falta fuerza en los brazos y en las piernas?	4	3	2	1	0
5	¿Ha notado que cuando despierta sus pies se encuentran hinchados y en el transcurso del día desaparece esta hinchazón?	4	3	2	1	0
6	¿Ha notado que cuando orina hace espuma en la orina?	4	3	2	1	0
7	¿Tiene visión borrosa o como túnel?	4	3	2	1	0
8	¿Ha tenido lesiones en el pecho y espalda como puntos rojos?	4	3	2	1	0
9	¿Se ha sentido muy cansada?	4	3	2	1	0
10	¿Ha sentido que bajó de peso, a pesar de comer como siempre?	4	3	2	1	0
<b>Sumatoria total A1</b>						
11	¿Olvida donde deja o guarda las cosas?	4	3	2	1	0
12	¿Olvida lo que quiere hacer o decir?	4	3	2	1	0
13	¿Usted ha notado que ve personas u objetos que los demás no ven?	4	3	2	1	0
14	¿Se le caen involuntariamente los objetos que tiene en sus manos?	4	3	2	1	0
15	¿Tiene dolor de cabeza frecuentemente?	4	3	2	1	0
16	¿Ha notado que está más irritable, depresivo o que no quiere estar con las personas?	4	3	2	1	0
17	¿Le tiemblan las manos o las piernas?	4	3	2	1	0
18	¿Se tropieza o ha presentado caídas, cuando camina en superficie plana?	4	3	2	1	0
<b>Sumatoria total A2</b>						

## ANEXO 2

### HOJA DE CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPACIÓN EN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

**INVESTIGADOR RESPONSABLE** : Edgard Aguilar Condori  
**LUGAR** : C.S. Metropolitano - Ilave  
**TELÉFONOS ASOCIADOS AL ESTUDIO:** 997736643

---

Hola, soy estudiante de la Facultad de Medicina de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa y estoy llevando a cabo un estudio de investigación que tiene como propósito: Determinar las concentraciones de mercurio en peces de consumo directo y establecer su relación con la salud de gestantes atendidas en el Centro de Salud Metropolitano – Ilave en marzo de 2022. La toxicidad del mercurio se conoce desde hace mucho. Es posible que su exposición en el útero se deba a que la madre consuma pescado contaminado. Puede afectar al cerebro y sistema nervioso en crecimiento y desarrollo del producto de manera adversa.

La importancia de este estudio radica en conocer los niveles del mercurio en peces y cabello de las gestantes; y relacionarlos con probables síntomas de exposición; una vez obtenidos los resultados, éstos serán mostrados a las autoridades involucradas con el fin de realizar medidas correctivas, si el caso lo amerita.

Usted está invitada a participar de este proyecto de investigación. Su participación consistirá en otorgar una pequeña muestra de cabello (región posterior) y emitir respuestas precisas y sinceras a la entrevista que se le efectuará. Éstas serán recopiladas en hojas y archivadas para su posterior análisis y registro. Su participación en el estudio **es libre y voluntaria**. Esto significa que usted está en la libertad de participar o no en el mismo. Aunque aún no ha comenzado con el proceso de emisión de respuestas; puede cambiar de opinión y negar su participación en el estudio. Si esto ocurre déjele saber su decisión a la persona que está a cargo de la investigación.

La información que usted presente en las observaciones es **anónima y confidencial**. Esto quiere decir que ningún reporte escrito u oral llevará su nombre o información que lo

identifique (ej. Nombre, DNI, dirección o teléfono) como individuo directamente a este estudio. La información que usted brinde se utilizará únicamente para propósitos del estudio. Su identidad no se divulgará en ninguna instancia sin su autorización escrita. Una vez se completen las observaciones, los documentos relacionados a esta se archivarán con la mayor seguridad posible.

Por su participación **no se le ofrecerá ningún beneficio económico**, salvo la satisfacción de colaborar con los objetivos planteados en el estudio. No se anticipa que usted sufra daños por participar en el proyecto, pero por el carácter del mismo, el riesgo es reducido. Si usted tiene alguna duda acerca del estudio puede aclararla ahora o en el momento que lo desee. Si no queda satisfecho con la información ofrecida o tiene algún comentario, favor comunicarlo en el instante o contactar a:

Edgard Aguilar Condori  
**Responsable de la investigación**  
Facultad de Medicina Humana / Universidad Católica de Santa María  
Tel. 997736643 / e-mail: edaguilar50@hotmail.com

---

### DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO/AUTORIZACION

He leído la información contenida en este documento y he escuchado la explicación dada por el investigador. Se me ha dado la oportunidad de hacer preguntas y estoy satisfecho con las respuestas obtenidas. He comprendido que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento. Además, autorizo que se procese la información que he accedido a dar.

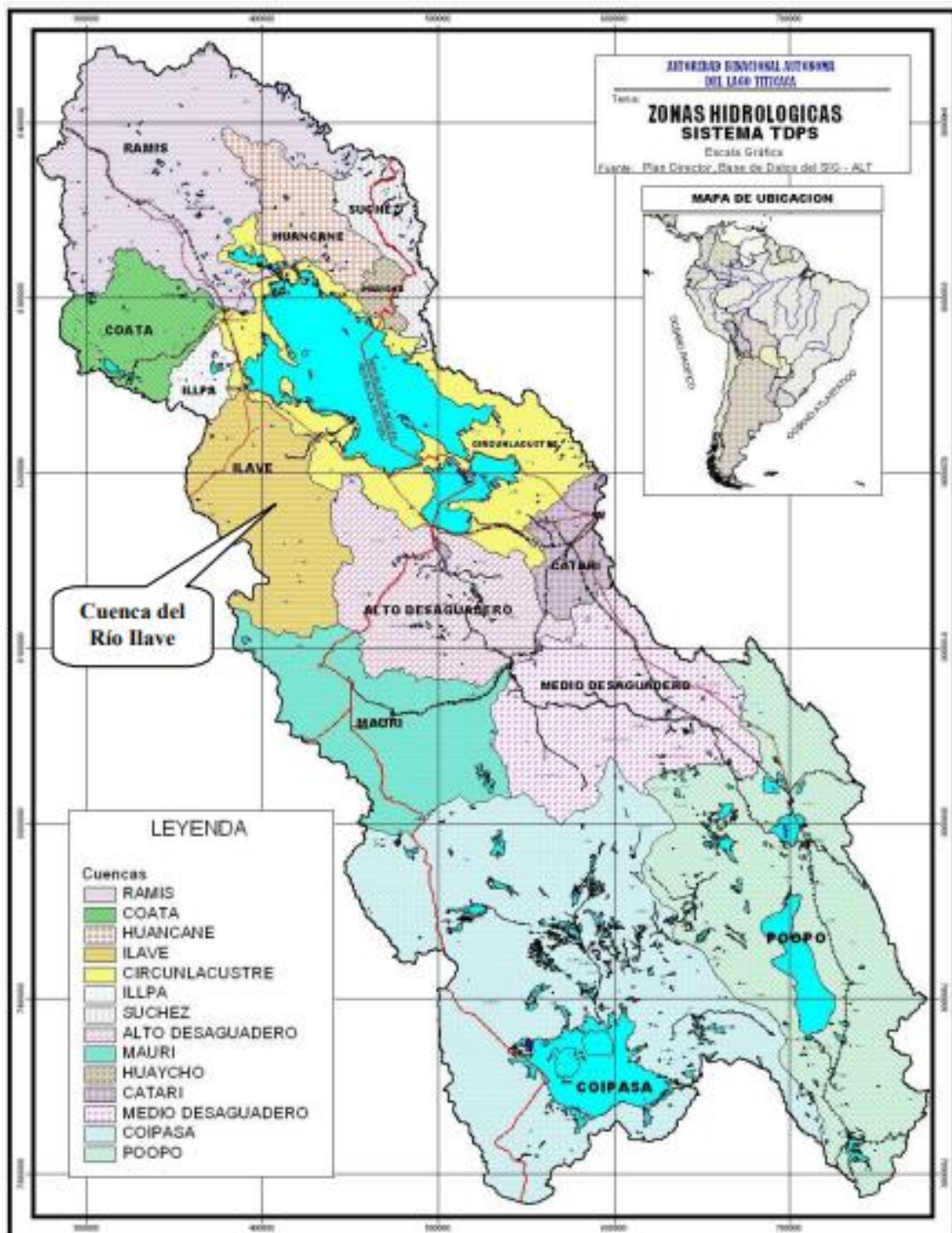
Mi firma en este documento certifica mi consentimiento voluntario a participar de este estudio.

Firma de la participante : \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Firma del investigador : \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

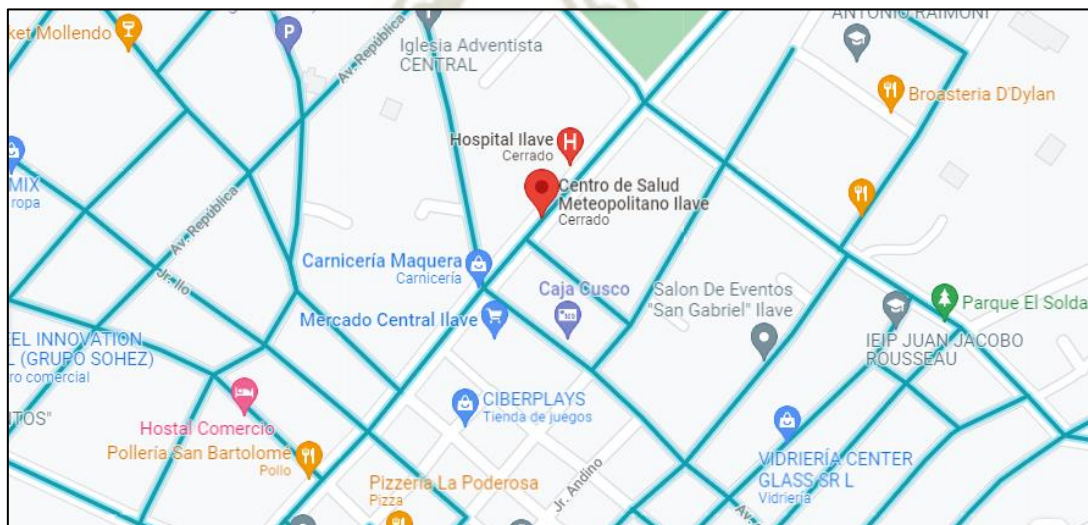
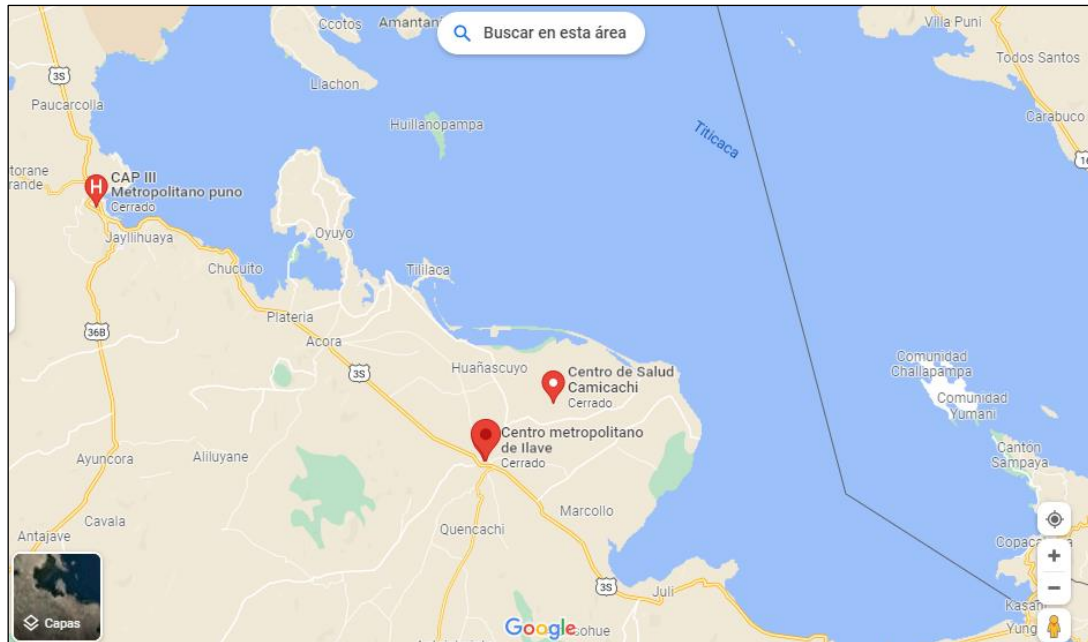
### ANEXO 3

#### UBICACIÓN HIDROGRÁFICA DE LA CUENCA DEL RÍO ILAVE EN EL SISTEMA TDPS



## ANEXO 4

### DELIMITACIÓN GRÁFICA DEL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO – ILAVE



## ANEXO 5

### REGISTRO DE PECES

**VCERPER**  
VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE

CLIENTE: Aguilar Condozi, Edgardo Julio CONTACTO: Aguilar Condozi, Edgardo  
DIRECCIÓN LOCAL: CALLE 109 - DIO SECO - CERRO COLORADO EMAIL: edgardocondozi@gmail.com  
TELÉFONO: 997236643 CELULAR: 997236643

CADENA DE CUSTODIA PARA PROTOTIPO H/S: 22003104  
EXMA: 04775-2022-01

CODIGO DE ESTACION Y/O MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE ENVASE		N° de Envases	PARAMETROS	COORDENADAS (UTM WGS 84)	
		FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO			ESTE	NORTE
P-CRCHI-1	PESCADO	21.04.22	05:36	01	X		
P-CRCHI-2	PESCADO	21.04.22	05:40	01	X		
P-CRCHI-3	PESCADO	21.04.22	05:48	01	X		
P-TRCHA-1	PESCADO	21.04.22	06:01	01	X		
P-TRCHA-2	PESCADO	21.04.22	06:15	01	X		
P-TRCHA-3	PESCADO	21.04.22	06:22	01	X		
P-OISPI-1	PESCADO	21.04.22	06:40	01	X		
P-OISPI-2	PESCADO	21.04.22	06:44	01	X		
P-OISPI-3	PESCADO	21.04.22	06:50	01	X		
P-PJRRY-1	PESCADO	21.04.22	06:58	01	X		
TOTAL				18			

TIPO DE ENVASE: P: FRASCO DE PLASTICO; VA: FRASCO DE VIDRO AMBARI; PA: FRASCO DE PLASTICO AMBARI; W: WINKLER; SP: BOLSA PLASTICA  
TIPO DE MUESTRA: AGUAS NATURALES; AGUA SUBTERRANEA (ASUB); AGUA SUPERFICIAL (ASUP); AGUA RESIDUAL; AGUA RESIDUAL DOMESTICA (ARD); AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL (ARI); AGUA RESIDUAL MUNICIPAL (ARM); AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO; AGUA DE BEBIDA (AB); AGUA DE PISCINA (AP); AGUA DE LAGUNA ARTIFICIAL (AL); AGUA SALINA; AGUA DE MAR (AM); AGUAS SALOBRES (ASA); SALJERA (SA); AGUA DE INYECCION Y REINYECCION (ARI); AGUA DE PROCESO; AGUA DE CIRCULACION O ENFRIAMIENTO (ACE); AGUA DE ALIMENTACION PARA CALDERAS (ALC); AGUA DE CALDERAS (AC); AGUA DE LAVANDERIA (ALV); AGUA PURIFICADA (APU); AGUA DE INYECCION Y REINYECCION (ARI)

**DATOS DE MUESTREO:**  
Muestreado por: Edgardo Julio Aguilar Condozi  
Fecha de finalización del muestreo: 21.04.22  
Hora de finalización del muestreo: 07:18 h.  
Volumen Filtrado (m<sup>3</sup>):  
Área de Dragaje (m<sup>2</sup>):  
Flujo de Muestreo (m<sup>3</sup>/h):  
Tiempo de Muestreo (h):

**CONDICIONES DE CUSTODIA DE LA MUESTRA:**  
En buen estado:  SI  NO  
Recipiente apropiado:  SI  NO  
Durante del tiempo de conservación:  SI  NO  
Correctamente preservadas:  SI  NO

RECIBIDO POR: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DEL MUESTREO: Edgardo Julio Aguilar Condozi  
FIRMA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DE MUESTRAS / HORA Y FECHA: \_\_\_\_\_  
FIRMA: \_\_\_\_\_

DA-R-CCP  
Versión 02  
05/11/2014

**VCERPER**  
VIGILANCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE

CLIENTE: Aguilar Condozi, Edgardo Julio CONTACTO: Aguilar Condozi, Edgardo  
DIRECCIÓN LOCAL: CALLE 109 - DIO SECO - CERRO COLORADO EMAIL: edgardocondozi@gmail.com  
TELÉFONO: 997236643 CELULAR: 997236643

CADENA DE CUSTODIA PARA PROTOTIPO H/S: 22003104  
EXMA: 04775-2022-01

CODIGO DE ESTACION Y/O MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	TIPO DE ENVASE		N° de Envases	PARAMETROS	COORDENADAS (UTM WGS 84)	
		FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO			ESTE	NORTE
P-PJRRY-2	PESCADO	21.04.22	07:02	01	X		
P-PJRRY-3	PESCADO	21.04.22	07:06	01	X		
P-SUCHE-1	PESCADO	21.04.22	07:10	01	X		
TOTAL				5			

TIPO DE ENVASE: P: FRASCO DE PLASTICO; VA: FRASCO DE VIDRO AMBARI; PA: FRASCO DE PLASTICO AMBARI; W: WINKLER; SP: BOLSA PLASTICA  
TIPO DE MUESTRA: AGUAS NATURALES; AGUA SUBTERRANEA (ASUB); AGUA SUPERFICIAL (ASUP); AGUA RESIDUAL; AGUA RESIDUAL DOMESTICA (ARD); AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL (ARI); AGUA RESIDUAL MUNICIPAL (ARM); AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO; AGUA DE BEBIDA (AB); AGUA DE PISCINA (AP); AGUA DE LAGUNA ARTIFICIAL (AL); AGUA SALINA; AGUA DE MAR (AM); AGUAS SALOBRES (ASA); SALJERA (SA); AGUA DE INYECCION Y REINYECCION (ARI); AGUA DE PROCESO; AGUA DE CIRCULACION O ENFRIAMIENTO (ACE); AGUA DE ALIMENTACION PARA CALDERAS (ALC); AGUA DE CALDERAS (AC); AGUA DE LAVANDERIA (ALV); AGUA PURIFICADA (APU); AGUA DE INYECCION Y REINYECCION (ARI)

**DATOS DE MUESTREO:**  
Muestreado por: Edgardo Julio Aguilar Condozi  
Fecha de finalización del muestreo: 21.04.22  
Hora de finalización del muestreo: 07:18  
Volumen Filtrado (m<sup>3</sup>):  
Área de Dragaje (m<sup>2</sup>):  
Flujo de Muestreo (m<sup>3</sup>/h):  
Tiempo de Muestreo (h):

**CONDICIONES DE CUSTODIA DE LA MUESTRA:**  
En buen estado:  SI  NO  
Recipiente apropiado:  SI  NO  
Durante del tiempo de conservación:  SI  NO  
Correctamente preservadas:  SI  NO

RECIBIDO POR: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DEL MUESTREO: Edgardo Julio Aguilar Condozi  
FIRMA: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DE MUESTRAS / HORA Y FECHA: \_\_\_\_\_  
FIRMA: \_\_\_\_\_

DA-R-CCP  
Versión 02  
05/11/2014

## ANEXO 6

### DICTAMEN DE COMITÉ DE ÉTICA

#### COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



#### DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Arequipa, 7 de abril de 2022

Investigador           Edgard Julio Aguilar Condori

Presente. -

De mi especial consideración.

Me dirijo a usted para hacerle llegar el resultado de la evaluación del proyecto de tesis y dictamen del Comité Institucional de Ética de Investigación.

**TÍTULO:** Proyecto de Tesis: “Determinación de mercurio en peces de consumo directo y su relación con la salud de gestantes atendidas en el Centro de Salud Metropolitano – Ilave. Marzo de 2022”.

Investigador a cargo de la investigación: Edgard Julio Aguilar Condori.

**TIPO Y DISEÑO:** Correlacional, prospectivo, transversal, no experimental.

**OBJETIVO:** La investigación tiene como objetivo: Determinar las concentraciones de mercurio en peces de consumo directo y establecer su relación con la salud de gestantes atendidas en el Centro de Salud Metropolitano – Ilave en marzo de 2022.

**PROCEDIMIENTOS:** Observación laboratorial por espectrofotometría, cuestionario de síntomas físicos y neuropsicológicos de intoxicación por mercurio.

**SUJETOS DE ESTUDIO:**

La población incluida serán las gestantes que acudan al C.S. Metropolitano – Ilave (MINSA) para sus controles prenatales.



## COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



### DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

**RIESGO DEL ESTUDIO:**

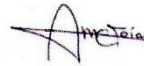
Mínimo

**OBSERVACIONES, SUGERENCIAS:**

Debe proteger confidencialidad de la data sensible

**DICTAMEN:**

***DICTAMEN FAVORABLE***  
***038 - 2022***




Águeda Muñoz del Carpio Toia  
Comité Institucional de Ética de la Investigación UCSM

Cualquier duda comunicarse a: [comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com](mailto:comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com)

## ANEXO 7

### CARTA DE PRESENTACIÓN PARA APLICACIÓN DE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

 **Universidad Católica  
de Santa María**

"IN SCIENTIA ET FIDE EST FORTITUDO NOSTRA"  
(En la Ciencia y en la Fe está nuestra Fortaleza)

Arequipa, 07 de abril del 2022

**Of. N° 161-FMH-2022**

Señora Lic.  
**YURI BARREDA ARPI**  
**JEFE DEL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO I-3**  
Ilave

**Asunto:** Autorización Trabajo de Investigación  
**Ref.:** Expediente N° E-006521

De mi consideración:



Es grato dirigirme a usted, solicitando su autorización a efecto de que el estudiante **EDGAR JULIO AGUILAR CONDORI**, con DNI 44879157, código universitario 2014130021, pueda llevar a cabo su Trabajo de Investigación titulado "**DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO ILAVE. MARZO DE 2022**"; consistente en la aplicación de cuestionario y, en el horario que designe su representada. Se adjunta la solicitud de requerimiento de la interesada.



Dicho trabajo ha sido aprobado por el Jurado Dictaminador respectivo, para lo cual, se adjunta el dictamen aprobatorio.

Finalmente, mucho le agradeceré, concederle las facilidades del caso, a nuestro estudiante, únicamente con fines académicos.

Agradeciendo anticipadamente por la atención dispensada al presente, quedo de usted.

Atentamente,

  
  
Yuri Barreda Arpi  
C.E. 60004  
JEFE DEL C.S. METROPOLITANO I-3  
Recibido: 07/04/2022  
Hrs: 11:20 am.

  
  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
Dr. Miguel Fernando Farfán Delgado  
DECANO DE LA FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

MEFD/Decano  
Bif

Campus central: Urb. San José s/n Umacollo, Arequipa – Perú  
(+51) 054 – 382038

Página 1 de 1

## ANEXO 8

### PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 01.** Carachi amarillo. *Orestias luteus*



**Fotografía 02.** Trucha. *Oncorhynchus mykiss*



**Fotografía 03.** Pejerrey de río / Pejerrey argentino. *Odontesthes bonariensis*



**Fotografía 04.** Ispi. *Orestias Ispi*



**Fotografía 05.** Suche. *Trichomycterus rivulatus*



**Fotografía 06.** Introducción de muestras de pescado en doble bolsa para cadena de custodia



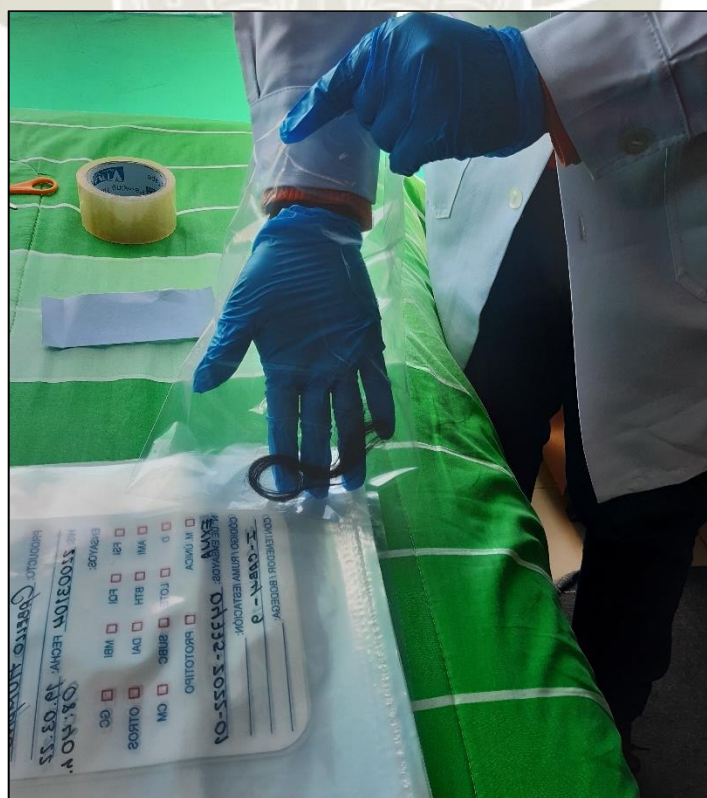
Fotografía 07. Rotulado de especies de muestras de pescado



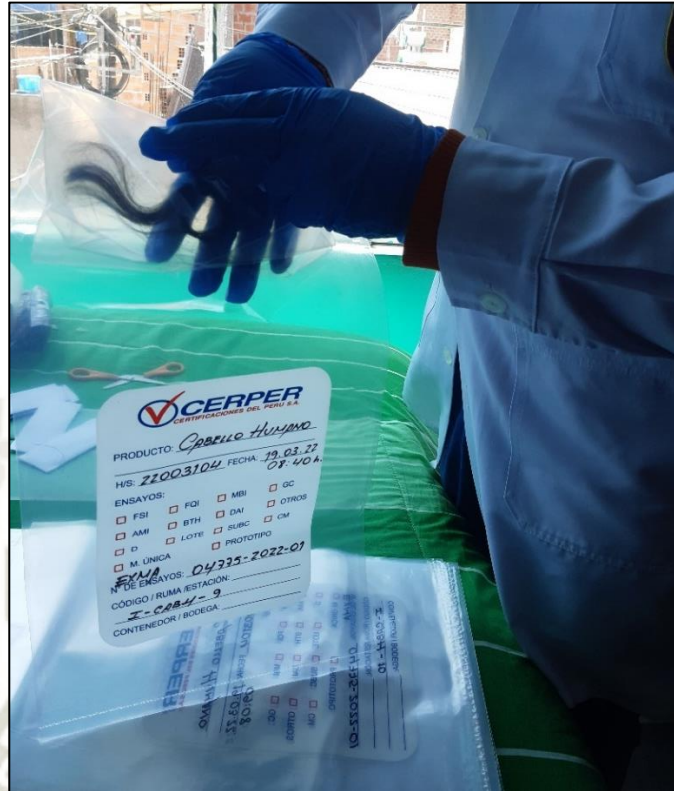
Fotografía 08. Almacenamiento de muestras para traslado



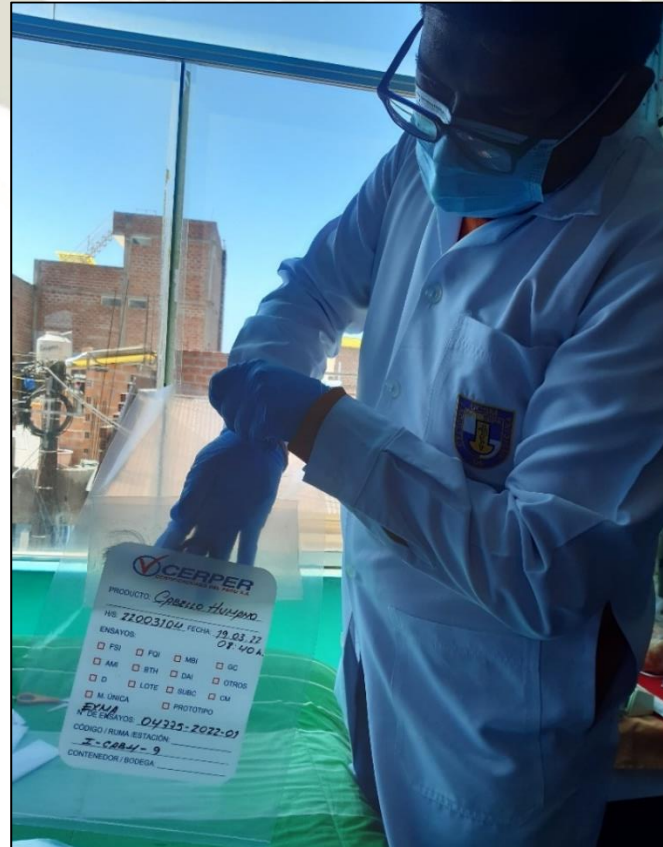
**Fotografía 09.** Obtención de muestra de cabello por colaboradora obstetra



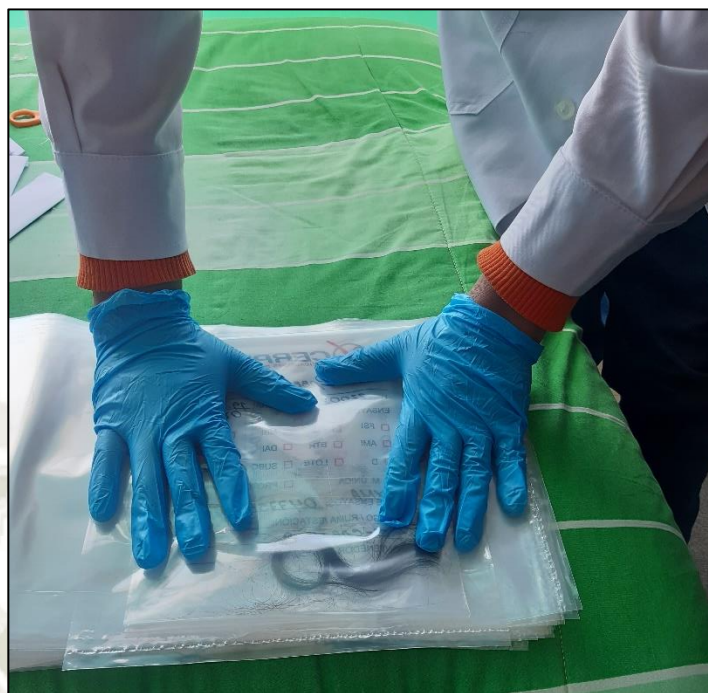
**Fotografía 10.** Almacenamiento temporal de muestra de cabello en bolsa de plástico simple



Fotografía 11. Almacenamiento de muestra de cabello en bolsa de plástico rotulada



Fotografía 12. Almacenamiento de muestra de cabello en bolsa de plástico rotulada



Fotografía 13. Sellado de muestra de cabello en bolsa de plástico rotulada



Fotografía 14. Muestra individual de cabello previa a su traslado



**Fotografía 15.** Río Ilave



**Fotografía 16.** Río Ilave



**Fotografía 17.** Río Ilave



**Fotografía 18.** Mercado Central Ilave

## ANEXO 9

### VALORES REFERENCIALES DE METALES PESADOS EN CABELLO HUMANO

Elemento	ER Adultos	ER Niños
	mg/kg	mg/kg
Aluminio	<8	<8
Antimonio	<0.3	<0.2
Arsénico	<0.2	<0.2
Bario	<4.64	<2.65
Berilio	<0.1	<0.03
Boro	<0.84	<0.84
Cadmio	<0.2	<0.2
Cobalto	0.01-0.3	0.15
Cromo	0.02-0.21	0.02-0.15
Hierro	4.6-17.7	7.7-15
Manganeso	0.05-0.92	0.07-0.5
Mercurio	<0.6	<0.3
Molibdeno	0.03-1.1	0.02-1.0
Níquel	<1	<0.85
Plomo	0.1	<0.1
Cobre	10-41	6.7-37
Selenio	0.04-1.7	0.4-1.7
Estaño	0.7	0.93
Talio	<0.01	<0.01
Vanadio	0.01-0.2	0.01-0.15
Zinc	150-272	110-227

**Fuente.** Estándares de Referencia Alemanes del Laboratorio Micro Trace Minerals (22).

## ANEXO 10

### VALORES REFERENCIALES DE METALES PESADOS EN PECES

METAL	Límite máximo permisible (LMP) en músculo de peces mg/Kg Internacional
Cadmio	0.05
Níquel	0.1-1.0
Arsénico	0.002
Mercurio	0.58 1.0
Metilmercurio	0.5 – 1.0
Plomo	0.3

Fuente. INCOTEC – Norma técnica colombiana 2009 (23).

## ANEXO 11

### MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN DE DATOS

#### 1. Codificación gestantes / cabello

Nro	VARIABLE	DEFINICIÓN	CATEGORÍAS				
	CÓDIGO	IDENTIFICACIÓN					
a	EDAD	Edad	0: 18 a 24 años	1: 25 a 29 años	2: De 30 a 34 años	3: De 35 años a más	
b	OCUPACIÓN	Ocupación	0: Ama de casa	1: Estudiante	2: Agricultura	3: Comerciante	4: Independiente u otros
c	GESTAS	Gestas	0: Primigesta	1: Multigesta			
d	EDGES	Edad gestacional	0: Primer trimestre	1: Segundo trimestre	2: Tercer trimestre		
e	ESPEYFRECONS	Especie y frecuencia de consumo de pescado	0: Trucha 1-3v/mes	1: Trucha 1v/sem	2: Trucha 2 a 4v/sem	3: Trucha 5 a 7v/sem	4: Carachi 1-3v/mes
			5: Carachi 1v/sem	6: Carachi 2 a 4v/sem	7: Carachi 5 a 7v/sem	8: Pejerrey 1-3v/mes	9: Pejerrey 1v/sem
			10: Pejerrey 2 a 4v/sem	11: Pejerrey 5 a 7v/sem	12: O. Ispi 1-3v/mes	13: O. Ispi 1v/sem	14: O. Ispi 2 a 4v/sem
			15: O. Ispi 5 a 7v/sem				
1	SANGRENC	Sangrado de encías	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
2	MEG	Malestar general, fiebre, dolor abdominal	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
3	DEBDENT	Debilidad dental	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
4	DEBEXT	Debilidad en extremidades	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
5	HINCHPIE	Hinchazón en pies	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
6	ESPUMORI	Espuma en orina	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
7	VISIBORR	Visión borrosa	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
8	PUNTROJO	Puntos rojos	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
9	CANSANC	Cansancio	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
10	BAJOPE	Bajo de peso	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
11	MEMOEPI	Memoria episódica	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo

12	<b>MEMORTR</b>	Memoria de trabajo	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
13	<b>ALUCVIS</b>	Alucinación visual	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
14	<b>COMPRFI</b>	Compromiso motor fino	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
15	<b>CEFALEA</b>	Cefalea	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
16	<b>CAMBIHU</b>	Cambios de humor	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
17	<b>COMPRGRUE</b>	Compromiso motor grueso	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
18	<b>CAMITAM</b>	Caminata tambaleante	0: Nunca	1: Muy pocas veces	2: Algunas veces	3: A menudo	4: Muy a menudo
19	<b>PTJENCUEST</b>	Puntaje encuesta	Igual				
g	<b>PROBINTOX</b>	Probabilidad de intoxicación de mercurio	0: Baja probabilidad <12pts	1: Alta probabilidad >12pts			
h	<b>VMERCAB</b>	Cuantificación de mercurio en cabello mg/Kg	Igual				
i	<b>CALIFMERCA</b>	Calificación de la cuantificación de mercurio en cabello	0: Normal	1: Anormal/Elevada			
j	<b>Al</b>	Aluminio en cabello mg/Kg	Igual				
k	<b>CALIFALCA</b>	Calificación de la cuantificación de aluminio en cabello	0: Normal	1: Anormal/Elevada			
l	<b>Ba</b>	Bario en cabello mg/Kg	Igual				
m	<b>CALIFBACA</b>	Calificación de la cuantificación de bario en cabello	0: Normal	1: Anormal/Elevada			
n	<b>Mn</b>	Manganeso en cabello mg/Kg	Igual				
o	<b>CALIFMNCA</b>	Calificación de la cuantificación de manganeso en cabello	0: Normal	1: Anormal/Elevada			
p	<b>Pb</b>	Plomo en cabello mg/Kg	Igual				
q	<b>CALIFPBCA</b>	Calificación de la cuantificación de plomo en cabello	0: Normal	1: Anormal/Elevada			

## 2. Base de datos gestantes / cabello

N/CÓDIGO	EDAD	OCUPACIÓN	GESTAS	EDGES	ESPEYRECO NS	SANGRENC	MEG	DEBDENT	DEBEXT	HINCHIPIE	ESPUMORI	VISIBORR	PUNTROJO	CANSANC	BAJOPE	MEMOEPI	MEMORTR	ALUCVIS	COMPRFI	CEFALEA	CAMBIHU	COMPRGRUE	CAMITAM	PTJENCUEST	PROBINTOX	VMERCAB	CALIFMERCA	Al	CALIFALCA	Ba	CALIFBACA	Mn	Calif Mn	Pb	Calif Pb
1	0	0	0	2	2	1	0	0	0	1	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0.2	0	27,7	1	6,42	1	10,1	1	1,99	1
2	3	0	1	2	1,9	2	0	0	0	1	1	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	9	0	0.5	0	34	1	135	1	5,46	1	4,02	1
3	0	1	0	2	9	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0.35	0	18,2	1	14,2	1	13,5	1	0,51	1
4	2	3	1	2	1,5,9	0	1	0	0	2	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0.24	0	30,4	1	197	1	6,39	1	5,18	1
5	1	0	1	2	0,9	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	9	0	3.87	1	31,9	1	229	1	7,52	1	5,73	1
6	0	0	0	2	8	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0.43	0	31,7	1	193	1	6,18	1	5,39	1
7	2	4	1	2	1,9	0	2	0	2	1	0	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0.38	0	29,8	1	229	1	6,86	1	6,30	1
8	1	4	0	2	1,5,8	0	1	0	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0.44	0	33,7	1	246	1	6,46	1	5,92	1
9	0	0	0	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	9	0	0.47	0	61	1	147	1	5,36	1	4,67	1
10	0	4	0	2	1	0	1	0	1	1	1	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0.23	0	57,2	1	12,5	1	18	1	0,92	1
11	2	4	1	2	2	1	1	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9	0	0.17	0	42	1	10,2	1	9,51	1	2,13	1
12	1	0	1	2	1	1	2	1	2	2	2	0	0	2	2	1	1	0	0	2	0	0	0	18	1	0.18	0	40,7	1	11,1	1	9,35	1	2,2	1
13	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1	0	2	0	1	2	0	1	1	0	0	0	16	1	0.23	0	23,7	1	13,9	1	14	1	0,44	1
14	2	4	1	2	2,6	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0.22	0	42,9	1	24,3	1	8,32	1	0,8	1
15	1	3	1	2	1	1	2	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	8	0	0.13	0	84,1	1	21,1	1	26,6	1	0,43	1
16	1	3	0	2	2,10	1	1	0	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0.46	0	47,0	1	15,2	1	16	1	0,57	1
17	0	4	0	2	9	0	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0.31	0	46,9	1	14,3	1	14,8	1	0,86	1
18	1	0	1	2	0	1	2	1	1	1	0	0	0	1	0	2	2	0	0	1	0	0	0	12	1	0.13	0	41,8	1	14,3	1	11,0	1	2,69	1
19	2	0	1	2	2	2	1	0	2	1	0	0	0	2	0	1	2	0	1	0	0	0	0	12	1	0.13	0	40,7	1	15,6	1	11,9	1	2,52	1
20	1	0	0	2	1,9	1	0	0	0	1	2	0	0	2	0	1	2	0	1	0	0	0	0	10	0	0.12	0	32,2	1	5,54	1	8,32	1	0,32	1
21	1	0	1	2	9	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	7	0	0.15	0	6	0	1,06	0	2,17	1	0,85	1

22	0	3	0	2	1,9	0	2	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0.17	0	162	1	8,03	1	9,30	1	0,85	1	
23	0	1	0	2	2	2	2	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	11	0	0.12	0	79,8	1	91,1	1	4,40	1	4,37	1	
24	1	0	0	2	5,9	2	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	14	1	0.12	0	33,0	1	1,04	0	1,85	1	0,78	1		
25	3	0	1	2	1,9	1	2	0	1	0	0	0	0	2	0	1	2	2	2	1	0	0	14	1	0.6	1	50,6	1	7,20	1	6,35	1	1,12	1	
26	3	0	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	0	2	0	2	2	0	2	2	1	0	1	22	1	0.35	0	67,1	1	182	1	6,23	1	6,82	1
27	1	3	0	2	1	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0.13	0	82,5	1	2,34	0	4,49	1	1,98	1	
28	2	0	1	2	2	2	1	0	1	1	0	1	0	2	0	1	1	0	1	1	0	0	12	1	0.11	0	48,0	1	117	1	5,62	1	4,99	1	
29	1	4	0	2	1,5	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0.3	0	62,3	1	8,10	1	7,37	1	1,28	1	
30	2	2	1	2	2,10	1	2	0	0	1	1	0	0	2	0	1	2	0	1	0	1	0	12	1	0.12	0	25,2	1	2,09	0	3,90	1	1,58	1	
31	2	4	0	2	2	1	2	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	13	1	0.22	0	60,3	1	8,51	1	6,83	1	1,42	1	
32	3	0	1	2	2,6	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	11	0	0.22	0	78,7	1	8,18	1	6,56	1	1,68	1	
33	1	4	0	2	1,5	1	2	0	1	1	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0.11	0	77,4	1	171	1	5,59	1	5,17	1	
34	0	0	0	2	1,5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0.19	0	32,2	1	17,6	1	36,0	1	2,34	1	
35	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	6	0	0.6	1	88,7	1	6,62	1	21,4	1	0,99	1	
36	1	3	1	0	2,6	2	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	10	0	0.48	0	75,1	1	20,3	1	29,7	1	1,54	1	
37	2	0	1	2	2,10	1	2	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	11	0	0.12	0	37,8	1	12,2	1	18	1	0,65	1	
38	0	3	0	2	1,5	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	10	0	0.08	0	39,5	1	6,88	1	12,6	1	1,70	1	
39	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0.6	1	60,7	1	6,61	1	17,9	1	0,86	1	
40	3	0	1	2	1	1	2	0	2	2	2	1	0	2	0	2	2	0	2	1	1	0	20	1	0.14	0	16,5	1	20,3	1	23,7	1	0,6	1	
41	0	0	1	2	1,9	1	2	0	1	1	0	0	0	2	0	1	1	0	1	0	1	0	11	0	0.15	0	22,7	1	5,69	1	9,68	1	0,48	1	
42	2	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0.15	0	<2	0	8,43	1	13,6	1	0,56	1	
43	3	4	1	0	2,6	1	2	0	2	1	2	0	0	2	1	1	2	0	2	1	1	1	20	1	0.11	0	11,2	1	4,28	0	8,49	1	1,08	1	
44	2	4	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	7	0	0.14	0	9,44	1	6,67	1	10,8	1	0,38	1	
45	1	0	1	1	2	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	8	0	0.09	0	38,2	1	5,92	1	9,97	1	1,21	1	
46	0	0	0	1	2,13	0	1	0	0	0	0	4	0	3	0	1	1	0	1	3	0	0	14	1	0.13	0	23,1	1	2,32	0	2,19	1	0,24	1	
47	2	0	1	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	0.1	0	51,6	1	1,47	0	2,85	1	0,73	1	
48	0	0	0	2	2,6	2	2	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	0	197	1	11,4	1	6,00	1	7,11	1	0,48	1	

49	3	0	1	2	2,12	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0.93	1	9,12	1	9,34	1	17,0	1	0,475	1
50	0	0	0	1	2,5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0.35	0	14,9	1	8,14	1	12,7	1	0,201	1

### 3. Codificación peces

Nro.	VARIABLE	DEFINICIÓN	CATEGORÍAS	
	CÓDIGO	IDENTIFICACIÓN		
1	VMERPEZ	Cuantificación de mercurio en pescado mg/Kg	Igual	
2	CALIFMERPEZ	Calificación de la cuantificación de mercurio en pescado	0: Normal	1: Anormal/Elevada
3	As	Arsénico en pescado mg/Kg	Igual	
4	CALIFASPEZ	Calificación de la cuantificación de arsénico en pescado	0: Normal	1: Anormal/Elevada
5	Cd	Cadmio en pescado mg/Kg	Igual	
6	CALIFCDPEZ	Calificación de la cuantificación de cadmio en pescado	0: Normal	1: Anormal/Elevada

### 4. Base de datos peces

N	CÓDIGO	VMERPEZ	CALIFMERPEZ	As	CALIFALPEZ	Cd	CALIFCDPEZ
1	P-CRCHI-1	<0,03	0	0,1	1	<0,02	0
2	P-CRCHI-2	<0,03	0	0,12	1	0,15	1
3	P-CRCHI-3	<0,03	0	<0,02	0	<0,02	0
4	P-TRCHA-1	<0,03	0	0,25	1	<0,02	0
5	P-TRCHA-2	<0,03	0	0,16	1	<0,02	0
6	P-TRCHA-3	<0,03	0	0,26	1	<0,02	0
7	P-OISPI-1	<0,03	0	0,11	1	<0,02	0
8	P-OISPI-2	<0,03	0	0,12	1	<0,02	0
9	P-OISPI-3	<0,03	0	0,14	1	<0,02	0
10	P-PJRRY-1	<0,03	0	0,08	1	<0,02	0

<b>11</b>	P-PJRRY-2	<0,03	0	<0,02	0	<0,02	0
<b>12</b>	P-PJRRY-3	<0,03	0	<0,02	0	<0,02	0
<b>13</b>	P-SUCHE-1	<0,03	0	<0,02	0	<0,02	0



## ANEXO 12

### RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN PECES - 1

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>P-CRCHI-1</b>	<b>P-CRCHI-2</b>	<b>P-CRCHI-3</b>	<b>P-TRCHA-1</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-04-21 05:36	2022-04-21 05:40	2022-04-21 05:48	2022-04-21 06:01
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido Animal	Tejido Animal	Tejido Animal	Tejido Animal
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	<2	6,06	<2	<2
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,1	0,12	<0,02	0,25
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	<0,04	0,65	0,23	<0,04
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	0,15	<0,02	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	818	3 598	2 133	1 694
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	0,33	0,51	0,27	0,23
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	3,16	13,6	8,10	4,57
Fósforo (P)	1	mg/kg	1 987	3 319	2 732	3 117
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Litio (Li)	0,025	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	230	269	266	313
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	0,47	2,74	0,93	0,24
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,1	0,07	<0,01	<0,01
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Potasio (K)	10	mg/kg	3 319	2 973	3 279	4 092
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Silicio (Si)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Sodio (Na)	2	mg/kg	948	955	774	753
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	0,29	<0,05
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	5,25	6,92	4,6	4,13

### RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN PECES – 2

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>P-TRCHA-2</b>	<b>P-TRCHA-3</b>	<b>P-OISPI-1</b>	<b>P-OISPI-2</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-04-21 06:15	2022-04-21 06:22	2022-04-21 06:40	2022-04-21 06:44
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido Animal	Tejido Animal	Tejido Animal	Tejido Animal
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa (*)</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	<2	<2	<2	<2
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,16	0,26	0,11	0,12
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	0,31	0,31
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	343	342	2 336	1 360
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	0,24	0,24	0,33	0,28
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	1,12	1,08	10,4	7,93

Fósforo (P)	1	mg/kg	2 324	2 451	2 386	1 824
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Litio (Li)	0,025	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	279	301	186	168
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	0,38	0,19	0,81	0,54
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Potasio (K)	10	mg/kg	4 303	4 191	1 955	1 919
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Silicio (Si)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Sodio (Na)	2	mg/kg	769	576	433	479
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	4,07	4,22	6,91	7,18

### RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN PECES – 3

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>P-OISPI-3</b>	<b>P-PJRRY-1</b>	<b>P-PJRRY-2</b>	<b>P-PJRRY-3</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-04-21	2022-04-21	2022-04-21	2022-04-21
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido Animal	Tejido Animal	Tejido Animal	Tejido Animal
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	7,9	<2	<2	<2
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,14	0,08	<0,02	<0,02
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	0,41	<0,04	<0,04	<0,04
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	2 613	136	102	1 290
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	0,42	0,09	<0,02	<0,02
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	11,8	0,397	0,267	4,07
Fósforo (P)	1	mg/kg	2 587	1 796	1 431	2 173
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Litio (Li)	0,025	mg/kg	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	205	257	197	264
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	1,16	<0,03	<0,03	<0,03
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,07	<0,01	<0,01	<0,01
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Potasio (K)	10	mg/kg	1 940	3 396	2 749	2 705
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Silicio (Si)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Sodio (Na)	2	mg/kg	574	753	501	637
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	0,32	0,2	0,22	<0,05
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	7,25	5	4,11	6,68

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN PECES – 4

<i>Estación de Muestreo</i>		<b>P-SUCHE-1</b>	
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>		2022-04-21 07:06	
<i>Tipo de Muestra</i>		Tejido Animal	
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>			
Aluminio (Al)	2	mg/kg	<2
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	<0,02
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	<0,04
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	111
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	0,32
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	<0,025
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	0,441
Fósforo (P)	1	mg/kg	1 198
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	<0,05
Litio (Li)	0,025	mg/kg	<0,025
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	169
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	<0,03
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	<0,03
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	<0,01
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	<0,02
Potasio (K)	10	mg/kg	2 258
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	<0,03
Silicio (Si)	1	mg/kg	<1
Sodio (Na)	2	mg/kg	387
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	<0,05
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	<0,02
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	7,61

## ANEXO 13

### RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 1

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-1</b>	<b>I-CABH-2</b>	<b>I-CABH-3</b>	<b>I-CABH-4</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-03-02	2022-03-02	2022-03-10	2022-03-14
<i>Tipo de Muestra</i>			09:05	09:50	08:30	08:15
			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	27,7	34	18,2	30,4
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,49	0,33	0,17	0,27
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	6,42	135	14,2	197
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	0,1	<0,02	0,15
Calcio (Ca)	10	mg/kg	1 532	1 306	3 479	1 398
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	0,12
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	19,2	17,3	12,1	19,3
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	2,7	1	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,448	0,325	0,188	0,716
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	17,8	18,5	31,6	22,9
Fósforo (P)	1	mg/kg	143	125	153	131
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	53,7	49,1	30,9	46,2
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,265	0,784	0,327	0,177
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	141	92,4	509	85,6
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	10,1	5,46	13,5	6,39
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,2	0,5	0,35	0,24
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	0,1	<0,02	0,12
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,38	0,55	0,29	0,64
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	1,99	4,02	0,51	5,18
Potasio (K)	10	mg/kg	356	147	548	107
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,57	0,53	0,21	0,46
Silicio (Si)	1	mg/kg	119	158	110	151
Sodio (Na)	2	mg/kg	393	206	1 004	142
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	1,77	1,57	1,1	0,85
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	0,12	0,24	<0,02	0,28
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	160	1 738	193	2 196

### RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 2

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-5</b>	<b>I-CABH-6</b>	<b>I-CABH-7</b>	<b>I-CABH-8</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-03-14	2022-03-14	2022-03-18	2022-03-18
<i>Tipo de Muestra</i>			09:00	09:50	10:05	10:40
			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	31,9	31,7	29,8	33,7
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,4	0,32	0,26	0,29
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	229	193	229	246
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	0,19	0,15	0,2	0,18
Calcio (Ca)	10	mg/kg	1 538	1 374	1 518	1 505
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	0,14	0,13	0,16	0,13
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	23,5	20,7	23,5	20,1
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,654	0,388	0,497	0,435
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	25,1	22,2	24,8	26
Fósforo (P)	1	mg/kg	136	129	136	141
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	52,2	45,8	46,7	47,1
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,329	0,298	0,189	0,212
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	97,9	85,3	86,8	93,9
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	7,52	6,18	6,86	6,46
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	3,87	0,43	0,38	0,44
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	0,1	<0,02	0,1	0,12
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,72	0,67	0,73	0,73
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	5,73	5,39	6,30	5,92
Potasio (K)	10	mg/kg	129	115	115	116
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,37	0,52	0,46	0,47
Silicio (Si)	1	mg/kg	146	161	148	122
Sodio (Na)	2	mg/kg	208	175	180	182
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	1,25	1,57	1	1,42
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	0,31	0,32	0,32	0,29
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	1 989	1 908	1 859	2 118

### RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 3

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-9</b>	<b>I-CABH-10</b>	<b>I-CABH-11</b>	<b>I-CABH-12</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-03-18	2022-03-19	2022-03-20	2022-03-20
<i>Tipo de Muestra</i>			08:40	09:08	09:10	09:50
<i>Parámetro</i>			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	61	57,2	42	40,7
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,38	0,13	0,17	0,15
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	147	12,5	10,2	11,1
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	0,1	0,11
Calcio (Ca)	10	mg/kg	1 195	3 204	2 639	2 647
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	16,5	28,1	14,1	12,6
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,382	0,961	0,545	0,758
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	18,4	21,2	26,2	27,3
Fósforo (P)	1	mg/kg	133	117	113	124
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	45,6	42,3	43,0	43,2
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,293	0,548	<0,025	0,394
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	86,2	193	265	264
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	5,36	18	9,51	9,35
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,47	0,23	0,17	0,18
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,61	0,27	0,55	0,49
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	4,67	0,92	2,13	2,2
Potasio (K)	10	mg/kg	95,6	117	366	412
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,46	0,52	0,36	0,3
Silicio (Si)	1	mg/kg	132	<1	169	163
Sodio (Na)	2	mg/kg	175	297	962	1 253
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	3,43	2,76	2,47	2,13
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	0,23	0,21	0,43	0,46
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	1 905	342	312	378

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 4

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-13</b>	<b>I-CABH-14</b>	<b>I-CABH-15</b>	<b>I-CABH-16</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-03-20 10:20	2022-03-20 10:48	2022-03-21 08:32	2022-03-21 09:10
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	23,7	42,9	84,1	47,0
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,16	<0,02	<0,02	0,12
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	13,9	24,3	21,1	15,2
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	3 629	3 480	6 345	4 042
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	12,6	13,2	54,3	17,2
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,152	2,19	0,389	0,171
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	32,4	22,6	41,1	31,5
Fósforo (P)	1	mg/kg	148	135	132	119
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	24	45,1	56,3	26,7
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,611	0,606	0,322	0,386
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	543	200	388	506
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	14	8,32	26,6	16
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,23	0,22	0,13	0,46
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,15	0,26	0,45	0,17
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	0,44	0,8	0,43	0,57
Potasio (K)	10	mg/kg	550	207	<10	364
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,54	0,43	0,31	0,21
Silicio (Si)	1	mg/kg	131	477	246	<1
Sodio (Na)	2	mg/kg	1 117	423	192	725
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	1,92	3,3	4,48	2,71
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	<0,02	0,19	0,23	<0,02
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	212	719	170	255

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 5

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-17</b>	<b>I-CABH-18</b>	<b>I-CABH-19</b>	<b>I-CABH-20</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-03-21 09:50	2022-03-22 09:18	2022-03-23 09:50	2022-03-23 10:22
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	46,9	41,8	40,7	32,2
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,14	0,12	0,17	0,35
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	14,3	14,3	15,6	5,54
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	0,15	0,15	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	3 878	3 119	3 715	4 696
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	0,11	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	13,9	19,6	20,9	15,7
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,17	0,709	0,898	0,172
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	33,6	33,1	35,2	26,6
Fósforo (P)	1	mg/kg	144	112	102	156
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	27	45,2	46,2	37,4
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,282	0,654	0,536	0,143

Magnesio (Mg)	1	mg/kg	574	303	322	378
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	14,8	11,0	11,9	8,32
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,31	0,13	0,13	0,12
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,40	0,6	0,84	0,33
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	0,86	2,69	2,52	0,32
Potasio (K)	10	mg/kg	679	355	394	81,5
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,26	0,41	0,32	0,3
Silicio (Si)	1	mg/kg	<1	196	<1	<1
Sodio (Na)	2	mg/kg	1 306	918	1 329	225
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	3,25	2,45	1,56	1,7
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	<0,02	0,522	0,555	0,326
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	207	387	395	352

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 6

Estación de Muestreo			I-CABH-21	I-CABH-22	I-CABH-23	I-CABH-24
Fecha y Hora de Muestreo			2022-03-23	2022-03-23	2022-03-23	2022-03-23
Tipo de Muestra			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	6	162	79,8	33,0
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,22	0,16	0,39	0,24
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	1,06	8,03	91,1	1,04
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	0,30	<0,05	<0,05	0,2
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	1 541	2 633	994	1 395
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	11,1	12,5	15,1	11,2
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,131	<0,025	0,349	<0,025
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	17,6	21,8	12,6	15,1
Fósforo (P)	1	mg/kg	129	128	124	126
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	18,8	127	45,7	17,4
Litio (Li)	0,025	mg/kg	<0,025	0,28	0,156	0,302
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	95,8	228	80,1	83,9
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	2,17	9,30	4,40	1,85
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,15	0,17	0,12	0,12
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,13	0,38	0,6	0,22
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	0,85	0,85	4,37	0,78
Potasio (K)	10	mg/kg	237	408	98,4	258
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,34	0,28	0,41	0,31
Silicio (Si)	1	mg/kg	150	<1	151	<1
Sodio (Na)	2	mg/kg	436	1 668	175	503
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	2,64	6,79	4,03	1,32
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	<0,02	0,37	0,22	<0,02
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	176	223	1 738	152

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 7

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-25</b>	<b>I-CABH-26</b>	<b>I-CABH-27</b>	<b>I-CABH-28</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-03-24 11:03	2022-03-25 12:00	2022-03-25 12:40	2022-03-25 13:05
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	50,6	67,1	82,5	48,0
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,21	0,41	0,15	0,39
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	7,20	182	2,34	117
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	4,95	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	0,13	0,18	<0,02	0,11
Calcio (Ca)	10	mg/kg	2 020	1 313	1 969	1 133
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	0,16	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	19,0	24,0	12,5	17,8
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,165	0,556	0,175	0,391
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	18,6	19,6	22,6	16,0
Fósforo (P)	1	mg/kg	134	117	109	127
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	63,7	50,5	25,0	43,2
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,301	0,297	0,204	0,148
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	235	101	123	82,3
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	6,35	6,23	4,49	5,62
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,56	0,35	0,13	0,11
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,61	0,79	0,35	0,67
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	1,12	6,82	1,98	4,99
Potasio (K)	10	mg/kg	74,3	124	202	106
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,43	0,70	0,42	0,43
Silicio (Si)	1	mg/kg	<1	<1	150	114
Sodio (Na)	2	mg/kg	247	256	414	212
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	2,92	3,36	3,60	2,73
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	0,51	0,27	0,14	0,29
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	354	1 616	336	1 863

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 8

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-29</b>	<b>I-CABH-30</b>	<b>I-CABH-31</b>	<b>I-CABH-32</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-03-25 13:40	2022-03-28 11:10	2022-03-28 11:58	2022-03-28 12:28
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	62,3	25,2	60,3	78,7
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,25	0,17	0,18	0,16
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	8,10	2,09	8,51	8,18
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	2,3	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	0,11	<0,02	0,17	0,2
Calcio (Ca)	10	mg/kg	2 356	1 946	2 574	2 451
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	0,12	<0,02	0,13	0,14
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	19,8	14,8	25,7	29,9
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,156	0,308	0,261	0,34
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	21,3	22,0	23,3	23,4
Fósforo (P)	1	mg/kg	133	120	128	102
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	81,3	22,7	55,6	36,9
Litio (Li)	0,025	mg/kg	<0,025	0,437	0,188	0,461
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	269	114	287	284

Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	7,37	3,90	6,83	6,56
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,3	0,12	0,22	0,22
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,61	0,49	0,76	0,86
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	1,28	1,58	1,42	1,68
Potasio (K)	10	mg/kg	83,5	359	88,2	67,8
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,48	0,32	0,35	0,49
Silicio (Si)	1	mg/kg	<1	196	<1	<1
Sodio (Na)	2	mg/kg	283	611	265	221
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	3,20	1,51	3,06	4,41
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	0,58	<0,02	0,72	0,79
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	426	312	432	397

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 9

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-33</b>	<b>I-CABH-34</b>	<b>I-CABH-35</b>	<b>I-CABH-36</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-03-31	2022-03-31	2022-04-01	2022-04-01
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	77,4	32,2	88,7	75,1
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,36	0,2	<0,02	0,12
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	171	17,6	6,62	20,3
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	5,24	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	0,13	4,56	<0,02	0,15
Calcio (Ca)	10	mg/kg	1 275	4 305	3 364	5 417
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	0,34	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	17,3	31,8	15,0	42,1
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,417	1,03	<0,025	2,05
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	19,7	37,9	28,9	45,0
Fósforo (P)	1	mg/kg	123	133	162	137
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	45,0	28,0	45,2	65,3
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,26	0,227	0,239	0,505
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	95,5	396	542	446
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	5,59	36,0	21,4	29,7
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,11	0,19	0,55	0,48
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,57	1,18	0,35	0,8
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	5,17	2,34	0,99	1,54
Potasio (K)	10	mg/kg	89,0	74,9	82,6	220
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,262	0,327	0,443	0,286
Silicio (Si)	1	mg/kg	151	244	<1	269
Sodio (Na)	2	mg/kg	179	268	318	861
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	3,84	2,49	4,22	3,36
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	0,24	0,54	0,35	0,26
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	1 927	3 374	240	1 187

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 10

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-37</b>	<b>I-CABH-38</b>	<b>I-CABH-39</b>	<b>I-CABH-40</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-02-01	2022-04-03	2022-03-03	2022-04-03
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	37,8	39,5	60,7	16,5
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	<0,02	0,379	<0,02	<0,02
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	12,2	6,88	6,61	20,3
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	4,86	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	0,16	0,12	<0,02	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	4 373	4 663	3 243	7 539
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	0,142	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	183	17,7	14,0	15,9
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	3,63	1,18	<0,025	0,285
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	29,9	19,3	27,6	48,2
Fósforo (P)	1	mg/kg	136	106	149	136
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	41,0	44,2	49,6	20,9
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,389	0,277	0,416	0,131
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	346	288	530	639
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	18	12,6	17,9	23,7
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,12	0,08	0,6	0,14
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	1,05	1,40	0,34	0,61
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	0,65	1,70	0,86	0,6
Potasio (K)	10	mg/kg	159	61,2	130	48,0
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,56	0,22	0,37	0,15
Silicio (Si)	1	mg/kg	176	183	227	416
Sodio (Na)	2	mg/kg	419	256	455	259
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	1,49	1,70	3,19	1,18
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	0,29	0,21	0,31	0,16
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	392	328	239	219

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 11

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-41</b>	<b>I-CABH-42</b>	<b>I-CABH-43</b>	<b>I-CABH-44</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-04-06	2022-04-06	2022-04-06	2022-04-06
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	22,7	<2	11,2	9,44
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,2	<0,02	0,37	<0,02
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	5,69	8,43	4,28	6,67
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	5,18	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	1 560	1 828	1 442	1 471
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	16,3	20,5	22,6	17,0
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,619	0,511	0,2	0,271
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	13,6	17,9	15,6	14,6
Fósforo (P)	1	mg/kg	134	125	127	123
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	31,3	<0,05	12,7	<0,05

Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,136	0,351	0,268	0,199
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	173	168	161	144
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	9,68	13,6	8,49	10,8
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,15	0,15	0,11	0,14
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Niquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,48	0,38	0,56	0,28
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	0,48	0,56	1,08	0,38
Potasio (K)	10	mg/kg	93	<10	219	<10
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,2	0,35	0,35	0,54
Silicio (Si)	1	mg/kg	112	349	148	395
Sodio (Na)	2	mg/kg	397	123	303	117
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	1,28	<0,05	1,23	1,09
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	0,13	<0,02	0,14	<0,02
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	150	254	517	242

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 12

Estación de Muestreo			I-CABH-45	I-CABH-46	I-CABH-47	I-CABH-48
Fecha y Hora de Muestreo			2022-04-06	2022-04-07	2022-03-07	2022-04-07
Tipo de Muestra			Tejido	Tejido	Tejido	Tejido
Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
<b>Metales ICP-Masa</b>						
Aluminio (Al)	2	mg/kg	38,2	23,1	51,6	11,4
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,28	0,2	0,19	0,31
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	5,92	2,32	1,47	6,00
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	2 003	1 141	567	1 455
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	25,1	15,5	8,86	26,9
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2	<0,2	598
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,323	0,224	<0,025	0,299
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	20,3	7,17	1,52	16,3
Fósforo (P)	1	mg/kg	108	160	147	113
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	<0,05	17,4	105	16,3
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,478	<0,025	0,425	0,153
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	210	124	59,9	129
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	9,97	2,19	2,85	7,11
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,09	0,13	0,1	197
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Niquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,67	0,15	0,39	0,5
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	1,21	0,24	0,73	0,48
Potasio (K)	10	mg/kg	217	43,0	888	710
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,44	0,13	0,49	0,32
Silicio (Si)	1	mg/kg	264	118	<1	<1
Sodio (Na)	2	mg/kg	407	225	1 275	299
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	2,54	2,05	2,58	0,88
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	0,17	0,15	0,12	0,27
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	537	220	157	338

## RESULTADOS DE BARRIDO DE METALES PESADOS EN CABELLO- 13

<i>Estación de Muestreo</i>			<b>I-CABH-49</b>	<b>I-CABH-50</b>
<i>Fecha y Hora de Muestreo</i>			2022-04-08 09:32	2022-04-08 10:45
<i>Tipo de Muestra</i>			Tejido	Tejido
<i>Parámetro</i>	<i>Límite de Detección</i>	<i>Unidad</i>	<i>Resultados</i>	<i>Resultados</i>
<b>Metales ICP-Masa</b>				
Aluminio (Al)	2	mg/kg	9,12	14,9
Antimonio (Sb)	0,04	mg/kg	<0,04	<0,04
Arsénico (As)	0,02	mg/kg	0,28	<0,02
Bario (Ba)	0,04	mg/kg	9,34	8,14
Berilio (Be)	0,01	mg/kg	<0,01	<0,01
Bismuto (Bi)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05
Boro (B)	1	mg/kg	<1	<1
Cadmio (Cd)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02
Calcio (Ca)	10	mg/kg	2 030	2 076
Cobalto (Co)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02
Cobre (Cu)	0,02	mg/kg	11	16,6
Cromo (Cr)	0,2	mg/kg	<0,2	<0,2
Estaño (Sn)	0,025	mg/kg	0,427	0,071
Estroncio (Sr)	0,045	mg/kg	19	21
Fósforo (P)	1	mg/kg	103	127
Hierro (Fe)	0,05	mg/kg	11,3	12,8
Litio (Li)	0,025	mg/kg	0,503	0,365
Magnesio (Mg)	1	mg/kg	215	196
Manganeso (Mn)	0,03	mg/kg	17,0	12,7
Mercurio (Hg)	0,03	mg/kg	0,93	0,35
Molibdeno (Mo)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02
Níquel (Ni)	0,01	mg/kg	0,345	0,279
Plata (Ag)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02
Plomo (Pb)	0,02	mg/kg	0,475	0,201
Potasio (K)	10	mg/kg	48,2	<10
Selenio (Se)	0,03	mg/kg	0,329	0,504
Silicio (Si)	1	mg/kg	810	428
Sodio (Na)	2	mg/kg	283	144
Talio (Tl)	0,02	mg/kg	<0,02	<0,02
Telurio (Te)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05
Titanio (Ti)	0,05	mg/kg	0,77	1,73
Uranio (U)	0,005	mg/kg	<0,005	<0,005
Vanadio (V)	0,02	mg/kg	0,14	<0,02
Wolframio (W)	0,05	mg/kg	<0,05	<0,05
Zinc (Zn)	0,02	mg/kg	1 322	1 070

## ANEXO 14

### DICTAMEN DE ASESORÍA

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**MEDICINA HUMANA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN DE ASESORIA**

Arequipa, 06 de Abril del 2022

**Dictamen: 006501-B-EPMH-2022**

Visto el borrador de tesis del expediente 006501, presentado por:

**2014130021 - AGUILAR CONDORI EDGARD JULIO**

Titulado:

**DETERMINACIÓN DE MERCURIO EN PECES DE CONSUMO DIRECTO Y SU RELACIÓN CON LA  
SALUD DE GESTANTES ATENDIDAS EN EL CENTRO DE SALUD METROPOLITANO ? ILAVE.  
MARZO DE 2022**

El dictamen es:

**APROBADO**

**3258 - YUCRA SEVILLANO SANDRA  
DICTAMINADOR**

