



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Determinación de metales pesados en sedimentos del río Ramis  
procedentes de efluentes mineros informales, Puno**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORES:**

Cano Esquinarila, Luz Evita (ORCID: 0000-0001-9015-019X)

Flores Pino, Milagros Francesca (ORCID: 0000-0002-4160-6514)

**ASESOR:**

Mgtr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID: 0000-0002-0750-2877)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA — PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

*A Dios por brindarnos vida y salud, por ser inspirador y darnos las fuerzas para continuar con este paso y poder lograr uno de nuestros más grandes anhelos. A nuestros padres, Martha y Germán; y Javier y Rosalía por habernos enseñado que todo lo que uno se propone lo puede lograr luchando con esfuerzo y dedicación; por inculcarnos valores y estar presentes en el transcurso de este largo camino brindándonos su apoyo incondicional y motivación para llevar a cabo esta investigación.*

## **Agradecimientos**

*Agradecemos a Dios por ser nuestro sostén en aquellos momentos no tan fáciles que hemos afrontado.*

*A la Universidad César Vallejo por habernos dado la oportunidad de obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental, carrera que tanto nos apasiona.*

*A nuestros familiares que nos dieron su apoyo incondicional en nuestra formación profesional, enseñándonos a no decaer, luchando, esforzándose y sacrificándose; siendo los mayores promotores durante todo este proceso para el cumplimiento de esta meta.*

*A nuestro asesor de tesis, el Mgtr. Samuel Carlos Reyna Mandujano, por su tiempo, paciencia y por siempre orientarnos para el desarrollo de toda la tesis.*

## Índice de contenidos

Caratula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	22
3.2. Variables y operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo.....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	24
3.5. Procedimientos .....	25
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos.....	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN .....	52
VI. CONCLUSIONES .....	57
VII. RECOMENDACIONES .....	59
REFERENCIAS .....	61
ANEXOS.....	70



## Índice de tablas

Tabla 1. Impactos de los metales pesados .....	15
Tabla 2. Fuentes de contaminación de los metales pesados .....	17
Tabla 3. Operacionalización de variables .....	23
Tabla 4. Cuencas que conforman el río Ramis.....	26
Tabla 5. Ubicación geográfica de efluentes mineros .....	26
Tabla 6. Ubicación geográfica de muestreo de sedimentos .....	26
Tabla 7. LMP – Efluentes líquidos minero metalúrgicos .....	31
Tabla 8. Directrices Canadienses de calidad de sedimentos.....	31
Tabla 9. Consolidado de resultados de laboratorio – Efluentes mineros .....	32
Tabla 10. Consolidado de resultados de laboratorio - Sedimentos.....	34

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo de efluentes mineros .....	27
Figura 2. Ubicación de puntos de muestreo de sedimentos .....	27
Figura 3: Resultados de As comparados con LMP – Efluentes mineros .....	36
Figura 4: Resultados de Cd comparados con LMP – Efluentes mineros .....	38
Figura 5: Resultados de Cr comparados con LMP – Efluentes mineros .....	39
Figura 6: Resultados de Cu comparados con LMP – Efluentes mineros .....	40
Figura 7: Resultados de Hg comparados con LMP – Efluentes mineros .....	41
Figura 8: Resultados de Pb comparados con LMP – Efluentes mineros .....	42
Figura 9: Resultados de Zn comparados con LMP – Efluentes mineros .....	43
Figura 10: Resultados de As comparados con Normativa Canadiense .....	44
Figura 11: Resultados de Cd comparados con Normativa Canadiense .....	46
Figura 12: Resultados de Cr comparados con Normativa Canadiense .....	47
Figura 13: Resultados de Cu comparados con Normativa Canadiense .....	48
Figura 14: Resultados de Hg comparados con Normativa Canadiense .....	49
Figura 15: Resultados de Pb comparados con Normativa Canadiense .....	50
Figura 16: Resultados de Zn comparados con Normativa Canadiense .....	51
Figura 17: Minería informal de tajo subterráneo. ....	71
Figura 18: Pozas con cerca restringido. ....	71
Figura 19: Ubicación del punto de muestreos Poza - 01. ....	71
Figura 20: Toma de Muestra Poza - 02. ....	71
Figura 21: Adición del preservante a la muestra – HNO <sub>3</sub> para su conservación. ...	71
Figura 22: Recepción y ubicación de la muestra de Poza – 01. ....	71
Figura 23: Aviso que indica la restricción con orden de disparo. ....	71
Figura 24: Entrada de minería informal privada. ....	71
Figura 25: Conductos de efluentes mineros. ....	71
Figura 26: Unión del Río Azángaro con el Río Ayaviri. ....	71
Figura 27: Inicio de la Cuenca Ramis. ....	71
Figura 28: Recojo de la muestra de sedimentos. ....	71
Figura 29: Segundo muestreo de sedimentos Ramis – 02. ....	71
Figura 30: Homogenización de la muestra Ramis – 03. ....	71
Figura 31: Ingreso e ubicación, punto de muestreo Ramis – 02. ....	71

Figura 32: Punto de muestreo Ramis – 01. ....	71
Figura 33: Tercera toma de muestra Ramis – 02. ....	71
Figura 34: Limpieza de superficie de terreno. ....	71
Figura 35: Recepción y llenado de cadena de custodia. ....	71
Figura 36: Recepción de la muestra.....	71
Figura 37: Nevado de la minería informal – La Rinconada.....	71
Figura 38: Cuenca en la parte alta de la Subcuenca del Ramis. ....	71

## Resumen

Los metales pesados contaminan los sedimentos, el suelo, el aire, el agua y afecta la flora y fauna ingresando mediante la cadena alimenticia hacia la población urbana, convirtiéndose en uno de los problemas medioambientales más rigurosos a nivel mundial, tal es así que en la actualidad la región conocida con el nombre Altiplano del Sur Peruano, es una de las más afectadas por la minería informal debido a que los metales que se generan terminan en los cauces. Por tal motivo, la finalidad de la presente investigación fue determinar la concentración de metales pesados en sedimentos del río Ramis procedentes de efluentes mineros sector Achaya – Taraco, Puno, a fin de contrastar con su respectiva normativa. Para ello, se cuantificaron los metales As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb y Zn para sedimentos y efluentes mineros. Los puntos de muestreo para efluentes fueron dos, denominados Poza 01 y Poza 02, y para sedimentos se consideraron tres, Ramis 01, Ramis 02 y Ramis 03; durante el período de tiempo agosto, setiembre y octubre de 2019. Los resultados para efluentes y sedimentos fueron comparados con las normativas peruana y canadiense correspondientes, la concentración de arsénico para ambos muestreos en todos los puntos supera los valores máximos establecidos por las normas, con excepción de los meses agosto y octubre de la Poza 01 en efluentes. Sin embargo, la concentración de los metales Cd, Cr, Cu, Hg, Pb y Zn no superaron los valores establecidos. Dados los resultados obtenidos se concluye que una alta concentración de metales pesados en efluentes mineros y sedimentos puede representar un riesgo para los ecosistemas, por lo que es necesario que tanto la población como autoridades lleven a cabo evaluaciones regulares para mantener el control y proteger a la población, flora y fauna de la zona.

**Palabras claves:** Concentración, efluentes mineros, sedimento, metales pesados.

## Abstract

Heavy metals pollute sediments, soil, air, water and affect flora and fauna entering the urban population through the food chain, becoming one of the most rigorous environmental problems worldwide, so much so that in the Currently, the region known as the Southern Peruvian Altiplano is one of the most affected by informal mining because the metals that are generated end up in the riverbeds. For this reason, the purpose of this research was to determine the concentration of heavy metals in sediments of the Ramis river from mining effluents in the Achaya - Taraco, Puno sector, in order to contrast with their respective regulations. For this, the metals As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb and Zn were quantified for sediments and mining effluents. The sampling points for effluents were two, called Poza 01 and Poza 02, and for sediments three were considered, Ramis 01, Ramis 02 and Ramis 03; During the period of time August, September and October 2019. The results for effluents and sediments were compared with the corresponding Peruvian and Canadian regulations, the arsenic concentration for both samplings at all points exceeds the maximum values established by the standards, with Except for the months of August and October of Poza 01 in effluents. However, the concentration of the metals Cd, Cr, Cu, Hg, Pb and Zn did not exceed the established values. Given the results obtained, it is concluded that a high concentration of heavy metals in mining effluents and sediments can represent a risk to ecosystems, so it is necessary that both the population and authorities carry out regular evaluations to maintain control and protect the community. population, flora and fauna of the area.

**Keywords:** Concentration, mining effluents, sediment, heavy metals.

## I. INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo atribuida a la naturaleza de la superficie terrestre generado por sustancias químicas como los metales pesados induce a la polución. Los ríos proporcionan un recurso hídrico importante para los seres humanos y los servicios de los ecosistemas. Sin embargo, con el rápido desarrollo de la sociedad y la economía, una gran cantidad de contaminantes (es decir, metales pesados) generados por diversas industrias y actividades ingresan al medio fluvial, lo que tiene como resultado efectos graves en el ecosistema (Villarreal et al., 2018, p.45; Martínez et al., 2017, p.25; Chen et al., 2021, p.134).

A nivel mundial, debido al impacto negativo sobre el medio ambiente, las actividades de las empresas mineras informales se consideran una de las principales fuentes de deterioro en la calidad de los recursos naturales (Juárez, 2020, p.18); como es la contaminación de los sedimentos de los ríos, lagos, lagunas, entre otros, convirtiéndose en una amenaza para la vida humana y de los animales (Gyamfi et al., 2019, p.451).

A nivel nacional la minería informal es uno de los problemas ambientales extremos que se viene afrontando en nuestro país, considerando que los impactos ocasionados causan graves daños al ambiente como es la polución causada por metales pesados en los sedimentos correspondiente a los afluentes cercanos, provocados por la minería informal generando deterioro en la salud de las localidades, en especial a las indígenas y perjudicando cuerpos de agua y su fauna (Salas, 2017, p.15).

La intercuenca Ramis nace en la laguna de la Rinconada, haciendo el recorrido de acuerdo al Sistema Hidrográfico a través de las subsecuentes cuencas: Río Carabaya, Río Grande, Río Ayaviri, Río Azángaro y llegando al Río Ramis, considerando que el mismo río adquiere diferentes nombres desembocando en el lago Titicaca por su área geográfica. En las provincias de Azángaro y Huancané, comprendida por los distritos de Achaya, Caminaca, Samán y Taraco; se presenta la contaminación ambiental al Río Ramis (Álvarez, 2018, p.19).

En la región de Puno la minería informal es una de las actividades económicas en las cuales el aprovechamiento de los recursos minerales, dentro de ellos el oro, no tienen una inspección por los daños generados tanto en el ámbito ambiental como

en el ámbito de la salud de los pobladores cuya principal actividad es la agricultura de pastos naturales, elaboración del chuño blanco, crianza de ganado vacuno, ovino y alpacas. Como causa principal es la contaminación del medio ambiente (sedimentos del Río Ramis) originados por la minería informal de tal forma que generan conflictos sociales. Y como consecuencia deterioran la calidad del suelo en los territorios aledaños a la intercuenca, muerte de la biodiversidad, trayendo inevitables consecuencias a la salud pública debido a la afectación de los metales pesados, puesto que el Río Ramis presenta un problema agudo (Sector Achaya - Taraco) (Ayamamani, 2019, p.25).

Ante lo señalado se formula el problema general ¿Cuál es la concentración de metales pesados As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb y Zn en los sedimentos del río Ramis procedentes de efluentes mineros informales en la región Puno? y sus problemas específicos: ¿Cuál es la concentración de metales pesados en los efluentes de la minería informal - sector Ananea y estos superan los LMP para descarga de efluentes líquidos de actividades minero - metalúrgicas? y ¿Cuál es la concentración de metales pesados en los sedimentos del Río Ramis - Sector Achaya - Taraco y estos superan las Directrices Canadienses de Calidad de Sedimentos para la Protección de la Vida Acuática?

Según (Hernández et al., 2014, p.40) la justificación se efectúa con la finalidad de aclarar un propósito puntual, ya que no se lleva a cabo por antojo del investigador, y dicha finalidad debe ser relevante para que se argumente su ejecución. De acuerdo con (Vellaizac y Payan, 2017, p.22) la contaminación por metales provenientes de la minería informal genera una gran preocupación por su toxicidad, abundancia y persistencia en el medio ambiente y su posterior acumulación en ambientes acuáticos. En algunos estudios como el de (García, 2019, p.12) los metales pesados generados por medios antropogénicos, provocan grandes impactos sobre las cuencas e intercuenas, afectando la cadena trófica y dando lugar a problemas de salud. Es por ello que esta investigación, se justifica en base a criterios: En el ámbito social: Dar a conocer la realidad de la manifestación de los metales pesados sobre sedimentos presentes en suelos que vienen afrontando la población en sus actividades agrícolas, ganaderas e inclusive recreativas, ya que les servirá como data en cuanto a la prevención de enfermedades, para que las



autoridades tengan prioridad en realizar tratamientos desde la fuente que emite estos metales afectando al agua y por medio de ello el sedimento; a nivel práctico: Es necesario que evalúe ambientalmente la cuenca del Río Ramis, por causa del accionar de las actividades antropogénicas como la minería informal afectando los recursos naturales como el agua del cauce y está contaminando los sedimentos que arrastra dicha intercuenca desde su parte alta hasta la parte baja que viene ser la desembocadura, así mismo poniendo en exposición el bienestar de ciudadanos, animales y su entorno natural; a nivel metodológico: Es este sentido proporciona un conjunto de instrumentos para poder realizar las muestras necesarias aplicando protocolos del laboratorio y de las autoridades correspondientes para poder precisar la cantidad acumulada de metales pesados en sedimentos del río Ramis y a nivel teórico: En este aspecto proporcionara una referencia sobre el total de metales pesados presentes en sedimentos del río Ramis que son procedentes de la minería informal, para que las autoridades pertinentes tomen acciones al respecto y hagan las gestiones necesarias para lograr una mejoría en la condición de agua y suelos del territorio.

Según (Navarro, 2014, p.115) la finalidad de la investigación es manifestar el propósito del análisis, el cual se escribe enlazado con la formulación y la pretensión de la investigación. Entonces, el objetivo general del presente estudio consistió en determinar la concentración de metales pesados As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb y Zn en los sedimentos del río Ramis procedentes de efluentes mineros informales en la región Puno; y como objetivos específicos: Analizar y comparar la concentración de metales pesados en efluentes procedentes de la minería informal - Sector Ananea con los LMP para descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicas, y analizar y comparar la concentración de metales pesados en los sedimentos del río Ramis procedentes de la minería informal - Sector Achaya - Taraco con las Directrices Canadienses de Calidad de Sedimentos para la Protección de la Vida Acuática.

Según (Baher, 2008, p.31) la hipótesis es la conexión entre el estudio y la teoría que nos encamina al hallazgo de nuevos sucesos. De tal manera que se debe proponer justificación a ciertos sucesos y conducir a la investigación de otros sucesos. Por lo tanto, se plantea como hipótesis de la investigación: La

concentración de metales pesados en los sedimentos del río Ramis que proceden de los efluentes mineros informales, nos facilitará un alcance al ser comparados con su normativa correspondiente y por consecuencia su eventual impacto, y como hipótesis nula: La concentración de metales pesados en los sedimentos del río Ramis que proceden de los efluentes mineros informales, no nos facilitará un alcance al ser comparados con su normativa correspondiente y por consecuencia no presentaría un impacto en el medio ambiente.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Para Niño (2019), la posición teórica es un desarrollo y beneficio de una causa que se encuentra sumergida en estudios reales y libres que pueden estar asociados al proyecto del dilema, entendiéndose como la parte fundamental en donde se apoya la investigación planteada (p.48).

Siendo las cosas así, la investigación presenta como antecedentes nacionales a Brousett et al. (2018), en su artículo "Impacto de la minería en aguas superficiales de la Región Puno - Perú. Tuvo como objetivo determinar el estado físico y químico de dichas aguas, la investigación enmarca un diseño descriptivo. Se realizaron monitoreos de sedimentos y aguas superficiales en distintas temporadas del año como es de estiaje y lluviosa en las lagunas Cumunni y la laguna Lunar de oro, dentro de sus análisis fisicoquímicos se consideró: pH, conductividad, dureza, cloruros, SST, OD, DBO<sub>5</sub>, DQO; con respecto a metales: As, Cd, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb y Zn. Los resultados obtenidos fueron confrontaron con normativas canadienses, estadounidenses y peruanas en calidad ambiental. Con respecto a análisis químicos como el pH resultó ácido en sedimentos y aguas duras para agua superficiales las cuales superan dichas normativas y en metales como: Cd, Fe, Ni, Pb y Zn rebasan dichas normas. En sedimentos el Hg obtiene estimaciones elevadas para ambas temporadas (estiaje y lluviosa) 33.32 y 20.13 mg/kg" (p.202).

Igualmente, Huayhua et al. (2018), realizaron un estudio en la represa de Cotarsaya - Progreso – Puno. Donde se estimó el incremento de As y Cd referentes a sedimentos. Consideró cuatro estaciones de muestreo y se efectuó en dos temporadas (lluvia y estiaje). Sus resultados mostraron que el llevar el cotejo con la normativa internacional, para el As no desborda los valores máximos estipulados por la normativa de Canadá y para Cd no se percibió por el laboratorio (p.51).

Por otro lado, (Álvarez, 2018, p.19) realizó la "evaluación de metales pesados en agua del Río Ramis Sector Crucero - San Antón y su interpretación en software". Esta quiere señalar el nivel de contaminación mediante el estudio químico de agua en el área del proyecto. Se realizaron muestras de agua en 5 puntos las cuales se obtuvieron como resultados que el Cd 0.00429mg/ L, 0.00040 mg/L, Cr 0.00841 mg/L, 0.00877 mg/L, Fe 7.96 mg/L y Zn 1.059 mg/L sobrepasan los niveles.

Además, Salas (2017), realizó la “evaluación de metales y metaloides en sedimentos en la sub cuenca del río Azángaro y su modelamiento ambiental”. Su objetivo fue valorar los metales y metaloides existentes en sedimentos y su correspondiente modelamiento ejecutado en río Azángaro. Los criterios fisicoquímicos fueron: pH, conductividad, T°, OD y en metales pesados fueron: As, Cd, Cu, Cr, Hg, Pb y Zn. Para el modelamiento ambiental se utilizó el software tipo matemático HEC – RAC. La valoración de los criterios fisicoquímicos no superó los ECA´s. En cambio, los metales pesados en los sedimentos como el Cd sobrepasan los ECA´s; As y Cr sobrepasan los patrones de USA, Canadá y Suecia. Por ello se demuestra que existe apariencia de metales en el entorno del proyecto (p.10).

Adicionalmente, se presentan los antecedentes internacionales, según Binam et al. (2019), en el estudio, “contaminación y evaluación de riesgos de metales pesados y uranio de sedimentos en dos cuencas hidrográficas en el distrito aurífero de Abiete-Toko, Camerún meridional. Tuvo como objetivo evaluar los niveles de metales pesados y uranio en sedimentos de las cuencas Kienké y Tchangué de Abiete-Toko y a su vez evaluar el riesgo ambiental. Para determinar la toxicidad y la contaminación potencial de dichos metales se realizó mediante la evaluación de factor de enriquecimiento (EF), geoíndice de acumulación (Igeo) y evaluación de riesgo ecológico (ERA). Se tomaron 13 muestras de sedimentos (8 en Kienké y 5 en Tchangué). Los resultados revelan que los sedimentos en ambas cuencas tienen un riesgo ambiental significativo a muy alto debido a que las concentraciones de Cu y Ni en el punto 4 de Kienké, superan los valores promedios estándar. En cambio, el Ni en ambas cuencas podría crear un efecto adverso en el ecosistema del río. Se encontraron metales con bajos niveles de U y distribución en los sitios cercanos a las proximidades de la minería artesanal y la periferia” (p.10).

De igual manera, Wei et al. (2019), indagaron acerca de la contaminación por metales pesados y potencial riesgo ecológico en ríos urbanos sedimento de la ciudad de Huai'an, China, el cual tuvo como objetivo monitorear el contenido de metales pesados de algunos sedimentos de ríos urbanos en la ciudad de Huai'an, evaluar el grado de contaminación, distribución espacial y posibles riesgos ecológicos de los metales pesados, y analizar las posibles causas de contaminación, para ello se evaluó el riesgo ecológico potencial de los metales

pesados. La contaminación de Hg está en un riesgo ecológico potencial alto / extremadamente alto. La mayor parte del resto de metales pesados de un solo factor los índices se encuentran en un nivel de riesgo ecológico bajo. El índice de riesgo ecológico integral de 6 Los puntos de monitoreo mostraron un alto riesgo ecológico potencial (p.320).

Según (Islam, et al, 2020, p.111), se consideran a los sedimentos como aquellas partículas que son de origen orgánico y/o mineral, siendo al mismo tiempo arrastrados por las aguas, donde los materiales halados por estas, posteriormente precipitan a lo largo de las lagunas, lagos y arroyos; hasta llegar a las cuencas en las zonas bajas y desde allí al mar.

Los sedimentos son situados por capas de forma no asegurada, siendo de material sólido, que se transportan por diferentes factores en los cuales destacan el agua, el hielo o el viento. (Herrera, 2019, p.22). Los trozos de la roca parental y/o las partículas de constitución mineral, habitualmente se erosionan, transportan y depositan al flujo hídrico, donde el contexto sedimentario aluvial las utiliza (Basile, 2018, p.107).

El origen del sedimento se presenta en los efluentes a través de diferentes nacimientos de comienzo, donde los que más destacan son las rocas y el suelo que se encuentran presente en las cuencas. Por otro parte, el hielo, el agua, el viento y las actividades de los individuos en su contorno de actividad constituyen agentes adicionales que erosionan y transportan, debido a que constituyen una partida para producción sedimentos artificiales (Morassutti, 2020, p.279).

Por otro lado, los sedimentos intervienen en la captación, acumulación, libramiento y el traslado de los metales entre las secciones ambientales. Por ende, este aumento provoca problemas ambientales, como el desgaste del ecosistema y de sus correspondientes recursos vivos, asimismo de involucrar la seguridad alimentaria y la salud (Reyes et al. 2016, p. 66) citado por (Fuentes, et al, 2019, p. 102).

Según (Karkanias y Goldberg, 2018, p.34) los sedimentos se clasifican en: sedimentos de fondo (aquellos que se garantizan estar de forma permanente y todo

el tiempo cubierto por el agua), y sedimentos de orilla (aquellos que pueden haber quedado cubiertos de agua por cierto tiempo).

Referente a la importancia de los sedimentos (Suarez, et al, 2018, p.256) indica que la descarga en cuerpos de agua asimila de forma directa e indirecta por agentes contaminantes provocado por diversas actividades antrópicas que reciben los lugares que se localizan cercanos a los mismos. Los desechos tóxicos son creados por las acciones del ser humano generando enormes cantidades de contaminantes, los cuales son soltados al ambiente, ingresando por diversos sectores de la naturaleza como el suelo, el agua o los ecosistemas, obedeciendo además la tenacidad de cómo las propiedades fisicoquímicas están integradas.

La cuenca de Ramis se encuentra situada en el departamento de Puno localizado al Sureste de Perú, en la parte Norte de la Vertiente del Titicaca, a 5828 msnm, como altitud máxima estando en el nevado de Ananea y a 3815 msnm, como altitud mínima de la estación hidrométrica del Puente Ramis. Esta cuenca se encuentra constituida por las Subcuencas: Ríos Grande, Azángaro, Ayaviri y San José, y Laguna de Arapa (Álvarez, 2018, p.19).

El origen de la cuenca tiene la denominación de río Carabaya (laguna de la Rinconada), el cual tiene un recorrido equidistante a la cordillera del mismo nombre, en dirección noroeste arribando al distrito de Potoni, desde ese punto permuta su dirección hacia el sur. Consigue el denominado río Azángaro luego de su coincidencia con el río Ñuñoa, Posteriormente se une con el río Ayaviri y finalmente adopta el nombre del río Ramis, (distrito de Achaya), se dirige hacia la ruta este, puntualizando curvatura culminando en el lago Titicaca (distrito de taraco). Se calcula una longitud de 68 km aprox.; además de una cuenca hidrográfica que cuenta con 14 684 km<sup>2</sup>, caudal medio anual correspondiente a 76 m<sup>3</sup>/s. Debido a los deshielos de Quenamari y Quelcayo sus aguas se ven acrecentadas (Brousett et al., 2018, p.187). Por tanto, el río Ramis, está constituido por la confluencia del río Azángaro y el río Ayaviri, de longitud 68.2 km llegando hasta la desembocadura en el Lago Titicaca, contando con una pendiente de 0.0007 pulgadas (Brousett et al., 2018, p.189).

Según (Ekoa, et al, 2018, p.2) los metales pesados en los organismos generan problemas de toxicidad (capacidades intrínsecas de generar daños, que incluye efectos altamente carcinogénicos y teratogénicos) cuando reaccionan con los átomos de azufre encontradas en las proteínas, se genera una desactivación enzimática; asimismo, por el reemplazamiento de otros cationes que son fundamentales en la organización de las biomoléculas; además de ser bioacumulables. De acuerdo a (Ekoa et al., 2018, p.4), los metales pesados al estar presente en el suelo interactúan con la materia orgánica (aminoácido, carbohidratos, polisacáridos, ácidos fúlvicos, ácidos húmicos, etc..), con los carbonatos, las arcillas, los oxi-hidridos, sulfatos y demás aquellos con los que se pueden presentar procesos de precipitación, reducción adsorción, quelación, sustitución isomórfica, oxidación, etc., que, podrían ser beneficiosos, dañinos o por el contrario no haber presentación de efectos; dependiendo de las propiedades del suelo.

El arsénico (As) es un elemento químico considerado semimetal o metaloide que está presente en todo el entorno y a su vez el más toxico, mismo que es derivado de distintos desarrollos como: físicos, químicos y biológicos. Este metaloide se reparte generando polución debido a actividades naturales y antropogénicas, y sin duda se debe al desplazamiento en el entorno. Sus concentraciones elevadas de arsénico tanto en el suelo como en el agua transforman problemáticas generales, ya que el compromiso extendido de este semimetal puede afectar permanentemente el bienestar de las personas y los animales (Murray et al., 2019, p. 2).

Según (Oviedo et al., 2017, p.2) a menudamente, la contaminación del medio ambiente por arsénico en sedimentos y suelos son consecuencia de la incorporación de pesticidas, actividades mineras y de orígenes naturales, pero también deriva de la conexión de las operaciones biogeoquímicas vinculados a causas hidrológicas.

El cadmio (Cd) es un metal pesado nocivo para la salud de los seres humanos ya que cuando su acumulación es de bastante tiempo, este genera efectos específicamente en los riñones y en el hígado. Dicho metal se amontona en aguas y en sedimentos e ingresan mediante la cadena alimenticia y este impacta al



organismo. El cadmio cuando se incorpora al ambiente acuático padece de procesos de precipitación, dilución y dispersión; ya que tiene una naturaleza fácil para unir la materia orgánica y asentarse en el fondo del agua, y unirse con los sedimentos para que el grado de cadmio en sedimentos sean más altos que en el agua (Valverde y Pérez, 2018, p.64).

El cobre se presenta en forma química particulada, coloidal, disuelta, orgánica e inorgánica (Momin et al., 2021, p.389). Los ligandos orgánicos y el pH son factores importantes que afectan la especiación del cobre, así como el transporte y la deposición, en ambientes acuáticos (Niu et al., 2019, p.58). El cobre divalente ( $\text{Cu}^{+2}$ ) es el estado de oxidación predominante en los complejos acuosos solubles. De acuerdo a (Salinas, 2019, p.26) el cobre es generalmente más tóxico a valores de pH más bajos, lo que generalmente se atribuye a una mayor concentración de iones de cobre libres. Según (Giraldo y Vásquez, 2020, p.9), la forma química del cobre es crítica para su comportamiento en procesos biológicos, su biodisponibilidad y su toxicidad para los organismos acuáticos a partir de sedimentos. Las características del sedimento que afectan la toxicidad del cobre incluyen carbono orgánico (Sierra et al., 2017, p.73), pH (Villanueva, 2018, p.31) y ligandos orgánicos (Sun et al., 2020, p.3). Según (Gutiérrez, 2018, p.10), el cobre es un elemento vital para la vida humana, sin embargo, en grandes cuotas pueden provocar anemia, afectar el hígado y riñón, además de causar irritación del estómago y el intestino.

La lixiviación de Cr de una variedad de procesos artificiales y la eliminación de materiales de desecho ricos en Cr pueden contaminar el suelo, el agua y los sedimentos, especialmente durante grandes inundaciones cuando las riberas de los ríos se extienden sobre las zonas ribereñas contaminadas (Drinčić et al., 2018, p.1288; Milačić et al., 2017, p.896 ). En entornos anaerobios, el Cr (VI) se reduce rápidamente a Cr (III) con agentes reductores (donantes de electrones) como sulfuros , sulfitos , hierro (II) y materia orgánica, y también por diferentes bacterias anaeróbicas (Zhuang et al., 2021, p.2; Becerra, 2020, p.42; Henne et al., 2019, p.98). Desde el potencial redox de la pareja Cr (VI) / Cr (III) es alta, los óxidos de Mn (IV) son los únicos oxidantes presentes en los compartimentos ambientales que pueden oxidar Cr (III) a Cr (VI) (Henne et al., 2019, p.99; Nima, 2020, p.17; Hausladen y Fendorf, 2017, p.2060). La oxidación también es posible

mediante oxígeno disuelto, pero solo en condiciones ambientales altamente alcalinas (Wang et al., 2019, p.2; Nima, 2020, p.17; Quispe et al., 2019, p.85). Los sedimentos contaminados con Cr (VI) representan un flujo potencial de polución de aguas superficiales y subterráneas (Condori, 2018, p.38).

Según (Wang et al., 2017, p.292) el mercurio (Hg) en los sedimentos de cuerpos acuáticos pueden convertirse lentamente en metilmercurio (MeHg). En consecuencia, el Hg en sedimentos históricamente contaminados puede dar lugar a altos niveles de exposición significativa para especies acuáticas, vida silvestre y poblaciones humanas que consumen peces. Inclusive si son fuente de aguas residuales contaminadas, puede llevar mucho tiempo, tal vez décadas, para que los sistemas acuáticos contaminados con Hg alcancen niveles de Hg relativamente seguros tanto en agua como en sedimento superficial de forma natural. Puede tomar aún más tiempo si Hg está presente a niveles de concentración más altos en sedimento profundo. Los sedimentos contaminados con Hg de emisiones anteriores o contribuciones en curso de fuentes que son difíciles de identificar. Debido a actividades humanas o procesos físicos, químicos o biológicos (como, por ejemplo, flujos hidrodinámicos, bioturbación, difusión molecular y transformación química).

El Hg enterrado puede ser re movilizado en el agua supra yacente. La especiación de Hg en la columna de agua y sedimentos afectan críticamente la reactividad (es decir, la conversión de Hg inorgánico (II) a MeHg), el transporte y su exposición a organismos vivos (Restrepo et al., 2020, p.252). Además, las condiciones geoquímicas afectan la actividad de las bacterias metilantes, y su disponibilidad para la metilación. Este documento de revisión analiza consideraciones correctivas (por ejemplo, clave factores químicos en el destino y el transporte de Hg, caracterización y control de la fuente, procedimientos ambientales de gestión, opciones de remediación, herramientas de modelado) e incluye casos prácticos para limpieza de sitios de sedimentos contaminados con Hg (Marín, 2019, p.51).

El Hg inusualmente se halla en su forma líquida, es más habitual en compuestos y sales inorgánicas, asimismo se halla actualmente en variados medios y alimentos como el pescado, en el mundo entero a niveles que perjudican fatalmente a los

seres humanos y a la vida silvestre (Apaza, 2016, p.50) citado por (Incahuanaco, 2018, p.41).

Según (El-Alfy et al., 2017, p.163) el plomo (Pb) se encuentra en todo el revestimiento de la tierra de forma natural por su origen y son hallados como sulfuros y carbonatos, este metal concentra un grado de contaminación en los sedimentos del agua dulce y en los sedimentos marinos, y llegan a obtener elevadas concentraciones de plomo debido a su uso antropogénico alterando al medio ambiente como: agua, aire, suelo, y a su vez es resultante de las actividades del hombre como es el aditivo de gasolina, partículas metálicas y los aerosoles de las chimeneas de fundición ya que presentan más concentraciones cuando el clima es árido. Otras de las fuentes son las operaciones mineras de producción de metales no ferrosos, producción de hierro y acero, industria general y como otros medios son la combustión de carbón, combustión de petróleo, incineración de residuos y los fertilizantes fabrican todo el plomo de descarga a la atmósfera proporcionando una fuente constante pero generalmente difusa de metales a los sedimentos. Cuando ingresa el plomo al hombre, este le origina padecimientos de saturnismo, que es el acaparamiento de dicho metal en el hueso, nervio, hígado y sistema renal (Marín, 2019, p.51).

El plomo, siendo un elemento mortal, y por su toxicidad se halla utilizable en gran parte de los ecosistemas, a causa de su enorme influencia en los balances globales (Córdova y Zambrano, 2020, p. 3).

Según (Ekoa et al., 2018, p.5) el zinc (Zn) es omnipresente en el medio ambiente y ocurre en la corteza terrestre. Dicho metal muy raramente se encuentra en la naturaleza, lo que requiere extremas condiciones reductoras para existir. Más bien, el Zn ocurre típicamente en la oxidación +2 de su estado, principalmente como varios minerales geogénicos entre ellos sulfuro de zinc (ZnS), carbonato de zinc (ZnCO<sub>3</sub>), óxido de zinc (ZnO) y silicato de zinc.

Las fuentes antropogénicas fundamentales de zinc en el entorno son de fundiciones de metales y actividades mineras. La producción y el uso de zinc en latón, bronce, fundición a presión de metal, aleaciones, caucho, acero galvanizado, nanopartículas y pinturas también pueden conducir a su liberación al medio

ambiente a través de diversas corrientes de residuos, por ejemplo, biosólidos, degradación de materiales / descomposición o lixiviación de Zn de acero galvanizado. Además de los insumos antropogénicos, las fuentes geogénicas de Zn lecho de roca enriquecido y sedimentos se han relacionado con elevadas concentraciones de Zn en el suelo (Marín, 2019, p.58). El Zn además puede incrementar la acidez del agua y ciertos peces son capaces de acumular zinc dentro de sus cuerpos, biomagnificando la cadena alimenticia (Dávila, 2019, p.19).

Así mismo, en la tabla 1 menciona los impactos que tienen los metales pesados referente a la salud y también al ambiente:

**Tabla 1.** Impactos de los metales pesados

<b>Metales Pesados</b>	<b>Consecuencias en la Salud</b>	<b>Impactos en el Medio Ambiente</b>
Arsénico	Cáncer en diversos órganos, en especial la piel, pérdida de resistencia a infecciones, la vejiga, los pulmones, fertilidad y aborto en las mujeres.	Alteran el material genético de los peces, presentándose en las aguas dulces consumidores de plantas.
Cadmio	Causan daños al sistema inmune, al sistema nervioso central, desordenes psicológicos, diarreas, dolores estomacales y vómitos severos.	Por descomposición de rocas es liberados a los ríos, terminando en los suelos, de tal forma que es absorbido por los lodos y estos contaminan las aguas superficiales y los suelos.
Cobre	Su inhalación ocasiona; irritación de nariz y garganta, su ingestión de cantidades elevadas provoca náuseas, vómitos, diarrea y en cantidades extremas tienen la capacidad de dañar al hígado y los riñones.	El cobre ingresa en el aire, por medio de la liberación en el curso de la combustión de fuel, donde permanece un tiempo eminente, previamente a su depósito cuando inicie la lluvia. Tal es así que mayormente termina en los suelos.

Cromo	<p>Exposición: Vía inhalatoria, oral y dérmica.</p> <p>Efectos en salud: muerte sistémica, afección inmunológica, neurológica, reproductiva, de desarrollo.</p> <p>Consecuencias genotóxicas y cancerígenas.</p>	<p>El cromo entra al medio ambiente a través de procesos naturales y actividades humanas. La contaminación del agua subterránea puede ocurrir debido a la filtración de minas de cromato o la eliminación inadecuada de herramientas y suministros mineros, y la eliminación inadecuada de equipos de fabricación industrial.</p>
Mercurio	<p>Ansiedad, depresión, fatiga, irritabilidad, inquietud, insomnio, pérdida de memoria.</p> <p>Desarrollo de enfermedades autoinmunes, trastornos, alopecia, infecciones de repetición, alteración de campo visual, daños de órganos (riñón, pulmón, cerebro).</p>	<p>Ocasionan la reducción de la actividad microbiológica vital para la cadena alimenticia terrestre en suelos. También es acumulado en peces ya que en los lagos es donde se concentra mayores cantidades.</p>
Plomo	<p>Reduce la inteligencia, deterioro del desarrollo, amnesia transitoria o permanente, trastornos de aprendizaje y coordinación; provoca insuficiencia renal, incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares, produce deterioro intelectual en los niños. Generalmente en intoxicación a los niños.</p>	<p>El plomo como se encuentra de manera natural y en pequeñas cantidades en todos los materiales biológicos, es decir, en el suelo, aire, agua, en las plantas y hasta en los animales; alterando a todo el entorno. Como medio de transporte es la lluvia, nieve, granizo y otros. Son trabajos de fundición, utilización de lodos de tratamiento de aguas residuales al suelo.</p>

Zinc	Mareos y fatiga, baja sensibilidad, pérdida del apetito e irritación en la piel.	Debido a que el zinc se produce de manera natural y al ser difícil eliminarlo del medio ambiente producirá efectos perjudiciales para el ecosistema.
------	--	--

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la tabla 2 muestra las fuentes de contaminación producidas por los metales pesados en la investigación:

**Tabla 2.** Fuentes de contaminación de los metales pesados

<b>Metales Pesados</b>	<b>Fuentes de Contaminación</b>
Arsénico	La quema de carbón, uso de arsénico como pesticida, las tormentas de polvo, las erupciones volcánicas, la actividad geotérmica e hidrotermal y los incendios forestales.
Cadmio	Uso de fertilizantes fosfatados, presencia en lodos de depuradora, y diversos usos industriales, como baterías de Ni, Cd, placas, pigmentos y plásticos.
Cobre	Las fuentes antropogénicas de cobre en el medio ambiente son las actividades mineras de cobre, la fabricación de metales y electricidad, el uso agrícola y doméstico de pesticidas y fungicidas, el procesamiento de cuero y las pastillas de freno para automóviles. El origen natural de contaminación por cobre, por ejemplo: explosiones volcánicas, el polvo arrastrado por vientos y los incendios forestales.
Cromo	Fábricas de acero, la producción de aleaciones ferrosas y no ferrosas, preservación de madera, curtido del cuero tostado y metales electro chapados. El cromo también se encuentra en los ladrillos refractarios utilizados en hornos de alta temperatura, pigmentos, colorantes, perforación inhibidores de lodo, óxido y corrosión, textiles y tóner para fotocopiadoras, pulpa de papel, vidrio, producción de cerámica, galvanoplastia, industria automotriz, maquinaria.

Mercurio	Materiales como el carbón, metales minerales, y su uso en productos como pintura, dispositivos electrónicos y por la industria plantas de cloro-álcali; como catalizador.
Plomo	Pinturas con plomo, el polvo de la casa contaminado con pintura con plomo, la combustión en vehículos, empleos en fundición, aplicación de lodos de tratamientos de aguas residuales, baterías de celdas, soldaduras de plomo y granjas.
Zinc	Emisiones de plantas de energía, la erosión, la pulverización marina, las erupciones volcánicas, etc..

Fuente: Elaboración propia

(Castillo y Rubiano, 2019, p.45), definen a la minería informal como el proceso minero que se lleva a cabo empleando equipos pesados que no compensan las cualidades de procesos mineros que es desarrollado por mineros informales o artesanales, sin obedecer el mandato de reglas de índole administrativo, técnico, social y medioambiental que dirigen dicho ejercicio en áreas ni ilícitas para la producción minera.

La contaminación ambiental se une a las redes tróficas y estas a su vez generan consecuencias a las mismas. El ecosistema se divide en aire, suelo y agua; que cuando es estudiado también puede ser remediado, estos contaminantes pueden ser situados o estar situados en el aire, suelo y agua, mismos que pueden revolverse de un lugar a otro alcanzando llegar al medio ambiente. Los lapsos de potencia de los contaminantes en el suelo suelen ser provenientes y comúnmente los contaminantes del agua como del aire se depositan en el suelo. El deterioro de los individuos con reiteración es de medio alto; teniendo en cuenta que para las plantas es medio y alto, y la similitud de la difusión es de baja a muy baja; ya que la contaminación insignificante es puntual (Rodríguez et al., 2019, p.49).

Hoy en día, se han avanzado técnicas para reducir y verificar la polución de suelo y agua. Dichos estudios de reparación, disposición y registro de contaminación del suelo en la actualidad son carentes (Aguilar et al., 2019, p.590).

La responsabilidad de utilizar el suelo conociendo de que es un método en donde descubrimos diversos tipos (microorganismos, arcillas, etc..) y estas a si vez

muestran procedimientos (precipitación, oxidación, adsorción, reducción, hidrólisis, quelación, absorción, etc..) que puede favorecer a quitar contaminantes del entorno que son malos en diferentes tipos como el agua y el aire (López et al., 2019, p.391).

Por otro lado, se menciona las fuentes de metales pesados en suelos contaminado es: (1) Actividades mineras: Las producciones de mineral desarrollan la erradicación mineralógica y su refinación. Cerca de las labores se producen bastantes residuos abundantes en metales pesados que, las escorrentías, filtraciones, etc., pueden emponzoñar los territorios del ambiente. Y consecuentemente la mayoría de los sedimentos con numerosos contenidos en metales pesados se acumulan en lagunas (Jiménez, 2017, p.46); (2) Aguas residuales: El destino de aguas residuales de procesos industriales o municipales y similares, ha formado y en la actualidad viene siendo un hábito frecuente en diversas partes del universo. Sin embargo, las concentraciones de metales pesados suelen ser devaluados en este tipo de aguas, pero si destina para regadío pueden transformar los metales pesados y depositarlos en el suelo; (3) Plaguicidas: Otro método empleado frecuentemente en el cultivo y en la actualidad está siendo aplicado en la labranza es el manejo de numerosos pesticidas, donde comprenden sedimentos ricos en metales pesados. Además, se emplea como fungicidas en sembrado de labrantío y plantío de diferentes compuestos de metales pesados tales como: As, Cu, Hg y Pb, tanto en organometálicos como en inorgánicos (Jiménez, 2017, p.93); (4) Residuos industriales: Actualmente, bastantes procesos suscitan residuos ricos en metales pesados, como por ejemplo en los procesos de petroquímica, farmacológicos, metalúrgicos o también en la producción de pinturas, baterías, textiles, disolventes, barnices, curtidos, etc. La disposición de estas y en el caso de los vertidos transforman demasiadas cantidades de metales pesados. Comúnmente, la superficie de os territorios de procesos industriales están comprendidos con los metales: Cd, Cr, Hg, Fe, Ni, Pb y Zn, que nacen en diversos procesos como: derrame de materias primas, emisiones de polvo, cenizas de combustible, emanación de procesamiento de alta temperatura, de residuos e inclusive de accidentes e incendios (Jiménez, 2017, p.93); de acuerdo a (Jiménez, 2017, p.47) (5) Residuos domésticos: suelen incluir metales pesados y una forma sencilla de descomponer estos residuos es dejarlos a la intemperie y por procesos naturales el suelo absorbe los metales pesados que despejan los residuos. Si bien



es cierto, existen variables empleadas como el entierro o la calcinación; las cuales infectan al suelo y estos a su vez liberan metales pesados que finalizan en el territorio. La diseminación libre de residuos son la principal causa de emponzoñamiento que afectan tanto a las aguas superficiales como al suelo.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo y diseño de la investigación

#### Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación se enmarca en el tipo descriptivo, según (Hernández et al., 2014, p.90), ya que describe la realidad de situaciones abordadas que se pretendan analizar. Según (Baena, 2017, p.54) la investigación se enmarca en un tipo de investigación aplicada.

#### Diseño de investigación

Acorde a la clasificación de (Hernández y Mendoza, 2018, p.127), la presente investigación es de nivel cuasi experimental - transversal, debido a que la investigación se centró en analizar el nivel de metales pesados en áreas determinadas y en un tiempo específico.

### 3.2. Variables y operacionalización

#### Variables

Según (Cabezas et al., 2018, p.56) considera que las variables son discusiones que se pueden presentar entre personas o grupos; además, las variables denotan características, aspectos, atributos o magnitud de un determinado fenómeno que puede admitir diversos valores; se dividen en variables independientes, que manifiestan el origen de un fenómeno y variables dependientes, que son las que manifiestan los efectos de dicho fenómeno. Por consiguiente, en la presente investigación las variables son:

**Variable independiente:** Efluentes mineros de la minería informal.

**Variable dependiente:** Concentración de metales pesados en los sedimentos del Río Ramis.

#### Operacionalización de variables

Según (Cabezas et al., 2018, p.60) lo define como el desarrollo que correlaciona a las variables complejas y busca constituir conceptos a las expresiones halladas al principio de manera abstracta a expresiones explícitas, observables y cuantificables. Por lo cual, en la tabla 3 se presenta la siguiente operacionalización de variables.

**Tabla 3.** Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Efluentes Mineros de la minería informal</p>	<p>Según (Castillo y Rubiano, 2019, p.45) los efluentes mineros son cualquier movimiento habitual o estacional de compuestos líquidos de descarga hacia cuerpos receptores, que proceden de cualquier actividad, excavación o movimiento de tierra llevado a cabo en terrenos cuya finalidad es desarrollar labores mineras o conexas, incorporando la exploración, explotación, beneficio y demás.</p>	<p>Contaminación de agua residual industrial.</p>	<p>Análisis de metales pesados en Poza 01 y Poza 02; en los meses de agosto, setiembre y octubre.</p>	<p>Arsénico (As) Cadmio (Cd) Cobre (Cu) Cromo (Cr) Mercurio (Hg) Plomo (Pb) Zinc (Zn)</p>	<p>mg/L</p>
<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Concentración de metales pesados en los sedimentos del Río Ramis</p>	<p>Se denomina concentración de metales pesados en sedimentos a todos aquellos que durante el pasar del tiempo se fueron acumulando poco a poco mismos que fueron formando capas sobre la superficie del suelo por medio del arrastre de partículas pequeñas (Villarreal, et al, 2018, p.43).</p>	<p>Conocer el nivel de concentración de Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Plomo y Zinc.</p>	<p>Análisis de metales pesados en Ramis 01, Ramis 02 y Ramis 03; en los meses de agosto, setiembre y octubre.</p>	<p>Arsénico (As) Cadmio (Cd) Cobre (Cu) Cromo (Cr) Mercurio (Hg) Plomo (Pb) Zinc (Zn)</p>	<p>mg/kg</p>

Fuente: Elaboración propia

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

#### **Población**

Según (Ñaupas et al., 2019, p.246) La población es un grupo de procesos definidos, restringidos y abordables que constituirán lo concerniente para la selección de la muestra. Siendo en este caso la población, el Río Ramis, el cual estuvo ligado directamente a la problemática del estudio y a las pozas de agua residual industrial.

#### **Muestra**

De acuerdo a (Maldonado, 2018, p.158) existen dos tipos de muestra: probabilística y no probabilística, teniendo en la primera una parte de la población igual probabilidad de ser elegida, mientras que la segunda no está sujeta a la probabilidad sino al tipo de investigación. Por consiguiente, el tipo de muestra de la investigación es de tipo no probabilística, porque la elección de los puntos de muestreo se basó en el tipo de estudio. Las muestras de esta investigación fueron tomadas tres puntos de monitoreo para sedimentos y dos de efluentes mineros (agua residual industrial), las cuales fueron medidas cuantitativamente por el laboratorio, determinando sus concentraciones de metales pesados.

#### **Muestreo**

Conforme a Hernández y Mendoza (2018), el tipo utilizado fue por conveniencia, ya que se tomó la longitud de la cuenca, dividiéndose en tres segmentos, tomando un punto medio y los otros dos al inicio y a la desembocadura del río en el caso del análisis de sedimentos y para el análisis de efluentes procedentes de la minería informal se eligió dos puntos de muestreo en las pozas con mayor dimensión (p.201).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **Técnicas**

La investigación comprende dentro de sus técnicas a usar, tanto la toma de datos como el análisis de laboratorio.

## **Instrumentos**

Entre los instrumentos se consideró a: Libreta de campo, cadena de custodia, rótulos de muestreo, pala de plástico o espátula de acero inoxidable, bandeja de plástico para homogenizar la muestra de sedimento, bolsa zip-lock para la toma de muestra del sedimento, frascos para la recepción de la muestra de agua residual industrial, frascos de preservantes, GPS – Garmin Etrex 10, cámara fotográfica, coolers.

## **Validez y confiabilidad**

Las muestras han sido analizadas por el laboratorio ALS, mismo que cuenta con la acreditación otorgada por el INACAL, utilizando los protocolos dispuestos por el MINAM para el recojo de muestras de efluentes y el protocolo dispuesto por el laboratorio para el recojo de muestras de sedimentos.

### **3.5. Procedimientos**

#### **1. Fase de gabinete**

Esta consistió en la recaudación de material bibliográfico ya sean, libros, revistas indexadas, repositorios institucionales, entre otros. Para lo cual, se utilizó criterios de omisión y de inserción.

#### **2. Fase de campo**

Esta se desglosa de la siguiente manera:

##### **A. Ubicación geográfica**

La intercuenca del río Ramis, está ubicada en el departamento de Puno, recorriendo diferentes provincias como San Antonio de Putina, Azángaro y Huancané, como se muestra en mapa 01 (Anexo 2); las cuales está conformada por las siguientes Subcuencas divididas en parte alta, media y baja; ver tabla 4. Misma intercuenca en su división hidrográfica admite diversos nombres de ríos como se muestra en el mapa 02 (Anexo 3).

**Tabla 4.** Cuencas que conforman el río Ramis

UBICACIÓN	SUBCUENCA
Parte alta	Río Carabaya
	Río Grande
Parte media	Río Azángaro
	Río Ayaviri
Parte baja	Río Ramis

Fuente: Elaboración propia

La cuenca del Ramis comprende una latitud de 15°17'42.02"S, longitud de 70° 9'24.95"O para Azángaro y a una latitud de 15°18'38.34"S, longitud de 69°46'50.75"O para Huancané. Dicha cuenca comprende una longitud de 68.19 km. Su altitud máxima es de 5750 m.s.n.m. y su altitud mínima es de 3802 m.s.n.m., como se muestra en el mapa 03 (Anexo 4).

#### B. Ubicación de las estaciones de muestreo

Se ubicaron los puntos a ser muestreados para efluentes mineros en el interés del estudio, las cuales se presentan a continuación.

**Tabla 5.** Ubicación geográfica de efluentes mineros

ESTACIÓN DE MUESTREO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA UTM WGS84		ALTITUD msnm	ZONA
	NORTE	ESTE		
Poza 01	8375927	446862	4803	19 L
Poza 02	8375875	449873	4818	19 L

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, se ubicaron los puntos de muestreo para sedimentos que se presentan a continuación.

**Tabla 6.** Ubicación geográfica de muestreo de sedimentos

ESTACIÓN DE MUESTREO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA UTM WGS84		ALTITUD msnm	ZONA
	NORTE	ESTE		
Ramis 01	8308569	375875	3815	19 L
Ramis 02	8309326	390064	3822	19 L
Ramis 03	8312053	408983	3836	19 L

Fuente: Elaboración propia

En la figura 1, se observa la ubicación de los puntos o estaciones de muestreo de efluentes mineros (agua residual industrial) con su respectivo nombre establecido.



Figura 1. Ubicación de los puntos de muestreo de efluentes mineros

En la figura 2, se observa la ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos con su respectivo nombre establecido.



Figura 2. Ubicación de puntos de muestreo de sedimentos

### 3. Fase experimental

#### A. Muestreo de efluentes mineros

El procedimiento para la extracción de muestras de agua residual industrial (efluentes mineros), se utilizó Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Agua (ANA, 2016); aplicándose de la siguiente manera: (a) Se procedió a colocar los



guantes de nitrilo y botas de jebe, (b) Se ubicó el punto donde exista fácil acceso, (c) Se enjuagó los frascos con el agua con la propósito de descartar posibles sustancias halladas en su interior, (d) Se agitó y se desechó el agua de enjuague a la fuente, (e) Se llenó la muestra completamente, dejando solo el espacio del 1% aprox. necesario para el vertido del preservante, (f) Se consideró la toma de la muestra el lado contrario de la dirección del viento, (g) Se colocó el frasco con un ángulo adecuado para el entrada del agua, (h) Se evitó coleccionar suciedad, partículas de la superficie o sedimentos de fondo.

#### B. Muestreo de sedimentos

El procedimiento que se efectuó en el presente proyecto de investigación fue de acuerdo al ítem 5.3.1. Muestreo con cucharón, las cuales fue entregado en físico por el laboratorio. Para ello se cumplieron los siguientes pasos: (a) Ubicación del punto de muestreo, (b) Colocación de los guantes de nitrilo para dar inicio con la limpieza del punto de muestreo, (c) Limpieza de la superficie del terreno, dejándolo libre de rocas y plantas, etc., (d) Se cavaron hoyos con una profundidad de 10 cm y se procedió a tomar la muestra, (e) Una vez extraída la muestra se procedió a depositar a una bandeja de plástico, (f) En casos de encontrar fragmentos gruesos (gravillas, gravas, guijarros y piedras) o vegetación, se descartó de la muestra extraída, (g) Posterior a ello se procedió a homogenizar mediante el mezclador con el cucharón o la espátula llevada, (h) Una vez lista la muestra se llenó a la bolsa ziplock la cual fue enviado para su análisis.

#### C. Caracterización del muestreo

Para el análisis de metales pesados, de la muestra de sedimentos se ocuparon bolsas zip-lock de polietileno de 600 mg y para los efluentes mineros se ocuparon frascos de polietileno de 50 ml, incluyendo 2 ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) para su correcta preservación.

#### D. Descripción del muestreo

Luego culminar con la toma de muestras en sedimentos y en efluentes mineros, se procedió a rotular considerando datos como: nombre del punto muestreado, lugar (distrito, provincia y departamento), hora y fecha de muestreo. Seguidamente, el llenado de la cadena de custodia brindado por el laboratorio.

#### **4. Análisis de laboratorio**

Ambas muestras fueron llevadas a laboratorio acreditado por el INACAL con nombre ALS LS Perú S.A.C., manteniendo una temperatura de 4°C para su correspondiente conservación.

Para la determinación del procedimiento analítico del nivel de metales pesados tanto en sedimentos del Ramis como en efluentes mineros siguieron las siguientes técnicas de ensayos:

- Para Mercurio en sedimentos: EPA 7471 B 2007 – Mercury in Solid or Semisolid Waste (Mercurio en Residuos Sólidos o Semisólidos).
- Para Metales en sedimentos: EPA 3050 B 1996 – Acid Digestion of sediments sludges and soils (Digestión Ácida de Sedimentos Lodos y Suelos).
- Para metales en agua residual industrial: EPA Method 6020B – Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry. (Inducción de Plasma Espectrometría de Masas).

#### **3.6. Método de análisis de datos**

Se utilizó el programa computadorizado Microsoft Excel en el procesamiento y para analizar los datos obtenidos por el laboratorio, adicional a ello se utilizó en software ArcGIS en su versión 10.7, para la realización de mapas correspondientes a las provincias que comprende el estudio, división hidrográfica y subcuenca Ramis.

#### **3.7. Aspectos éticos**

En la presente investigación, la posesión intelectual de la información recabada para fines de recolección de datos fue respetada, tanto el contenido y los derechos de autoría, cuentan con las citas bibliográficas correspondientes indicando la pertenencia científica de los autores.

Se ajustó a la normativa internacional Organization for Standardization (ISO – 690) para la elaboración de la estructura del desarrollo de tesis.

## **IV. RESULTADOS**

Para la comparación de resultados con respecto a las muestras de agua residual industrial se consideró los Límites máximos permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicas – Normativa Peruana y para las muestras de sedimentos se consideró como referencia las Directrices canadienses de calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática (ISGL)– Normativa Canadiense.

Y en la tabla 7 se muestran los ítems que se tomaron en cuenta para realizar la comparación con el anexo 5 del proyecto de investigación: LMP – Descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicas; utilizando el anexo 1 de la denominada normativa:

Tabla 7. LMP – Efluentes líquidos minero metalúrgicos

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LIMITE CUALQUIER MOMENTO</b>
Arsénico	mg/L	0.1
Cadmio	mg/L	0.05
Cromo	mg/L	0.1
Cobre	mg/L	0.5
Mercurio	mg/L	0.002
Plomo	mg/L	0.2
Zinc	mg/L	1.5

Fuente: Adaptado de D.S. 010-2010-MINAM

Para lo cual, en la tabla 8 se muestra los ítems que se tomaron en cuenta para realizar la comparación con el anexo 6 del proyecto de investigación: directrices canadienses de calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática:

Tabla 8. Directrices Canadienses de calidad de sedimentos

<b>PARÁMETRO</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DIRECTRICES PROVISIONALES DE CALIDAD DE SEDIMENTO DE AGUA DULCE - ISGL</b>
Arsénico	As	mg/kg	5.9
Cadmio	Cd	mg/kg	0.6
Cromo	Cr	mg/kg	37.3
Cobre	Cu	mg/kg	35.7
Mercurio	Hg	mg/kg	0.17
Plomo	Pb	mg/kg	35.0
Zinc	Zn	mg/kg	123

Fuente: Adaptado de Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. 2001.

## Evaluación de metales pesados en efluentes mineros

En la tabla 9 se expone los resultados generales realizados por el laboratorio ALS LS PERU S.AC, donde consigna las dos estaciones de muestreo, y los metales pesados que fueron analizados:

Tabla 9. Consolidado de resultados de laboratorio – Efluentes mineros

Variables		Arsénico	Cadmio	Cromo	Cobre	Mercurio	Plomo	Zinc
Símbolo		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
POZA 1	M - 1	0.0902	<0.00010	0.0197	0.0243	<0.00005	0.0244	0.096
	M - 2	0.1045	<0.00010	0.0231	0.0278	<0.00005	0.0284	0.109
	M - 3	0.0923	<0.00010	0.0202	0.0247	<0.00005	0.0262	0.099
POZA 2	M - 1	0.1067	<0.00010	0.0087	0.0115	<0.00005	0.0123	0.049
	M - 2	0.1228	<0.00010	0.0106	0.0177	<0.00005	0.0152	0.062
	M - 3	0.1199	<0.00010	0.0104	0.0155	<0.00005	0.0152	0.059

Fuente: Laboratorio ALS LS PERU S.A.C. (2019)

En la tabla 9 se muestra el valor de arsénico en los dos puntos de muestreo de agua residual industrial – efluentes mineros, las cuales en punto denominado Poza 02, se obtiene 0.1228 mg/L siendo el resultado de mayor concentración en el mes de setiembre y en el punto denominado Poza 01, se obtiene 0.0902 mg/L siendo el resultado de menor concentración en el mes de agosto.

Además, el valor de cadmio en los dos puntos de muestreo de agua residual industrial – efluentes mineros, siendo Poza 01 y Poza 02 en ambos casos estuvieron por debajo del límite de detección del equipo.

Por otro lado, el valor de cobre en los dos puntos de muestreo de agua residual industrial – efluentes mineros, las cuales en punto denominado Poza 01, se obtiene 0.0278 mg/L siendo el resultado de mayor concentración en el mes de setiembre y en el punto denominado Poza 02, se obtiene 0.0115 mg/L siendo el resultado de menor concentración en el mes de agosto.

Luego, el valor de cromo en los dos puntos de muestreo de agua residual industrial – efluentes mineros, muestra que en el punto denominado Poza 01, se obtiene 0.0231 mg/L siendo el resultado de mayor concentración en el mes de setiembre y en el punto denominado Poza 02, se obtiene 0.0087 mg/L siendo el resultado de menor concentración en el mes de agosto.

Asimismo, el valor de mercurio muestra que en los dos puntos de muestreo de agua residual industrial – efluentes mineros, siendo Poza 01 y Poza 02 ambas estuvieron por debajo del límite de detección establecido por el equipo.

En el caso del valor de plomo en los dos puntos de muestreo de agua residual industrial – efluentes mineros, en el punto denominado Poza 01, se obtiene 0.0284 mg/L siendo el resultado de mayor concentración en el mes de setiembre y en el punto denominado Poza 02, se obtiene 0.0123 mg/L siendo el resultado de menor concentración en el mes de agosto.

Por último, el valor de zinc en los dos puntos de muestreo de agua residual industrial – efluentes mineros, en el punto denominado Poza 01, se obtiene 0.109 mg/L siendo el resultado de mayor concentración en el mes de setiembre y en el punto denominado Poza 02, se obtiene 0.049 mg/L siendo el resultado de menor concentración en el mes de agosto.

#### Evaluación de metales pesados en sedimentos

En la tabla 10 se muestran los resultados generales realizados por el laboratorio ALS LS PERU S.AC, donde consigna las tres estaciones de muestreo de sedimentos, y los metales pesados que fueron analizados:

Tabla 10. Consolidado de resultados de laboratorio - Sedimentos

Variables		Arsénico	Cadmio	Cromo	Cobre	Mercurio	Plomo	Zinc
Símbolo		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Zn
Unidad		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
RAMIS 01	M - 1	21.9	<0.2	8.4	12.6	17	0.04	115.4
	M - 2	29.1	<0.2	15.6	16	19.2	0.09	83.3
	M - 3	19.8	0.7	7.8	10.7	14.4	0.06	108.5
RAMIS 02	M - 1	39.1	<0.2	12.9	10.7	12.8	0.02	78.5
	M - 2	27.8	<0.2	10.8	10.1	16.6	0.2	78.3
	M - 3	20.2	<0.2	9.4	8.6	15.2	0.05	66.7
RAMIS 03	M - 1	22.9	<0.2	8.5	23.2	15.3	0.02	60.7
	M - 2	26.4	<0.2	10.3	9	16	0.04	71
	M - 3	26.1	<0.2	7.1	7.1	15.0	0.05	56.5

Fuente: Laboratorio ALS LS PERU S.A.C. (2019)

En la tabla 10 se muestra en primer lugar que el valor de arsénico en los tres puntos de muestreo de sedimentos, las cuales en punto denominado Ramis 02, se obtiene 39.1 mg/kg siendo el resultado de mayor concentración en el mes de agosto y en el punto denominado Ramis 01, se obtiene 19.8 mg/kg siendo el resultado de menor concentración en el mes de octubre.

Por otro lado, el valor de cadmio en los tres puntos de muestreo de sedimentos, muestran que en el punto denominado Ramis 01, se obtiene 0.7 mg/kg siendo el resultado de mayor concentración en el mes de octubre y con respecto al resultado menor no se detectó ya que el valor sale bajo el límite de detección del análisis de laboratorio.

Además, el valor de cobre en los tres puntos de muestreo de sedimentos, muestra que en el punto denominado Ramis 01, se obtiene 16 mg/kg siendo el resultado de mayor concentración en el mes de setiembre y en el punto denominado Ramis 03, se obtiene 7.1 mg/kg siendo el resultado de menor concentración en el mes de octubre.

En el caso del cromo, el valor en los tres puntos de muestreo de sedimentos, en el punto denominado Ramis 01, se obtiene 15.6 mg/kg siendo el resultado de mayor

concentración en el mes de setiembre y en el punto denominado Ramis 03, se obtiene 7.1 mg/kg siendo el resultado de menor concentración en el mes de octubre.

Para el mercurio, en el valor en los tres puntos de muestreo de sedimentos, las cuales en punto denominado Ramis 02, se obtiene 0.2 mg/kg siendo el resultado de mayor concentración en el mes de setiembre y en el punto denominado Ramis 02 y 03, se obtiene 0.02 mg/kg siendo el resultado de menor concentración en el mes de agosto.

Asimismo, el valor de plomo en los tres puntos de muestreo de sedimentos, muestra que en punto denominado Ramis 01, se obtiene 19.2 mg/kg siendo el resultado de mayor concentración en el mes de setiembre y en el punto denominado Ramis 02, se obtiene 12.8 mg/kg siendo el resultado de menor concentración en el mes de agosto.

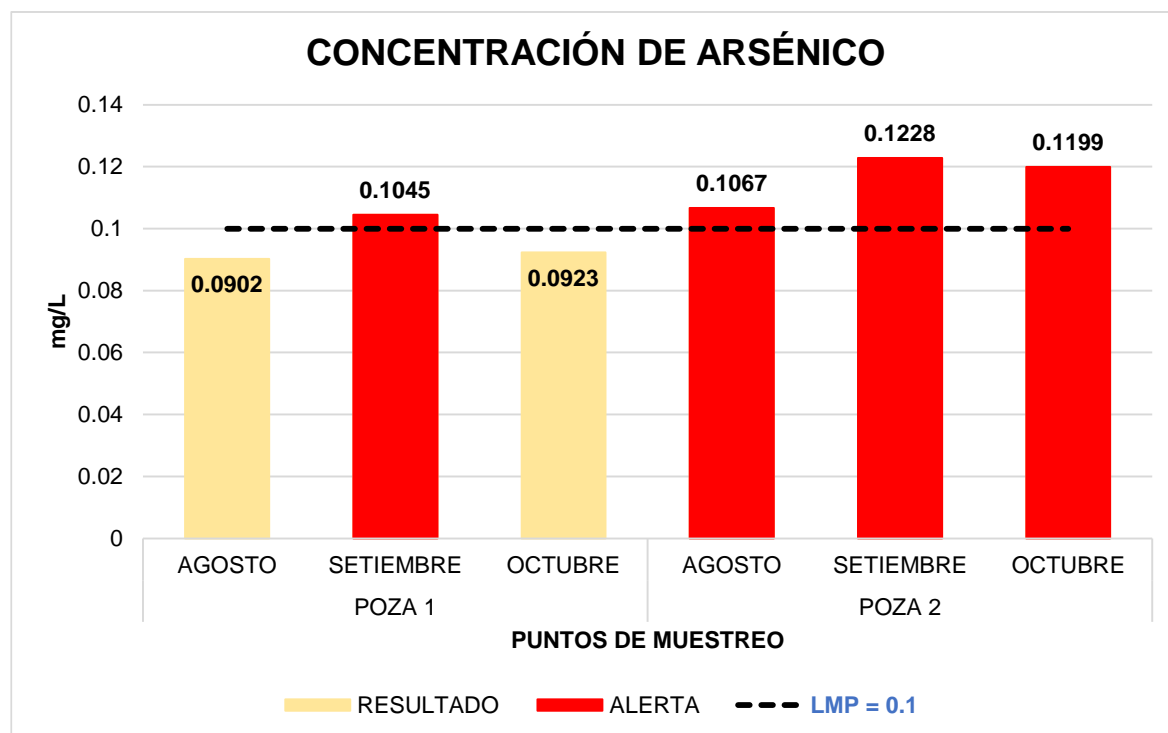
Por último, en el valor de zinc en los tres puntos de muestreo de sedimentos, en el punto denominado Ramis 01, se obtiene 115.4 mg/kg siendo el resultado de mayor concentración en el mes de agosto y en el punto denominado Ramis 03, se obtiene 56.5 mg/kg siendo el resultado de menor concentración en el mes de octubre.



Contenido de metales pesados y su acumulación en efluente mineros

Asimismo, para los efluentes mineros con los LMP - Descarga de efluentes líquidos de actividades minero – metalúrgicas:

#### A. Retención de Arsénico (As)



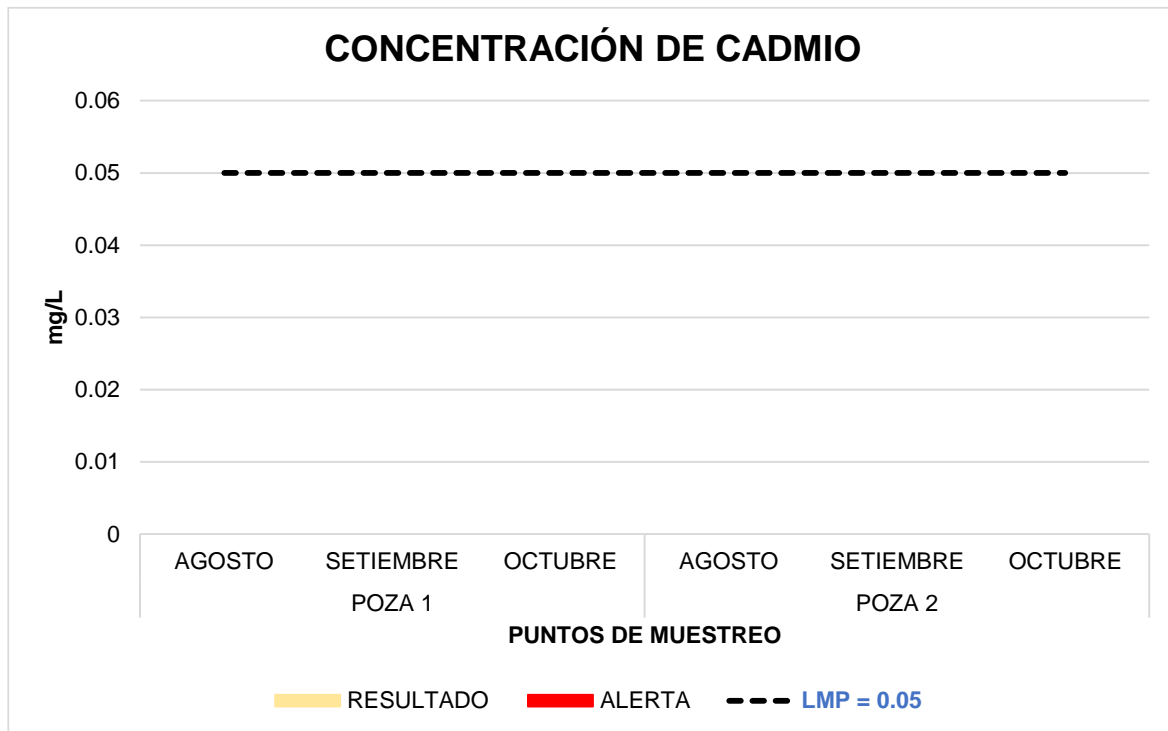
**Figura 3:** Resultados de As comparados con LMP – Efluentes mineros

En el grafico 1 se observa el valor de arsénico en los 3 puntos de muestreo, las cuales en el punto denominado poza 01 en el mes de setiembre y punto denominado poza 02 en los meses de tiempo de investigación superan los límites máximos permisibles para efluentes mineros con valores mayores a 0.1 mg/L, donde en el mes de agosto en la Poza 01 presenta una alteración de 0.0045 mg/L, en la Poza 02 en el mes de agosto, presenta una alteración de 0.0067 mg/L, en el mes de setiembre presenta una alteración de 0.0228 mg/L y octubre presenta una alteración de 0.0199 mg/L.

Por la tanto, precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en arsénico en comparación LMP para Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas, estas aguas al ser efluentes del río, tendrá un posible contacto con el mismo y produciría problemas ambientales en éste, afectando la vida que en él se desarrolla, o aquellas que tengan como consumo o para el uso

las aguas del río sin un control o adecuación de las mismas antes de utilizarlas. En lo que refiere actividades de riego de vegetales, bebida de animales, consumo directo o actividades de pesca.

## A. Retención de Cadmio (Cd)

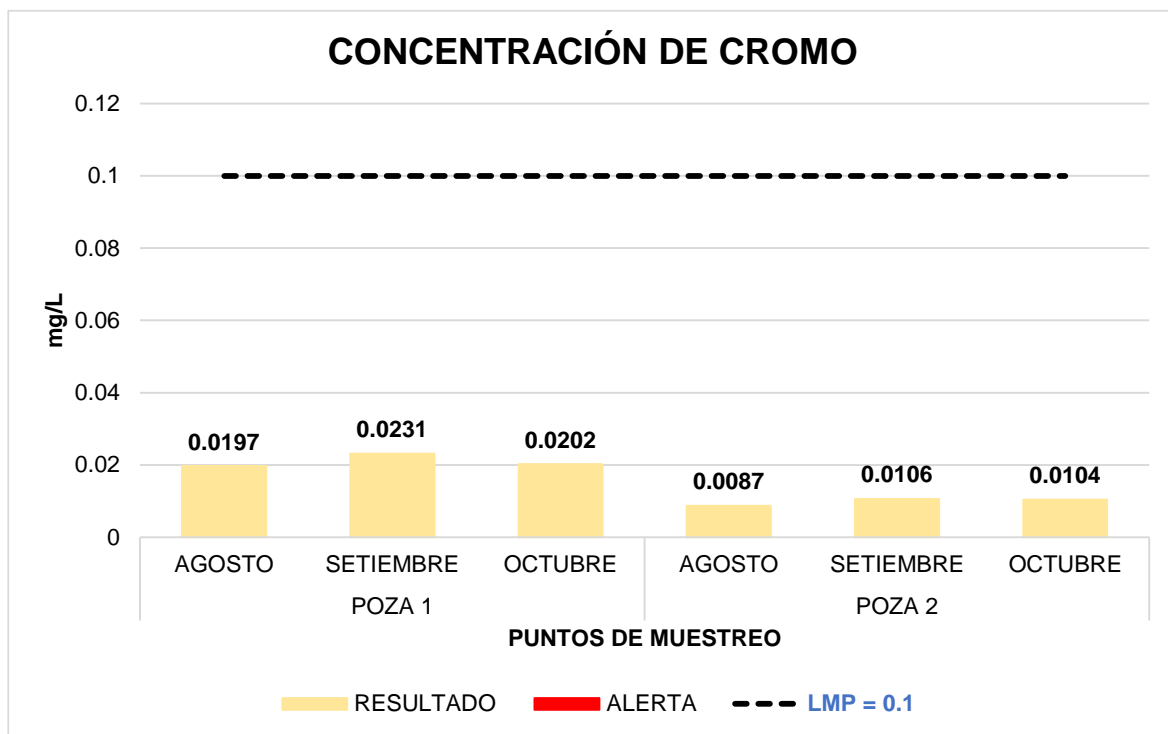


**Figura 4:** Resultados de Cd comparados con LMP – Efluentes mineros

En el gráfico 2 se observa el valor de cadmio en los 3 puntos de muestreo los cuales, todos los puntos de muestreo tanto en la Poza 01 como en la Poza 02 no superan los límites máximos permisibles para efluentes mineros ya que se encuentran con valores menores a 0.05 mg/L, el cual no es detectado por el equipo.

Por lo tanto, precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos no exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en cadmio en comparación LMP para Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas, por ello cumple con lo que se establece.

## B. Retención de Cromo (Cr)

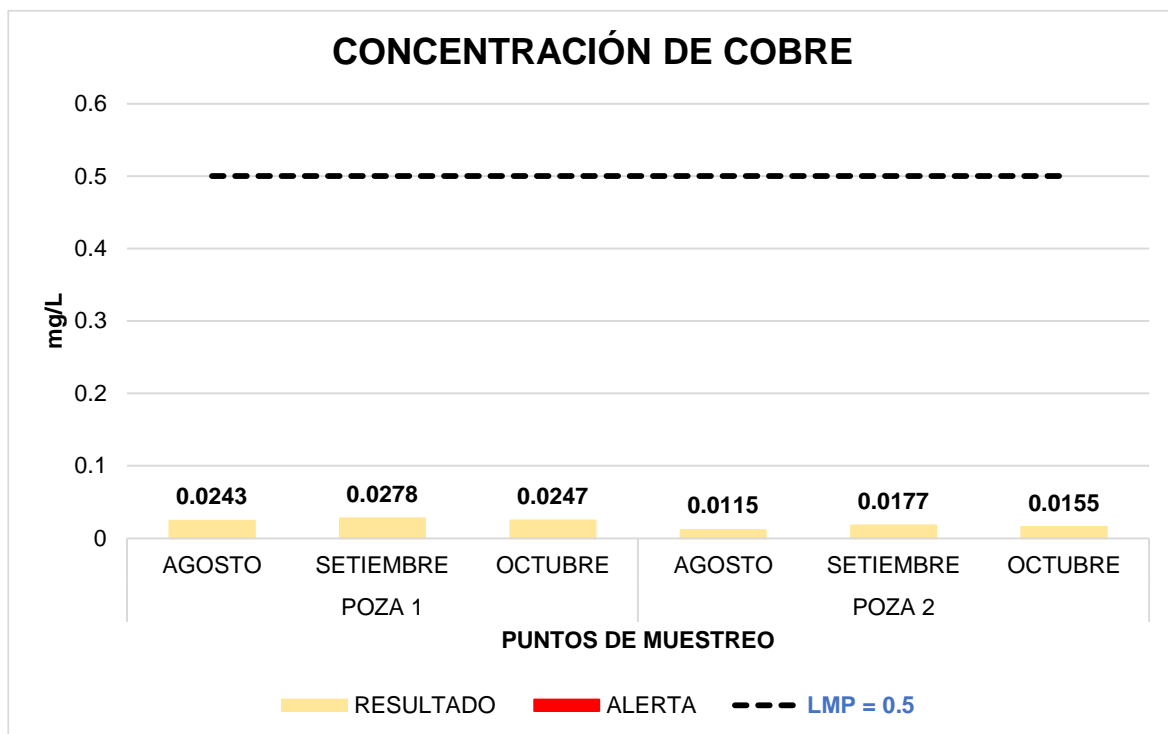


**Figura 5:** Resultados de Cr comparados con LMP – Efluentes mineros

En el grafico 3 se observa el valor de cromo en los 3 puntos de muestreo las cuales, todos los puntos de muestreo tanto en la Poza 01 como en la Poza 02 no superan los límites máximos permisibles para efluentes mineros ya que se encuentran con valores menores a 0.1 mg/L.

Por la tanto, precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos no exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en cromo en comparación LMP para Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas, por ello cumple con lo que se establece.

### C. Retención de Cobre (Cu)

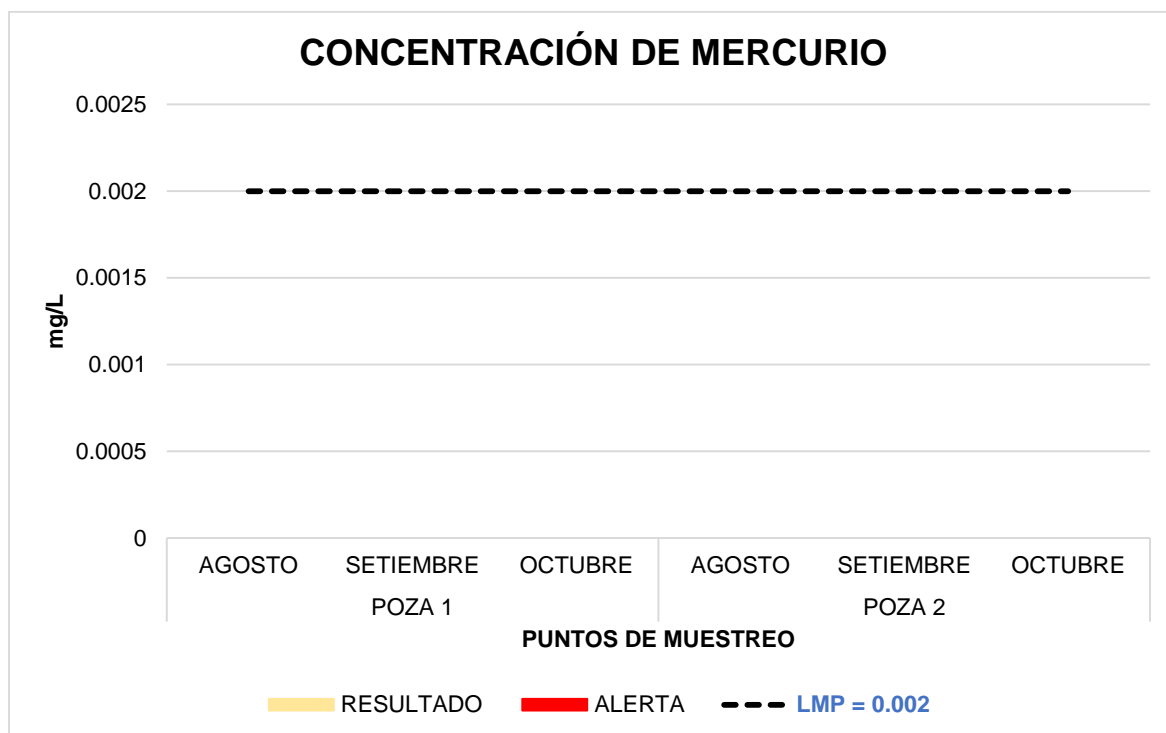


**Figura 6:** Resultados de Cu comparados con LMP – Efluentes mineros

En el grafico 4 se observa el valor de cobre en los 3 puntos de muestreo las cuales, todos los puntos de muestreo tanto en la Poza 01 como en la Poza 02 no superan los límites máximos permisibles para efluentes mineros ya que se encuentran con valores menores a 0.5 mg/L.

Por la tanto, precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos no exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en cobre en comparación LMP para Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas, por ello cumple con lo que se establece.

#### D. Retención de Mercurio (Hg)

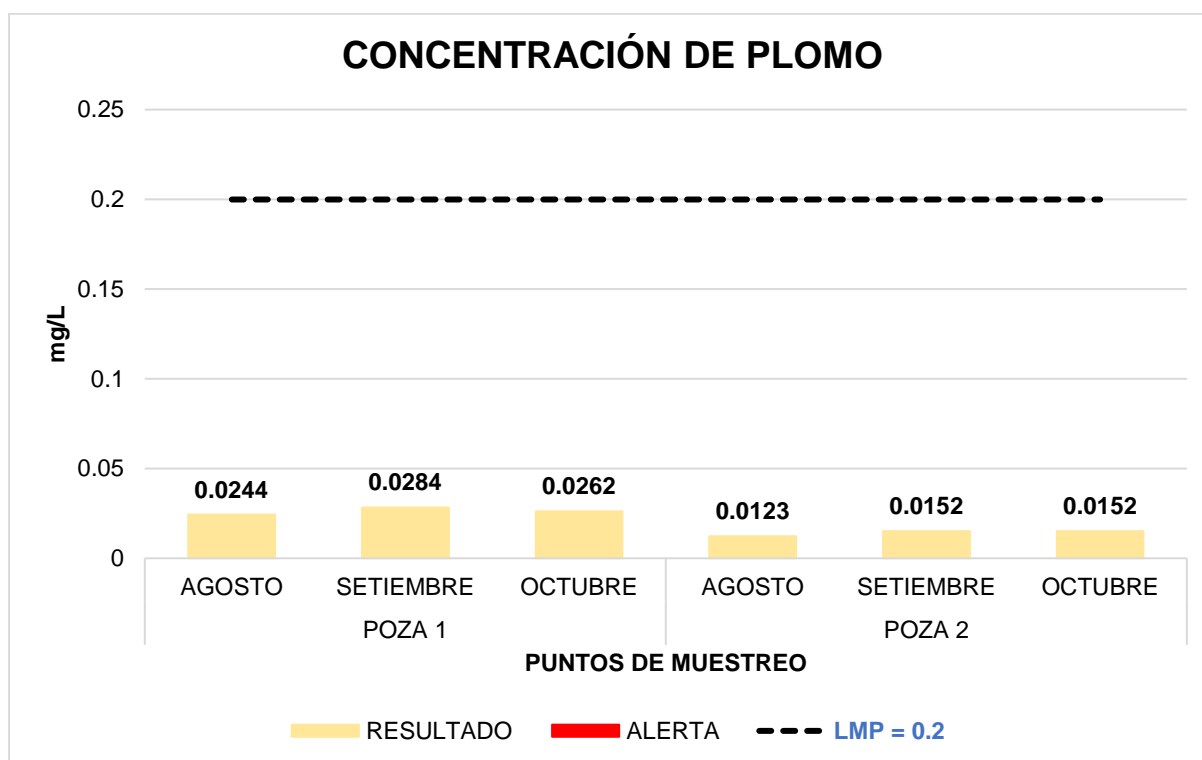


**Figura 7:** Resultados de Hg comparados con LMP – Efluentes mineros

En el gráfico 5 se observa el valor de mercurio en los 3 puntos de muestreo los cuales, todos los puntos de muestreo tanto en la Poza 01 como en la Poza 02 no superan los límites máximos permisibles para efluentes mineros ya que se encuentran con valores menores a 0.002 mg/L, el cual no es detectado por el equipo.

Por lo tanto, precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos no exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en mercurio en comparación LMP para Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas, por ello cumple con lo que se establece.

## E. Retención de Plomo (Pb)

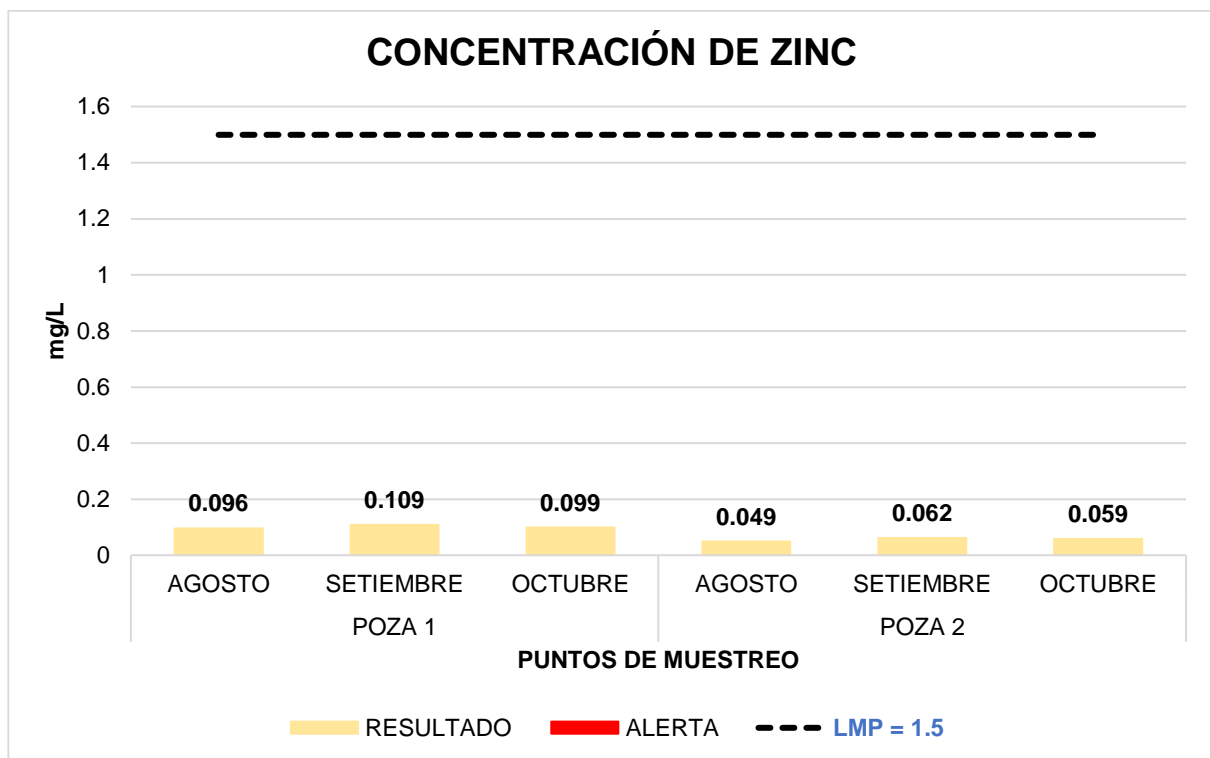


**Figura 8:** Resultados de Pb comparados con LMP – Efluentes mineros

En el gráfico se observa el valor de plomo en los 3 puntos de muestreo los cuales, todos los puntos de muestreo tanto en la Poza 01 como en la Poza 02 no superan los límites máximos permisibles para efluentes mineros ya que se encuentran con valores menores a 0.2 mg/L.

Por lo tanto, precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos no exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en plomo en comparación LMP para Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas, por ello cumple con lo que se establece.

## F. Retención de Zinc (Zn)



**Figura 9:** Resultados de Zn comparados con LMP – Efluentes mineros

En el grafico 7 se observa el valor de zinc en los 3 puntos de muestreo las cuales, todos los puntos de muestreo tanto en la Poza 01 como en la Poza 02 no superan los límites máximos permisibles para efluentes mineros ya que se encuentran con valores menores a 1.5 mg/L.

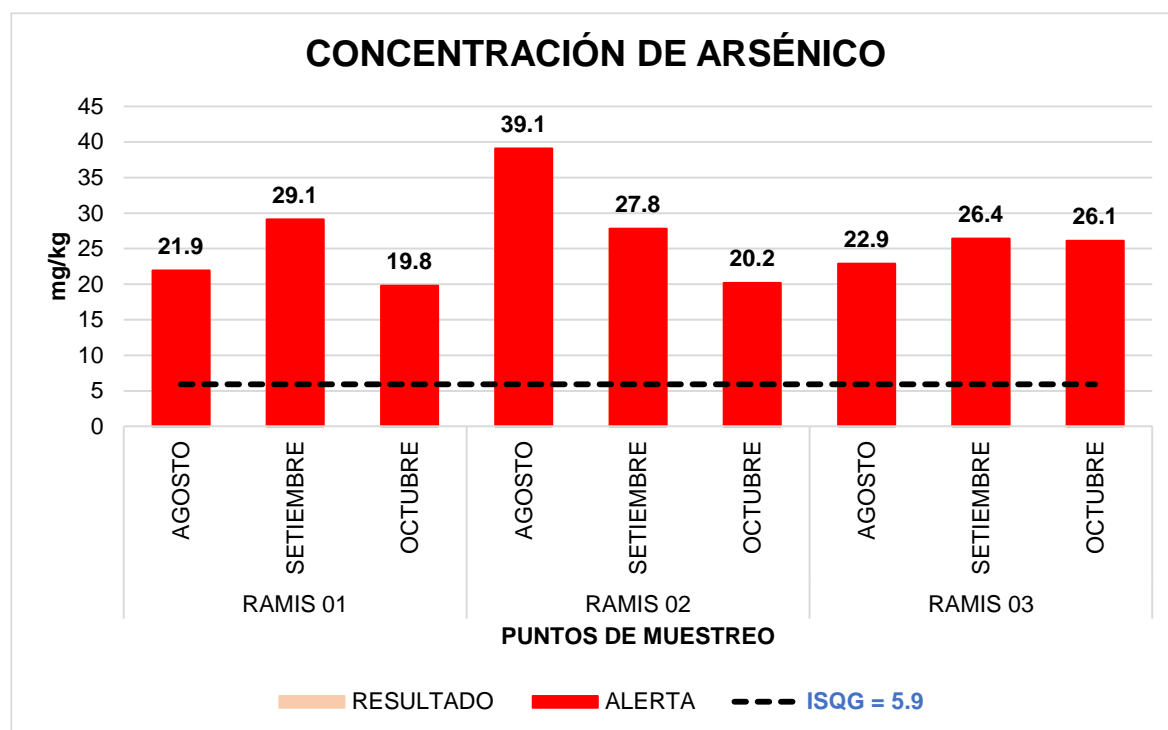
Por la tanto, precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos no exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en zinc en comparación LMP para Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas, por ello cumple con lo que se establece.



## Contenido de metales pesados y su acumulación en sedimentos

De acuerdo a los resultados mostrados anteriormente, se presenta a continuación la retención de metales pesados en comparación con las Directrices Canadienses de Calidad de Sedimentos para la Protección de la Vida Acuática siendo las siguientes:

### A. Retención de Arsénico (As)



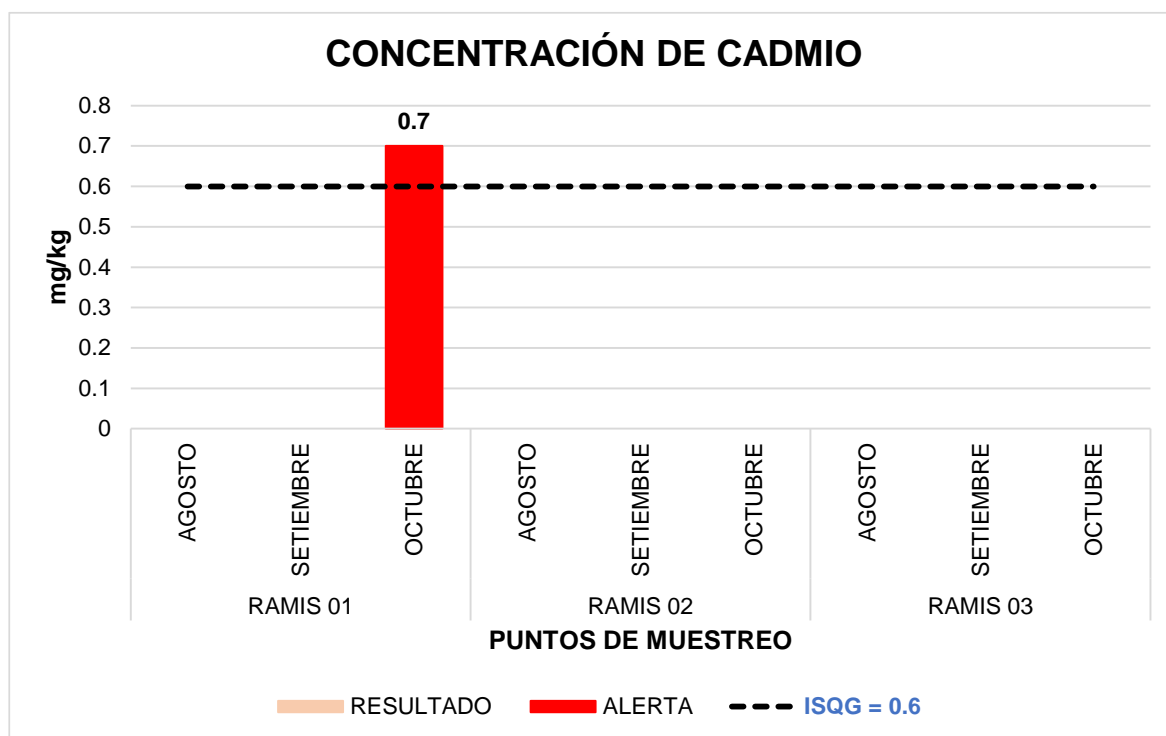
**Figura 10:** Resultados de As comparados con Normativa Canadiense

En el gráfico 8 se observa el valor de arsénico en los 3 puntos de muestreo, los cuales todos se encuentran excediendo las ISQG para la Protección de la Vida Acuática durante el período de tiempo de la investigación con valores mayores a 5.9 mg/kg, donde en el mes de agosto el punto Ramis 01 presenta una alteración de 16 mg/kg, en el Ramis 02 presenta una alteración de 33.2 mg/kg y en Ramis 03 presenta una alteración de 17 mg/kg, en el mes de setiembre en el punto Ramis 01 presenta una alteración de 23.2 mg/kg, en el Ramis 02 presenta una alteración de 21.9 mg/kg y en el Ramis 03 presenta una alteración de 20.5 mg/kg y en el mes de octubre en el punto Ramis 01 presenta una alteración de 13.9 mg/kg, en el Ramis 02 presenta una alteración de 14.3 mg/kg y en el Ramis 03 presenta una alteración de 20.2 mg/kg.

Por lo tanto, precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos exceden la norma permitida con elevadas concentraciones

en arsénico en comparación con las ISQG para la Protección de la Vida Acuática; lo que hace necesario evaluar o determinar si la actividad minera informal de la zona en estudio tiene alguna repercusión sobre esta acumulación del metal arsénico en los sedimentos del río, es importante establecer que debido al efecto del propio cauce del río parte del metal se mantiene en el sedimento mientras que otra parte sigue con el recorrido del agua, lo cual también afecta a los ecosistemas a donde desembocan las aguas del mismo.

## B. Retención de Cadmio (Cd)

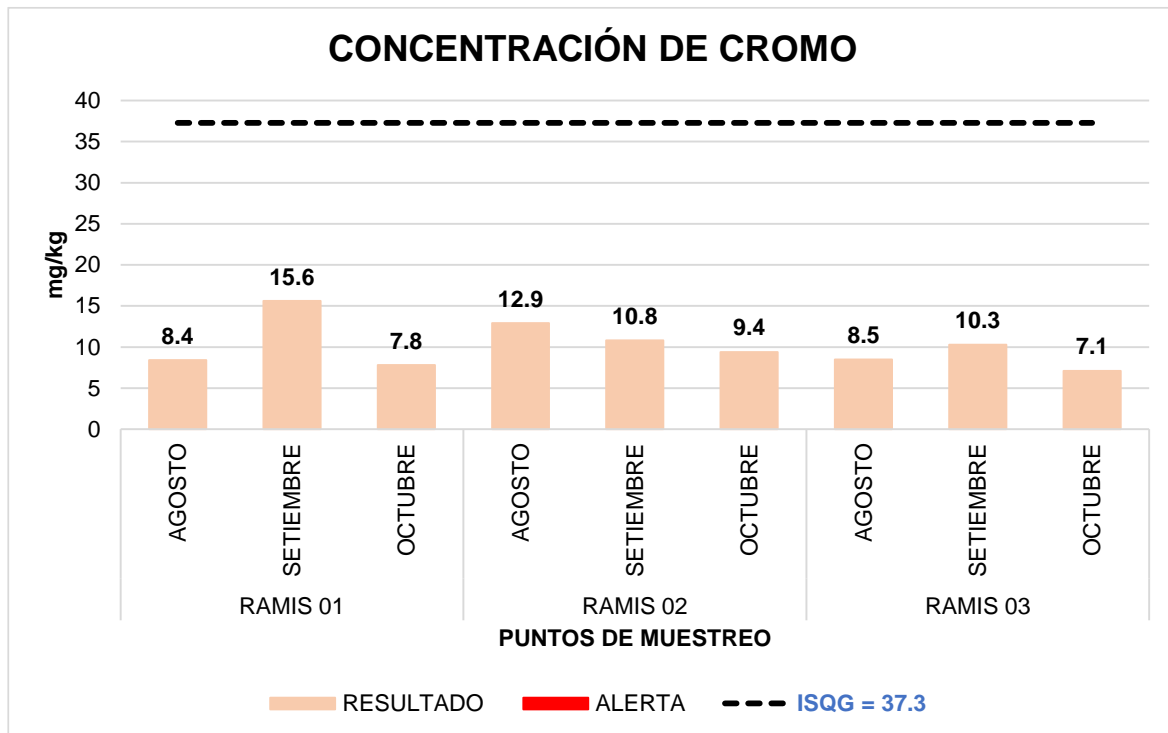


**Figura 11:** Resultados de Cd comparados con Normativa Canadiense

En el grafico 9 se observa el valor de cadmio en los 3 puntos de muestreo, las cuales en el punto Ramis 01 se encuentra excediendo las ISQG para la Protección de la Vida Acuática en el mes de octubre con valores mayores a 0.6 mg/kg, donde el punto Ramis 01 presenta una alteración de 0.1 mg/kg, y en los demás puntos Ramis 02 y Ramis 03 no exceden la normativa canadiense, puesto que los valores son menores a 0.2 mg/kg, las cuales no son detectados por el equipo.

Por la tanto, precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, en el mes de agosto la estación de muestreo Ramis 01 exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en cadmio en comparación con las ISQG para la Protección de la Vida Acuática, este valor podría haber sido producto de algún error de medición realizado ya que se hace notorio en todas las demás mediciones un valor constante; todo esto permite inferir y queda demostrado que se cumple con el criterio establecido por la norma citada al no sobrepasarse el límite que esta establece; con lo cual no se está generando una afectación de los ecosistemas presentes con la inserción de cadmio a los mismos.

### C. Retención de Cromo (Cr)

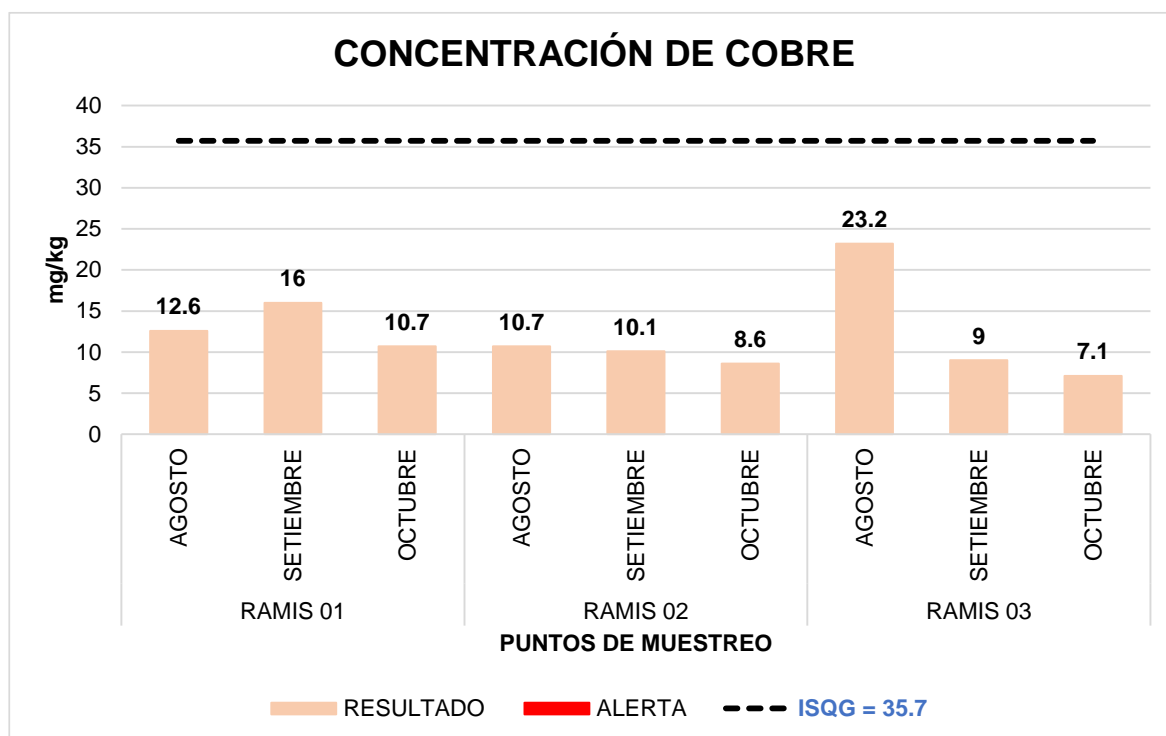


**Figura 12:** Resultados de Cr comparados con Normativa Canadiense

En el grafico 10 se observa el valor de cromo en los 3 puntos de muestreo, las cuales todos no exceden las ISQG para la Protección de la Vida Acuática durante el período de tiempo de la investigación, ya que se encuentran en valores menores a 37.3 mg/kg.

Por la tanto, precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos no exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en cromo en comparación con las ISQG para la Protección de la Vida Acuática, por lo cual no existe la afectación de este metal al río por parte de la minería informal que se está llevando a cabo en la zona de estudio.

#### D. Retención de Cobre (Cu)

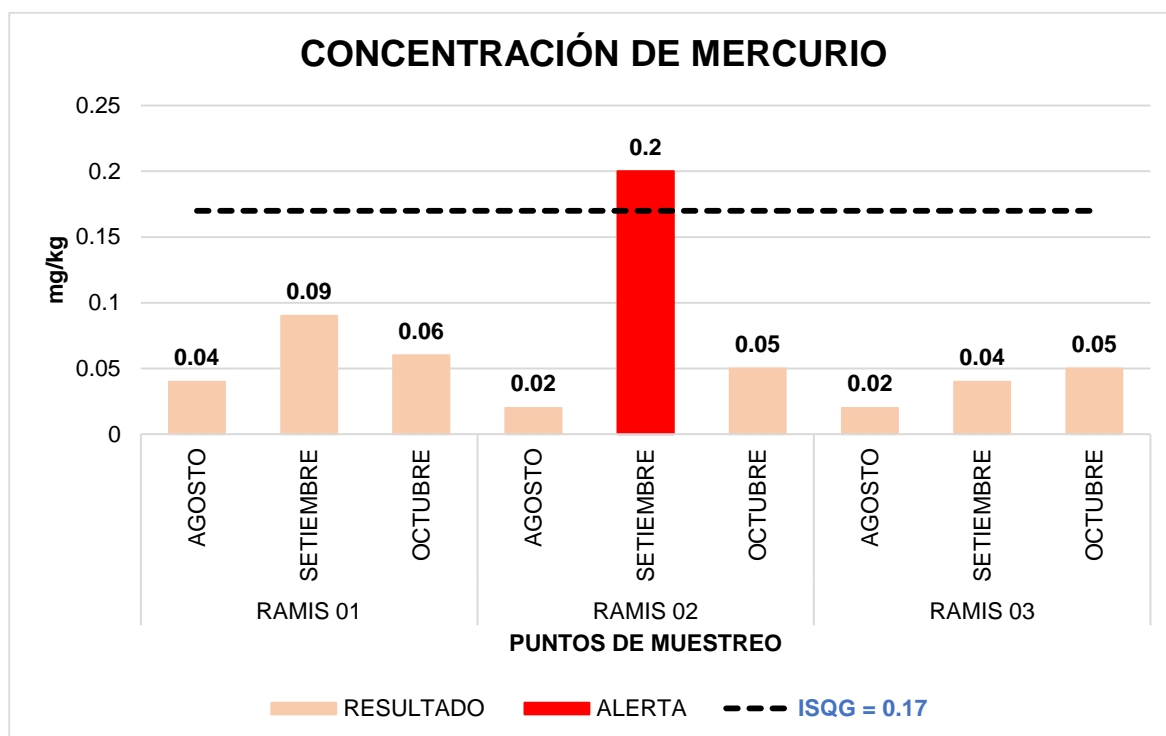


**Figura 13:** Resultados de Cu comparados con Normativa Canadiense

En el grafico 11 se observa el valor de cobre en los 3 puntos de muestreo, las cuales todos no exceden las ISQG para la Protección de la Vida Acuática durante el período de tiempo de la investigación, ya que se encuentran en valores menores a 35.7 mg/kg.

Por la tanto precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos no exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en cobre en comparación con las ISQG para la Protección de la Vida Acuática, por ello cumple con lo que se establece.

## E. Retención de Mercurio (Hg)

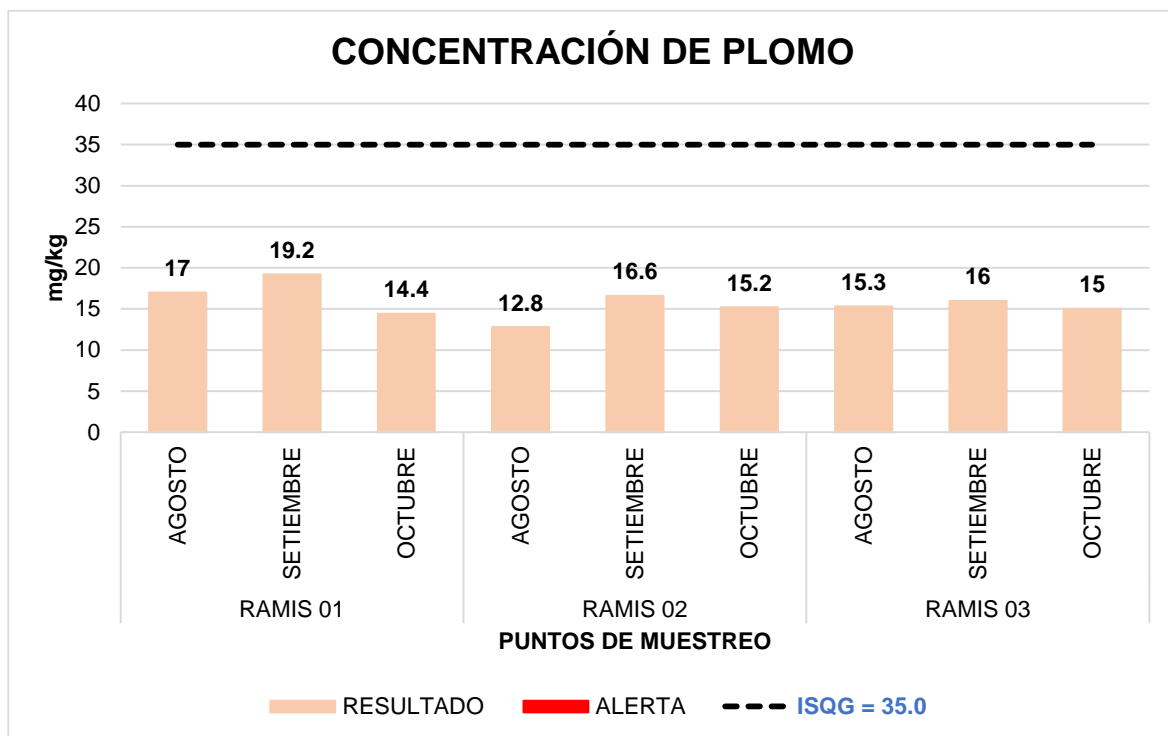


**Figura 14:** Resultados de Hg comparados con Normativa Canadiense

En el gráfico 12 se observa el valor de mercurio en los 3 puntos de muestreo, las cuales en el punto Ramis 02 se encuentra excediendo las ISQG para la Protección de la Vida Acuática en el mes de setiembre con valores mayores a 0.17 mg/kg, donde el punto Ramis 02 presenta una alteración de 0.03 mg/kg, y en los demás puntos Ramis 01 y Ramis 03 no exceden la normativa canadiense.

Por la tanto precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, en el mes de agosto estación de muestreo Ramis 02 exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en mercurio en comparación con las ISQG para la Protección de la Vida Acuática, al igual que el cadmio podría considerarse como un error de medición realizado.

## F. Retención de Plomo (Pb)

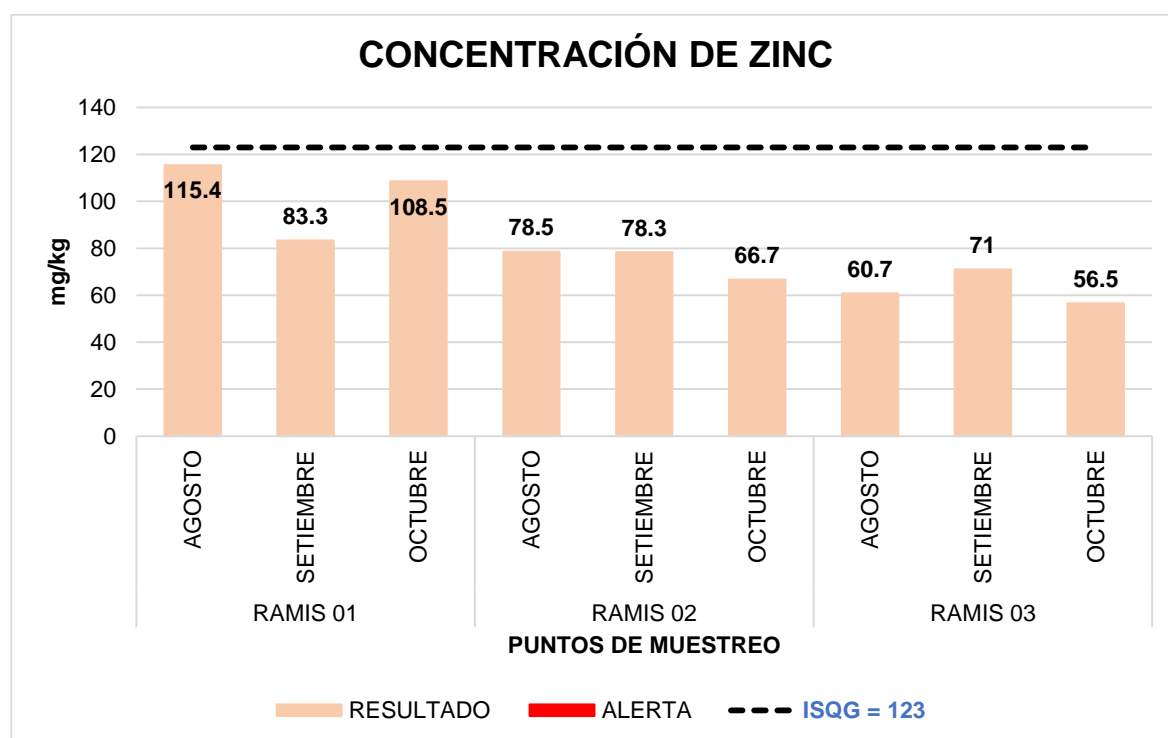


**Figura 15:** Resultados de Pb comparados con Normativa Canadiense

En el grafico 13 se observa el valor de plomo en los 3 puntos de muestreo, las cuales todos no exceden las ISQG para la Protección de la Vida Acuática durante el período de tiempo de la investigación, ya que se encuentran en valores menores a 35 mg/kg.

Por la tanto precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos no exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en plomo en comparación con las ISQG para la Protección de la Vida Acuática, por ello cumple con lo que se establece.

## G. Retención de Zinc (Zn)



**Figura 16:** Resultados de Zn comparados con Normativa Canadiense

En el gráfico 14 se observa el valor de zinc en los 3 puntos de muestreo, las cuales todos no exceden las ISQG para la Protección de la Vida Acuática durante el período de tiempo de la investigación, ya que se encuentran en valores menores a 123 mg/kg.

Por lo tanto precisamos que en el trayecto de materia de investigación Achaya – Taraco, todos sus puntos no exceden la norma permitida con elevadas concentraciones en zinc en comparación con las ISQG para la Protección de la Vida Acuática, a pesar de esto, es importante tener un seguimiento estricto respecto a este parámetro, sobre todo en las estaciones 1 y 2 donde los valores se encuentran cercanos a los límites establecidos, ya que podrían estar en aumento estas concentraciones y es necesario evaluar o estimar si existirán posibles alteraciones a futuro para que en este caso se tomen las medidas de prevención adecuadas que eviten esta problemática, que en el caso del arsénico ya existe el problema y por ello las medidas serían de aplicación de tratamiento.



## V. DISCUSIÓN

Luego de los resultados obtenidos aceptamos la hipótesis de la investigación que hace alusión a la concentración de metales pesados existentes en los sedimentos del río Ramis procedentes de los efluentes mineros informales, las cuales nos facilitaron el alcance si su concentración se encuentra superando los niveles permitidos por las normativas y por consecuencia su eventual impacto en el medio ambiente; debido a que el arsénico sobrepasa la normativa aplicada para ambas variables de estudio. Considerando que, a partir de los resultados alcanzados para efluentes mineros, luego del análisis de laboratorio, estos mantienen correspondencia con los productos alcanzados por Mamani et al. (2019), Álvarez (2018), Pérez (2017) y Brousett et al. (2018); en sus investigaciones muestran que las aguas superficiales de la zona minera del distrito de Ananea, en el río crucero parte alta del Ramis para los siguientes autores y en la Laguna La Rinconada y Cumunni respectivamente. Afirman que los efluentes mineros no cuentan con tratamientos previos, afectando los cuerpos de agua de las diversas cuencas que arrastra la intercuenca del Ramis y con ello alteran la calidad de sedimentos a lo largo del curso del río desde la parte alta hasta su desembocadura.

En relación con Mamani et al., (2019) quien señala que el arsénico en sus dos mediciones, realizadas en Ananea, resulta con 1 mg/L de concentración, indicador de superación con los Límites Máximos Permisibles para efluentes mineros-metalúrgicos. A su vez, es importante indicar que, en sus demás metales como Cobre, Mercurio, Cadmio, Plomo y Zinc sobrepasan los límites; metales que en la presente investigación no llegan a exceder los límites permitidos (p.17).

De igual manera, Álvarez, (2018) en la concentración de Cadmio en tres puntos del Río Crucero, alcanzó 0.00429, 0.00040 y 0.00122 mg/L y Zinc en 2 puntos 1.059 y 0.3083 mg/L, no superan Límites Máximos Permisibles para efluentes mineros-metalúrgicos; pero si resultan mayores a los obtenidos en nuestra investigación (p.28).

En el caso del plomo en la investigación de Pérez, (2017), llevada a cabo en San Antón, sus resultados mantienen semejanza con los nuestros a excepción del punto 2 en la medición de marzo con un valor de 0.185 mg/L de concentración, no superando los LMP para efluentes mineros-metalúrgicos, pero denotando una diferencia (p.65).

Sin embargo, en la investigación de Brousett et al. (2018), en aguas superficiales la concentración de arsénico es de 0.043 y 0.058 mg/L en la época de estiaje para ambas lagunas (Cumuni y La Rinconada), indicando que no supera LMP para efluentes minero - metalúrgicos, pero en nuestros valores obtenidos si sobrepasan las normativas peruanas establecidas en la investigación. Adicionalmente, el cadmio, cobre y mercurio no superan los límites permitidos, pero si presentan un cambio en sus resultados con la nuestra. Mientras que, el zinc en ambas lagunas y en sus dos épocas presenta valores como: 6.79, 2.02, 7.89 y 3.52 mg/L excediendo los límites máximos permisibles para efluentes minero – metalúrgicos. Y el plomo contiene concentraciones parecidas a la presente investigación no superando los límites autorizados (p.200).

Sobre la base de los resultados dados por el laboratorio para sedimentos, en conformidad con la investigación, Huayhua et al. (2018), Quispe (2019), Brousett et al. (2018), Pérez (2017), Salas (2017) y Aguilar (2018); en los análisis de sedimentos presentados en la represa Cotarsaya, en el río Coata, en la Laguna La Rinconada y Cumunni, río cruceo - Sector Oriental y Wacchani (presencia de minería informal), río Azángaro y relaveras de la Rinconada (Geza, Sermetal y Seis diamantes) respectivamente. Estos autores confirman que las concentraciones de metales pesados en los sedimentos del río Ramis proceden de los efluentes mineros informales.

Mientras tanto, Huayhua et al. (2018) en su investigación de arsénico muestra similitud con su análisis en la época de lluvia con resultado máximo de 46 y mínimo de 14 mg/kg; mientras que en la época de estiaje su valor máximo fue 98 y mínimo 8 mg/kg percibiendo que en sus dos épocas superan la normativa citada y en cuanto al cadmio no paso los límites de detección del equipo, verificando que el arsénico si excede la normativa canadiense coincidiendo con nuestra investigación (p.53).

Quispe (2019) en su proyecto, los resultados del cromo presentan similitud con la época de avenida y con de estiaje valor alto con 28.42 y bajo con 7.25 mg/kg, indicando que no superan la normativa, pero si dando resultados mayores a los nuestros. Además, el Plomo no excede las directrices canadienses, pero en su resultado en la época de avenida señalan 16.50, 16.00 y 14.20 mg/kg en sus tres primeros puntos presentando semejanza con los nuestros y tampoco superando la

normativa citada. Por otro lado, el cadmio no presenta valores que excedan la norma en ambas épocas (p.56).

Tal es así que, en la investigación de Brousett et al. (2018) el arsénico y el mercurio en ambas lagunas Cumunni y Lunar de Oro en la época de estiaje dan resultados mayores que la época lluviosa con 56.78 y 66.71 mg/kg; 12.14 y 33.32 mg/kg respectivamente, precisando que superan la normativa ambiental canadiense para sedimentos que cita la presente investigación e indicando que obtuvieron valores mayores a los nuestros marcando una similitud para arsénico y discrepancia para mercurio. Con respecto al cadmio y al zinc en las dos épocas en la laguna Lunar de Oro arrojan 0.84 y 1.11 mg/kg; 140.20 y 236.65 mg/kg respectivamente, insinuando que aventajan las directrices canadienses dado que con nuestros resultados de sedimentos en el río Ramis. Es necesario recalcar que el cobre y el plomo en su investigación no sobrepasan la normativa canadiense, pero si exponen diferencia con nuestros resultados, que dicho sea de paso tampoco superan la directriz citada (p.202).

Además, Pérez (2017) en su primera medición de plomo correspondiente al mes de setiembre resulta con 55 mg/kg y para el mercurio en las dos mediciones tanto de setiembre como en marzo da valores como 0.86, 0.56, 0.33, 0.59 y 0.78 mg/kg y 0.40, 0.37, 0.19, 0.19 mg/kg respectivamente; excediendo la directriz citada en la presente investigación. No obstante, en nuestros resultados no exceden la normativa canadiense para sedimentos (p.66).

En el caso de Salas (2017), el arsénico, el cadmio y el zinc rebasan las directrices canadienses que cita la investigación con concentraciones de arsénico inferiores de 36.72 y superiores de 16.65 mg/kg semejantes a los nuestros; mientras que el cadmio con concentraciones inferiores de 10.27 y superiores de 5.95 mg/kg; y el zinc con concentraciones inferiores de 1227 y superiores de 497 mg/kg; precisando que con nuestros resultados marcan grandes diferencias con los tres metales. En cuanto al cromo solo en su primera medición mantiene correspondencia con los nuestros y las demás mediciones son menores con nuestros valores. Sin embargo, el cobre, cromo, mercurio y plomo no desbordan los valores establecidos por la norma (p.39).

Por último, Aguilar (2018) el arsénico y el plomo en su primera planta de beneficio muestra 573.2 y 45.2 mg/kg respectivamente, ambos metales superan la directriz canadiense y con nuestros resultados, en su segunda y tercera planta el arsénico y mercurio 2122, 531.3 y 1731, 557.9 mg/kg respectivamente, presentando mayores valores con los de la investigación y excediendo la normativa citada. Por el contrario, cadmio, cromo, cobre, zinc, mercurio en la primera planta de beneficio y plomo en la segunda y tercera planta de beneficio, no sobrepasa la normativa (p.31).

## **VI. CONCLUSIONES**

Se determinó la existencia de concentraciones de metales pesados, como As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb y Zn hallados en sedimentos del río Ramis procedentes de efluentes producto de las actividades mineras informales, se obtuvo muestras de agua residual industrial poza 01 y poza 02 y para sedimentos Ramis 01, Ramis 02 y Ramis 03, durante el período agosto – octubre del 2019 para ambos; donde el arsénico es el único metal que superó la normativa vigente tanto nacional como internacional respectivamente, con excepción en el mes de agosto y octubre en la poza 01 de efluentes.

Se analizó los valores de metales pesados en los efluentes que proceden de la minería informal, donde se consideró 2 estaciones de muestreo: Poza 01 y Poza 02; las cuales en comparación con los LMP correspondientes, donde solo se detectó arsénico en concentraciones mayores a 0.1 mg/L; en el mes de setiembre en la Poza 01 superó con 0.1045 mg/L y en la Poza 02 en los meses de agosto, setiembre y octubre excedió con 0.1067 mg/L, 0.1228 mg/L y 0.1199 mg/L respectivamente; concluyendo que el arsénico es el metal que impacta los sedimentos del río Ramis. Sin embargo, los demás metales cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc no superaron la normativa citada.

Se analizó los valores de metales pesados en los sedimentos del río Ramis en las estaciones de muestreo Ramis 01, Ramis 02 y Ramis 03, las cuales en comparación con las ISQG para la Protección de la Vida Acuática, el nivel de arsénico excede los 5.9 mg/kg de la directriz citada; en agosto, setiembre y octubre para Ramis 01 supera con 21.9 mg/kg, 29.1 mg/kg y 19.8 mg/kg respectivamente; en agosto, setiembre y octubre para Ramis 02 excede con 39.1mg/kg, 27.8 mg/kg y 20.2 mg/kg respectivamente y en agosto, setiembre y octubre Ramis 03 sobrepasa con 22.9 mg/kg, 26.4 mg/kg y 26.1 mg/kg respectivamente. Para cadmio en octubre en Ramis 01 se excede con 0.7 mg/kg y para mercurio en setiembre en Ramis 02 se sobrepasa con 0.2 mg/kg, siendo el arsénico el metal que tiene un alto impacto continuo en la calidad de sedimentos y por tanto en el ecosistema de la zona durante el período de estudio, en cambio el cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc se encuentran mayormente por debajo de la directriz citada.

## **VII. RECOMENDACIONES**



- ✓ Se recomienda concertar un dialogo entre autoridades y población para realizar una evaluación de metales pesados en las pozas pequeñas donde hacen el lavado directo para la obtención del mineral, mismos que deben ser monitoreados y analizados consecutivamente para cuantificar los niveles de concentración de metales pesados que fueron evaluados.
- ✓ Se recomienda aplicar tratamientos al agua residual industrial (pozas de la minería informal) para minimizar la concentración del arsénico; ya que está afectando todo el caudal que abarca el río Ramis, las cuales el presente trabajo de investigación servirá para aplicar tratamientos adecuados.
- ✓ Se recomienda hacer tratamientos de acuerdo a los metales pesados hallados en los sedimentos de toda la intercuenca desde su parte alta hasta su desembocadura especialmente para la disminución del arsénico, principalmente atacando o abordando la fuente de contaminación.
- ✓ Se recomienda efectuar estudios anuales o semestrales de evaluación de metales pesados hallados en sedimentos y en aguas por cada sub cuenca que comprende la intercuenca del río Ramis.
- ✓ Se recomienda pedir a las autoridades públicas (MINAM – ANA - OEFA), realizar monitoreos ambientales más reiterados.
- ✓ Se recomienda a los gobiernos locales insertar un presupuesto destinado a proyectos que sean capaces de contribuir a la disminución de concentración de arsénico como por ejemplo la fitorremediación (siembra de plantas capaces de absorber metales pesados en las riberas del río).
- ✓ Se recomienda prescribir una normativa nacional para sedimentos de manera legal, para valorar la calidad de los sedimentos y no utilizar otras referencias internacionales sino propias de la nación.

## REFERENCIAS

AGUILAR, Alby, [et al.]. A multi-index analysis approach to heavy metal pollution assessment in river sediments in the Ponce Enríquez Area, Ecuador. *Water*, 11(3): 590, marzo 2019. ISSN: 2073-4441

AGUILAR, Luis. Evaluación de los metales pesados en los relaves de cianuración para determinar el riesgo ambiental de la zona de Antahuila – Rinconada Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018. 31 pp. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8865>

ÁLVAREZ, Ruby. Evaluación de metales pesados en agua del Río Ramis Sector Crucero-San Anton y su interpretación en software - 2018. Tesis (Magister en Ciencias en Tecnología de Protección Ambiental). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018. 82 pp. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8864>

APAZA, Hernán. Determinación del contenido de mercurio en agua y sedimentos del río Suches-zona bajo paria Cojata – Puno. Tesis (Ingeniero metalurgista). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2016. 112 pp. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2854/Apaza\\_Porto\\_Hernan.pdf?s](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2854/Apaza_Porto_Hernan.pdf?s)

Autoridad Nacional del Agua. ANA. 11 de enero de 2016. Disponible en: [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacional\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_superficiales.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf)

AYAMAMANI, Jhonathan. Vigilancia de la contaminación de suelos por relaves mineros en la minería artesanal e informal de la región Puno (Rinconada-Ananea). Tesis (Ingeniero de Minas). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2019. Disponible en [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12537/Ayamamani\\_Calapuja\\_Jhonathan\\_Edgar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12537/Ayamamani_Calapuja_Jhonathan_Edgar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación. México: Grupo editorial Patria, S.A. de C.V., 2017. 156 pp. ISBN: 9786077447481

BAHER, Daniel. Metodología de la investigación. [s.l.]: Ediciones Shalom, 2008. 94 pp. ISBN: 9789592127837

BASILE, Pedro. Transporte de sedimentos y morfodinámica de ríos aluviales. Rosario: UNR Editora, 2018. 473 pp. ISBN: 9789787022575

BECERRA, Esperanza. Análisis del grado de contaminación por metales pesados en sedimentos de ecosistemas acuáticos. Tesis (Ingeniero ambiental). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2020. 58 pp. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24003>

BINAM, Eugene [et al.]. Contamination and risk assessment of heavy metals, and uranium of sediments in two watersheds in Abiete-Toko gold district, Southern Cameroon. *Heliyon*, 5: 1-11, octubre 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02591>

BROUSETT, Magaly, [et al.]. Impacto de la minería en aguas superficiales de la Región Puno–Perú. *Fides et Ratio*, 21: 187-207, marzo 2018, ISSN: 2411-0035

CABEZAS, Edison, ANDRADE, Diego y TORRES, Johana. Introducción a la metodología de la investigación científica. Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2018. 138 pp. ISBN: 9789942765444

CASTILLO, Angela y RUBIANO, Sebastián. La minería de oro en la selva: Territorios, autonomías locales y conflictos en Amazonia y Pacífico (1975-2015). Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Historia, Ediciones Uniandes, 2019. 376 pp. ISBN: 9789587748819

CHEN, Yuying [et al.]. Metals in Yellow River estuary sediments during the 2018 water-sediment regulation scheme period. *Marine Pollution Bulletin*, 166: 112-177, mayo 2021. ISSN: 0025-326X

CONDORI, Silverio. Evaluación físico-química de metales tóxicos en el Río Progreso–Puno. Tesis (Magister en Ciencias en Mención en Seguridad Industrial y Ambiental). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018. 88 pp. Disponible en [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9520/Silverio\\_Fischer\\_Condori\\_Chino.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9520/Silverio_Fischer_Condori_Chino.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CÓRDOVA, Marco y ZAMBRANO, Edwin. Concentración de plomo en agua y sedimentos en el humedal La Segua, provincia de Manabí. Tesis (Ingeniero en Medio Ambiente). Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, 2020. 82 pp. Disponible en <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1317/1/TTMA01D.pdf>

DÁVILA, Fernanda. Remediación de sedimentos contaminados con manganeso (Mn) y Zinc (Zn) utilizando *Saccharomyces cerevisiae* aislada del río San Pedro ubicado en Cananea, Sonora. Tesis (Maestro en Ciencias de la Ingeniería). Hermosillo: Universidad de Sonora, 2019. 105 pp. Disponible en <http://repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/handle/unison/3353/davilaparrafernandaaliciam.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DRINČIĆ, Ana, [et al.]. Determination of hexavalent Cr in river sediments by speciated isotope dilution inductively coupled plasma mass spectrometry. *Science of The Total Environment*, 637 y 639: 1286-1294, octubre 2018. ISSN: 0048-9697

EKOA, Armel [et al.]. Assessment of sediments pollution by trace metals in the Moloundou swamp, southeast Cameroon. *Annual Research & Review in Biology*, 30(1): 1-13, diciembre 2018. DOI: <https://doi.org/10.9734/ARRB/2018/46070>

EKOA, Armel; NGUEUTCHOUA, Gabriel. y NDJIGUI, Paul. Mineralogy and geochemistry of sediments from Simbock Lake, Yaoundé area (southern Cameroon): provenance and environmental implications. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(22): 1-18, noviembre 2018. ISSN: 1866-7511

EL-ALFY, Muhammad; EL-AMIER, Yasser y EL-HAMID, Hazem. Soil quality and health risk assessment of heavy metals in agricultural areas irrigated with wastewater from Kitchener Drain, Nile Delta, Egypt. *Journal of Scientific Agriculture*, 1: 158-170, junio 2017. DOI: 10.25081/jsa.2017. v 1.50

FUENTES, María; SANGUINETTI, Octavio y ROJAS, Luisa. Evaluación del riesgo ambiental de metales pesados en los sedimentos superficiales del saco del Golfo de Cariaco. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(1): 101-114, enero 2019. DOI: <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.01.07>

GARCIA, Basilia. Contaminación del agua por metales pesados As, B, Cu, Pb, Cd y CN-en las cuencas de los Ríos Tambo, Quilca, Camaná y Ocoña de la región Arequipa. Tesis (Doctorado en Ciencias y Tecnologías Medioambientales). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019. 195 pp. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10764>

GIRALDO, Ulises y VASQUEZ, Pedro. Evaluación y medición de la expansión territorial de la minería informal en la cuenca alta del Ramis, Puno, Perú, usando imágenes satelitales. *Espacio y Desarrollo*, (34): 5-32, febrero 2019. ISSN: 1016-9148.

GUTIÉRREZ, Sarahí. Estudio de la redisolución de cobre en sedimentos contaminados por la actividad minera, a través de un modelo factorial, utilizando ácido acético como agente lixivante. Tesis (Ingeniero Químico). Hermosillo: Universidad de Sonora, 2018. 57 pp. Disponible en <http://repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/handle/unison/2764/gutierrezfelixarahil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GYAMFI, Ebenezer; APPIAH-ADJEI, Emmanuel y ADJEI, Kwaku. Potential heavy metal pollution of soil and water resources from artisanal mining in Kokoteasua, Ghana. *Groundwater for Sustainable Development*, 8: 450-456, abril 2019. ISSN: 2352-801X

HAUSLADEN, Debra y FENDORF, Scott. Hexavalent chromium generation within naturally structured soils and sediments. *Environmental science & technology*, 51(4): 2058-2067, enero 2017. ISSN: 0013-936X

HENNE, A. [et al.]. Bacterial influence on storage and mobilisation of metals in iron-rich mine tailings from the Salobo mine, Brazil. *Science of The Total Environment*, 680: 91-104, agosto 2019. ISSN: 0048-9697.

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación. 7.a ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2018. 752 pp. ISBN: 9781456260965

HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6.a ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. 634 pp. ISBN: 9781456223960

HERRERA, Ericsson. Revisión bibliográfica sobre estudios de sedimentos en el río Bogotá. Tesis (Ingeniero civil). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2019. 58 pp. Disponible en <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35688/HERRERA%20MARTINEZ%20ERICSSON%202020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HUAYHUA, Edwin; MAMANI, Enrique y TITO, Juan. Evaluación de la acumulación de Arsénico y Cadmio en sedimento de la represa de Cotarsaya, Progreso, Puno. *Ñawparisun-Revista de Investigación Científica*, 1(1): 51-54, diciembre 2018.

INCAHUANACO, Vanesa. Identificación de puntos críticos por contaminación de metales tóxicos (Cadmio, Mercurio, Plomo y Arsénico) mediante análisis de sedimentos superficiales de la Subcuenca del Río Crucero, Cuenca Azángaro – Puno, 2018. Tesis (Ingeniería Ambiental). Juliaca: Universidad Peruana Unión, 2018. 125 pp. Disponible en <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1806>

ISLAM, Mohammad [et al.]. Heavy metal contamination and ecological risk assessment in water and sediments of the Halda river, Bangladesh: A natural fish breeding ground. *Marine Pollution Bulletin*, 160: 111-649, setiembre 2020. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2020.111649

JIMÉNEZ, Raimundo. Introducción a la contaminación de suelos. Madrid: Mundi-Prensa, 2017. 604 pp. ISBN: 9788484767893

JUAREZ, Bryan. Evaluación de riesgo ambiental del relave minero-metalúrgico de la planta de beneficio Tiquillaca, UNA-Puno. Tesis (Ingeniero Metalúrgico). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2020. 83 pp. Disponible en [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14563/Juarez\\_Chahuara\\_Bryan\\_Raul.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/14563/Juarez_Chahuara_Bryan_Raul.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

KARKANAS, Panagiotis y GOLDBERG, Paul. *Reconstructing Archaeological Sites: Understanding the Geoarchaeological Matrix*. USA: John Wiley & Sons, 2018. 296 pp. ISBN: 9781119016403

LOPÉZ, Matha; POCH, Rosa PORTA y Jaime. *Edafología uso y protección de suelos*. 4a. ed. Madrid: Mundi prensa, 2019. 624 pp. ISBN: 9788484767503

MALDONADO, Jorge. *Metodología de la investigación social: Paradigmas: cuantitativo, sociocrítico, cualitativo, complementario*. México: Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 296 pp. ISBN: 9789587628609

MAMANI, Wile; INOFUENTE, Wilmer; DE LA CRUZ, Diego; ZEA, Nelson; SALAS, Reynaldo; MAMANI, Dany y SUCAPUCA, Reyder. Adsorción de metales pesados de aguas residuales de la mina Lunar de Oro con carbón activado de lenteja de agua (*Lemna gibba L.*). *NAWPARISUN – Revista de Investigación Científica*, 1(2), 13-20. 2019. 17 pp. Disponible en: <http://unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/27>

MARÍN, Rafael. *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: Tratamiento y control de calidad de aguas*. 2.a ed. [s.l.]: Ediciones Díaz de Santos, 2019. 439 pp. ISBN: 9788490522103

MARTÍNEZ, Zoraya, [et al.]. Contaminación de suelos agrícolas por metales pesados, zona minera El Alacrán, Colombia. *Temas agrarios*, 22(2): 21-31, mayo 2017.

MILAČIČ, Radmila, [et al.]. Potentially toxic elements in water and sediments of the Sava River under extreme flow events. *Science of the Total Environment*, 605: 894-905, junio 2017. ISSN: 0048-9697

MOMIN, Mohammad, [et al.]. Assessment of heavy metal contamination in the surficial sediments from the lower Meghna River estuary, Noakhali coast, Bangladesh. *International Journal of Sediment Research*, 36(3): 384-391, junio 2021. ISSN: 1001-6279

MORASSUTTI, Gian. *Diseño de estructuras de corrección de torrentes y retención de sedimentos*. Bogotá: Ediciones de la U, 2020. 562 pp. ISBN: 9789587921830

MURRAY, Jesica, [et al.]. Origin and geochemistry of arsenic in surface and groundwaters of Los Pozuelos basin, Puna region, Central Andes, Argentina. *Science of the Total Environment*, 697: 1-16, agosto 2019. ISSN: 0048-9697

ÑAUPAS, Humberto [et al.]. Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis. 4.a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2014. 538 pp. ISBN: 9789587621884

NAVARRO, César. Epistemología y metodología de la investigación. México: Grupo editorial Patria, S.A. de C.V., 2014. 288 pp. ISBN: 9786074388640

NIMA, Rodrigo. Determinación grado de contaminación por metales pesados generados por la actividad minera artesanal; para evaluar la calidad del agua del río Quiroz sector San Sebastián- Pampa Larga –Suyo-Piura. Tesis (Magister en Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2020. 122 pp. Disponible en <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2504>

NIÑO, Victor. Metodología de la investigación. 2.a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2019. 162 pp. ISBN: 9789587920758

NIU, Yong, [et al.]. Concentration distribution and toxicity of heavy metals in surface sediment of Poyang Lake, China. *Wetlands*, 39( 1): 55-62, diciembre 2019. ISSN: 0277-5212

OVIEDO-ANCHUNDIA, Rodrigo, et al. Contaminación por metales pesados en el sur del Ecuador asociada a la actividad minera. *Bionatura*, 2017, p. 437. Disponible en: <https://www.revistabionatura.com/files/2017.02.04.5.pdf>

PÉREZ, Moisés. Evaluación de Riesgo Ambiental en el área de influencia minera del río Crucero por plomo y mercurio – Distrito de Ananea. Tesis (Doctorado en Ciencia Tecnología y Medio Ambiente). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 66 pp. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6780>

QUISPE, Raúl, [et al.]. Concentración de metales pesados: cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 36(2): 83-90, junio 2019. ISSN: 0250-5460.



RESTREPO, Oscar [et al.]. Waste Management and the Elimination of Mercury in Tailings from Artisanal and Small-Scale Gold Mining in the Andes Municipality of Antioquia, Colombia. *Mine Water and the Environment*, 40(1): 250-256, octubre 2020. ISSN: 1025-9112

REYES, Yulieth, [et al.]. Contaminación por metales pesados: Implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Ingeniería investigación y Desarrollo*, 16(2): 66-77, diciembre 2016. ISSN: 1900-771X

RODRÍGUEZ, Nadia; MCLAUGHLIN, Michael y PENNOCK, Daniel. La contaminación del suelo: una realidad oculta. Roma, FAO, 2019. 144 pp. ISBN: 9789251316399

SALAS, Dante. Evaluación de metales y metaloides en sedimentos en la subcuenca del río Azángaro y su modelamiento ambiental. Tesis (Maestría en Tecnologías de Protección Ambiental). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 94 pp. Disponible en [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8348/Dante\\_Salas\\_Mercado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8348/Dante_Salas_Mercado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

SALINAS, Néstor. Presencia de metales Cr, Hg, Pb, Zn, Mn, Cu y Fe en los sedimentos y el agua del cauce del arroyo San Lorenzo (Dpto. Central, Paraguay). Tesis (Magister Elaboración, Gestión y Evaluación de Proyectos de Investigación Científica). San Lorenzo: Universidad Nacional de Asunción, 2019. 109 pp. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/337844688\\_PRESENCIA\\_DE\\_METALES\\_Cr\\_Hg\\_Pb\\_Zn\\_Mn\\_Cu\\_y\\_Fe\\_EN\\_LOS\\_SEDIMENTOS\\_Y\\_EL\\_AGUA\\_DEL\\_CAUCE\\_DEL\\_ARROYO\\_SAN\\_LORENZO\\_DPTO\\_CENTRAL\\_PARAGUAY](https://www.researchgate.net/publication/337844688_PRESENCIA_DE_METALES_Cr_Hg_Pb_Zn_Mn_Cu_y_Fe_EN_LOS_SEDIMENTOS_Y_EL_AGUA_DEL_CAUCE_DEL_ARROYO_SAN_LORENZO_DPTO_CENTRAL_PARAGUAY)

SIERRA, C., [et al.]. Geochemical interactions study in surface river sediments at an artisanal mining area by means of Canonical (MANOVA)-Biplot. *Journal of Geochemical Exploration*, 175: 72-81, abril 2017. ISSN: 0375-6742

SUÁREZ, Paola.; ORFEO, Oscar y VEGA, Marisol. Introducción al estudio de sedimentos fluviales de llanura. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, 4: 254-264, mayo 2018. DOI: 10.30972/eitt.402892

SUN, Linzhu; ZHENG, Yunyun y YU, Xiaoniu. Flocculation-bio-treatment of heavy metals-vacuum preloading of the river sediments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 201: 1-6, mayo 2020. ISSN: 0147-6513

VALVERDE, Juan y PÉREZ, José. Manual de toxicología medioambiental forense. Madrid: Centro de estudios Ramon Areces, S.A., 2018. 384 pp. ISBN: 9788499619569

VELLAIZAC, Gina; PAYAN, Marlyn. Evaluación de la calidad del agua y sedimentos en zonas de extracción de oro con mercurio y cianuro, en los municipios de Rosas y la Sierra-Cauca. Tesis (Ingeniería Ambiental y Sanitaria). Cauca: Universidad Autónoma del Cauca. 2017. 119 pp. Disponible en <https://repositorio.uniautonoma.edu.co/handle/123456789/17>

VILLANUEVA, Tanya. Evaluación de la concentración de metales pesados en las aguas superficiales del río Ayaviri para fines de riego. Tesis (Ingeniero Agrícola). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018. 83 pp. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/14602>

VILLARREAL, José, [et al.]. Metales pesados en suelos y sedimentos en la Cuenca del río La Villa-Panamá. *Ciencia Agropecuaria*, (29): 41-64, octubre 2018.

WANG, Hong, [et al.]. The effect of highway on heavy metal accumulation in soil in turfy swamps, Northeastern China. *Water, Air, & Soil Pollution*, 228(8): 1-14, julio 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-017-3486-2>

WANG, Ping, [et al.]. Leaching of heavy metals from abandoned mine tailings brought by precipitation and the associated environmental impact. *Science of the Total Environment*, 695: 1-11, diciembre 2019. ISSN: 0048-9697

WEI, Li, [et al.]. Heavy metal pollution and potential ecological risk in urban river sediment of Huai'an City, China. IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science*, 371(3): 2-7, diciembre 2019. ISSN: 1755-1307

ZHUANG, Sukai, [et al.]. Ascertaining the pollution, ecological risk and source of metal (loid) s in the upstream sediment of Danjiang River, China. *Ecological Indicators*, 125: 1-12, febrero 2021. ISSN: 1470-160X

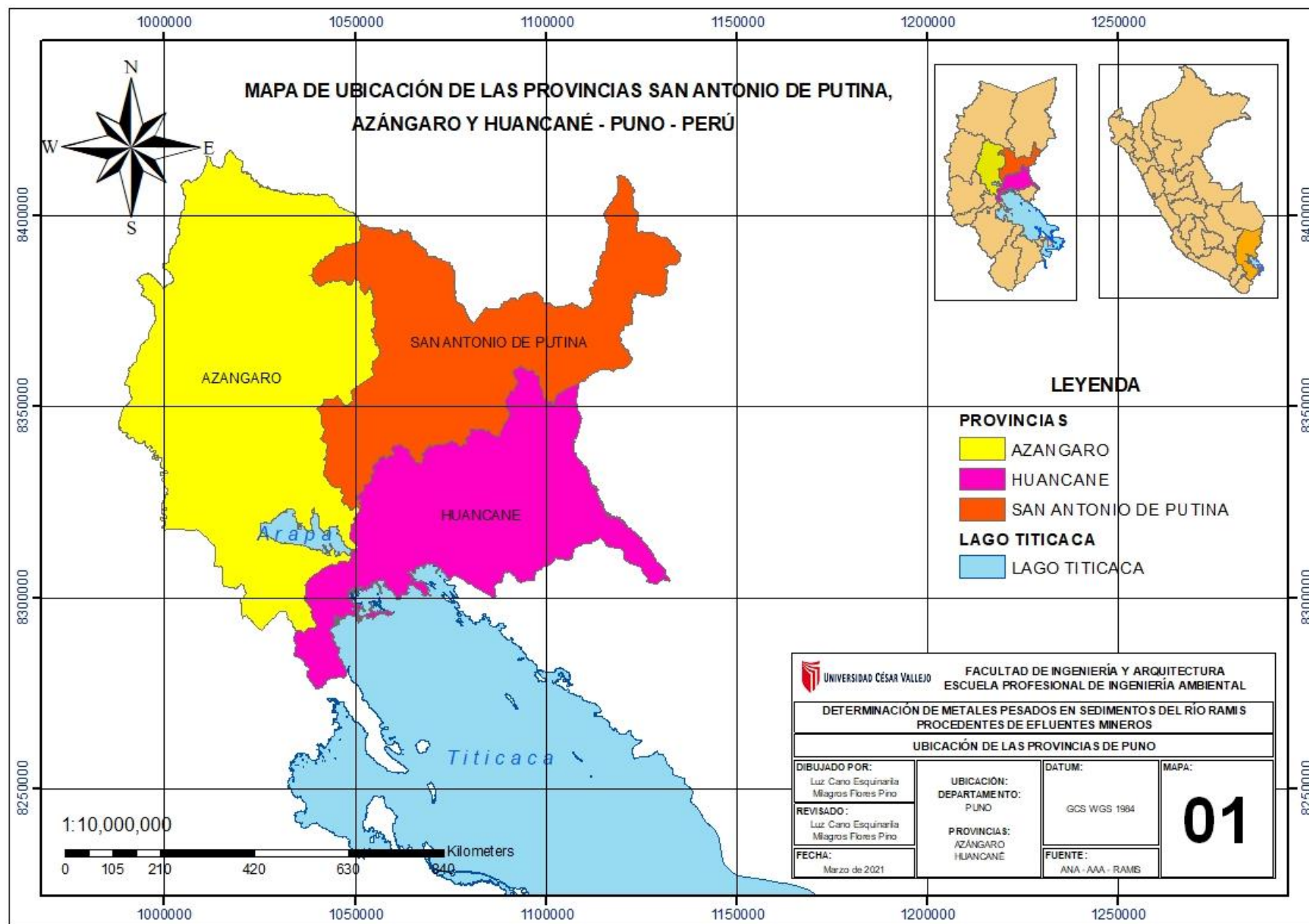
## **ANEXOS**

### Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

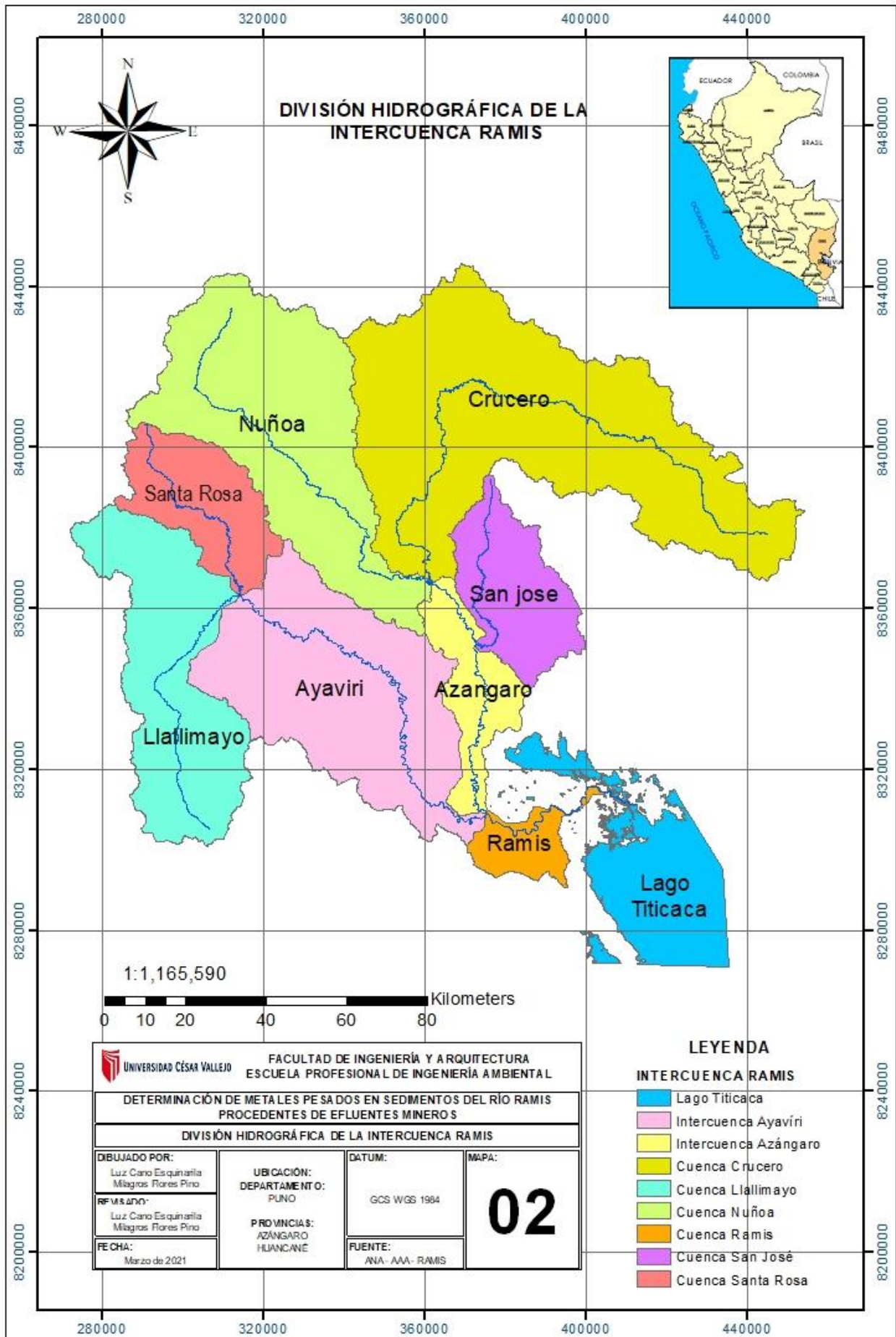
<b>TITULO:</b> Determinación de metales pesados en sedimentos del río Ramis procedentes de efluentes mineros informales, Puno							
<b>FORMULACION DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>COBERTURA DE ESTUDIO</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>¿Cuál es la concentración de metales pesados As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb y Zn en los sedimentos del río Ramis procedentes de efluentes mineros informales en la región Puno?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Determinar la concentración de metales pesados As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb y Zn en los sedimentos del río Ramis procedentes de efluentes mineros informales en la región Puno.</p>	<p><b>HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN:</b></p> <p>La concentración de metales pesados en los sedimentos del río Ramis que proceden de los efluentes mineros informales, nos facilitará un alcance al ser comparados con su normativa correspondiente y por consecuencia su eventual impacto.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <p>Concentración de metales pesados en los sedimentos del Río Ramis</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arsénico</li> <li>• Cadmio</li> <li>• Cobre</li> <li>• Cromo</li> <li>• Mercurio</li> <li>• Plomo</li> <li>• Zinc</li> </ul>	mg/kg	<p><b>TIPO DE INVESTIGACION:</b></p> <p>Descriptiva e aplicada</p>	<p><b>POBLACION:</b></p> <p>El Río Ramis y las pozas de agua residual industrial.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b></p> <p>- ¿Cuál es la concentración de metales pesados en los efluentes de la minería informal - sector Ananea y estos superan los LMP para descarga de efluentes líquidos de actividades minero - metalúrgicas?</p> <p>- ¿Cuál es la concentración de metales pesados en los sedimentos del Río Ramis - Sector Achaya - Taraco y estos superan las Directrices Canadienses de Calidad de Sedimentos para la Protección de la Vida Acuática?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b></p> <p>- Analizar y comparar la concentración de metales pesados en efluentes procedentes de la minería informal - Sector Ananea con los LMP para descarga de efluentes líquidos de actividades minero - metalúrgicas.</p> <p>- Analizar y comparar la concentración de metales pesados en los sedimentos del río Ramis - Sector Achaya - Taraco con las Directrices Canadienses de Calidad de Sedimentos para la Protección de la Vida Acuática.</p>	<p><b>HIPOTESIS ALTERNATIVA:</b></p> <p>La concentración de metales pesados en los sedimentos del río Ramis que proceden de los efluentes mineros informales, no nos facilitará un alcance al ser comparados con su normativa correspondiente y por consecuencia no presentaría un impacto en el medio ambiente.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Efluentes mineros de la minería informal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arsénico</li> <li>• Cadmio</li> <li>• Cobre</li> <li>• Cromo</li> <li>• Mercurio</li> <li>• Plomo</li> <li>• Zinc</li> </ul>	mg/L	<p><b>DISEÑO DE LA INVESTIGACION:</b></p> <p>Nivel cuasi experimental - transversal</p>	<p><b>MUESTRA:</b></p> <p>De tipo no probabilística.</p> <p><b>MUESTREO:</b></p> <p>Por conveniencia.</p>

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 2: Provincias de materia de estudio

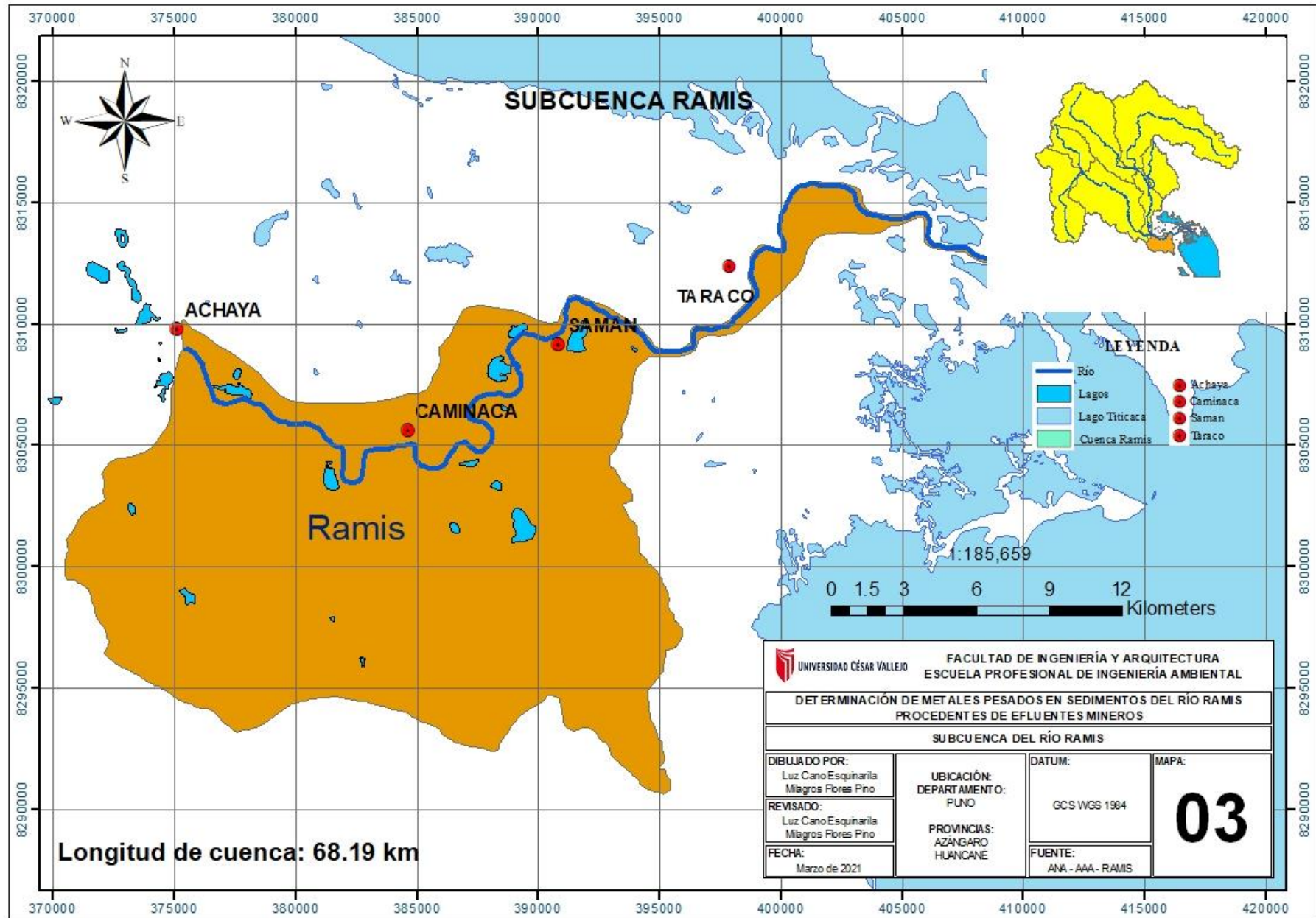


### Anexo 3: División Hidrográfica – Intercuenca Ramis





### Anexo 4: Subcuenca Ramis



# Anexo 5: Límites Máximos Permisibles para Descarga de Efluentes Minero Metalúrgico

424114

 **NORMAS LEGALES**

El Peruano  
Lima, sábado 21 de agosto de 2010

la Ministra de Economía y Finanzas y por el Ministro de Transportes y Comunicaciones.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN  
Presidente del Consejo de Ministros

MERCEDES ARÁOZ FERNÁNDEZ  
Ministra de Economía y Finanzas

ENRIQUE CORNEJO RAMÍREZ  
Ministro de Transportes y Comunicaciones

533964-6

## Autorizan viaje de funcionario de OSIPTEL a Colombia para participar en eventos organizados por el Centro de Excelencia de las Américas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones

RESOLUCIÓN SUPREMA  
N° 194-2010-PCM

Lima, 20 de agosto de 2010

Vista, la Carta N° 816-GG-RI/2010 del Gerente General del Consejo Directivo del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL; y,

CONSIDERANDO:

Que, por comunicación de fecha 27 de julio de 2010 la Asesora en Gestión y Desarrollo de Recursos Humanos del Centro de Excelencia para la Región Américas de la Oficina Regional de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT para las Américas ha invitado al Gerente General del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL a participar en la "I Reunión del Comité Estratégico y de Calidad del Centro de Excelencia de las Américas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT", así como en el "IV Foro Internacional Futuro de las Tecnologías de la Información en Telecomunicación - TIC en la Región Américas", a llevarse a cabo en la ciudad de Bogotá, República de Colombia, del 30 de agosto al 3 de setiembre de 2010;

Que, los mencionados eventos son organizados por el Centro de Excelencia de las Américas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y cuentan con la colaboración de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Colombia;

Que, las citadas reuniones congregarán a los expertos de la región de los organismos reguladores de telecomunicaciones y de las instituciones que forman parte de la Red de Nodos del Centro de Excelencia de las Américas de la UIT;

Que, en atención al prestigio internacional del OSIPTEL, este organismo ha sido reconocido e incorporado a la Red de Nodos del Centro de Excelencia de las Américas, habiéndose firmado para ello, el 3 de octubre de 2008, el Acuerdo de Participación de dicha Red de Nodos entre el OSIPTEL y la UIT;

Que, en el marco de este Acuerdo, el OSIPTEL y la UIT realizan actividades conjuntas con la finalidad de fortalecer las capacidades de los funcionarios del OSIPTEL, siendo la línea de contar con un mecanismo regional que fortalezca la capacidad de generar conocimiento y experiencia para el talento humano de más alto nivel de la Región Américas y contribuir a su capacitación y desarrollo;

Que, en el IV Foro Internacional Futuro de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la Región Américas se tratarán importantes temas del sector, tales como la participación empresarial necesaria para el aporte de las TIC al desarrollo social, las redes de bajo costo en la inclusión digital, las aplicaciones TIC en las Américas, la regulación de aplicaciones, contenidos y televisión digital;

Que, en este sentido, la participación en estos eventos permitirá obtener recursos y generar la posibilidad de capacitación a los funcionarios del OSIPTEL en políticas de telecomunicaciones, gestión o gerencia de telecomunicaciones, nuevas tecnologías, servicios de telecomunicaciones y regulación de las telecomunicaciones;

Que, el señor Alejandro Gustavo Jiménez Morales además de ser el Gerente General del OSIPTEL es responsable de las coordinaciones con el Centro de Excelencia de las Américas de la UIT, por lo cual su participación permitirá un adecuado intercambio de experiencias e información sobre temas muy importantes para la regulación de los servicios públicos de telecomunicaciones y las políticas de capacitación y fortalecimiento de las capacidades de los recursos humanos del sector;

Que, la UIT asumirá los costos del pasaje aéreo del citado funcionario, correspondiendo asumir al OSIPTEL, con cargo a su presupuesto, los gastos por concepto de viáticos y tarifa única por uso de aeropuerto;

De conformidad con lo establecido por la Ley N° 27619, Ley que regula la autorización de viajes al exterior de funcionarios y servidores públicos del Poder Ejecutivo; su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 047-2002-PCM; la Ley N° 29289, la Ley N° 29465, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2010; y el Reglamento de Organización y Funciones de la Presidencia del Consejo de Ministros, aprobado por el Decreto Supremo N° 063-2007-PCM; y,

Estando a lo acordado;

SE RESUELVE:

**Artículo 1°.-** Autorizar el viaje del señor Alejandro Gustavo Jiménez Morales, Gerente General del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL, a la ciudad de Bogotá, República de Colombia, del 29 de agosto al 4 de setiembre de 2010, para los fines expuestos en la parte considerativa de la presente resolución.

**Artículo 2°.-** Los gastos que irroque el cumplimiento de la presente resolución se efectuarán con cargo al presupuesto del OSIPTEL, de acuerdo al siguiente detalle:

Tarifa Única por Uso de Aeropuerto	US\$	31,00
Viáticos	US\$	1 200,00

**Artículo 3°.-** Dentro de los quince (15) días calendario siguientes de efectuado el viaje, el referido funcionario deberá presentar a su institución un informe detallado describiendo las acciones realizadas, los resultados obtenidos y la rendición de cuentas por los viáticos entregados.

**Artículo 4°.-** La presente Resolución no otorga derecho a exoneración o liberación de impuestos aduaneros de ninguna clase o denominación.

**Artículo 5°.-** La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN  
Presidente del Consejo de Ministros

533964-7

**AMBIENTE**

## Aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas

DECRETO SUPREMO  
N° 010-2010-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA:





**CONSIDERANDO:**

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el artículo 32° de la Ley N° 28611 modificado por el Decreto Legislativo N° 1055, establece que la determinación del Límite Máximo Permissible - LMP, corresponde al Ministerio del Ambiente y su cumplimiento es exigible legalmente por éste y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, modificado por el Decreto Legislativo N° 1039, establece como función específica de dicho Ministerio elaborar los ECA y LMP, de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 011-96-EM-VMM, se aprobaron los niveles máximos permisibles para efluentes líquidos minero-metalúrgicos;

Que, el conocimiento actual de las condiciones de biodisponibilidad y biotoxicidad de los elementos que contiene los efluentes líquidos descargados al ambiente por acción antrópica y la forma en la que éstos pueden afectar los ecosistemas y la salud humana, concluyen que es necesario que los LMP se actualicen para las Actividades Minero-Metalúrgicas, a efecto que cumplan con los objetivos de protección ambiental;

Que, el Ministerio de Energía y Minas ha remitido una propuesta de actualización de LMP para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero-Metalúrgicas, la misma que fue publicada para consulta y discusión pública en el Diario Oficial El Peruano habiéndose recibido comentarios y observaciones que han sido debidamente meritados;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

**DECRETA:**

**Artículo 1°.- Objeto**

Aprobar los Límites Máximos Permisibles - LMP, para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas de acuerdo a los valores que se indica en el Anexo 01 que forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

**Artículo 2°.- Ámbito de Aplicación**

El presente Decreto Supremo es aplicable a todas las actividades minero-metalúrgicas que se desarrollen dentro del territorio nacional.

**Artículo 3°.- Definiciones**

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos y definiciones:

**3.1 Autoridad Competente.-** Autoridad que ejerce las funciones de evaluación y aprobación de los instrumentos de gestión ambiental de la actividad minero-metalúrgica. En el caso de la gran y mediana minería dicha Autoridad Competente es el Ministerio de Energía y Minas, mientras que para la pequeña minería y minería artesanal son los Gobiernos Regionales.

**3.2 Efluente Líquido de Actividades Minero - Metalúrgicas.-** Es cualquier flujo regular o estacional de sustancia líquida descargada a los cuerpos receptores, que proviene de:

a) Cualquier labor, excavación o movimiento de tierras efectuado en el terreno cuyo propósito es el

desarrollo de actividades mineras o actividades conexas, incluyendo exploración, explotación, beneficio, transporte y cierre de minas, así como campamentos, sistemas de abastecimiento de agua o energía, talleres, almacenes, vías de acceso de uso industrial (excepto de uso público), y otros;

b) Cualquier planta de procesamiento de minerales, incluyendo procesos de trituración, molienda, flotación, separación gravimétrica, separación magnética, amalgamación, reducción, tostación, sinterización, fundición, refinación, lixiviación, extracción por solventes, electrodeposición y otros;

c) Cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales asociado con actividades mineras o conexas, incluyendo plantas de tratamiento de efluentes mineros, efluentes industriales y efluentes domésticos;

d) Cualquier depósito de residuos mineros, incluyendo depósitos de relaves, desmontes, escorias y otros;

e) Cualquier infraestructura auxiliar relacionada con el desarrollo de actividades mineras; y,

f) Cualquier combinación de los antes mencionados.

**3.3 Ente Fiscalizador.-** Autoridad que ejerce las funciones de fiscalización y sanción de la actividad minera-metalúrgica; para la gran y mediana minería será el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - OSINERGMIN, hasta que el Organismo de Evaluación y Fiscalización del Ambiente - OEFA asuma dichas funciones, y para la pequeña minería y minería artesanal de los Gobiernos Regionales.

**3.4 Límite Máximo Permissible (LMP).-** Medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan al efluente líquido de actividades minero-metalúrgicas, y que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el sistema de gestión ambiental.

**3.5 Límite en cualquier momento.-** Valor del parámetro que no debe ser excedido en ningún momento. Para la aplicación de sanciones por incumplimiento del límite en cualquier momento, éste deberá ser verificado por el fiscalizador o la Autoridad Competente mediante un monitoreo realizado de conformidad con el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes.

**3.6 Límite promedio anual.-** Valor del parámetro que no debe ser excedido por el promedio aritmético de todos los resultados de los monitoreos realizados durante los últimos doce meses previos a la fecha de referencia, de conformidad con el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes y el Programa de Monitoreo.

**3.7. Monitoreo de Efluentes Líquidos.-** Evaluación sistemática y periódica de la calidad de un efluente en un Punto de Control determinado, mediante la medición de parámetros de campo, toma de muestras y análisis de las propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas de las mismas, de conformidad con el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes.

**3.8. Parámetro.-** Cualquier elemento, sustancia o propiedad física, química o biológica del efluente líquido de actividades minero-metalúrgicas que define su calidad y que se encuentra regulado por el presente Decreto Supremo.

**3.9 Punto de Control de Efluentes Líquidos.-** Ubicación aprobada por la Autoridad Competente en la cual es obligatorio el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles.

**3.10. Programa de Monitoreo.-** Documento de cumplimiento obligatorio por el titular minero, contiene la ubicación de los puntos de control de efluentes y cuerpo receptor, los parámetros y frecuencias de monitoreo de cada punto para un determinado centro de actividades minero - metalúrgicas.

Es aprobado por la Autoridad Competente como parte de la Certificación Ambiental y puede ser modificado por ésta de oficio o a pedido de parte, a efectos de eliminar, agregar o modificar puntos de control del efluente y cuerpo



receptor, parámetros o frecuencias, siempre que exista el sustento técnico apropiado. El Ente Fiscalizador podrá recomendar las modificaciones que considere apropiadas a consecuencia de las acciones de fiscalización.

El Programa de Monitoreo considerará, además de los parámetros indicados en el presente anexo, los parámetros siguientes:

- a) Caudal
- b) Conductividad eléctrica
- c) Temperatura del efluente
- d) Turbiedad

La autoridad Competente podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

**3.11 Protocolo de Monitoreo.-** Norma aprobada por el Ministerio de Energía y Minas en coordinación con el Ministerio del Ambiente, en la que se indican los procedimientos que se deben seguir para el monitoreo del cuerpo receptor y de efluentes líquidos de actividades minero - metalúrgicas. Sólo será considerado válido el monitoreo realizado de conformidad con este Protocolo, su cumplimiento es materia de fiscalización.

**3.12 Plan de Implementación para el Cumplimiento de los LMP.-** Documento mediante el cual el Titular Minero justifica técnicamente la necesidad de un plazo de adecuación mayor al indicado, de acuerdo al artículo 4° numeral 4.2. del presente Decreto Supremo, el cual describe las acciones e inversiones que ejecutará para garantizar el cumplimiento de los LMP. Este Plan se incorporará al correspondiente estudio ambiental y de ser el caso será parte de la actualización del plan de manejo ambiental señalada en el artículo 30° del Reglamento de la Ley N° 27446, aprobado por Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM.

**3.13 Titular Minero.-** Es la persona natural o jurídica que ejerce la actividad minera.

**Artículo 4°.- Cumplimiento de los LMP y plazo de adecuación**

4.1 El cumplimiento de los LMP que se aprueban por el presente dispositivo es de exigencia inmediata para las actividades minero - metalúrgicas en el territorio nacional cuyos estudios ambientales sean presentados con posterioridad a la fecha de la vigencia del presente Decreto Supremo.

4.2 Los titulares mineros que a la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo cuenten con estudios ambientales aprobados, o se encuentren desarrollando actividades minero - metalúrgicas, deberán adecuar sus procesos, en el plazo máximo de veinte (20) meses contados a partir de la entrada en vigencia de este dispositivo, a efectos de cumplir con los LMP que se establecen.

Los titulares mineros que hayan presentado sus estudios ambientales con anterioridad a la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo y son aprobados con posterioridad a éste, computarán el plazo de adecuación a partir de la fecha de expedición de la Resolución que apruebe el Estudio Ambiental.

4.3 Sólo en los casos que requieran el diseño y puesta en operación de nueva infraestructura de tratamiento para el cumplimiento de los LMP, la Autoridad Competente podrá otorgar un plazo máximo de treinta y seis (36) meses contados a partir de la vigencia del presente Decreto Supremo, para lo cual el Titular Minero deberá presentar un Plan de Implementación para el Cumplimiento de los LMP, que describa las acciones e inversiones que se ejecutará para garantizar el cumplimiento de los LMP y justifique técnicamente la necesidad del mayor plazo.

El Plan en mención deberá ser presentado dentro de los seis (06) meses contados a partir de la entrada en vigencia del presente dispositivo.

Mediante Resolución Ministerial, el Ministerio de Energía y Minas aprobará los criterios y procedimientos para la evaluación de los Planes de Implementación para el Cumplimiento de los LMP, así como los Términos de Referencia que determinen su contenido mínimo.

**Artículo 5°.- Prohibición de dilución o mezcla de Efluentes**

De acuerdo con lo previsto en el artículo 113° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, todo Titular Minero tiene el deber de minimizar sus impactos sobre las aguas naturales, para lo cual debe limitar su consumo de agua fresca a lo mínimo necesario.

No está permitido diluir el efluente líquido con agua fresca antes de su descarga a los cuerpos receptores con la finalidad de cumplir con los LMP establecidos en el artículo 1° del presente Decreto Supremo.

Asimismo, no está permitida la mezcla de efluentes líquidos domésticos e industriales, a menos que la ingeniería propuesta para el tratamiento o manejo de aguas, así lo exija, lo cual deberá ser justificado técnicamente por el Titular Minero y aprobado por la autoridad Competente.

**Artículo 6°.- Resultados del monitoreo**

La Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros del Ministerio de Energía y Minas, es responsable de la administración de la base de datos de monitoreo de efluentes líquidos y calidad de agua de todas las actividades minero - metalúrgicas; los titulares mineros están obligados a reportar a dicha Dirección General los resultados del monitoreo realizado. Asimismo, el Ente Fiscalizador deberá remitir a la citada Dirección General los resultados del monitoreo realizado como parte de sus actividades de fiscalización.

La Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros garantizará el acceso oportuno y eficiente a la base de datos al Ente Fiscalizador. Asimismo, deberá elaborar dentro de los primeros sesenta (60) días calendario de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo reportados por los titulares mineros durante el año anterior, el cual será remitido al Ministerio del Ambiente.

**Artículo 7°.- Fiscalización y Sanción**

La fiscalización y sanción por el incumplimiento de los LMP aprobados en el presente Decreto Supremo, así como de la ejecución del Plan de Implementación para el Cumplimiento de los LMP está a cargo del Ente Fiscalizador; quien en el desarrollo de sus funciones, recurrirá, entre otros, a la base de datos de monitoreo ambiental administrada por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros del Ministerio de Energía y Minas.

**Artículo 8°.- Coordinación interinstitucional**

Si en el ejercicio de su función de fiscalización, supervisión y/o vigilancia, alguna autoridad toma conocimiento de la ocurrencia de alguna infracción ambiental relacionada al incumplimiento de los LMP aprobados por el presente dispositivo, y cuya sanción no es de su competencia, deberá informar al Ente Fiscalizador correspondiente o a la autoridad competente, adjuntando la documentación correspondiente.

**Artículo 9°.- Regímenes de Excepción**

De manera excepcional, la Autoridad Competente podrá exigir el cumplimiento de límites de descarga más rigurosos a los aprobados por el presente Decreto Supremo, cuando de la evaluación del correspondiente instrumento de gestión ambiental se concluya que la implementación de la actividad implicaría el incumplimiento del respectivo Estándar de Calidad Ambiental - ECA.

**Artículo 10°.- Refrendo**

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Energía y Minas.

#### DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

**Primera.-** El Ministerio de Energía y Minas, en coordinación con el Ministerio del Ambiente aprobará el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes Líquidos en un plazo no mayor de doscientos cincuenta (250) días calendario contados a partir de su entrada en vigencia del presente Decreto Supremo.

**Segunda.-** En el plazo máximo de sesenta (60) días calendario contados a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, el Ministerio de Energía y

Minas aprobará los Términos de Referencia conforme a los cuales deba elaborarse el Plan de implementación para el cumplimiento de los LMP, así como el procedimiento de evaluación de dichos planes.

**Tercera.-** En el plazo de dos (02) años contados a partir de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, el Ministerio del Ambiente en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas evaluará la necesidad de establecer nuevos LMP para los siguientes parámetros:

- Nitrógeno amoniacal
- Nitrógeno como nitratos
- Demanda Química de Oxígeno
- Aluminio
- Antimonio
- Manganeso
- Molibdeno
- Níquel
- Fenol
- Radio 226
- Selenio
- Sulfatos

Para tal efecto, el Ministerio de Energía y Minas dispondrá la modificación de los Programas de Monitoreo de las actividades mineras en curso de modo que se incluyan los parámetros aquí mencionados.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA  
TRANSITORIA**

**Única.-** Hasta la aprobación del Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes Líquidos se aplicará supletoriamente, el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua, aprobado por Resolución Directoral N° 004-94-EM/DGAA.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA  
DEROGATORIA**

**Única.-** Deróguese la Resolución Ministerial N° 011-96-EM/VMM, salvo los artículos 7°, 9°, 10°, 11° y 12°, así como los Anexos 03, 04, 05 y 06, los cuales mantienen su vigencia hasta la aprobación y entrada en vigencia del Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes Líquidos.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinte días del mes de agosto del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG  
Ministro del Ambiente

PEDRO SÁNCHEZ GAMARRA  
Ministro de Energía y Minas

**ANEXO 01**

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES  
PARA LA DESCARGA DE EFLUENTES LÍQUIDOS DE  
ACTIVIDADES MINERO - METALÚRGICAS**

Parámetro	Unidad	Límite en cualquier momento	Límite para el Promedio anual
pH		6 - 9	6 - 9
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	50	25
Aceites y Grasas	mg/L	20	16
Cianuro Total	mg/L	1	0,8
Arsénico Total	mg/L	0,1	0,08
Cadmio Total	mg/L	0,05	0,04
Cromo Hexavalente(*)	mg/L	0,1	0,08
Cobre Total	mg/L	0,5	0,4
Hierro (Disuelto)	mg/L	2	1,6
Plomo Total	mg/L	0,2	0,16
Mercurio Total	mg/L	0,002	0,0016
Zinc Total	mg/L	1,5	1,2

(\*) En muestra no filtrada

- Los valores indicados en la columna "Límite en cualquier momento" son aplicables a cualquier muestra colectada por el Titular Minero, el Ente Fiscalizador o la Autoridad Competente, siempre que el muestreo y análisis hayan sido realizados de conformidad con el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes del Ministerio de Energía y Minas; en este Protocolo se establecerán entre otros aspectos, los niveles de precisión, exactitud y límites de detección del método utilizado.

- Los valores indicados en la columna "Promedio anual" se aplican al promedio aritmético de todas las muestras colectadas durante el último año calendario previo a la fecha de referencia, incluyendo las muestras recolectadas por el Titular Minero y por el Ente Fiscalizador siempre que éstas hayan sido recolectadas y analizadas de conformidad con el Protocolo de Monitoreo de Aguas y Efluentes del Ministerio de Energía y Minas

533964-1

**COMERCIO EXTERIOR  
Y TURISMO**

**Autorizan viaje de representante de PROMPERÚ a la República Popular China para participar en la Feria "Asia Fruit Logística 2010"**

**RESOLUCIÓN SUPREMA  
N° 103-2010-MINCETUR**

Lima, 20 de agosto de 2010

Visto el Oficio N° 301-2010-PROMPERU/SG, de la Secretaría General de la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo - PROMPERÚ.

CONSIDERANDO:

Que, la Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo - PROMPERÚ, es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, competente para proponer y ejecutar los planes y estrategias de promoción de bienes y servicios exportables, así como de turismo interno y receptivo, promoviendo y difundiendo la imagen del Perú en materia turística y de exportaciones;

Que, PROMPERÚ, conjuntamente con cuatro empresas agroexportadoras y cinco gremios exportadores nacionales, han programado su participación en la Feria "ASIA FRUIT LOGÍSTICA 2010", organizado por la empresa Messe Berlin GMBH, a realizarse en la ciudad de Hong Kong, República Popular China, del 8 al 10 de setiembre del 2010, con el objetivo de promover las exportaciones de frutas y hortalizas frescas en el mercado asiático, a fin de consolidar nuestra presencia como país abastecedor de frutas y hortalizas de calidad;

Que, la participación de PROMPERÚ en este evento permitirá evaluar la participación de las empresas peruanas exportadoras en dicho mercado, así como conocer los aspectos de la cadena de comercialización y distribución de frutas y hortalizas entre las ciudades chinas de Hong Kong y Guangzhou;

Que, la Secretaría General de PROMPERÚ ha solicitado que se autorice el viaje del señor Víctor Germán Sarabia Molina, quien presta servicios en dicha entidad, para que en representación de PROMPERÚ, participe en la referida feria, realizando acciones de promoción de las exportaciones de importancia para el país y coordinando cuanto se refiere a la instalación del stand peruano;

Que, la Ley N° 29465, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2010, prohíbe los viajes al exterior con cargo a recursos públicos, salvo los casos excepcionales que la misma Ley señala, entre ellos, los viajes que se efectúen en el marco de las acciones de promoción de importancia para el Perú, los que deben realizarse en categoría económica y ser autorizados por Resolución Suprema;

De conformidad con el Decreto de Urgencia N° 001-2010, la Ley N° 27790, de Organización y Funciones del



## Anexo 6: Normativa Canadiense



### Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life

### SUMMARY TABLES

**Table 1. Interim freshwater sediment quality guidelines (ISQGs; dry weight), probable effect levels (PELs; dry weight), and incidence (%) of adverse biological effects in concentration ranges defined by these values.\***

Substance	ISQG	PEL	% ≤ ISQG	ISQG < % < PEL	% ≥ PEL
Acenaphthene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Acenaphthylene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Aroclor 1254 [See Polychlorinated biphenyls (PCBs)]					
Arsenic	5.9 mg·kg <sup>-1</sup>	17.0 mg·kg <sup>-1</sup>	5	25	12
Benz(a)anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Benzo(a)pyrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Cadmium	0.6 mg·kg <sup>-1</sup>	3.5 mg·kg <sup>-1</sup>	11	12	47
Chlordane	4.50 µg·kg <sup>-1</sup>	8.87 µg·kg <sup>-1</sup>	2	17	70
Chromium	37.3 mg·kg <sup>-1</sup>	90.0 mg·kg <sup>-1</sup>	2	19	49
Chrysene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Copper	35.7 mg·kg <sup>-1</sup>	197 mg·kg <sup>-1</sup>	4	38	44
DDTs					
DDD <sup>†</sup> (2,2-Bis( <i>p</i> -chlorophenyl)-1,1-dichloroethane; Dichloro diphenyl dichloroethane)	3.54 µg·kg <sup>-1</sup>	8.51 µg·kg <sup>-1</sup>	3	30	85
DDE <sup>†</sup> (1,1-Dichloro-2,2-bis( <i>p</i> -chlorophenyl)-ethene; Diphenyl dichloro ethylene)	1.42 µg·kg <sup>-1</sup>	6.75 µg·kg <sup>-1</sup>	6	20	47
DDT <sup>†</sup> (2,2-Bis( <i>p</i> -chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane; Dichloro diphenyl trichloroethane)	1.19 µg·kg <sup>-1</sup> ‡	4.77 µg·kg <sup>-1</sup> §	8	5	59
Dibenz(a,h)anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Dieldrin	2.85 µg·kg <sup>-1</sup>	6.67 µg·kg <sup>-1</sup>	1	10	60
Endrin	2.67 µg·kg <sup>-1</sup>	62.4 µg·kg <sup>-1</sup>	1	64	59
Fluoranthene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Fluorene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					

*Continued.*

## SUMMARY TABLES

Canadian Sediment Quality Guidelines  
for the Protection of Aquatic Life

Table 1. Continued.

Substance	ISQG	PEL	% ≤ ISQG	ISQG < % < PEL	% ≥ PEL
Heptachlor epoxide	0.60 µg·kg <sup>-1</sup>	2.74 µg·kg <sup>-1</sup>	3	12	67
Hexachlorocyclohexane [See Lindane]					
Lead	35.0 mg·kg <sup>-1</sup>	91.3 mg·kg <sup>-1</sup>	5	23	42
Lindane (Hexachlorocyclohexane)	0.94 µg·kg <sup>-1</sup>	1.38 µg·kg <sup>-1</sup>	0	50	49
Mercury	0.17 mg·kg <sup>-1</sup>	0.486 mg·kg <sup>-1</sup>	8	34	36
2-Methylnaphthalene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Naphthalene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
PAHs [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
PCBs [See Polychlorinated biphenyls (PCBs)]					
PCDD/Fs [see Polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins and polychlorinated dibenzofurans]					
Phenanthrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Polychlorinated biphenyls (PCBs)					
Aroclor 1254	60 µg·kg <sup>-1</sup> #	340 µg·kg <sup>-1</sup> **			
Total PCBs	34.1 µg·kg <sup>-1</sup>	277 µg·kg <sup>-1</sup>	4	40	50
Polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins and polychlorinated dibenzofurans	0.85 ng·TEQ/kg dw §§	21.5 ng·TEQ/kg dw §§	0 <sup>###</sup>	24 <sup>###</sup>	46 <sup>###</sup>
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)					
Acenaphthene	6.71 µg·kg <sup>-1</sup> †	88.9 µg·kg <sup>-1</sup> §			
Acenaphthylene	5.87 µg·kg <sup>-1</sup> †	128 µg·kg <sup>-1</sup> §			
Anthracene	46.9 µg·kg <sup>-1</sup> †	245 µg·kg <sup>-1</sup> §			
Benz( <i>a</i> )anthracene	31.7 µg·kg <sup>-1</sup>	385 µg·kg <sup>-1</sup>	13	6	38
Benzo( <i>a</i> )pyrene	31.9 µg·kg <sup>-1</sup>	782 µg·kg <sup>-1</sup>	11	16	30
Chrysene	57.1 µg·kg <sup>-1</sup>	862 µg·kg <sup>-1</sup>	8	14	25
Dibenz( <i>a,h</i> )anthracene	6.22 µg·kg <sup>-1</sup> †	135 µg·kg <sup>-1</sup> §			
Fluoranthene	111 µg·kg <sup>-1</sup>	2355 µg·kg <sup>-1</sup>	8	23	49
Fluorene	21.2 µg·kg <sup>-1</sup> †	144 µg·kg <sup>-1</sup> §			
2-Methylnaphthalene	20.2 µg·kg <sup>-1</sup> †	201 µg·kg <sup>-1</sup> §			
Naphthalene	34.6 µg·kg <sup>-1</sup> †	391 µg·kg <sup>-1</sup> §			
Phenanthrene	41.9 µg·kg <sup>-1</sup>	515 µg·kg <sup>-1</sup>	4	17	44
Pyrene	53.0 µg·kg <sup>-1</sup>	875 µg·kg <sup>-1</sup>	7	16	32
Pyrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Toxaphene	0.1 µg·kg <sup>-1</sup> ††	— ††			
Zinc	123 mg·kg <sup>-1</sup>	315 mg·kg <sup>-1</sup>	5	32	36

\* ISQGs and PELs presented here have been calculated using a modification of the NSTP approach (CCME 1995).

† Sum of *p,p'* and *o,p'* isomers.

‡ Provisional; adoption of marine ISQG.

§ Provisional; adoption of marine PEL.

# Provisional; adoption of lowest effect level from Ontario (Persaud et al. 1993).

\*\* Provisional; 1% TOC; adoption of severe effect level of 34 µg·g<sup>-1</sup> TOC from Ontario (Persaud et al. 1993).

†† Provisional; 1% TOC; adoption of the chronic sediment quality criterion of 0.01 µg·g<sup>-1</sup> TOC of the New York State Department of Environmental Conservation (NYSDEC 1994).

‡‡ No PEL derived.

§§ Values are expressed as toxic equivalency (TEQ) units, based on WHO 1998 TEF values for fish.

### Note that the incidence of adverse biological effects below the TEL, between the TEL and PEL, and above the PEL were 22%, 24% and 65%, respectively, prior to the application of a safety factor.



Table 2. Interim marine sediment quality guidelines (ISQGs; dry weight), probable effect levels (PELs; dry weight), and incidence (%) of adverse biological effects in concentration ranges defined by these values.\*

Substance	ISQG	PEL	% ≤ ISQG	ISQG < % < PEL	% ≥ PEL
Acenaphthene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons; (PAHs)]					
Acenaphthylene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Aroclor 1254 [See Polychlorinated biphenyls (PCBs)]					
Arsenic	7.24 mg·kg <sup>-1</sup>	41.6 mg·kg <sup>-1</sup>	3	13	47
Benz(a)anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Benzo(a)pyrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Cadmium	0.7 mg·kg <sup>-1</sup>	4.2 mg·kg <sup>-1</sup>	6	20	71
Chlordane	2.26 µg·kg <sup>-1</sup>	4.79 µg·kg <sup>-1</sup>	9	12	17
Chromium	52.3 mg·kg <sup>-1</sup>	160 mg·kg <sup>-1</sup>	4	15	53
Chrysene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Copper	18.7 mg·kg <sup>-1</sup>	108 mg·kg <sup>-1</sup>	9	22	56
DDTs					
DDD <sup>†</sup> (2,2-Bis( <i>p</i> -chlorophenyl)-1,1,-dichloroethane; Dichloro diphenyl dichloroethane)	1.22 µg·kg <sup>-1</sup>	7.81 µg·kg <sup>-1</sup>	4	11	46
DDE <sup>‡</sup> (1,1-Dichloro-2,2,bis( <i>p</i> -chlorophenyl)-ethene; Diphenyl dichloro ethylene)	2.07 µg·kg <sup>-1</sup>	374 µg·kg <sup>-1</sup>	5	16	50
DDT <sup>†</sup> (2,2-Bis( <i>p</i> -chlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane; Dichloro diphenyl trichloroethane)	1.19 µg·kg <sup>-1</sup>	4.77 µg·kg <sup>-1</sup>	8	5	59
Dibenz(a,h)anthracene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Dieldrin	0.71 µg·kg <sup>-1</sup>	4.30 µg·kg <sup>-1</sup>	4	13	50
Endrin	2.67 µg·kg <sup>-1</sup> ‡	62.4 µg·kg <sup>-1</sup> §			
Fluoranthene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Fluorene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Heptachlor epoxide	0.60 µg·kg <sup>-1</sup> ‡	2.74 µg·kg <sup>-1</sup> §			
Hexachlorocyclohexane [See Lindane]					
Lead	30.2 mg·kg <sup>-1</sup>	112 mg·kg <sup>-1</sup>	6	26	58
Lindane (Hexachlorocyclohexane)	0.32 µg·kg <sup>-1</sup>	0.99 µg·kg <sup>-1</sup>	3	21	26

Continued.

## SUMMARY TABLES

Canadian Sediment Quality Guidelines  
for the Protection of Aquatic Life

Table 2. Continued.

Substance	ISQG	PEL	% ≤ ISQG	ISQG < % < PEL	% ≥ PEL
Mercury	0.13 mg·kg <sup>-1</sup>	0.70 mg·kg <sup>-1</sup>	8	24	37
2-Methylnaphthalene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Naphthalene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
PAHs [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
PCBs [See Polychlorinated biphenyls (PCBs)]					
PCDD/Fs [see Polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins and polychlorinated dibenzofurans]					
Phenanthrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Polychlorinated biphenyls (PCBs)					
Aroclor 1254	63.3 µg·kg <sup>-1</sup>	709 µg·kg <sup>-1</sup>	1	24	76
Total PCBs	21.5 µg·kg <sup>-1</sup>	189 µg·kg <sup>-1</sup>	16	37	55
Polychlorinated dibenzo- <i>p</i> -dioxins and polychlorinated dibenzofurans	0.85 ng TEQ/kg dw <sup>†</sup>	21.5 ng TEQ/kg dw <sup>††</sup>			
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)					
Acenaphthene	6.71 µg·kg <sup>-1</sup>	88.9 µg·kg <sup>-1</sup>	8	29	57
Acenaphthylene	5.87 µg·kg <sup>-1</sup>	128 µg·kg <sup>-1</sup>	7	14	51
Anthracene	46.9 µg·kg <sup>-1</sup>	245 µg·kg <sup>-1</sup>	9	20	75
Benz( <i>a</i> )anthracene	74.8 µg·kg <sup>-1</sup>	693 µg·kg <sup>-1</sup>	9	16	78
Benzo( <i>a</i> )pyrene	88.8 µg·kg <sup>-1</sup>	763 µg·kg <sup>-1</sup>	8	22	71
Chrysene	108 µg·kg <sup>-1</sup>	846 µg·kg <sup>-1</sup>	9	19	72
Dibenz( <i>a,h</i> )anthracene	6.22 µg·kg <sup>-1</sup>	135 µg·kg <sup>-1</sup>	16	12	65
Fluoranthene	113 µg·kg <sup>-1</sup>	1 494 µg·kg <sup>-1</sup>	10	20	80
Fluorene	21.2 µg·kg <sup>-1</sup>	144 µg·kg <sup>-1</sup>	12	20	70
2-Methylnaphthalene	20.2 µg·kg <sup>-1</sup>	201 µg·kg <sup>-1</sup>	0	23	82
Naphthalene	34.6 µg·kg <sup>-1</sup>	391 µg·kg <sup>-1</sup>	3	19	71
Phenanthrene	86.7 µg·kg <sup>-1</sup>	544 µg·kg <sup>-1</sup>	8	23	78
Pyrene	153 µg·kg <sup>-1</sup>	1 398 µg·kg <sup>-1</sup>	7	19	83
Pyrene [See Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs)]					
Toxaphene	0.1 µg·kg <sup>-1</sup> #	— **			
Zinc	124 mg·kg <sup>-1</sup>	271 mg·kg <sup>-1</sup>	4	27	65

\* ISQGs and PELs presented here have been calculated using a modification of the NSTP approach (CCME 1995).

† Sum of *p,p'* and *o,p'* isomers.

‡ Provisional; adoption of freshwater ISQG.

§ Provisional; adoption of freshwater PEL.

# Provisional; 1% TOC; adoption of the chronic sediment quality criterion of 0.01 µg·g<sup>-1</sup> TOC of the New York State Department of Environmental Conservation (NYSDEC 1994).

\*\* No PEL derived.

†† Values are expressed as toxic equivalency (TEQ) units, based on WHO 1998 TEF values for fish.



**References**

CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) 1995. Protocol for the derivation of Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life. CCME EPC-98E. Prepared by Environment Canada, Guidelines Division, Technical Secretariat of the CCME Task Group on Water Quality Guidelines, Ottawa. [Reprinted in Canadian environmental quality guidelines, Chapter 6, Canadian Council of Ministers of the Environment, 1999, Winnipeg.]

NYSDEC (New York State Department of Environmental Conservation). 1994. Technical guidance for screening contaminated

sediments. Prepared by the Division of Fish and Wildlife and the Division of Marine Resources. November 22, 1993. New York.

Persaud, D., R. Jaagumagi, and A. Hayton. 1993. Guidelines for the protection and management of aquatic sediment quality in Ontario. Ontario Ministry of the Environment, Water Resources Branch, Toronto.

Reference listing:

Canadian Council of Ministers of the Environment. 2001. Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Summary tables. Updated. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

For further scientific information, contact:

Environment Canada  
Guidelines and Standards Division  
351 St. Joseph Blvd.  
Hull, QC K1A 0H3  
Phone: (819) 953-1550  
Facsimile: (819) 953-0461  
E-mail: [cegg-rcqe@ec.gc.ca](mailto:cegg-rcqe@ec.gc.ca)  
Internet: <http://www.ec.gc.ca>

For additional copies, contact:

CCME Documents  
c/o Manitoba Statutory Publications  
200 Vaughan St.  
Winnipeg, MB R3C 1T5  
Phone: (204) 945-4664  
Facsimile: (204) 945-7172  
E-mail: [spccme@chc.gov.mb.ca](mailto:spccme@chc.gov.mb.ca)



## Anexo 7: Certificado de Laboratorio

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## ALS LS PERÚ S.A.C.

**Laboratorio de Ensayo**

En su sede ubicada en: Av. Dolores N° 167, distrito de José Luis Bustamante y Rivero, provincia de Arequipa y departamento de Arequipa.

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración\***

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 17 de marzo de 2018  
Fecha de Vencimiento: 16 de marzo de 2022



Firmado digitalmente por  
CONTRERAS JUGO Estela Hedy  
CAI: 205002180115 exp.  
Fecha: 2020-06-18 18:48:27

---

**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación – INACAL

Fecha de emisión: 18 de junio de 2020

Cédula N° : 0155-2018-INACAL/DA  
Contrato N° : 010-2018/INACAL-DA  
Registro N° : LE-029

\*La acreditación con la NTP-ISO/IEC 17025:2017, inicia a partir del 29 de mayo de 2020, según Cédula de Notificación N° 211-2020-INACAL/DA

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 02

# Anexo 8: Resultados de Laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-029



Registro N° LE-029

## INFORME DE ENSAYO: 80494/2019-1

FDT 001 -02

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LS 700674/2019-1.0  
 Fecha de Muestreo 19/08/2019  
 Hora de Muestreo 09:00:00  
 Tipo de Muestra Agua Residual Industrial POZO 1  
 Identificación

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP Masa						
Plata (Ag)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	10/12/2019	mg/L	0,003	0,011	28,92
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0001	0,0006	0,0902
Boro (B)	20237	10/12/2019	mg/L	0,003	0,012	0,004
Bario (Ba)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	0,1844
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0014
Bismuto (Bi)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Calcio (Ca)	20237	10/12/2019	mg/L	0,10	0,25	3,55
Cadmio (Cd)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0103
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0007	0,0012	0,0197
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0003	0,0009	0,0243
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0,016	0,048	37,88
Mercurio (Hg)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	10/12/2019	mg/L	0,02	0,05	5,32
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0007	0,0013	0,0378
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0,002	0,012	5,707
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,4408
Molibdeno (Mo)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Sodio (Na)	20237	10/12/2019	mg/L	0,01	0,02	2,64
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0220
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0,05	0,13	0,86
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0244
Antimonio (Sb)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0021
Selenio (Se)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	10/12/2019	mg/L	0,10	0,39	40,00
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,0008
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00020	0,00049	0,05690
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0005	0,0013	0,5544
Talio (Tl)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Uranio (U)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0014
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0360
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,008	0,020	0,096

N° ALS LS 700675/2019-1.0  
 Fecha de Muestreo 19/08/2019  
 Hora de Muestreo 11:00:00  
 Tipo de Muestra Agua Residual Industrial POZO 2  
 Identificación

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP Masa						
Plata (Ag)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	10/12/2019	mg/L	0,003	0,011	10,05
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0001	0,0006	0,1067
Boro (B)	20237	10/12/2019	mg/L	0,003	0,012	0,023
Bario (Ba)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	0,0594
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Bismuto (Bi)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	10/12/2019	mg/L	0,10	0,25	7,06



## INFORME DE ENSAYO: 80494/2019-1

FDT 001 -02

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Cadmio (Cd)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0061
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0007	0,0012	0,0087
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0003	0,0009	0,0115
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0,016	0,048	17,09
Mercurio (Hg)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	10/12/2019	mg/L	0,02	0,05	3,00
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0007	0,0013	0,0231
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0,002	0,012	7,616
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,2612
Molibdeno (Mo)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003
Sodio (Na)	20237	10/12/2019	mg/L	0,01	0,02	6,75
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0095
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0,05	0,13	0,33
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0123
Antimonio (Sb)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0058
Selenio (Se)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	0,0018
Silicio (Si)	20237	10/12/2019	mg/L	0,10	0,39	19,20
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,0005
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00020	0,00049	0,06280
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0005	0,0013	0,2184
Talio (Tl)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0150
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,008	0,020	0,049

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.

### DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
POZO 1	Cliente	Agua Residual Industrial	06/12/2019	19/08/2019	8375927N 446862E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
POZO 2	Cliente	Agua Residual Industrial	06/12/2019	19/08/2019	8375927N 446862E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



## INFORME DE ENSAYO: 80494/2019-1

FDT 001 -02

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 80494/2019-1, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
POZO 1	700674/2019-1.0	Inmmpor&7476007
POZO 2	700675/2019-1.0	mnmmppor&7576007

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

El Informe de Ensayo 80494/2019-1 reemplaza en su totalidad al Informe de Ensayo 80494/2019.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.







## INFORME DE ENSAYO: 80493/2019-1

FDT 001 -02

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LS 700672/2019-1.0  
 Fecha de Muestreo 19/09/2019  
 Hora de Muestreo 09:00:00  
 Tipo de Muestra Agua Residual Industrial POZO 1  
 Identificación

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP Masa						
Plata (Ag)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	10/12/2019	mg/L	0,003	0,011	33,90
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0001	0,0006	0,1045
Boro (B)	20237	10/12/2019	mg/L	0,003	0,012	0,005
Bario (Ba)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	0,2081
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0016
Bismuto (Bi)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Calcio (Ca)	20237	10/12/2019	mg/L	0,10	0,25	4,02
Cadmio (Cd)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0119
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0007	0,0012	0,0231
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0003	0,0009	0,0278
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0,016	0,048	44,67
Mercurio (Hg)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	10/12/2019	mg/L	0,02	0,05	6,08
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0007	0,0013	0,0434
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0,002	0,012	6,595
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,5027
Molibdeno (Mo)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Sodio (Na)	20237	10/12/2019	mg/L	0,01	0,02	2,96
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0253
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0,05	0,13	0,98
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0284
Antimonio (Sb)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0031
Selenio (Se)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	0,0036
Silicio (Si)	20237	10/12/2019	mg/L	0,10	0,39	45,70
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,0011
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00020	0,00049	0,06550
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0005	0,0013	0,6350
Talio (Tl)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Uranio (U)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0016
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0419
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,008	0,020	0,109

N° ALS LS 700673/2019-1.0  
 Fecha de Muestreo 19/09/2019  
 Hora de Muestreo 11:00:00  
 Tipo de Muestra Agua Residual Industrial POZO 2  
 Identificación

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP Masa						
Plata (Ag)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	10/12/2019	mg/L	0,003	0,011	12,66
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0001	0,0006	0,1228
Boro (B)	20237	10/12/2019	mg/L	0,003	0,012	< 0,003
Bario (Ba)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	0,0699
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Bismuto (Bi)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Calcio (Ca)	20237	10/12/2019	mg/L	0,10	0,25	8,97



## INFORME DE ENSAYO: 80493/2019-1

FDT 001 -02

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Cadmio (Cd)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0074
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0007	0,0012	0,0106
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0003	0,0009	0,0177
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0,016	0,048	20,32
Mercurio (Hg)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	10/12/2019	mg/L	0,02	0,05	3,58
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0007	0,0013	0,0269
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0,002	0,012	9,052
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,3142
Molibdeno (Mo)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003
Sodio (Na)	20237	10/12/2019	mg/L	0,01	0,02	7,99
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0119
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0,05	0,13	0,37
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0152
Antimonio (Sb)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0032
Selenio (Se)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	10/12/2019	mg/L	0,10	0,39	21,60
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,0007
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0,00020	0,00049	0,07540
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0005	0,0013	0,2619
Talio (Tl)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0179
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0,008	0,020	0,062

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.

### DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
POZO 1	Cliente	Agua Residual Industrial	06/12/2019	19/09/2019	8375927N 446862E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
POZO 2	Cliente	Agua Residual Industrial	06/12/2019	19/09/2019	8375927N 446862E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



## INFORME DE ENSAYO: 80493/2019-1

FDT 001 -02

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 80493/2019-1, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
POZO 1	700672/2019-1.0	tmmmpor&7276007
POZO 2	700673/2019-1.0	ummmpor&7376007

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

El Informe de Ensayo 80493/2019-1 reemplaza en su totalidad al Informe de Ensayo 80493/2019.

**LME:** Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

**"EPA":** U.S. Environmental Protection Agency.

**"SM":** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

**"ASTM":** American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.





N° de Documento _____ Hoja N° _____ de _____		Grupo N° <u>80493/2019</u> Orden de Servicio N° _____ Proceso N° <u>22116 Item 1</u>				
Sede CERCADO Av. República de Argentina 1859 - Urb Industrial Conde Teléfono :01- 4889500 SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com		Sede AREQUIPA Av Dolores N°167 Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa Teléfono : 054 - 424570 SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com				
<b>ENVIAR INFORME DE ENSAYO A:</b>						
CLIENTE :	Milagros Francesca Flores Pino		PRESERVANTE			
CONTACTO :						
DIRECCIÓN :						
E-MAIL :						
<b>FACTURAR A:</b>						
RAZÓN SOCIAL :			MUESTRA FILTRADA EN CAMPO			
DIRECCIÓN :						
RUC :						
CONTACTO :						
TELÉFONO :						
<b>DATOS DEL PROYECTO:</b>						
PROYECTO :	(*)		PARÁMETRO			
COTIZACIÓN :						
MUESTREO POR :	Milagros Francesca Flores Pino					
<b>DETALLE DE MUESTRAS:</b>						
ESTACION DE MUESTREO	Tipo de Muestra (1)	FECHA DE MUESTREO	HORA (hh:mm)	CODIGO DE LABORATORIO	METALES PESADOS	OBSERVACIONES
POZO 1	AB	19/09/2019	09:00	700672		
POZO 2	AB	19/09/2019	11:00	700673		
<p style="font-size: 2em; opacity: 0.5;">03 DIC 2019</p> <p style="font-size: 1.5em; opacity: 0.5;">[Signature]</p>						
OBSERVACIONES : (*) " Evaluación de metales pesados en los sedimentos del Río Tamis provenientes por la minería informal, Sector Achaya - Taraco, Región Puno - 2019"						
<b>DATOS DE ENVÍO (INDICADOS POR EL CLIENTE):</b>				<b>DATOS A SER LLEVAOS POR EL LABORATORIO:</b>		
Entregado por :				Recibido en laboratorio por: <u>[Signature]</u>		
Fecha :				Fecha : <u>06-12</u> Hora (hh:mm) : <u>15:00</u>		
Hora (hh:mm) :				Revisado por : <u>[Signature]</u>		
<b>CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):</b>						
En buen estado:	SI	NO			Datos Muestreo Hidrobiológico	
Recipiente apropiado:	SI	NO			Volúmen (litros)	Área Muestreo: Macrodrenajes (m <sup>2</sup> ) / Perifiteo (cm <sup>2</sup> )
Dentro del tiempo de conservación:	SI	NO				
Correctamente preservadas :	SI	NO				

(1) Tipo de muestra:  
 ASUB=Agua Subterránea; AM=Agua Manantial; AT=Agua Termal; AS=Agua Superficial; R=Río; L=Laguna; Lago; \*ALL=Agua de Lluvia; \*APL=Agua Pluvial; ARD=Agua Residual Doméstica; ARI=Agua Residual Industrial; ARM=Agua Residual Municipal; AB=Agua de Bebida; \*AP=Agua Potable; \*\*AMS=Agua de Mesa; \*AE=Agua Envasada; APS=Agua de Piscina; ALA=Agua de Laguna Artificial; AMB=Agua de Mar; ASD=Agua Salobre; ASA=Agua Salmuera; AIR=Agua de Inyección y Reinyección; ACE=Agua de Circulación o enfriamiento; AAC=Agua de Alimentación para calderas; ACL=Agua de Calderas; ALX=Agua de Lixiviación; APU=Agua purificada; AD=Acetate Dieléctico.

(2) Información llenada en recepción de muestras,  
 (3) Códigos parámetros en el POS 017- ANEXO I.  
 \*Agua de lluvia o Agua Pluvial corresponde al tipo de Agua de Deposition Atmosférica.  
 \*\* Agua potable, Agua de Mesa y Agua Envasada corresponden al tipo de Agua de Bebida.



## INFORME DE ENSAYO: 80492/2019-1

FDT 001 -02

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del item: 1

Muestra 1						
N° ALS	700670/2019-1.0					
Fecha de Muestreo	19/10/2019					
Hora de Muestreo	09:00:00					
Tipo de Muestra	Agua Residual Industrial POZO 1					
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP Masa						
Plata (Ag)	20237	11/12/2019	mg/L	0,00008	0,00030	< 0,00008
Aluminio (Al)	20237	11/12/2019	mg/L	0,003	0,011	30,53
Arsénico (As)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0001	0,0006	0,0923
Boro (B)	20237	11/12/2019	mg/L	0,003	0,012	0,023
Bario (Ba)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	0,1840
Berilio (Be)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0015
Bismuto (Bi)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0006
Calcio (Ca)	20237	11/12/2019	mg/L	0,10	0,25	3,49
Cadmio (Cd)	20237	11/12/2019	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0100
Cromo (Cr)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0007	0,0012	0,0202
Cobre (Cu)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0003	0,0009	0,0247
Hierro (Fe)	20237	11/12/2019	mg/L	0,016	0,048	38,15
Mercurio (Hg)	20237	11/12/2019	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	11/12/2019	mg/L	0,02	0,05	5,24
Litio (Li)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0007	0,0013	0,0384
Magnesio (Mg)	20237	11/12/2019	mg/L	0,002	0,012	5,697
Manganeso (Mn)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,4252
Molibdeno (Mo)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Sodio (Na)	20237	11/12/2019	mg/L	0,01	0,02	2,83
Niquel (Ni)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0226
Fósforo (P)	20237	11/12/2019	mg/L	0,05	0,13	0,84
Plomo (Pb)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0262
Antimonio (Sb)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0037
Selenio (Se)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	< 0,0006
Silicio (Si)	20237	11/12/2019	mg/L	0,10	0,39	41,90
Estaño (Sn)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,0010
Estroncio (Sr)	20237	11/12/2019	mg/L	0,00020	0,00049	0,05840
Titanio (Ti)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0005	0,0013	0,5591
Talio (Tl)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0004
Uranio (U)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0015
Vanadio (V)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0359
Zinc (Zn)	20237	11/12/2019	mg/L	0,008	0,020	0,099

Muestra 2						
N° ALS	700671/2019-1.0					
Fecha de Muestreo	19/10/2019					
Hora de Muestreo	11:00:00					
Tipo de Muestra	Agua Residual Industrial POZO 2					
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP Masa						
Plata (Ag)	20237	11/12/2019	mg/L	0,00008	0,00030	0,00056
Aluminio (Al)	20237	11/12/2019	mg/L	0,003	0,011	12,86
Arsénico (As)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0001	0,0006	0,1199
Boro (B)	20237	11/12/2019	mg/L	0,003	0,012	0,018
Bario (Ba)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	0,0730
Berilio (Be)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Bismuto (Bi)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0003
Calcio (Ca)	20237	11/12/2019	mg/L	0,10	0,25	8,30



## INFORME DE ENSAYO: 80492/2019-1

FDT 001 -02

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Cadmio (Cd)	20237	11/12/2019	mg/L	0,00010	0,00025	< 0,00010
Cobalto (Co)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0069
Cromo (Cr)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0007	0,0012	0,0104
Cobre (Cu)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0003	0,0009	0,0155
Hierro (Fe)	20237	11/12/2019	mg/L	0,016	0,048	19,45
Mercurio (Hg)	20237	11/12/2019	mg/L	0,00005	0,00010	< 0,00005
Potasio (K)	20237	11/12/2019	mg/L	0,02	0,05	3,51
Litio (Li)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0007	0,0013	0,0262
Magnesio (Mg)	20237	11/12/2019	mg/L	0,002	0,012	8,553
Manganeso (Mn)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,2921
Molibdeno (Mo)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0005
Sodio (Na)	20237	11/12/2019	mg/L	0,01	0,02	7,51
Níquel (Ni)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0115
Fósforo (P)	20237	11/12/2019	mg/L	0,05	0,13	0,36
Plomo (Pb)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0152
Antimonio (Sb)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0068
Selenio (Se)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0006	0,0014	0,0013
Silicio (Si)	20237	11/12/2019	mg/L	0,10	0,39	21,30
Estaño (Sn)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0005	0,0008
Estroncio (Sr)	20237	11/12/2019	mg/L	0,00020	0,00049	0,07180
Titanio (Ti)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0005	0,0013	0,2690
Talio (Tl)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	< 0,0002
Uranio (U)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0007
Vanadio (V)	20237	11/12/2019	mg/L	0,0002	0,0004	0,0169
Zinc (Zn)	20237	11/12/2019	mg/L	0,008	0,020	0,059

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo.  
No Aplica para datos proporcionados por el cliente.

### DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
POZO 1	Cliente	Agua Residual Industrial	06/12/2019	19/10/2019	8375927N 446862E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
POZO 2	Cliente	Agua Residual Industrial	06/12/2019	19/10/2019	8375927N 446862E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



## INFORME DE ENSAYO: 80492/2019-1

FDT 001 -02

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 80492/2019-1, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
POZO 1	700670/2019-1.0	rmmpor&7076007
POZO 2	700671/2019-1.0	smmpor&7176007

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

El Informe de Ensayo 80492/2019-1 reemplaza en su totalidad al Informe de Ensayo 80492/2019.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.





Nº de Documento \_\_\_\_\_  
Hoja Nº \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Grupo Nº 80493/2019  
Orden de Servicio Nº \_\_\_\_\_  
Proceso Nº 22116 - item 1

Sede CERCADO  
Av. Republica de Argentina 1859. Urb Industrial Conde  
Telefono : 01 - 4889500  
SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

Sede AREQUIPA  
Av Dolores N°167 Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa  
Teléfono : 054 - 424570  
SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

ENVÍAR INFORME DE ENSAYO A:					METALES PESADOS	PRESERVANTE		
CLIENTE	: Milagros Francesca Flores Pino							MUESTRA FILTRADA EN CAMPO
CONTACTO	:							
DIRECCIÓN	:							
E-MAIL	:							
FACTURAR A:								PARÁMETRO
RAZÓN SOCIAL	:							
DIRECCIÓN	:							
RUC	:							
CONTACTO	:							
TELÉFONO	:					OBSERVACIONES		
DATOS DEL PROYECTO:								
PROYECTO	: (*)							
COTIZACIÓN	:							
MUESTREADO POR	: Milagros Francesca Flores Pino							
ESTACION DE MUESTREO	Tipo de muestra (1)	FECHA DE MUESTREO	HORA (hh:mm)	CÓDIGO DE LABORATORIO			X	
POZO 1	ANI	19/10/2019	09:00	700670				
POZO 2	ANI	19/10/2019	11:00	700671				
<p>03 OCT 2019</p> <p><i>[Signature]</i></p>								
OBSERVACIONES : (*) " Evaluación de metales pesados en los sedimentos del Río Tamis provenientes por la minería informal, Sector Achaya - Taraco, Region Puno - 2019"								
DATOS DE ENVÍO: (INDICADOS POR EL CLIENTE)				DATOS A SER LLENADOS POR EL LABORATORIO				
Entregado por :				Recibido en laboratorio por: <i>[Signature]</i>				
Fecha :				Fecha : <u>02-12</u>		Hora (hh:mm) : <u>15:00</u>		
Hora (hh:mm) :				Revisado por :				
CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):						Datos Muestras Hidrobiológicas		
En buen estado:	SI	No				Volumen (Litros)	Área Muestreo - Mezclantes (m <sup>2</sup> /Partición (cm))	
Recipiente apropiado:	SI	No						
Dentro del tiempo de conservación:	SI	No						
Correctamente preservadas :	SI	No						

(1) Tipo de muestra:  
ASUB=Agua Subterránea, AM=Agua Manantial, AT=Agua Terrenal, AS=Agua Superficial, R=Río, L=Laguna, Lago, ALL=Agua de Lluvia, APL=Agua Pluvial, ARD=Agua Residual Doméstica, ARI=Agua Residual Industrial, ARM=Agua Residual Municipal, AB=Agua de Bebida, \*\*APA=Agua Potable, \*\*AMS=Agua de Mesa, \*\*AE=Agua Envasada, APS=Agua de Piscina, ALA=Agua de Laguna Artificial, AMR=Agua de Mar, ASO=Agua Salobre, ASA=Agua Salmuera, AIR=Agua de Inyección y Reinyección, ACE=Agua de Circulación o enfriamiento, AAC=Agua de Alimentación para Calderas, ACL=Agua de Calderas, ALX=Agua de Lixiviación, APU=Agua Purificada, AD=Aceite Dieléctrico.

(2) Información Hanada en recepción de muestras.  
(3) Códigos parámetros en el POS 017- ANEXO I.  
\*Agua de lluvia o Agua Pluvial corresponde al tipo de Agua de Deposición Atmosférica.  
\*\* Agua potable, Agua de Mesa y Agua Envasada corresponden al tipo de Agua de Bebida.



## INFORME DE ENSAYO: 305/2020

FDT 001 -02

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LS 485196/2019-1.1  
Fecha de Muestreo 19/08/2019  
Hora de Muestreo 08:00:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-01

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP AES</b>						
Mercurio (Hg)	8796	05/09/2019	mg/kg	0,02	0,10	0,04
Plata (Ag)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	< 0,5
Aluminio (Al)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	6,0	6741
Arsenico (As)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	15,0	21,9
Boro (B)*	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	13,3
Bario (Ba)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	114,2
Berilio (Be)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	0,7
Bismuto (Bi)*	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	10,0	< 1,0
Calcio (Ca)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,5	20,0	13643
Cadmio (Cd)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,2	0,6	< 0,2
Cobalto (Co)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	8,5
Cromo (Cr)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	8,4
Cobre (Cu)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	12,6
Hierro (Fe)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,5	10,0	15228
Potasio (K)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	985,0
Litio (Li)*	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	17,1
Magnesio (Mg)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	3263
Manganeso (Mn)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	270,1
Molibdeno (Mo)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	< 0,5
Sodio (Na)	8794	05/09/2019	mg/kg	5,0	35,0	82,0
Níquel (Ni)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	11,7
Fosforo (P)*	8794	05/09/2019	mg/kg	3,0	25,0	333,2
Plomo (Pb)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	17,0
Antimonio (Sb)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Selenio (Se)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Silicio (Si)*	8794	05/09/2019	mg/kg	5,0	25,0	609,4
Estaño (Sn)*	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Estroncio (Sr)*	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	46,1
Titanio (Ti)*	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	104,1
Talio (Tl)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Vanadio (V)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	11,7
Zinc (Zn)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	115,4

N° ALS LS 485197/2019-1.1  
Fecha de Muestreo 19/08/2019  
Hora de Muestreo 09:15:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-02

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP AES</b>						
Mercurio (Hg)	8796	05/09/2019	mg/kg	0,02	0,10	0,02
Plata (Ag)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	< 0,5
Aluminio (Al)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	6,0	6464
Arsenico (As)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	15,0	39,1
Boro (B)*	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	17,8
Bario (Ba)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	127,5
Berilio (Be)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	0,7
Bismuto (Bi)*	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	10,0	1,9
Calcio (Ca)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,5	20,0	6268
Cadmio (Cd)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,2	0,6	< 0,2



## INFORME DE ENSAYO: 305/2020

FDT 001 -02

N° ALS LS 485197/2019-1.1  
Fecha de Muestreo 19/08/2019  
Hora de Muestreo 09:15:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-02

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Cobalto (Co)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	10,1
Cromo (Cr)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	12,9
Cobre (Cu)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	10,7
Hierro (Fe)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,5	10,0	18728
Potasio (K)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	886,7
Litio (Li)*	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	12,8
Magnesio (Mg)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	3194
Manganeso (Mn)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	301,7
Molibdeno (Mo)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	< 0,5
Sodio (Na)	8794	05/09/2019	mg/kg	5,0	35,0	112,1
Níquel (Ni)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	12,7
Fosforo (P)*	8794	05/09/2019	mg/kg	3,0	25,0	811,9
Plomo (Pb)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	12,8
Antimonio (Sb)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Selenio (Se)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Silicio (Si)*	8794	05/09/2019	mg/kg	5,0	25,0	474,2
Estaño (Sn)*	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Estroncio (Sr)*	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	39,0
Titanio (Ti)*	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	306,8
Talio (Tl)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Vanadio (V)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	29,1
Zinc (Zn)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	78,5

N° ALS LS 485198/2019-1.1  
Fecha de Muestreo 19/08/2019  
Hora de Muestreo 10:30:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-03

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP AES						
Mercurio (Hg)	8796	05/09/2019	mg/kg	0,02	0,10	0,02
Plata (Ag)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	< 0,5
Aluminio (Al)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	6,0	5063
Arsenico (As)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	15,0	22,9
Boro (B)*	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	12,7
Bario (Ba)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	69,1
Berilio (Be)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	0,6
Bismuto (Bi)*	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	10,0	< 1,0
Calcio (Ca)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,5	20,0	5097
Cadmio (Cd)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,2	0,6	< 0,2
Cobalto (Co)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	8,0
Cromo (Cr)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	8,5
Cobre (Cu)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	23,2
Hierro (Fe)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,5	10,0	14445
Potasio (K)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	846,3
Litio (Li)*	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	11,0
Magnesio (Mg)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	2721
Manganeso (Mn)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	256,2
Molibdeno (Mo)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	< 0,5
Sodio (Na)	8794	05/09/2019	mg/kg	5,0	35,0	125,2
Níquel (Ni)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	11,9
Fosforo (P)*	8794	05/09/2019	mg/kg	3,0	25,0	497,6
Plomo (Pb)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	15,3
Antimonio (Sb)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Selenio (Se)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0



## INFORME DE ENSAYO: 305/2020

FDT 001 -02

N° ALS LS	485198/2019-1.1					
Fecha de Muestreo	19/08/2019					
Hora de Muestreo	10:30:00					
Tipo de Muestra	Sedimentos					
Identificación	RAMIS-03					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Silicio (Si)*	8794	05/09/2019	mg/kg	5,0	25,0	517,0
Estaño (Sn)*	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Estroncio (Sr)*	8794	05/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	32,8
Titanio (Ti)*	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	211,9
Talio (Tl)	8794	05/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Vanadio (V)	8794	05/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	18,7
Zinc (Zn)	8794	05/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	60,7

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Los resultados de suelos, Lodos y sedimentos se expresan en base seca.

### DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RAMIS-01	Cliente	Sedimentos	31/08/2019	19/08/2019	8308569N 375875E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RAMIS-02	Cliente	Sedimentos	31/08/2019	19/08/2019	8309326N 390064E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
RAMIS-03	Cliente	Sedimentos	31/08/2019	19/08/2019	8312053N 408983E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
8796	AQP	Mercurio	EPA 7471 B, Rev 2, February 2007	Mercury in Solid or Semisolid Waste
8794	AQP	Metales	EPA 3050 B 1996	Method 3050 B Acid Digestion of Sediments Sludges, and Soils

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 305/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RAMIS-01	485196/2019-1.1	lupsolr&4691584
RAMIS-02	485197/2019-1.1	poqsolr&4791584
RAMIS-03	485198/2019-1.1	roqsolr&4891584

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

El Informe de Ensayo 305/2020 se generó a partir del Informe de Ensayo 57244/2019-1.

AQP: Av. Dolores 167 - Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-029



## INFORME DE ENSAYO: 305/2020

FDT 001 -02

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.



## CADENA DE CUSTODIA / SUELOS, LODOS, BARROS Y SEDIMENTOS - CLIENTES

N° de Documento

Grupo N° 57204/2019

Hoja N° \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Orden de Servicio N° 54880 - 1Proceso N° 15897 item 1

## Sede CERCADO

Av. República de Argentina 1859 Urb Industrial Conde  
Teléfono : 4889500  
SALME:ServicioalCliente@alsglobal.com

## AREQUIPA

Av Dolores N°167 Jose Luis Sustamante y Rivero - Arequipa  
Teléfono : 054 - 424570  
SAARE:ServicioalCliente@alsglobal.com

## ENVIAR INFORME DE ENSAYO A:

CLIENTE : Milagros Francesca Flores Pino  
CONTACTO :  
DIRECCION :  
TELÉFONO :  
E-MAIL :

## FACTURAR A:

RAZÓN SOCIAL :  
DIRECCIÓN :  
RUC :  
CONTACTO :  
TELÉFONO :

## DATOS DEL PROYECTO:

PROYECTO : (\*)  
REFERENCIA :  
COTIZACIÓN :MUESTREO POR : Milagros Francesca Flores Pino

ESTACION DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA (hh:mm)	CODIGO DE LABORATORIO	
RAMIS-01	Sedimentos	19/08/19	08:00	485196	X
RAMIS-02	Sedimentos	19/08/19	09:05	485197	X
RAMIS-03	Sedimentos	19/08/19	10:30	485198	X
La Rincónada	Sedimentos	20/08/19	10:00	485199	X

Metales Totales + Hg

PRESERVANTE

PARAMETRO

Tipos Envios P-Plástico W-Vidrio	Georreferencia (UTM) Profundidad
	N: 8300569
	E: 395675
	N: 8309326
	E: 390064
	N: 8312053
	E: 408963
	N: 8338586
	E: 444370

31-08-2019

Firma: [Firma]

OBSERVACIONES: (\*) "Determinación de la Concentración de Metales pesados en los sedimentos del Rio RAMIS provenientes por la minería informal, sector ACHAYA - TARACO, Región PUNO-2c"

## DATOS DE ENVÍO: (INDICADOS POR EL CLIENTE)

Entregado por :  
Fecha :  
Hora (hh:mm) :

## DATOS A SER LLENADOS POR EL LABORATORIO

Recibido en laboratorio por: Margarita Pineda  
Fecha : 31/08 Hora (hh:mm) : 15:20 Firma :  
Revisado por :

## CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):

En buen estado:  SI  No  
Recipiente apropiado:  SI  No  
Dentro del tiempo de conservación:  SI  No  
Correctamente preservadas:  SI  No

Comentarios :

SU = Suelo

SED = Sedimento

SED-MAR = Sedimento Marino

LO = Lodo

RE = Resivo

RO = Rocla



## INFORME DE ENSAYO: 304/2020

FDT 001 -02

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LS 532049/2019-1.0  
Fecha de Muestreo 19/09/2019  
Hora de Muestreo 08:00:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-01

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP AES						
Mercurio (Hg)	8796	24/09/2019	mg/kg	0,02	0,10	0,09
Plata (Ag)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	< 0,5
Aluminio (Al)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	6,0	8229
Arsenico (As)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	15,0	29,1
Boro (B)*	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	18,0
Bario (Ba)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	135,6
Berilio (Be)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	0,9
Bismuto (Bi)*	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	10,0	< 1,0
Calcio (Ca)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,5	20,0	15423
Cadmio (Cd)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,2	0,6	< 0,2
Cobalto (Co)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	10,0
Cromo (Cr)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	15,6
Cobre (Cu)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	16,0
Hierro (Fe)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,5	10,0	18020
Potasio (K)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	1147
Litio (Li)*	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	19,2
Magnesio (Mg)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	3888
Manganeso (Mn)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	324,2
Molibdeno (Mo)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	< 0,5
Sodio (Na)	8794	25/09/2019	mg/kg	5,0	35,0	91,9
Níquel (Ni)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	12,2
Fosforo (P)*	8794	25/09/2019	mg/kg	3,0	25,0	431,3
Plomo (Pb)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	19,2
Antimonio (Sb)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Selenio (Se)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Silicio (Si)*	8794	25/09/2019	mg/kg	5,0	25,0	412,4
Estaño (Sn)*	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Estroncio (Sr)*	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	53,1
Titanio (Ti)*	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	94,5
Talio (Tl)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Vanadio (V)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	14,0
Zinc (Zn)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	83,3

N° ALS LS 532050/2019-1.0  
Fecha de Muestreo 19/09/2019  
Hora de Muestreo 09:15:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-02

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP AES						
Mercurio (Hg)	8796	24/09/2019	mg/kg	0,02	0,10	0,20
Plata (Ag)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	< 0,5
Aluminio (Al)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	6,0	6828
Arsenico (As)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	15,0	27,8
Boro (B)*	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	19,9
Bario (Ba)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	123,7
Berilio (Be)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	0,7
Bismuto (Bi)*	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	10,0	< 1,0
Calcio (Ca)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,5	20,0	6144
Cadmio (Cd)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,2	0,6	< 0,2



## INFORME DE ENSAYO: 304/2020

FDT 001 -02

N° ALS LS						532050/2019-1.0
Fecha de Muestreo						19/09/2019
Hora de Muestreo						09:15:00
Tipo de Muestra						Sedimentos
Identificación						RAMIS-02
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Cobalto (Co)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	10,6
Cromo (Cr)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	10,8
Cobre (Cu)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	10,1
Hierro (Fe)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,5	10,0	20418
Potasio (K)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	886,6
Litio (Li)*	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	14,8
Magnesio (Mg)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	3397
Manganeso (Mn)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	313,7
Molibdeno (Mo)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	< 0,5
Sodio (Na)	8794	25/09/2019	mg/kg	5,0	35,0	135,6
Níquel (Ni)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	12,8
Fosforo (P)*	8794	25/09/2019	mg/kg	3,0	25,0	577,2
Plomo (Pb)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	16,6
Antimonio (Sb)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Selenio (Se)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Silicio (Si)*	8794	25/09/2019	mg/kg	5,0	25,0	353,4
Estaño (Sn)*	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Estroncio (Sr)*	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	38,7
Titanio (Ti)*	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	266,9
Talio (Tl)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Vanadio (V)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	30,2
Zinc (Zn)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	78,3

N° ALS LS						532051/2019-1.0
Fecha de Muestreo						19/09/2019
Hora de Muestreo						10:30:00
Tipo de Muestra						Sedimentos
Identificación						RAMIS-03
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP AES						
Mercurio (Hg)	8796	24/09/2019	mg/kg	0,02	0,10	0,04
Plata (Ag)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	< 0,5
Aluminio (Al)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	6,0	6177
Arsenico (As)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	15,0	26,4
Boro (B)*	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	17,2
Bario (Ba)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	104,4
Berilio (Be)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	0,7
Bismuto (Bi)*	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	10,0	< 1,0
Calcio (Ca)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,5	20,0	6108
Cadmio (Cd)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,2	0,6	< 0,2
Cobalto (Co)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	10,2
Cromo (Cr)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	10,3
Cobre (Cu)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	9,0
Hierro (Fe)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,5	10,0	17570
Potasio (K)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	827,3
Litio (Li)*	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	13,5
Magnesio (Mg)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	3144
Manganeso (Mn)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	376,3
Molibdeno (Mo)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	3,0	< 0,5
Sodio (Na)	8794	25/09/2019	mg/kg	5,0	35,0	147,4
Níquel (Ni)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	5,0	11,0
Fosforo (P)*	8794	25/09/2019	mg/kg	3,0	25,0	530,3
Plomo (Pb)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	16,0
Antimonio (Sb)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Selenio (Se)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0



## INFORME DE ENSAYO: 304/2020

FDT 001 -02

N° ALS LS 532051/2019-1.0  
Fecha de Muestreo 19/09/2019  
Hora de Muestreo 10:30:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-03

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Silicio (Si)*	8794	25/09/2019	mg/kg	5,0	25,0	404,4
Estaño (Sn)*	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Estroncio (Sr)*	8794	25/09/2019	mg/kg	0,1	0,5	44,5
Titanio (Ti)*	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	214,4
Talio (Tl)	8794	25/09/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Vanadio (V)	8794	25/09/2019	mg/kg	0,5	1,5	21,6
Zinc (Zn)	8794	25/09/2019	mg/kg	1,0	5,0	71,0

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Los resultados de suelos, Lodos y sedimentos se expresan en base seca.

### DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RAMIS-01	Cliente	Sedimentos	22/09/2019	19/09/2019	8308569N 375875E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el Cliente
RAMIS-02	Cliente	Sedimentos	22/09/2019	19/09/2019	8309326N 390064E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el Cliente
RAMIS-03	Cliente	Sedimentos	22/09/2019	19/09/2019	8312053N 408983E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el Cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
8796	AQP	Mercurio	EPA 7471 B, Rev 2, February 2007	Mercury in Solid or Semisolid Waste
8794	AQP	Metales	EPA 3050 B 1996	Method 3050 B Acid Digestion of Sediments Sludges, and Soils

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 304/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RAMIS-01	532049/2019-1.0	nrnttuq&5940235
RAMIS-02	532050/2019-1.0	ornnttuq&5050235
RAMIS-03	532051/2019-1.0	prnttuq&5150235

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

El Informe de Ensayo 304/2020 se generó a partir del Informe de Ensayo 62372/2019-1.

AQP: Av. Dolores 167 - Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa.

\*EPA\*: U.S. Environmental Protection Agency.

\*SM\*: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

\*ASTM\*: American Society for Testing and Materials.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-029



## INFORME DE ENSAYO: 304/2020

FDT 001 -02

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendarios de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.





## CADENA DE CUSTODIA / SUELOS, LODOS, BARROS Y SEDIMENTOS - CLIENTES

N° de Documento

Grupo N° 62312/2019

Hoja N° \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Orden de Servicio N° 54880Proceso N° 15897 : 1

## Sede CERCADO

Av. República de Argentina 1859 Urb. Industrial Conde  
Teléfono : 4889500  
SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

## AREQUIPA

Av Dolores N° 167 Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa  
Teléfono : 054 - 424570  
SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

## ENVIAR INFORME DE ENSAYO A:

CLIENTE : Milagros Francesca Flores Pino  
 CONTACTO :  
 DIRECCIÓN :  
 TELÉFONO :  
 E-MAIL :

## FACTURAR A:

RAZÓN SOCIAL :  
 DIRECCIÓN :  
 RUC :  
 CONTACTO :  
 TELÉFONO :

## DATOS DEL PROYECTO:

PROYECTO : (X)  
 REFERENCIA :  
 COTIZACIÓN :

MUESTREO POR : Milagros Francesca Flores Pino

ESTACIÓN DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA (hh:mm)	CÓDIGO DE LABORATORIO		Tubo Envase P-Envase V-vidrio	Georreferencia (UTM) Profundidad
RAMIS-01	Sedimento	19/09	08:00	532049	X		N: 8308564 E: 335825
RAMIS-02	Sedimento	19/09	09:15	532050	X		N: 8308526 E: 335825
RAMIS-03	Sedimento	19/09	10:30	532051	X		N: 8312053 E: 408983
La Rinconada	Sedimento	20/09	10:00	532052	X		N: 8312586 E: 444870

Metales Totales + Hg

PRESERVANTE

PARAMETRO



OBSERVACIONES : (X) Determinación de la concentración de Metales Pesados en los Sedimentos del Río Ramis Provenientes por la minería informal, Sector Achaya - Taraco, Región Puno - 2019

## DATOS DE ENVÍO: (INDICADOS POR EL CLIENTE)

Entregado por :  
 Fecha : \_\_\_\_\_ Firma : \_\_\_\_\_  
 Hora (hh:mm) :

## DATOS A SER LLENADOS POR EL LABORATORIO

Recibido en laboratorio por: Blanca Gallegos  
 Fecha : 22/09 Hora (hh:mm): 07:30 Firma : \_\_\_\_\_  
 Revisado por : \_\_\_\_\_

## CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):

En buen estado:	Si	No	Comentarios :
Recipiente apropiado:	Si	No	
Dentro del tiempo de conservación:	Si	No	
Correctamente preservadas:	Si	No	





## INFORME DE ENSAYO: 303/2020

FDT 001 -02

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LS 598043/2019-1.0  
Fecha de Muestreo 19/10/2019  
Hora de Muestreo 07:30:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-01

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP AES						
Mercurio (Hg)	8796	29/10/2019	mg/kg	0,02	0,10	0,06
Plata (Ag)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	5,0	< 0,5
Aluminio (Al)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	6,0	5574
Arsenico (As)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	15,0	19,8
Boro (B)*	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	3,0	14,4
Bario (Ba)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	104,8
Berilio (Be)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	0,6
Bismuto (Bi)*	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	10,0	< 1,0
Calcio (Ca)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,5	20,0	13683
Cadmio (Cd)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,2	0,6	0,7
Cobalto (Co)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	8,3
Cromo (Cr)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	7,8
Cobre (Cu)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	10,7
Hierro (Fe)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,5	10,0	14107
Potasio (K)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	693,8
Litio (Li)*	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	13,9
Magnesio (Mg)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	2998
Manganeso (Mn)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	260,2
Molibdeno (Mo)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	3,0	< 0,5
Sodio (Na)	8794	26/10/2019	mg/kg	5,0	35,0	69,0
Niquel (Ni)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	5,0	10,3
Fosforo (P)*	8794	26/10/2019	mg/kg	3,0	25,0	450,9
Plomo (Pb)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	14,4
Antimonio (Sb)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Selenio (Se)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Silicio (Si)*	8794	26/10/2019	mg/kg	5,0	25,0	457,7
Estaño (Sn)*	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Estroncio (Sr)*	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	44,9
Titanio (Ti)*	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	82,3
Talio (Tl)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Vanadio (V)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	10,3
Zinc (Zn)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	108,5

N° ALS LS 598045/2019-1.0  
Fecha de Muestreo 19/10/2019  
Hora de Muestreo 08:15:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-02

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP AES						
Mercurio (Hg)	8796	29/10/2019	mg/kg	0,02	0,10	0,05
Plata (Ag)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	5,0	< 0,5
Aluminio (Al)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	6,0	4826
Arsenico (As)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	15,0	20,2
Boro (B)*	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	3,0	15,9
Bario (Ba)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	85,5
Berilio (Be)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	0,6
Bismuto (Bi)*	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	10,0	< 1,0
Calcio (Ca)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,5	20,0	5442
Cadmio (Cd)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,2	0,6	< 0,2





## INFORME DE ENSAYO: 303/2020

FDT 001 -02

N° ALS LS 598045/2019-1.0  
Fecha de Muestreo 19/10/2019  
Hora de Muestreo 08:15:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-02

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Cobalto (Co)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	8,5
Cromo (Cr)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	9,4
Cobre (Cu)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	8,6
Hierro (Fe)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,5	10,0	15542
Potasio (K)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	623,6
Litio (Li)*	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	10,3
Magnesio (Mg)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	2754
Manganeso (Mn)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	280,4
Molibdeno (Mo)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	3,0	< 0,5
Sodio (Na)	8794	26/10/2019	mg/kg	5,0	35,0	106,4
Níquel (Ni)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	5,0	10,5
Fosforo (P)*	8794	26/10/2019	mg/kg	3,0	25,0	619,0
Plomo (Pb)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	15,2
Antimonio (Sb)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Selenio (Se)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Silicio (Si)*	8794	26/10/2019	mg/kg	5,0	25,0	330,7
Estaño (Sn)*	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Estroncio (Sr)*	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	32,2
Titanio (Ti)*	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	191,2
Talio (Tl)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Vanadio (V)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	22,0
Zinc (Zn)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	66,7

N° ALS LS 598049/2019-1.0  
Fecha de Muestreo 19/10/2019  
Hora de Muestreo 10:45:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-03

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
007 ENSAYOS DE METALES - Metales por ICP AES						
Mercurio (Hg)	8796	29/10/2019	mg/kg	0,02	0,10	0,05
Plata (Ag)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	5,0	< 0,5
Aluminio (Al)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	6,0	4328
Arsenico (As)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	15,0	26,1
Boro (B)*	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	3,0	14,3
Bario (Ba)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	120,6
Berilio (Be)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	0,6
Bismuto (Bi)*	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	10,0	< 1,0
Calcio (Ca)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,5	20,0	5286
Cadmio (Cd)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,2	0,6	< 0,2
Cobalto (Co)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	8,9
Cromo (Cr)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	7,1
Cobre (Cu)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	7,1
Hierro (Fe)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,5	10,0	13899
Potasio (K)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	683,4
Litio (Li)*	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	9,3
Magnesio (Mg)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	2501
Manganeso (Mn)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	483,5
Molibdeno (Mo)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	3,0	< 0,5
Sodio (Na)	8794	26/10/2019	mg/kg	5,0	35,0	169,9
Níquel (Ni)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	5,0	9,1
Fosforo (P)*	8794	26/10/2019	mg/kg	3,0	25,0	655,9
Plomo (Pb)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	15,0
Antimonio (Sb)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Selenio (Se)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0



## INFORME DE ENSAYO: 303/2020

FDT 001 -02

N° ALS LS 598049/2019-1.0  
Fecha de Muestreo 19/10/2019  
Hora de Muestreo 10:45:00  
Tipo de Muestra Sedimentos  
Identificación RAMIS-03

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Silicio (Si)*	8794	26/10/2019	mg/kg	5,0	25,0	502,0
Estaño (Sn)*	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Estroncio (Sr)*	8794	26/10/2019	mg/kg	0,1	0,5	41,0
Titanio (Ti)*	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	183,2
Talio (Tl)	8794	26/10/2019	mg/kg	2,0	10,0	< 2,0
Vanadio (V)	8794	26/10/2019	mg/kg	0,5	1,5	17,1
Zinc (Zn)	8794	26/10/2019	mg/kg	1,0	5,0	56,5

### Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo. No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Los resultados de suelos, Lodos y sedimentos se expresan en base seca.

### DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
RAMIS-01	Cliente	Sedimentos	22/10/2019	19/10/2019	8308589N 375875E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el Cliente
RAMIS-02	Cliente	Sedimentos	22/10/2019	19/10/2019	8309326N 390004E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el Cliente
RAMIS-03	Cliente	Sedimentos	22/10/2019	19/10/2019	8312053N 408983E	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el Cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
8796	AQP	Mercurio	EPA 7471 B, Rev 2, February 2007	Mercury in Solid or Semisolid Waste
8794	AQP	Metales	EPA 3050 B 1996	Method 3050 B Acid Digestion of Sediments Sludges, and Soils

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 303/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web [www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com) e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
RAMIS-01	598043/2019-1.0	rrnttuq&5340895
RAMIS-02	598045/2019-1.0	srnttuq&5540895
RAMIS-03	598049/2019-1.0	trnttuq&5940895

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

### COMENTARIOS

El Informe de Ensayo 303/2020 se generó a partir del Informe de Ensayo 69440/2019-1.

AQP: Av. Dolores 167 - Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-029



## INFORME DE ENSAYO: 303/2020

FDT 001 -02

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal cómo se recibió.





## CADENA DE CUSTODIA / SUELOS, LODOS, BARROS Y SEDIMENTOS - CLIENTES

N° de Documento

Grupo N° 69440/2019

Hoja N° \_\_\_\_ de \_\_\_\_

Orden de Servicio N° 54880-2019Proceso N° 15897 Item 1

## Sede CERCADO

Av. República de Argentina 1859 Urb Industrial Conde  
Teléfono : 4889500  
SALME.ServicioalCliente@alsglobal.com

## AREQUIPA

Av Dolores N° 167 Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa  
Teléfono : 054 - 424570  
SAARE.ServicioalCliente@alsglobal.com

## ENVIAR INFORME DE ENSAYO A:

CLIENTE : Milagros Francisca Flores Pino  
 CONTACTO :  
 DIRECCIÓN :  
 TELÉFONO :  
 E-MAIL :

## FACTURAR A:

RAZÓN SOCIAL :  
 DIRECCIÓN :  
 RUC :  
 CONTACTO :  
 TELÉFONO :

## DATOS DEL PROYECTO:

PROYECTO : (\*)  
 REFERENCIA :  
 COTIZACIÓN :

MUESTREO POR : Milagros Francisca Flores Pino

ESTACION DE MUESTREO	TIPO DE MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORA (hh:mm)	CODIGO DE LABORATORIO	
RAMIS-01	Sedimento	19/10	07:30	598043	X
RAMIS-02	Sedimento	19/10	08:15	598045	X
RAMIS-03	Sedimento	19/10	10:45	598049	X
La Rinconada	Sedimento	20/10	09:00	598050	X

Metales pesados x ICE + Hg

PRESERVANTE  
PARAMETRO

Tipo Cauce Profundidad Velocidad	Georreferencia (UTA) Profundidad:
	N: 8308589
	E: 735835
	N: 830926
	E: 735835
	N: 8312053
	E: 735835
	N: 8328506
	E: 735835

AREQUIPA

22 OCT 2019

Firma:

## OBSERVACIONES:

(\*) "Determinación de la concentración de metales pesados en los sedimentos de Rio Ramis provenientes por la minería informal, Sector Achaya - Taraco, Region Puno-2019"

## DATOS DE ENVÍO (INDICADOS POR EL CLIENTE)

Entregado por :  
 Fecha : Firma :  
 Hora (hh:mm) :

## DATOS A SER LLENADOS POR EL LABORATORIO

Recibido en laboratorio por: Angelo Uvela Canto  
 Fecha : Hora (hh:mm) : 10:00 Firma :  
 Revisado por :

## CONDICIÓN DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA (PARA USO DEL LABORATORIO):

En buen estado: SI No  
 Recipiente apropiado: SI No  
 Dentro del tiempo de conservación: SI No  
 Correctamente preservadas: SI No

Comentarios:

SU = Suelo

SED = Sedimento

SED-MAR = Sedimento Marino

LD = Lodo

RE = Reteno

RO = Roca



## Anexo 9: Panel Fotográfico



Figura 17: Minería informal de tajo subterráneo.



Figura 18: Pozas con cerca restringido.



Figura 19: Ubicación del punto de muestreos Poza - 01.



Figura 20: Toma de Muestra Poza - 02.



Figura 21: Adición del preservante a la muestra –  $\text{HNO}_3$  para su conservación.



Figura 22: Recepción y ubicación de la muestra de Poza - 01.



Figura 23: Aviso que indica la restricción con orden de disparo.



Figura 24: Entrada de minería informal privada.



Figura 25: Conductos de efluentes mineros.



Figura 26: Unión del Río Azángaro con el Río Ayaviri.



Figura 27: Inicio de la Cuenca Ramis.



Figura 28: Recojo de la muestra de sedimentos.





Figura 29: Segundo muestreo de sedimentos Ramis – 02.



Figura 30: Homogenización de la muestra Ramis – 03.



Figura 31: Ingreso e ubicación, punto de muestreo Ramis – 02.



Figura 32: Punto de muestreo Ramis – 01.



Figura 33: Tercera toma de muestra Ramis – 02.



Figura 34: Limpieza de superficie de terreno.



Figura 35: Recepción y llenado de cadena de custodia.



Figura 36: Recepción de la muestra.



Figura 37: Nevado de la minería informal – La Rinconada.



Figura 38: Cuenca en la parte alta de la Subcuenca del Ramis.