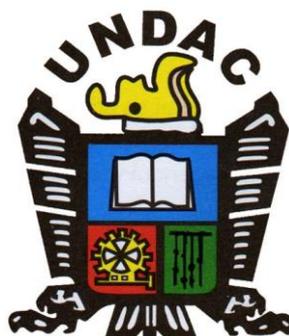


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del Río Llacuabamba y sus  
Tributarios Impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. – 2019**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Daniel Danilo ATAHUAMAN CHAVEZ**

**Asesor: Dr. Rommel Luis LOPEZ ALVARADO**

**Cerro de Pasco – Perú – 2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del Río Llacuabamba y sus  
Tributarios Impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. – 2019**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA  
PRESIDENTE

---

Dr. David Jhonny CUYUBAMBA ZEVALLOS  
MIEMBRO

---

Mg. Mayvi Deysi USCUCHAGUA CORNELIO  
MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

Dedico de corazón a **DIOS** y a mis padres **ATAHUAMAN LLANA, Celestino** y **CHAVEZ CARHUAS, Juana** por su ejemplo, apoyo, confianza y porque sin ellos, no lo habría logrado.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la vida, salud y regalarme cada maravilloso día para cumplir cada uno de mis metas.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Ambiental, por ser mi alma mater que me permitió formarme como ingeniero Ambiental.

A los catedráticos de la UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN, que me forjaron y orientaron con sabiduría y esmero en el área de la ingeniería ambiental.

Al Dr. LÓPEZ ALVARADO Rommel Luis, asesor de mi tesis, por brindarme su apoyo y sustento en el desarrollo y culminación de mi tesis.

A la empresa MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A; por brindarme las facilidades para la supervisión de toma de muestra de agua en los puntos designados para la evaluación y por el financiamiento del análisis de agua en el laboratorio ALS acreditado por el INACAL para el desarrollo de mi tesis.

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Llacuabamba, con el objetivo de “Determinar la calidad del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos según el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2”. Las muestras fueron tomadas en 9 estaciones de monitoreo durante un periodo de 4 trimestres del año 2019, y cuyo análisis fue desarrollado por el laboratorio acreditado por el INACAL “ALS”. De acuerdo con los informes de ensayo reportados por el laboratorio en el aspecto microbiológico, se evidenció que todas las estaciones de monitoreo cumplen con los estándares de calidad ambiental en los cuatro trimestres a excepción de la estación de monitoreo E – 21, que presenta una concentración que supera este estándar, por otro lado, en cuanto al aspecto fisicoquímico, se determinó la presencia de Sólidos Suspendidos Totales en la estación de monitoreo E – 21; Cianuro Libre en las estaciones de monitoreo E – 3 y E – 21; Plomo en las estaciones de monitoreo E – 8, E – 21, E – 22, E – 24, M – 4 y E – 6; y Zinc en las estaciones de monitoreo E – 8, M – 4 y E – 6; con concentraciones que superan a los estándares de calidad ambiental a diferencia de los otros parámetros analizados que cumplen con el estándar ya mencionado en todas las estaciones de monitoreo. Por lo que se concluye que la calidad Fisicoquímica y Microbiológica del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. no es de calidad aceptable según los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

**Palabras Clave:** Calidad de agua, análisis de agua, Río Llacuabamba.

## ABSTRACT

The present investigation was developed in the district of Llacuabamba, with the objective of "Determining the quality of the Llacuabamba River and its tributaries impacted by the Minera Aurifera Retamas S.A. through physicochemical and microbiological analyzes according to Supreme Decree No. 004 – 2017 – MINAM, Category 4, Subcategory E2". The samples were taken at 9 monitoring stations during a period of 4 quarters of the year 2019, and whose analysis was carried out by the laboratory accredited by INACAL "ALS". According to the test reports reported by the laboratory in the microbiological aspect, it was shown that all the monitoring stations comply with the environmental quality standards in the four quarters, except for the monitoring station E - 21, which presents a concentration that exceeds this standard, on the other hand, regarding the physicochemical aspect, the presence of Total Suspended Solids was determined in the monitoring station E - 21; Free cyanide at monitoring stations E – 3 and E – 21; Lead in monitoring stations E – 8, E – 21, E – 22, E – 24, M – 4 and E – 6; and Zinc in monitoring stations E – 8, M – 4 and E – 6; with concentrations that exceed environmental quality standards, unlike the other parameters analyzed that meet the standard already mentioned in all monitoring stations. Therefore, it is concluded that the Physicochemical and Microbiological quality of the Llacuabamba River and its tributaries impacted by the Minera Aurifera Retamas S.A. It is not of acceptable quality according to the environmental quality standards for water established in accordance with Supreme Decree No. 004 – 2017 – MINAM, Category 4, Subcategory E2.

**Keywords:** Water quality, water analysis, Llacuabamba River.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación desarrollado por mi persona, Bach. Daniel Danilo ATAHUAMAN CHAVEZ, fue inspirado por la problemática que se vive hoy en día debido a la contaminación de los cuerpos de agua naturales producto de los vertimientos minero metalúrgicos que no cumplen con la normativa nacional vigente; cuyas consecuencias van desde alteraciones mínimas en la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua hasta la pérdida total de la biodiversidad acuática, ya que, este líquido elemento resulta importante para el desarrollo de todo ser vivo.

El agua es fundamental para la supervivencia humana, ya que sobre este líquido elemento se fundamenta la presencia de todo ser humano, en ese sentido, existe una relación directa entre el bienestar de la población y el suministro de agua, por lo que, se prevé que la situación de escasez de agua dará origen a la incertidumbre. En tal sentido, garantizar el cumplimiento de la legislación actual para la conservación del ambiente acuático nos proporcionará grandes beneficios a la salud y al medio ambiente. (ANA, 2016).

Sin embargo, existen diversas condiciones y factores externos al flujo natural de agua que alteran la calidad fisicoquímica y microbiológica; los más comunes son descargas de aguas negras sin ningún tipo de tratamiento, disposición de desmontes y residuos sólidos a los ríos que vienen a ser uno de los problemas más críticos en nuestro país que está en vías de desarrollo.

Llacuabamba es un distrito de la provincia de Pataz, departamento de La Libertad que se encuentra ubicada a 2850 msnm con una población de 3463 habitantes, cuyas poblaciones urbanas y rurales desconocen del estado fisicoquímico y microbiológico del río que lleva su mismo nombre y en su mayoría asumen que está siendo impactado

negativamente de manera significativa por parte de las actividades minero metalúrgicas y artesanales puesto que utilizan diferentes mecanismos para la extracción del mineral. Días Cartagena (2020) indica que; la presencia de arsénico en los suelos de la localidad en estudio es debido a las características geológicas de la zona, que al erosionarse por acción del cauce del río Llacuabamba es transportado hacia los asentamientos de esa zona; Así mismo, indica que la otra fuente de la presencia del arsénico es producto de las actividades de la población (construcciones de viviendas, agricultura, minería artesanal, informal, ilegal, pequeña y mediana minería), cuya fuente principal de la contaminación son producto de las actividades de recuperación de oro en las viviendas de la localidad, debido a su mal manejo y trasladados de insumos llegando a liberar el arsénico en el suelo y sistema de alcantarillado que en lo posterior llega al río Llacuabamba sin ningún tipo de tratamiento, sin embargo, aun con esta evidencia, a la fecha no se ha desarrollado un análisis más completo del comportamiento de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Llacuabamba para determinar su calidad.

Por lo que fue fundamental desarrollar la investigación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del río Llacuabamba y sus tributarios a través de los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

El presente trabajo de investigación cuenta con el siguiente contenido. Capítulo I Problema de Investigación, donde se describe la identificación y determinación del problema; y en base a esto se formulan los problemas de la investigación que son materia de estudio, en lo posterior se plantean los objetivos, justificación, y limitaciones de la investigación. Capítulo II Marco teórico, en la cual se describen los antecedentes, las

bases teóricas – científicos, la definición de los términos, la formulación de hipótesis, la identificación de variables y la definición operacional de variables e indicadores que me permitirá determinar la calidad del agua. Capítulo III Metodología y Técnicas de Investigación, el cual describe el tipo, el nivel, los métodos, y el diseño de investigación; la población y muestra; la selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación; las técnicas de procesamiento y análisis de datos; el tratamiento estadístico; y la orientación ética filosófica y epistémica. Capítulo IV Resultados y Discusión, relacionadas con el trabajo de campo y los informes de resultados emitidos por el laboratorio acreditado por el INACAL. Las Conclusiones, y finalmente las Recomendaciones; además de la Bibliografía y sus respectivos Anexos.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y Determinación del Problema.....	1
1.2.	Delimitación de la Investigación.....	3
1.3.	Formulación del Problema.....	3
1.3.1.	Problema General.....	3
1.3.2.	Problemas Específicos.....	4
1.4.	Formulación de Objetivos.....	4
1.4.1.	Objetivo General.....	4
1.4.2.	Objetivos Específicos.....	4
1.5.	Justificación de la Investigación.....	5
1.5.1.	Justificación Teórica:.....	5
1.5.2.	Justificación Práctica.....	5
1.6.	Limitaciones de la Investigación.....	6

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de Estudio.....	7
------	------------------------------	---

2.1.1.	A Nivel Local .....	7
2.1.2.	A Nivel Nacional .....	9
2.1.3.	A Nivel Internacional .....	11
2.2.	Bases Teóricas – Científicas.....	12
2.2.1.	El Agua.....	12
2.2.2.	Calidad del Agua .....	13
2.2.3.	Parámetros de Calidad del Agua.....	13
2.3.	Definición de Términos Básicos .....	17
2.3.1.	Agua Cruda.....	17
2.3.2.	Agua Natural .....	17
2.3.3.	Agua Natural Superficial .....	18
2.3.4.	Agua Natural Subterránea.....	18
2.3.5.	Agua para Consumo Humano .....	18
2.3.6.	Agua Tratada .....	18
2.3.7.	Análisis Físico y Químico del Agua .....	18
2.3.8.	Análisis Microbiológico del Agua.....	19
2.3.9.	Coliformes .....	19
2.3.10.	Coliformes Termotolerantes.....	19
2.3.11.	Características Físico – Químicas.....	19
2.3.12.	Dureza Total .....	20
2.3.13.	Sólidos Disueltos Totales .....	20
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	20

2.4.1.	Hipótesis General.....	20
2.4.2.	Hipótesis Específicos .....	21
2.5.	Identificación de las Variables .....	21
2.5.1.	Identificación de Variables de la Hipótesis General .....	21
2.6.	Definición Operacional de Variables e Indicadores .....	22

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de Investigación .....	23
3.2.	Nivel de Investigación.....	23
3.3.	Métodos de Investigación.....	24
3.4.	Diseño de Investigación .....	24
3.5.	Población y Muestra.....	24
3.5.1.	Unidad de Estudio.....	24
3.5.2.	Población.....	25
3.5.3.	Muestra.....	25
3.6.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	26
3.6.1.	Metodología Realizada en los Ensayos del Laboratorio Externo.....	26
3.6.2.	Equipos Empleados en el Monitoreo de Cuerpo Receptor.....	28
3.7.	Selección, Validación y Confiabilidad de los Instrumentos de Investigación ....	28
3.8.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos .....	28
3.9.	Tratamiento Estadístico .....	28
3.10.	Orientación Ética Filosófica y Epistémica .....	29

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del Trabajo de Campo .....	30
4.1.1.	Área de Influencia.....	30
4.1.2.	Determinación de las Estaciones de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales .....	31
4.1.3.	Determinación de la Frecuencia del Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales .....	34
4.1.4.	Selección de los Parámetros a Evaluar .....	35
4.2.	Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados .....	38
4.3.	Prueba de Hipótesis .....	61
4.4.	Discusión de Resultados.....	62
4.4.1.	Estación de Monitoreo E – 12 y E – 24 .....	62
4.4.2.	Estación de Monitoreo E – 3 y E – 8.....	63
4.4.3.	Estación de Monitoreo E – 22 y E – 9 .....	65
4.4.4.	Estación de Monitoreo M – 4 y E – 6 .....	66
4.4.5.	Estación de Monitoreo E – 6 y E – 21 .....	69

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Definición Operacional de Variables e Indicadores .....	22
CUADRO 2: Estaciones de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales .....	33
CUADRO 3: Frecuencia de Muestreo y Presentación de Reporte.....	34
CUADRO 4: Parámetros a Evaluar en el Río Llacuabamba y sus Tributarios .....	37
CUADRO 5: Resultados de los Parámetros para la Estación de Monitoreo E – 3 por Trimestre .....	39
CUADRO 6: Resultados de los Parámetros para la Estación de Monitoreo E – 8 por Trimestre .....	41
CUADRO 7: Resultados de los Parámetros para la Estación de Monitoreo E – 9 por Trimestre .....	44
CUADRO 8: Resultados de los Parámetros para la Estación de Monitoreo E – 12 por Trimestre .....	46
CUADRO 9: Resultados de los Parámetros para la Estación de Monitoreo E – 21 por Trimestre .....	48
CUADRO 10: Resultados de los Parámetros para la Estación de Monitoreo E – 22 por Trimestre .....	52
CUADRO 11: Resultados de los Parámetros para la Estación De Monitoreo E – 24 por Trimestre .....	54
CUADRO 12: Resultados de los Parámetros para la Estación de Monitoreo M – 4 por Trimestre .....	56
CUADRO 13: Resultados de los Parámetros para la Estación de Monitoreo E – 6 por Trimestre .....	59

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Estaciones de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales .....	32
Imagen 2: Evidencia de Lavado de Mineral en el Río Llacuabamba Durante el Segundo Trimestre .....	68
Imagen 3: Evidencia de Lavado de Mineral en el Río Llacuabamba Durante el Primer Trimestre .....	68
Imagen 4: Evidencia de Descarga de Aguas Servidas al Río Llacuabamba .....	71
Imagen 5: Evidencia de Remoción del Río Llacuabamba.....	71
Imagen 6: Evidencia de Descarga de Bocamina Ilegal.....	72

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Representación del parámetro Cianuro Libre.....	40
Gráfico 2: Representación del parámetro Plomo .....	42
Gráfico 3: Representación del parámetro Zinc .....	42
Gráfico 4: Representación del parámetro Colif. Termotolerantes.....	49
Gráfico 5: Representación del parámetro Sólidos Suspendidos Totales .....	49
Gráfico 6: Representación del parámetro Cianuro Libre.....	50
Gráfico 7: Representación del parámetro Plomo .....	50
Gráfico 8: Representación del parámetro Plomo .....	53
Gráfico 9: Representación del parámetro Plomo .....	55
Gráfico 10: Representación del parámetro Plomo.....	57
Gráfico 11: Representación del parámetro Zinc .....	57
Gráfico 12: Representación del parámetro Plomo.....	60
Gráfico 13: Representación del parámetro Zinc .....	60

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Identificación y Determinación del Problema**

Las aguas residuales industriales de origen minero metalúrgico tienen alto contenido de metales pesados y otros contaminantes como el cianuro y el mercurio, cuya presencia dependerá de la metodología de procesamiento del mineral; que, al no ser tratados de manera efectiva para su posterior vertimiento, resultan ser nocivos para la salud humana y para la vida acuática. En tal sentido, en la actualidad se observa diversas problemáticas de contaminación de los cuerpos de agua natural producidos por estas actividades cuyos efectos en su mayoría han sido perjudiciales, por lo tanto, resulta importante la evaluación de la calidad del cuerpo de agua natural para determinar el nivel de impacto.

Peña Zerpa (2018) nos indica que; en la actualidad no se cumplen los Objetivos del Nuevo Milenio en su totalidad, principalmente el Objetivo 6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, en el cual se tiene la

exigencia “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos” con el propósito de menguar la disparidad y la extrema pobreza. También menciona que el consumo que se tiene es básicamente para el aseo personal o la que se utiliza para la preparación de alimentos en los hogares, como también en la utilización de la agricultura o industrial.

También Pantoja (2019), refiere que en el Perú existe carencia, es por eso que el gobierno central a través de los ministerios correspondientes, la descentralización está canalizado por los gobiernos regionales y locales (municipalidades provinciales y distritales), buscan cubrir brechas con la construcción de sistemas de abastecimiento en el país. Así mismo, podemos indicar que a partir de estas problemáticas es necesario tener el acceso universal del líquido elemento potabilizado tanto en las zonas urbanas como en las rurales. Según el D.L. N° 1280 en las zonas urbanas las EPS son las encargadas de administrar el abastecimiento de agua potabilizada mientras que en las zonas rurales se deben conformar las JASS que estas a su vez tienen asistencia técnica de las ATM que pertenecen a las municipalidad provinciales y distritales de su ámbito territorial.

Según comenta Viacava Vila (2015); en el Perú, así como en los países de Ecuador y Bolivia, las comunidades campesinas cubren los niveles socioeconómicos más bajos constituyendo más del 60% de la población rural cuya concentración se liga principalmente a los ámbitos de gran desarrollo prehispánico en la sierra central y sur del Perú. Así mismo, indica que una organización comunal, sustenta reciprocidad y cooperación en tal sentido desde

el punto de vista sociopolítico esta estructura de interacción social es la que le ofrece mejores posibilidades de participación.

En la presente investigación se determinó la calidad fisicoquímica y microbiología del Río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A; los cuales fueron comparados por la normativa vigente que es el ECA – Agua el D.S. N° 004 – 2017 – MINAM, en la categoría 4, subcategoría E2: ríos de la costa y sierra, en el cual, me indicó el impacto a los ecosistemas acuáticos de la zona.

## **1.2. Delimitación de la Investigación**

Alcanzando un punto crítico de la caracterización de las muestras de agua de los recursos hídricos superficiales la investigación se centra en la evaluación de las concentraciones físico – química y microbiológica de acuerdo al papel que desempeña el recurso hídrico “Río Llacuabamba”, para la comunidad del distrito del mismo nombre y definir si es aceptable de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

## **1.3. Formulación del Problema**

### **1.3.1. Problema General**

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. según los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es la calidad fisicoquímica de las aguas del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. según los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2?
- ¿Cuál es la calidad microbiológica de las aguas del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. según los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2?

## **1.4. Formulación de Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar la calidad del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos según los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la calidad fisicoquímica de las aguas del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. según los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.
- Determinar la calidad microbiológica de las aguas del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. según los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

## **1.5. Justificación de la Investigación**

### **1.5.1. Justificación Teórica:**

La localidad de Llacuabamba tiene una gran trascendencia histórica en la extracción minera, de manera formal e informal, la cual ocasionó una serie de impactos negativos en el medio ambiente, los cuales a su vez fueron desarrollados antes de la publicación de las normativas legales actuales que rigen el sector minero en materia ambiental, en tal sentido, los pasivos ambientales mineros fueron degradando la calidad de los componentes ambientales (agua, suelo y aire) a lo largo del tiempo, por lo que resulta importante la determinar si el origen de los metales pesados presentes en el agua, proviene de fuentes naturales, o es resultado de la actividad minera extractiva.

Por medio de la realización de la presente investigación se analizó el comportamiento secuencial o alterno que permita demostrar si el origen de la alteración de la calidad del agua es de fuente natural o antropogénica, además de conocer la caracterización, y el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos a lo largo del río Llacuabamba y que afectaría la salud de los pobladores.

### **1.5.2. Justificación Práctica**

La peligrosidad de los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos que se dan en los cuerpos de agua se convierte en un depósito de contaminantes y su posterior integración a los procesos geoquímicos causan alteraciones a los ecosistemas y efectos negativos a la salud de los pobladores. Los diversos contaminantes que se encuentran en forma natural o antropogénica, se incorporan fácilmente al suelo y a los cuerpos de agua y en lo posterior ingresan al organismo en forma de partículas finas a través de las vías respiratorias, vía oral o cutáneas.

En ese sentido, la preocupación de las concentraciones de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos en el agua radica en que es consumido por animales y es usado en la agricultura, los cuales por su capacidad de bioacumulación retienen arsénico y que en lo posterior ingresan a la cadena trófica, por ello resulta importante analizar la calidad del agua en relación a la concentración de contaminantes que puedan ser perjudiciales para el ambiente acuático y la salud de las personas.

#### **1.6. Limitaciones de la Investigación**

Las limitaciones como en toda investigación, abarcan temas ya sean teóricos, metodológicos o prácticos que dificultan y enmarcan su desarrollo. En ese sentido, las limitaciones de la presente investigación son la poca disponibilidad de recursos económicos y el desinterés de la población.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de Estudio**

##### **2.1.1. A Nivel Local**

➤ **Díaz Cartagena (2020).** “En su tesis doctoral titulado, Factores que determinan el origen de la contaminación de suelos por arsénico en la comunidad de Llacuabamba, Pataz, mediante procedimientos secuenciales y alternos; nos indica que el origen del arsénico en los suelos del centro poblado de Llacuabamba, proviene de dos fuentes, la primera es del origen de la roca madre, por la formación geológica, del distrito minero aurífero de Parcoy, que al erosionarse por acción del río Llacuabamba han transportado el material que se ha depositado en las tres terrazas aluviales donde se ha asentado el centro poblado, la segunda fuente es la actividades antrópicas como son las construcciones de viviendas, agricultura, y las de mayor impacto han sido la minería artesanal, informal, ilegal, pequeña y mediana minería que se han desarrolla desde hace muchos años en la

zona, el beneficio de mineral de manera artesanal en la recuperación de oro en viviendas de la comunidad, ha generado residuos contaminantes, el mal manejo y trasladados de materiales, han servido para liberar el arsénico en el suelo”.

➤ Además **Calero Montes & Calero Montes (2018)**. “En su tesis de pre grado titulado, Diagnóstico y propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable por actividad minera en la comunidad campesina Llacuabamba, La Libertad, 2017; Indica que sus resultados permitieron detectar potencialidades de mejora en todas las unidades de la PTAP, reduciendo y/o eliminado los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos a consecuencias de fallas operativas y de antigüedad de las instalaciones, la cual garantizará una mayor disposición y mayor calidad del recurso hídrico de los pobladores de la Comunidad Campesina Llacuabamba”.

➤ Según **Atoc (2019)**. “En su tesis de pre grado titulado, Evaluación de la calidad de agua de riego en cultivos de pan llevar en la cuenca baja del río moche, provincia de Trujillo – 2019; que tuvo como objetivo determinar la calidad de agua para uso agrícola en la cuenca baja del río Moche provincia de Trujillo región la Libertad con puntos de muestreo en los caseríos de Menocucho, Santa Rosa y Cerro Blanco respectivamente, se llegó a la conclusión que las aguas de la cuenca baja del río Moche están dentro de los estándares de calidad del agua y están aptas para el riego de cultivos de pan llevar”.

➤ **Mera Rodas & Diaz Muñoz (2017)**. “En su informe final de investigación pre grado titulado, Caracterización Físicoquímica y Microbiológica (Coliformes Totales y Fecales) de las Aguas Residuales Generadas en el Campus de la Universidad Nacional Autónoma de Chota; Indica que, en la evaluación del estado de las aguas residuales dieron como resultado que parámetros

indispensables como DQO y DBO<sub>5</sub> sobrepasan los límites máximos permisibles acotados en el Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM y que la densidad microbiana de coliformes totales y fecales son 3 veces más de lo establecido por la ley peruana”.

### **2.1.2. A Nivel Nacional**

➤ **Salazar Huánuco (2020)**. “En su Tesis de pre grado titulado, Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el período 2015-2019; cuyo estudio lo realizó en la sub cuenca alta y media del río Tarma, cubriendo una distancia de 18 km aproximadamente con el objetivo de evaluar el impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma, para ello se analizaron los parámetros físicos, químicos y biológicos en función de un período de tiempo, donde se evaluaron los parámetros más representativos mediante la ejecución de monitoreos en el río Tarma. El trabajo de investigación se realizó en cuatro puntos diferentes, con los siguientes códigos de monitoreo: RHuan1 de la subcuenca alta, RTarma1, RTarma2 y RPalc1 en la subcuenca media del río Tarma. La primera etapa del trabajo de investigación se encargó de identificar las principales fuentes de contaminación y los principales puntos de descarga de las aguas residuales del río. La otra etapa del trabajo de investigación fue realizar el monitoreo de aguas residuales, con los datos del laboratorio y con los datos obtenidos de los informes de monitoreo de la Autoridad Local del Agua (ALA-Tarma); estos datos fueron comparados con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA-Agua) de categoría 3. Posteriormente se evaluó el comportamiento de los parámetros más significativos en el período 2015 al 2019, con los resultados obtenidos se procedió a realizar el análisis estadístico, donde se pudo identificar las principales fuentes de contaminación y los principales

puntos críticos de contaminación del río Tarma. En la última etapa de investigación se realizó la comparación con el Estándar de Calidad Ambiental ECA–Agua – Categoría 3, para finalmente realizar el análisis de los datos obtenidos con el programa (SPSS), de modo que se pueda comprobar las hipótesis de los distintos parámetros analizados. Al final del trabajo de investigación de la evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del río Tarma, se proponen las diferentes iniciativas de alternativas de solución al problema de contaminación de las aguas residuales del río Tarma”.

➤ **También Tocto Saguma (2019).** “En su Tesis de pre grado titulado Concentración de coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli Escherich, en el río Quiroz, caserío puente Quiroz - Suyo - Ayabaca - Abril - Julio 2018; manifiesta que, con el objetivo de determinar la concentración de Coliformes Totales y Termotolerantes, y Escherichia coli en el río Quiroz, Caserío Puente Quiroz-Suyo-Ayabaca, en función de los estándares de calidad ambiental (ECA) y determinar su uso, según las categorías 1 y 3 en el periodo de abril a julio del 2018. Se realizó un muestreo por mes en el tramo correspondiente al caserío Puente Quiroz, donde, se colectaron 16 muestras de agua, comprendidas en 4 estaciones y 4 fechas de muestreo: abril, mayo, junio y julio del 2018. Asimismo, se tomaron parámetros in situ, como el pH, el cual registró valores entre 8,09 y 8,73; temperatura, con variaciones entre las fechas de muestreo, comprendidas en un mínimo de 22,7 °C y un máximo de 27,0 °C. Los resultados para Coliformes Totales fueron muy variados, específicamente, en el mes de mayo del 2018, en la estación río Quiroz, debajo del puente del caserío Puente Quiroz, se presentó la mayor concentración con un valor de 5400

NMP/100 ml. Por otro lado, los resultados de Coliformes Termotolerantes y *Escherichia coli* fueron muy variados”.

➤ **Salazar Chávez & Pastor Ortiz (2019)**. “En su Tesis de pre grado titulado, Evaluación de la Calidad Ecológica y Ambiental del Agua del Río Jequetepeque en el Tramo de San Juan - Chilete del Departamento de Cajamarca en el Año 2017- 2018; que tuvo por objetivo evaluar la calidad ecológica y ambiental del agua del río Jequetepeque en el tramo de San Juan – Chilete en los años 2017 y 2018, se analizaron parámetros fisicoquímicos (nitratos, nitritos, fosfatos, pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, DBO5, fluoruros, cloruros, bromuros, sulfatos, sólidos disueltos totales y turbidez), microbiológicos (coliformes termotolerantes y totales), y la caracterización de los macroinvertebrados bentónicos. La metodología que se utilizó fue la recolección de muestras de agua y recolección de macroinvertebrados bentónicos, se hizo 2 campañas en tiempo de lluvia y 2 campañas en tiempo de estiaje, al igual que la aplicación de índices bióticos de calidad ambiental (BMWP/Col, BMWP/Bol y EPT) y el ICA de la NSF. Se hizo una comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con el estándar de calidad ambiental (ECA) de la legislación peruana. El pH y los coliformes termotolerantes no cumplieron con esta normativa (ECA), en algunos puntos de muestreo (en su mayoría en la zona de Chilete), en ambas épocas (estiaje y lluvia)”.

### **2.1.3. A Nivel Internacional**

➤ **Mbaka et al.(2017)**. “En su artículo científico titulado, Assessment of water quality in selected shallow wells of Keiyo Highlands, Kenya. African Journal of Science, Technology, Innovation and Development; Evaluó la calidad de agua en pozos poco profundos en Kenia, obteniendo resultados como: el pH

fue bajo durante las estaciones secas ( $5,35 \pm 0,09$ ) y húmedas ( $6,14 \pm 0,26$ ), lo que muestra que el agua es ácida. Los valores de coliformes fecales fueron más altos que los recomendados por la OMS (0/100 ml) para el agua potable en las estaciones húmedas ( $2.70 \pm 1.34/100$  ml) y secas ( $21.56 \pm 10.0/100$  ml). En conclusión, los valores elevados de coliformes fecales indican que la utilización de agua de los pozos es una preocupación para la salud pública”.

➤ También **Bracho Fernández & Fernández Rodríguez (2017)**. “En su artículo científico titulado, Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. Minería y Geología; Nos indica que en Venezuela no escapa a esta problemática mundial. En el sector Ancón Bajo II, perteneciente a la parroquia Venancio Pulgar, municipio Maracaibo, se asienta la comunidad San Valentín. Esta carece de una completa infraestructura con servicios básicos que garanticen el consumo de agua de probada calidad sanitaria. A ello se suma el hecho de que los drenajes naturales, próximos a sus desembocaduras (laguna el gran Eneal, Lago de Maracaibo) se encuentran contaminados por aguas residuales. Al no contar con suministro adecuado de agua potable, los habitantes de la comunidad invierten parte de sus presupuestos familiares en financiar redes informales, equipos de bombeo, dispositivos de almacenamiento e incluso el pago a distribuidores privados”.

## **2.2. Bases Teóricas – Científicas**

### **2.2.1. El Agua**

Según **Caycedo Lozano & Trujillo Suárez (2020)**. “El agua es desde la valoración como recurso hídrico hasta la valoración del compuesto como un reactivo con propiedades definitivas para la sostenibilidad del planeta y de nuestro

territorio. También indica que, sobre las propiedades como los puentes de hidrógeno, la polaridad molecular y la tensión superficial, entre otras, son características que explican las razones por las cuales el agua es considerada como un recurso natural. Es decir, en los significados de estos conceptos se encuentran algunas de las explicaciones por las cuales hay que cuidar el agua y son dichos conceptos, lo que se deben resignificar y valorar en los cursos que tengan por objeto la apreciación del agua en el marco de la sostenibilidad”.

### **2.2.2. Calidad del Agua**

“La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables fisicoquímicas y microbiológicas, así como de sus valores de aceptación o de rechazo. La calidad fisicoquímica del agua se basa en la determinación de sustancias químicas específicas que pueden afectar a la salud, tras cortos o largos periodos de exposición” (Rojas, 2002).

### **2.2.3. Parámetros de Calidad del Agua**

“Los parámetros de calidad del agua a evaluar guardan relación con los contaminantes potenciales, que pueden estar presentes en el agua superficial de la microcuenca en estudio, y al uso de la misma. Tomando como referencia la composición química característica del agua, los parámetros físicos y químicos que se determinan en cada sitio son: temperatura, pH, conductividad eléctrica, color, turbiedad, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro, cloruro, sulfato, fluoruro, fosfato, nitrito, nitrato, nitrógeno amoniacal, bicarbonato, boro y sílice. Los parámetros bacteriológicos analizados incluyen coliformes fecales, *Escherichia coli* y *Salmonella*” (Eaton, Clesceri, Rice, & Greenberg, 2005).

Según Eaton, Clesceri, Rice, & Greenberg (2005). Los parámetros físicos permiten determinar cualitativamente el estado y tipo de agua.

- a) **La Temperatura (T).** Se refiere a la medida del nivel de calor que posee un cuerpo, su unidad de medida se expresa comúnmente en grados centígrados (°C) y por lo general se usa el termómetro de mercurio o el termómetro digital para su medición.
- b) **El Potencial de hidrógeno (pH).** Este parámetro mide el contenido del ion hidrógeno que se encuentra en el agua. En general las aguas ácidas se caracterizan por tener un valor de pH menor a siete mientras que las que tienen valor de pH mayor son denominadas alcalinas.
- c) **El Color verdadero.** Se caracteriza por mantener un determinado grado de color después de eliminar la turbiedad principalmente compuesta por sustancias disueltas. Por otro lado, existe otro tipo de color denominado color aparente que es producto de sustancias disueltas o materiales en suspensión sin ningún tipo de eliminación de turbiedad. Ambas se expresan en miligramos de platino cobalto (U-Pt-Co) en un litro.
- d) **La Turbiedad.** Representa a la medida de la proporción de las sustancias o materiales en suspensión que se localizan en el agua y que a su vez no permiten que la luz se disperse, sino que se absorba. Sus unidades de medición se expresan en UNT que significa unidades de nefelométricas de turbiedad y normalmente se usa el equipo llamado turbidímetro para su medición.
- e) **Conductividad eléctrica (CE).** Es la valoración del comportamiento eléctrico en una disolución. Sus unidades son expresadas en  $\mu\text{S}/\text{cm}$

(microsiemen por centímetro) y su medición se realiza a través de un conductímetro que en mayoría de casos lo posee un multiparámetro.

- f) Sólidos disueltos totales (SDT).** Hace referencia a la medida del contenido de sólidos presentes posterior a ser sometida a una temperatura superior a 100 °C en su fase acuosa. Su método de análisis es por gravimetría. Comúnmente los sólidos disueltos se encuentran en el agua como materia orgánica.

Eaton, Clesceri, Rice, & Greenberg (2005). Indican que los parámetros de calidad química del agua son los siguientes:

- a) Oxígeno disuelto (OD).** El oxígeno forma parte fundamental de las reacciones de tipo oxidación y reducción para el recurso hídrico, así como también resulta importante para la respiración microbiana. El método Yodométrico de Winkler es el más común para su determinación analítica. Su unidad de medida está expresada en el porcentaje de saturación del oxígeno disuelto del agua que a su vez dependerá de la temperatura, presión y cota del lugar de evaluación. Así mismo, es un indicador de la permanencia de vida en el agua.
- b) La Demanda Bioquímica de Oxígeno de Cinco Días (DBO5).** Se entiende como el contenido necesario de oxígeno para mantener a las bacterias durante un periodo de cinco días a temperatura ambiente. En general su valor se refleja en el resultado de la resta entre el oxígeno disuelto inicial y el residuo una vez transcurridos los cinco días de incubación a temperatura ambiente. Uno de los métodos usado para su determinación es el yodométrico de Winkler.

c) **Los Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).** Por naturaleza estas sales tienden a ser muy solubles, son originarios del nitrógeno, por lo que son encontrados fácilmente en alimentos y aguas de consumo. Estos se originan generalmente por uso de fertilizantes con alto contenido de nitrógeno, también por vertimientos sanitarios e industriales, y del uso de aditivos utilizados para la conservación de los alimentos. Naturalmente el contenido de nitratos en las aguas superficiales se mantiene bajo a excepción de aguas con altos niveles de contaminación. Así mismo, en los acuíferos profundos se mantiene baja, y ligeramente alta si la comparamos con las aguas superficiales. Por otro lado, en los acuíferos subterráneos el alto nivel de nitratos es a causa de infiltraciones de diferentes orígenes entre ellos, el uso de fertilizantes nitrogenados, los vertimientos de efluentes sanitarios e industriales en zanjas de absorción. Estos compuestos con altas concentraciones de nitrógeno producen diferentes reacciones químicas que terminan transformándose en nitratos y es así como los acuíferos ya sea por las características del suelo, descarga de productos con contenido de nitrógeno o las condiciones climáticas terminan elevando sus niveles de nitratos.

d) **Los Fosfatos.** Mayormente el fósforo se presenta como fosfatos en las aguas ya sean de fuente natural o residual, que a su vez se clasifican en ortofosfatos, fosfatos condensados y fosfatos enlazados orgánicamente. Estas pueden provenir de distintas fuentes encontrándose generalmente en solución, partículas, detritus o cuerpos de organismos acuáticos.

Además, Henry & Heinke (1999). Indican que los parámetros de calidad bacteriológica del agua, resultan importantes debido a que muchos de estos están destinados al consumo humano por lo que deben de estar libres de patógenos. En

su mayoría las enfermedades que son transmitidas por el agua son debido al consumo de agua contaminada por microorganismos fecales. Dentro de la valoración del estado bacteriológico del agua los principales indicadores son la Escherichia Coli y los coliformes fecales, debido a que ambas son de origen de las heces humanas y/o animales.

**a) Los Coliformes Fecales (CF).** Se le conoce como Coliformes Fecales al subgrupo de bacterias entéricas que poseen como característica principal su resistencia a altas temperaturas de incubación por lo que también reciben el nombre de coliformes termotolerantes. Dentro de este subgrupo se encuentra comúnmente a las bacterias como la Escherichia coli, Citrobacter freundii, Klebsiella pneumoniae y Enterobacter sp.

## **2.3. Definición de Términos Básicos**

### **2.3.1. Agua Cruda**

Se le conoce como agua cruda al líquido elemento que se encuentra en estado natural, a su vez es captada para suministro y que no es sometida a ningún proceso de tratamiento<sup>1</sup>.

### **2.3.2. Agua Natural**

Componente Ambiental esencial para la vida que se encuentra en estado líquido en la naturaleza<sup>2</sup>.

---

1. DIGESA. (2015). RD\_160\_2015\_DIGESA.pdf. In *Resolucion Directoral* (Vols. 160–2015, p. 23).  
2. González, G. (2012). *Microbiología del Agua conceptos y aplicaciones* (primera ed.). Colombia.: Escuela Colombiana de Ingeniería Jario Garavito.

### **2.3.3. Agua Natural Superficial**

Se conoce como Agua Natural superficial a todo cuerpo natural de agua que se localiza en la superficie y que a su vez conforman ríos, lagunas, lagos, manantiales, etc<sup>2</sup>.

### **2.3.4. Agua Natural Subterránea**

Se refiere al recurso hídrico cuya característica principal es que se encuentra debajo de la superficie, por lo que su afloramiento puede ser natural o extracción artificial<sup>2</sup>.

### **2.3.5. Agua para Consumo Humano**

Agua que cumple con todos los lineamientos normativos para ser considerada apta para consumo humano y para todas las actividades domésticas habituales, incluida la higiene personal<sup>1</sup>.

### **2.3.6. Agua Tratada**

Agua que pasa por procesos físicos, químicos y/o biológicos para volverla un agua libre de contaminantes y productos no deseables y que a su vez sea apta para el consumo humano<sup>1</sup>.

### **2.3.7. Análisis Físico y Químico del Agua**

Se trata de la aplicación de metodologías estandarizadas y validadas por el INACAL que aplican los laboratorios en una muestra de agua para diagnosticar sus características físicas, químicas o ambos<sup>1</sup>.

- 
1. DIGESA. (2015). RD\_160\_2015\_DIGESA.pdf. In *Resolucion Directoral* (Vols. 160–2015, p. 23).
  2. González, G. (2012). *Microbiología del Agua conceptos y aplicaciones* (primera ed.). Colombia.: Escuela Colombiana de Ingeniería Jario Garavito.

### **2.3.8. Análisis Microbiológico del Agua**

Se trata de la aplicación de metodologías estandarizadas y validadas por el INACAL que aplican los laboratorios en una muestra de agua para diagnosticar las características Microbiológicas (presencia o ausencia, tipo y cantidad)<sup>1</sup>.

### **2.3.9. Coliformes**

Se les llama Coliformes a una agrupación de bacterias de diferentes especies que presentan algunas peculiaridades bioquímicas en general. Así mismo, resulta ser pieza clave como indicador de contaminación del agua<sup>3</sup>.

### **2.3.10. Coliformes Termotolerantes**

Llamados Termotolerantes por su capacidad de fermentación de lactosa a una temperatura entre 44 – 45°C. Comúnmente están presentes en el agua los géneros de Citrobacter, Escherichia, Enterobacter y Klebsiella. De estos, la Escherichia coli se distingue de los otros géneros por su capacidad de la enzima  $\beta$ - glucuronidasa o el uso de triptófano para la producción de indol<sup>4</sup>.

### **2.3.11. Características Físico – Químicas**

Las bacterias y otros elementos presentes en la naturaleza dan origen a lo que se conoce como Características Físico - Químicas del agua que en casos poco probables son perjudiciales para el bienestar de las personas<sup>2</sup>.

- 
1. DIGESA. (2015). RD\_160\_2015\_DIGESA.pdf. In *Resolucion Directoral* (Vols. 160–2015, p. 23).
  2. Gonzáles, G. (2012). *Microbiología del Agua conceptos y aplicaciones* (primera ed.). Colombia.: Escuela Colombiana de Ingeniería Jario Garavito.
  3. Castro Muñoz, C. M. (2007). Escuela Superior Politécnica del Litoral Ingeniería en Auditoría y Control de Gestión Introducción. In *Calidad del Agua* (p. 10). <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6154/9/c1.pdf>
  4. APHA, (., AWWA, (., & WPCF, (. (1995). *Métodos Normalizados para el*. Madrid.: Díaz de Santos, S.A.

### **2.3.12. Dureza Total**

Se entiende como Dureza total del agua a la concentración total de los iones alcalinotérreos de la tabla periódica de los elementos, ubicados en el grupo 2, y que se encuentran principalmente como Calcio y Magnesio. En este sentido, las unidades en la que se expresa la dureza está representada de la siguiente manera: contenido proporcional de miligramos de carbonatos de calcio/litro de solución<sup>5</sup>.

### **2.3.13. Sólidos Disueltos Totales**

Se entiende como Sólidos Disueltos Totales a la suma de todos los minerales, metales y sales disueltos de tamaño menor a 2 micras que se encuentran presentes en el agua. Así mismo, este parámetro nos sirve como indicador de la calidad del agua<sup>6</sup>.

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La calidad Fisicoquímica y Microbiológica del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. no es de calidad aceptable según los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

---

5. Romero, J. (2006). Calidad del Agua (segunda ed.). Colombia.: Escuela Colombiana de Ingeniería.

6. Severiche Sierra, C. A., Castillo Bertel, M. E., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Fisicoquímicos Básicos en Aguas. <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/index.htm>

### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

a) La calidad Fisicoquímica del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. no es de calidad aceptable según los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

b) La calidad Microbiológica del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. no es de calidad aceptable según los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

## **2.5. Identificación de las Variables**

### **2.5.1. Identificación de Variables de la Hipótesis General**

#### **a) Variable Dependiente:**

Calidad del agua del río Llacuabamba y sus tributarios.

#### **b) Variable Independiente:**

Impacto de la Minera Aurífera Retamas S.A.

## 2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

**CUADRO 1**

### **DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES**

<b>Variable</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Calidad del Agua</b>	Análisis de la calidad del agua	Estándares de Calidad Ambiental (ECA) – D.S N°004 – 2017 – MINAM
<b>Impacto de la Minera Aurífera Retamas S.A.</b>	Elementos Fisicoquímicos	mg/L, Und. pH, $\mu$ S/cm, mg/L, %.
	Elementos Microbiológicos	NMP/100mL

**Fuente:** Propia.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

La presente investigación corresponde al tipo observacional, descriptiva, y exploratoria; debido a que el objeto de estudio es la calidad del recurso hídrico que compone el río Llacuabamba y correspondientes tributarios, y los factores ambientales fisicoquímicos y microbiológicos que afectan la calidad de sus aguas. Así mismo pertenece al tipo de investigación Expost Facto porque no se altera ninguna variable de estudio.

#### **3.2. Nivel de Investigación**

Considerando, el tipo y las variables de investigación, el nivel de investigación corresponde al exploratorio; el cual se sustenta en examinar un tema que aún no ha sido analizado a profundidad.

### 3.3. Métodos de Investigación

El presente estudio de investigación utiliza la metodología cuantitativa ya que evalúa las concentraciones de los parámetros que determinan los niveles de contaminación empleando equipos e instrumentos de medición in situ de monitoreo. El método analítico es utilizado para buscar el origen y el efecto del problema.

### 3.4. Diseño de Investigación

El estudio es sin intercesión o no experimental; Por lo que su diseño corresponde al tipo longitudinal exploratorio. Así mismo es de tipo Cuasi Experimental - Retrospectivo.



Dónde:

- $Y = VD =$  Calidad del agua del río Llacuabamba y sus tributarios según los estándares de calidad ambiental establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.
- $X = VI =$  Concentración de los Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Llacuabamba y sus tributarios.

Influencia de X en Y; Matemáticamente:  $Y = f(1/X)$

Relación inversa: “A mayor cantidad de contaminantes, menor calidad de agua”.

### 3.5. Población y Muestra

#### 3.5.1. Unidad de Estudio

En el presente estudio se determinó a la quebrada Llacuabamba como unidad de estudio.

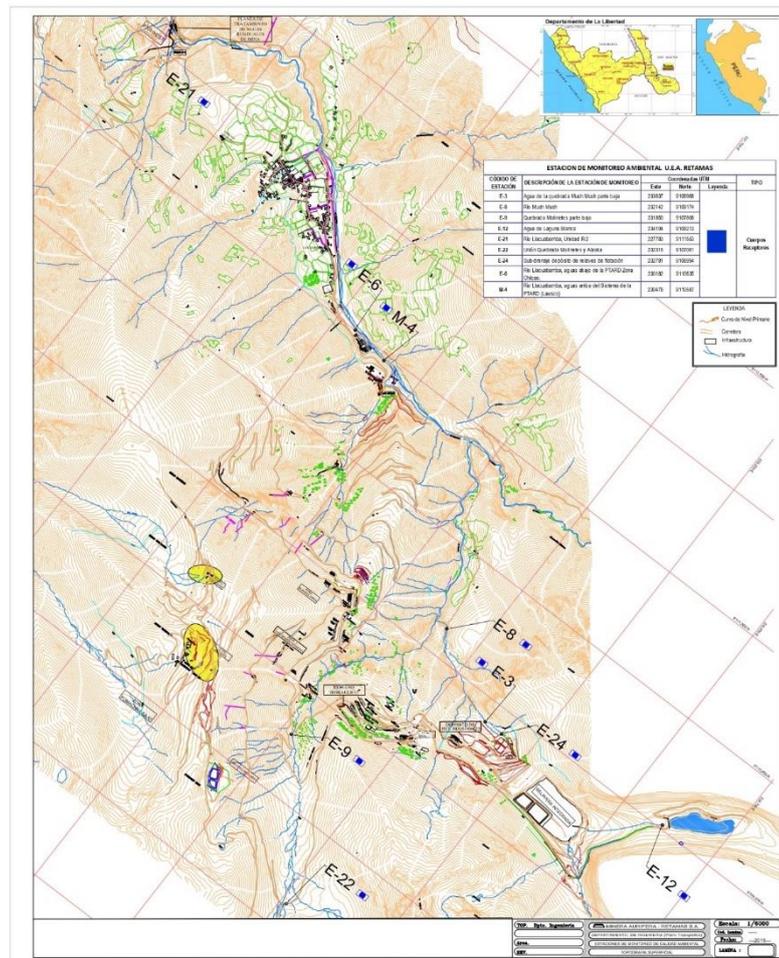
### 3.5.2. Población

La Población lo constituyen las aguas del Río Llacuabamba desde sus tributarios, quebrada Mush Mush y quebrada Molinetes, hasta el término del área de influencia de la Minera Aurífera Retamas S.A.

### 3.5.3. Muestra

Para efecto de una mayor representatividad se estableció como muestra los 9 puntos de monitoreo que fueron establecidos en la población de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales bajo la R.J. N° 010-2016-ANA.

### Plano de Ubicación de los Puntos de Monitoreo



**Fuente:** Minera Aurífera Retamas S.A.

### **3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

En cuanto se refiere a la metodología de la preparación del material, muestreo, la evaluación de parámetros de campo y análisis, considera los criterios establecidos por:

- Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos establecidos por la Autoridad Nacional del Agua.
- Procedimientos descritos en las regulaciones del Código Federal de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos – US EPA.
- Métodos descritos en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA).

Para los análisis realizados en el laboratorio externo se describe la siguiente metodología:

#### **3.6.1. Metodología Realizada en los Ensayos del Laboratorio Externo**

- Análisis de Sólidos Totales en Suspensión: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012. Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C.
- Cromo Hexavalente Total: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed. 2017. Chromium: Colorimetric Method.
- Nitrógeno Total: ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010. Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection.
- Nitrógeno Amoniacal: ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005. Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection.

- Sulfuro de Hidrógeno Indisociable: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- H, 23rd Ed. 2017. Sulfide. Calculation of Un-ionized Hydrogen Sulfide.
- Demanda Bioquímica de Oxígeno: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test.
- Numeración de Coliformes Totales: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C. 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density.
- Numeración de Termotolerantes (Coliformes Fecales): Método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 22nd Ed. 2012; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
- Cianuro Libre: ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado), 2014. Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA).
- Aceites y Grasas: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method.
- Metales Totales: EPA 6020A, Rev. 1 February 2007. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry.
- Aniones: EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado). 2015. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
- Fenoles: ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999. Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA).

### **3.6.2. Equipos Empleados en el Monitoreo de Cuerpo Receptor**

Los equipos empleados en el Monitoreo de Cuerpo Receptor, están debidamente calibradas, así mismo se encuentran en perfecto estado, y operativo, de acuerdo al Programa de Mantenimiento y Calibración. Equipo Multiparámetro Monitoreo de Calidad de Agua., marca Hach, modelo HQ40d con serie 160700001741.

### **3.7. Selección, Validación y Confiabilidad de los Instrumentos de Investigación**

La selección de los instrumentos utilizados en la investigación fue a través de profesionales de la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A. con la cual su validación y confiabilidad parte de los guías establecidos para la toma de muestras y como última selección es el análisis de los parámetros de las muestras enviadas al Laboratorio Acreditado por el INACAL “ALS”, quien se encargará de su respectivo análisis y reporte de resultados.

### **3.8. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos**

Para el procesamiento de datos se utilizó la metodología de la estadística descriptiva, tablas comparativas, y test de evaluación de datos; con el objetivo de lograr un análisis completo y adecuada deducción estadística.

### **3.9. Tratamiento Estadístico**

Los parámetros obtenidos durante el monitoreo de campo y resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos emitidos por el laboratorio acreditado por el INACAL se procesaron utilizando el Software de Microsoft Excel.

### **3.10. Orientación Ética Filosófica y Epistémica**

La Investigación estuvo basada en el cumplimiento de los lineamientos establecidos en los Estándares de calidad ambiental para agua Categoría 4, Subcategoría E2, en el D.S N°004 – 2017 – MINAM, cuyos parámetros establecidos son para el desarrollo de forma responsable y la ética de la preservación del recurso hídrico.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del Trabajo de Campo**

##### **4.1.1. Área de Influencia**

El área de influencia comprende a toda la extensión del río Llacuabamba y sus tributarios, lugar donde se desarrolló y ejecutó el proyecto de investigación cuyas actividades afectan al medio ambiente y a la sociedad.

##### **4.1.1.1. Descripción del Medio Físico**

El clima del área de estudio es tradicional de la Cordillera de los Andes. Por lo habitual, el promedio de la temperatura ambiental se reduce en relación con la cota, mientras que la precipitación aumenta. Por ejemplo: donde entre los 2700 - 3000 msnm, la temperatura media anual fluctúa entre los 16 - 24°C; Así mismo, entre las altitudes de 3200 - 3700 msnm, la temperatura media anual varía entre 16 - 20° C y entre los 3700 - 4200 msnm, la temperatura media anual se encuentra entre los

6 - 10°C. Por otra parte, característicamente al resto de los Andes peruanos, hay una temporada de avenida producto de las constantes lluvias entre los meses de noviembre a marzo, y posteriormente una temporada de estiaje que va desde el mes de abril hasta octubre. Cabe resaltar que no se ha establecido una estación meteorológica que abarque toda la cuenca del río Parcoy y que la estación del SENAMHI más próxima está ubicada en la localidad de Buldibuyo, aproximadamente a 15 km en dirección hacia el Sudeste de Parcoy, a una altitud de 3243 msnm. (MINEM, 1997).

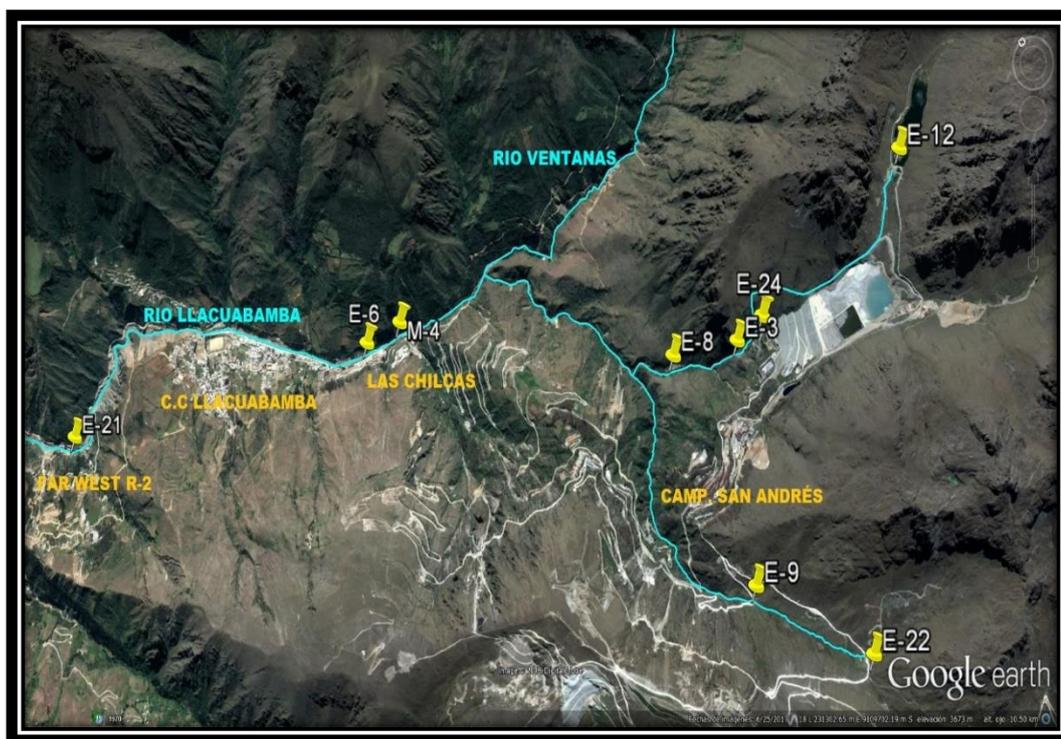
#### **4.1.2. Determinación de las Estaciones de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales**

Los criterios a considerar para establecer los puntos de control para el cuerpo receptor de agua lítica, se ubican fuera de la zona de mezcla; en ese sentido se establece 2 puntos de control, un punto se establece a 50 metros aguas arriba del vertimiento y el otro punto a una distancia de 200 metros de aguas abajo de donde se realiza el vertimiento. Por otro lado, se debe tener en consideración de que la distancia de 50 metros del punto de control ubicado aguas arriba del vertimiento se atribuye a una distancia referencial; por lo tanto, la ubicación precisa dependerá de las condiciones naturales del cauce del río o quebrada en lo referente a su forma, turbulencias y obstáculos para el respectivo muestreo. Otro criterio a considerar es que cuando exista un cuerpo de agua natural que tribute al cuerpo receptor, otros usos de agua u otros vertimientos de aguas residuales ubicadas aguas arriba del vertimiento a distancias menores de 50 metros, el punto de control será ubicado aguas abajo de estos. (ANA, 2016).

Considerando los criterios que menciona el protocolo nacional de monitoreo de calidad de los recursos hídricos Superficiales se estableció las siguientes estaciones de monitoreo:

### IMAGEN 1

## ESTACIONES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES



Fuente: Google Earth.

**CUADRO 2**

**ESTACIONES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS  
HÍDRICOS SUPERFICIALES**

Ítem	Estación de Monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 L		Altitud m.s.n.m.
			Este	Norte	
1	E-3	Quebrada Mush Mush parte baja, confluencia entre los puntos de monitoreo E-12 y E-24; Aguas arriba del vertimiento minero P-3	233 637	9 108 968	3 706
2	E-8	Río Mush Mush aguas abajo del vertimiento minero P-3.	232 142	9 109 174	3 557
3	E-9	Quebrada Molinetes parte baja, aguas abajo de la actividad minera artesanal.	231 850	9 107 808	3 958
4	E-12	Agua de Laguna Blanca, antes de la confluencia con el punto de monitoreo E-24.	234 104	9 109 213	4 009
5	E-21	Río Llacuabamba, Aguas Abajo del vertimiento minero P-10.	227 783	9 111 553	2 908
6	E-22	Unión Quebrada Molinetes y Alaska, aguas arriba de la actividad minera artesanal.	232 316	9 107 061	4 067
7	E-24	Sub-drenaje depósito de relaves de flotación, antes de la confluencia con el punto de monitoreo E-12.	232 781	9 108 994	3 818
8	E-6	Río Llacuabamba, aguas abajo de la PTARD.	230 182	9 110 635	3 160

9	M-4	Río Llacuabamba, aguas arriba del Sistema de la PTARD.	230 478	9 110 587	3 171
---	-----	--	---------	-----------	-------

**Fuente:** Propia.

**Nota:** La codificación de las estaciones de monitoreo son las mismas que utiliza la Empresa Minera Aurífera Retamas S.A.

#### 4.1.3. Determinación de la Frecuencia del Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales

El ministerio de Energía y Minas, establece una frecuencia desde semestral hasta semanal en función del volumen diario del efluente. (ANA, 2016).

### CUADRO 3

#### FRECUENCIA DE MUESTREO Y PRESENTACIÓN DE REPORTE

VOLUMEN TOTAL DE EFLUENTE	FRECUENCIA DE MUESTREO	FRECUENCIA DE PRESENTACIÓN DE REPORTE
Mayor que 300 m <sup>3</sup> /día	Semanal	Trimestral (1) y
50 a 300 m <sup>3</sup> /día	Trimestral	Semestral (2)
Menor que 50 m <sup>3</sup> /día	Semestral	Anual (3)

**Fuente:** MINAM.

**Nota:** (1) Último día hábil de los meses de marzo, junio, setiembre y diciembre.

(2) Último día hábil de los meses de junio y diciembre.

(3) Último día hábil del mes de junio.

Los reportes del mes de junio estarán contenidos en el Anexo 1 del Decreto Supremo N° 016 -93-EM.

Para la investigación se consideró como trimestral la frecuencia de monitoreo de los recursos hídricos superficiales criterio optado debido a que se pretende tener una representatividad de datos y porque se evaluó la totalidad de los parámetros establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 durante el año 2019.

#### **4.1.4. Selección de los Parámetros a Evaluar**

La Autoridad Nacional del Agua (2017); en cumplimiento de sus funciones establecidas en la Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, ha clasificado las diversas masas de agua naturales (ríos, lagos y lagunas) del territorio peruano, considerando lo establecido en la Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente, en los artículos 901 y 1142; así como los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. En este contexto, se ha elaborado la Clasificación de Cuerpos de Agua Continental Superficial de las unidades hidrográficas del Perú, aplicando la legislación peruana vigente, con el objetivo de velar y preservar la calidad de los recursos hídricos, principalmente aquella que se dispone para el consumo humano y la utilizada en actividades de producción en el país, bajo los principios de libre acceso al recurso, sostenibilidad en el tiempo, protección del recurso, legalidad y uniformidad en todo el proceso de su clasificación.

En base a lo expuesto anteriormente por la autoridad nacional del agua, el río Llacuabamba se encuentra clasificado dentro de la Categoría 4 según la

Resolución Jefatural 202-2010-ANA el cual aprueba la clasificación de los cuerpos de agua superficial y marino – costeros. (ANA, 2010).

En tal sentido los parámetros a evaluar según el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 por ser un Río y Costa y Sierra por su ubicación geográfica son los que se muestra en el Cuadro N° 4. No se consideran los parámetros Orgánicos ni los de Plaguicidas debido a que la actividad que predomina alrededor del río Llacuabamba y sus tributarios es de minería.

**CUADRO 4**  
**PARÁMETROS A EVALUAR EN EL RÍO LLACUABAMBA Y SUS**  
**TRIBUTARIOS**

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	VALORES DE REFERENCIA SEGÚN EL ECA PARA AGUA EN SU CATEGORÍA 4, SUBCATEGORÍA E2.
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>		
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052
Conductividad	µS/cm	1 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	10
Fenoles	mg/L	2,56
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	13
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 100
Temperatura	°C	Δ 3
Antimonio	mg/L	0,64
Arsénico	mg/L	0,15
Bario	mg/L	0,7
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025
Cobre	mg/L	0,1
Cromo VI	mg/L	0,011
Mercurio	mg/L	0,0001
Níquel	mg/L	0,052
Plomo	mg/L	0,0025
Selenio	mg/L	0,005
Talio	mg/L	0,0008
Zinc	mg/L	0,12
<b>MICROBIOLÓGICO</b>		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	2 000

**Fuente:** D.S N°004 – 2017 – MINAM.

**Nota:** Δ 3; significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

#### **4.2. Presentación, Análisis e Interpretación de Resultados**

Los siguientes cuadros representan los resultados obtenidos por trimestre para cada parámetro de campo y de laboratorio, los cuales fueron analizados en el laboratorio “ALS” acreditado por el INACAL – DA en cada estación de monitoreo del río Llacuabamba y sus tributarios.

**CUADRO 5**

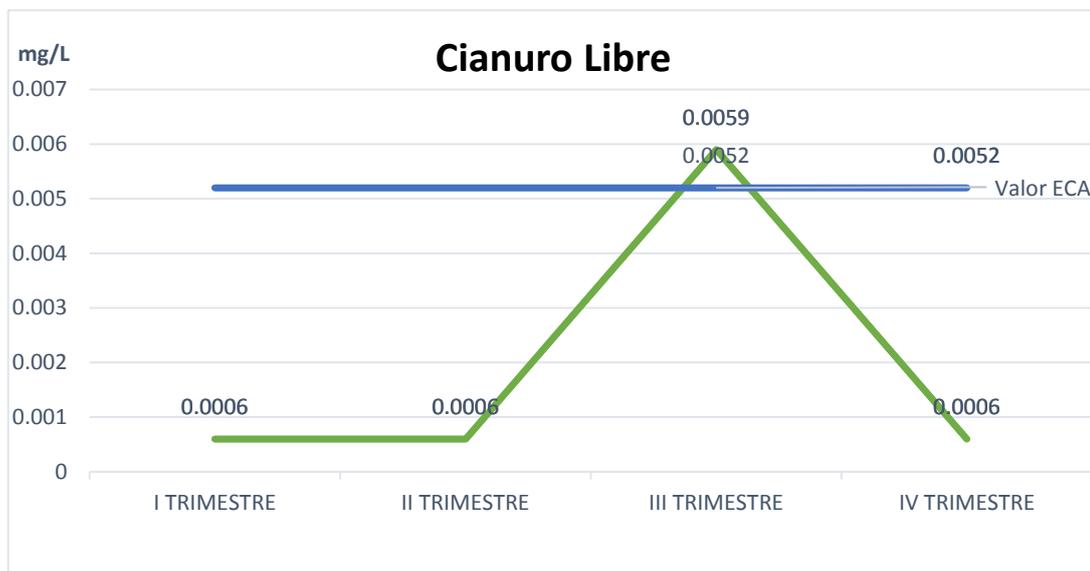
**RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO E – 3 POR TRIMESTRE**

PARÁMETROS	UNIDAD	DS N° 004-2017-MINAM, Cat. 4	E – 3			
			I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
pH	μ.e.	6.5 – 9.0	7.79	7.92	8.06	8.02
Temperatura	°C	Δ3	8.9	5.9	7.5	9.1
Conductividad	μS/Cm	1000	717.1	241.0	353.0	106.5
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5	7.59	7.23	7.51	7.26
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	< 1.0	< 1.0	< 0.1	< 0.100
Cromo Hexavalente	mg/L	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.002	<0.0009
Colif. Termotolerantes	NMP/100mL	2000	6.8	7.8	<1.8	490
DBO <sub>5</sub>	mg/L	10	< 2	< 2	2	<2
Fenoles	mg/L	2.56	< 0.001	< 0.001	<0.001	<0.001
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	mg/L	13	0.278	0.604	1.101	0.225
SST	mg/L	≤ 100	< 2	< 2	5	3
Cianuro Libre	mg/L	0.0052	< 0.0006	< 0.0006	0.0059	<0.0006
Arsénico	mg/L	0.15	0.01211	0.02615	0.0343	0.0119
Bario	mg/L	0.7	0.0026	0.0049	0.0104	0.0027
Antimonio	mg/L	0.64	< 0.00004	< 0.00004	< 0.0002	0.0007
Selenio	Mg/L	0.005	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0006	< 0.0006
Cobre	mg/L	0.1	0.00514	0.00313	0.0024	0.0027
Talio	mg/L	0.0008	< 0.00002	< 0.00002	< 0.0002	< 0.0002
Mercurio	mg/L	0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005
Níquel	mg/L	0.052	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	<0.0002
Plomo	mg/L	0.0025	0.0006	0.001	< 0.0002	0.0008
Zinc	mg/L	0.12	0.0279	0.0273	0.039	0.013

Fuente: ALS – Informe de ensayo 14492-2019, ALS – Informe de ensayo 39356-2019, ALS – Informe de ensayo 57743-2019 y ALS – Informe de ensayo 80648-2019.

**Gráfico 1**

**Representación del parámetro Cianuro Libre**



**Fuente:** Propia.

De los resultados presentados para la estación de monitoreo E – 3 (Quebrada Mush Mush parte baja, confluencia entre los puntos de monitoreo E – 12 y E – 24; Aguas arriba del vertimiento minero P-3), se observa que se cumple con los valores establecidos por el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 en la mayoría de los parámetros a excepción del parámetro de cianuro Libre, que presenta un valor de 0.0059 mg/L, que no cumple con el valor establecido de 0.0052 mg/L en el tercer trimestre.

**CUADRO 6**

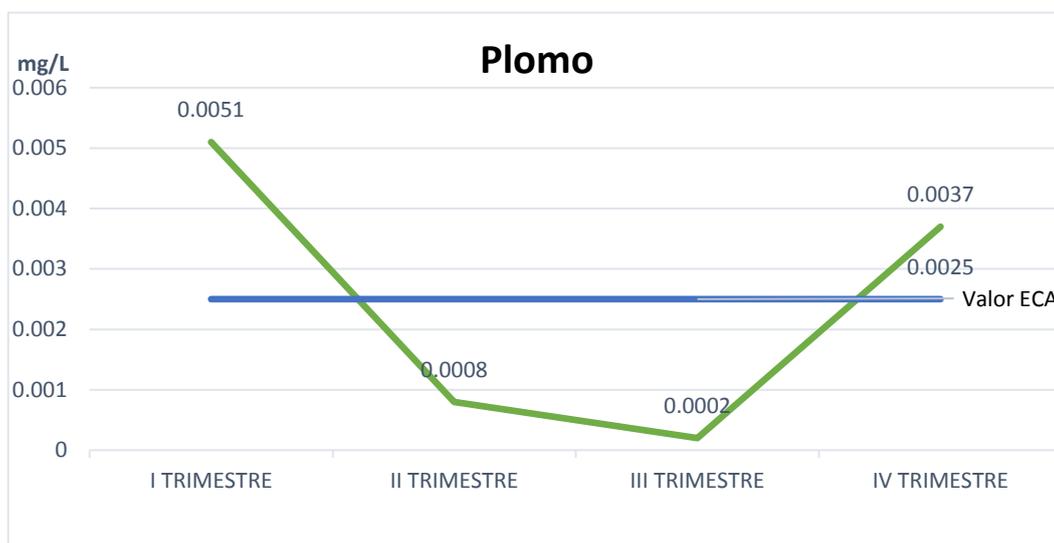
**RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO E – 8 POR TRIMESTRE**

PARÁMETROS	UNIDAD	DS N° 004-2017-MINAM, Cat. 4	E – 8			
			I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
pH	μ.e.	6.5 – 9.0	7.81	7.97	8.19	8.21
Temperatura	°C	Δ3	9.2	6.1	6.8	9.7
Conductividad	μS/Cm	1000	226.0	561.0	346.0	167.1
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5	7.73	7.31	7.86	7.26
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	< 1.0	< 1.0	< 0.1	< 0.100
Cromo Hexavalente	mg/L	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.002	<0.0009
Colif. Termotolerantes	NMP/100mL	2000	< 1.8	< 1.8	4	4.5
DBO <sub>5</sub>	mg/L	10	< 2	< 2	<2	<2
Fenoles	mg/L	2.56	< 0.001	< 0.001	<0.001	<0.001
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	mg/L	13	0.780	3.154	2.615	0.721
SST	mg/L	≤ 100	16	3	5	6
Cianuro Libre	mg/L	0.0052	< 0.0006	< 0.0006	<0.0006	<0.0006
Arsénico	mg/L	0.15	0.01996	0.02464	0.0275	0.0210
Bario	mg/L	0.7	0.0044	0.0094	0.0100	0.0055
Antimonio	mg/L	0.64	< 0.00004	< 0.00004	< 0.0002	0.0010
Selenio	Mg/L	0.005	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0006	< 0.0006
Cobre	mg/L	0.1	0.03459	0.01958	0.0029	0.0098
Talio	mg/L	0.0008	< 0.00002	< 0.00002	< 0.0002	< 0.0002
Mercurio	mg/L	0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005
Níquel	mg/L	0.052	< 0.0002	0.0012	< 0.0002	0.0010
Plomo	mg/L	0.0025	0.0051	0.0008	< 0.0002	0.0037
Zinc	mg/L	0.12	0.1288	0.0867	0.145	0.088

Fuente: ALS – Informe de ensayo 14492-2019, ALS – Informe de ensayo 39356-2019, ALS – Informe de ensayo 57743-2019 y ALS – Informe de ensayo 80648-2019.

**Gráfico 2**

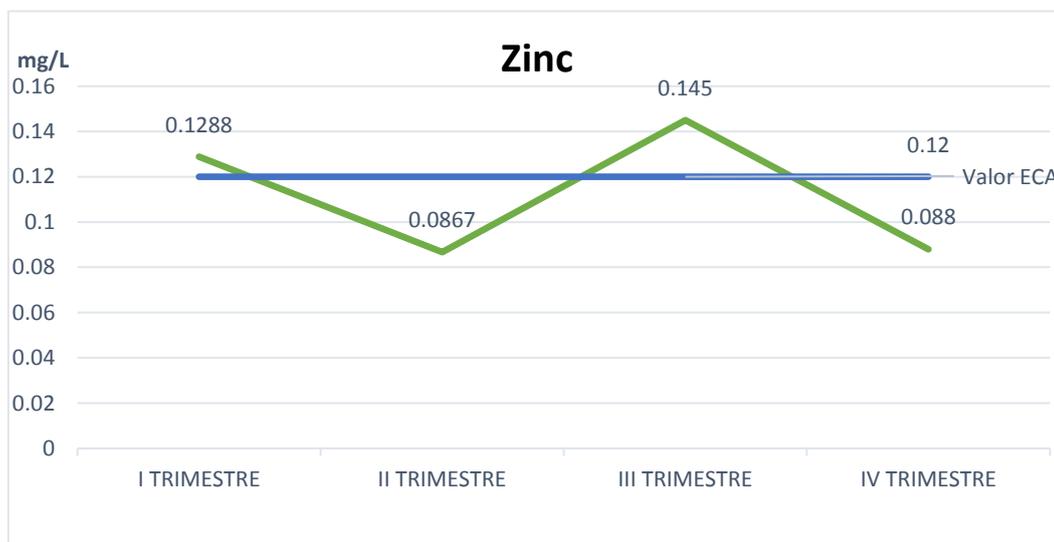
**Representación del parámetro Plomo**



**Fuente:** Propia.

**Gráfico 3**

**Representación del parámetro Zinc**



**Fuente:** Propia.

De los resultados presentados para la estación de monitoreo E – 8 (Río Mush Mush aguas abajo del vertimiento minero P-3), se observa que se cumple con los valores establecidos por el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 en la mayoría de los parámetros a excepción de los parámetros de Plomo, que presenta un valor de 0.0051 mg/L en el primer trimestre y un valor de 0.0037 mg/L en el cuarto trimestre, que no cumple con el valor establecido de 0.0025 mg/L; y Zinc, que presenta un valor de 0.1288 mg/L en el primer trimestre y un valor de 0.145 mg/L en el tercer trimestre, que no cumplen con el valor establecido de 0.12 mg/L.

**CUADRO 7**

**RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO E – 9 POR TRIMESTRE**

PARÁMETROS	UNIDAD	DS N° 004-2017-MINAM, Cat. 4	E – 9			
			I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
<b>pH</b>	μ.e.	6.5 – 9.0	7.95	7.84	7.87	8.16
<b>Temperatura</b>	°C	Δ3	11.1	8.4	10.6	13.0
<b>Conductividad</b>	μS/Cm	1000	103.9	120.0	128.0	99.2
<b>Oxígeno Disuelto</b>	mg/L	≥ 5	6.51	7.81	6.60	6.52
<b>Aceites y Grasas</b>	mg/L	5.0	< 1.0	< 1.0	< 0.1	< 0.100
<b>Cromo Hexavalente</b>	mg/L	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.002	<0.0009
<b>Colif. Termotolerantes</b>	NMP/100mL	2000	9.3	26	130	170
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	10	< 2	< 2	<2	<2
<b>Fenoles</b>	mg/L	2.56	< 0.001	< 0.001	<0.001	<0.001
<b>Nitratos (NO<sub>3</sub>-)</b>	mg/L	13	0.092	0.091	0.062	0.055
<b>SST</b>	mg/L	≤ 100	3	< 2	<3	5
<b>Cianuro Libre</b>	mg/L	0.0052	< 0.0006	< 0.0006	<0.0006	<0.0006
<b>Arsénico</b>	mg/L	0.15	0.01336	0.01569	0.0180	0.0174
<b>Bario</b>	mg/L	0.7	0.0046	0.0039	0.0044	0.0057
<b>Antimonio</b>	mg/L	0.64	< 0.00004	< 0.00004	< 0.0002	0.0005
<b>Selenio</b>	Mg/L	0.005	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0006	< 0.0006
<b>Cobre</b>	mg/L	0.1	0.00053	< 0.00003	<0.0003	0.0009
<b>Talio</b>	mg/L	0.0008	< 0.00002	< 0.00002	< 0.0002	< 0.0002
<b>Mercurio</b>	mg/L	0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005
<b>Níquel</b>	mg/L	0.052	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	<0.0002
<b>Plomo</b>	mg/L	0.0025	0.0009	< 0.0002	< 0.0002	0.0019
<b>Zinc</b>	mg/L	0.12	0.0181	< 0.0100	<0.008	0.021

**Fuente:** ALS – Informe de ensayo 14492-2019, ALS – Informe de ensayo 39356-2019, ALS – Informe de ensayo 57743-2019 y ALS – Informe de ensayo 80648-2019.

De los resultados presentados para la estación de monitoreo E – 9 (Quebrada Molinetes parte baja, aguas abajo de la actividad minera artesanal) se observa que se cumple con los valores establecidos por el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 en todos los parámetros.

**CUADRO 8**

**RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO E – 12 POR TRIMESTRE**

PARÁMETROS	UNIDAD	DS N° 004-2017-MINAM, Cat. 4	E – 12			
			I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
pH	μ.e.	6.5 – 9.0	7.79	7.91	8.27	7.79
Temperatura	°C	Δ3	11.7	9.9	13.1	11.2
Conductividad	μS/Cm	1000	112.2	101.9	108.0	110.5
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5	6.97	7.17	7.19	6.78
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	< 1.0	< 1.0	< 0.1	< 0.100
Cromo Hexavalente	mg/L	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.002	<0.0009
Colif. Termotolerantes	NMP/100mL	2000	< 1.8	< 1.8	<1.8	46
DBO <sub>5</sub>	mg/L	10	< 2	< 2	<2	<2
Fenoles	mg/L	2.56	< 0.001	< 0.001	<0.001	<0.001
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	mg/L	13	< 0.009	< 0.009	< 0.009	<0.009
SST	mg/L	≤ 100	< 2	< 2	<3	<3
Cianuro Libre	mg/L	0.0052	< 0.0006	< 0.0006	<0.0006	<0.0006
Arsénico	mg/L	0.15	0.0013	0.00168	0.0016	0.0019
Bario	mg/L	0.7	0.0015	0.0010	0.0013	0.0017
Antimonio	mg/L	0.64	< 0.00004	< 0.00004	< 0.0002	0.0005
Selenio	Mg/L	0.005	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0006	< 0.0006
Cobre	mg/L	0.1	0.00042	< 0.00003	<0.0003	0.0006
Talio	mg/L	0.0008	< 0.00002	< 0.00002	< 0.0002	< 0.0002
Mercurio	mg/L	0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005
Níquel	mg/L	0.052	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	<0.0002
Plomo	mg/L	0.0025	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	<0.0002
Zinc	mg/L	0.12	0.0157	< 0.0100	<0.008	<0.008

Fuente: ALS – Informe de ensayo 14492-2019, ALS – Informe de ensayo 39356-2019, ALS – Informe de ensayo 57743-2019 y ALS – Informe de ensayo 80648-2019.

De los resultados presentados para la estación de monitoreo E – 12 (Agua de Laguna Blanca, antes de la confluencia con el punto de monitoreo E-24) se observa que se cumple con los valores establecidos por el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 en todos los parámetros.

**CUADRO 9**

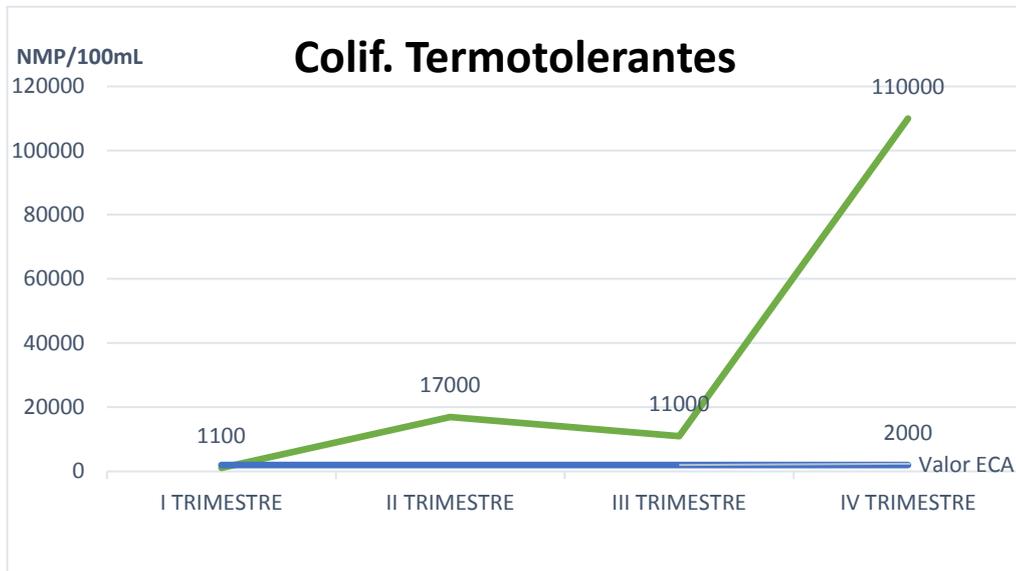
**RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO E – 21 POR TRIMESTRE**

PARÁMETROS	UNIDAD	DS N° 004-2017-MINAM, Cat. 4	E – 21			
			I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
pH	μ.e.	6.5 – 9.0	8.12	7.88	8.15	8.02
Temperatura	°C	Δ3	12.7	13.3	18.1	14.7
Conductividad	μS/Cm	1000	201.8	357.0	380.0	180.9
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5	7.89	7.4	6.90	7.24
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	< 1.0	< 1.0	< 0.1	< 0.100
Cromo Hexavalente	mg/L	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.002	<0.0009
Colif. Termotolerantes	NMP/100mL	2000	1100	17000	11000	110000
DBO <sub>5</sub>	mg/L	10	< 2	< 2	6	<2
Fenoles	mg/L	2.56	< 0.001	< 0.001	<0.001	<0.001
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	mg/L	13	1.086	2.731	2.448	0.800
SST	mg/L	≤ 100	17	21	30	138
Cianuro Libre	mg/L	0.0052	< 0.0006	< 0.0006	0.0099	<0.0006
Arsénico	mg/L	0.15	0.02956	0.04491	0.1003	0.0718
Bario	mg/L	0.7	0.0073	0.0119	0.0217	0.0281
Antimonio	mg/L	0.64	< 0.00004	< 0.00004	< 0.0002	0.0032
Selenio	Mg/L	0.005	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0006	< 0.0006
Cobre	mg/L	0.1	0.00366	0.00368	0.0031	0.0199
Talio	mg/L	0.0008	< 0.00002	< 0.00002	< 0.0002	< 0.0002
Mercurio	mg/L	0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005
Níquel	mg/L	0.052	< 0.0002	0.0010	0.0007	0.0060
Plomo	mg/L	0.0025	0.0064	0.0063	0.0114	0.0134
Zinc	mg/L	0.12	0.0477	0.1158	0.039	0.061

**Fuente:** ALS – Informe de ensayo 14492-2019, ALS – Informe de ensayo 39356-2019, ALS – Informe de ensayo 57743-2019 y ALS – Informe de ensayo 80648-2019.

**Gráfico 4**

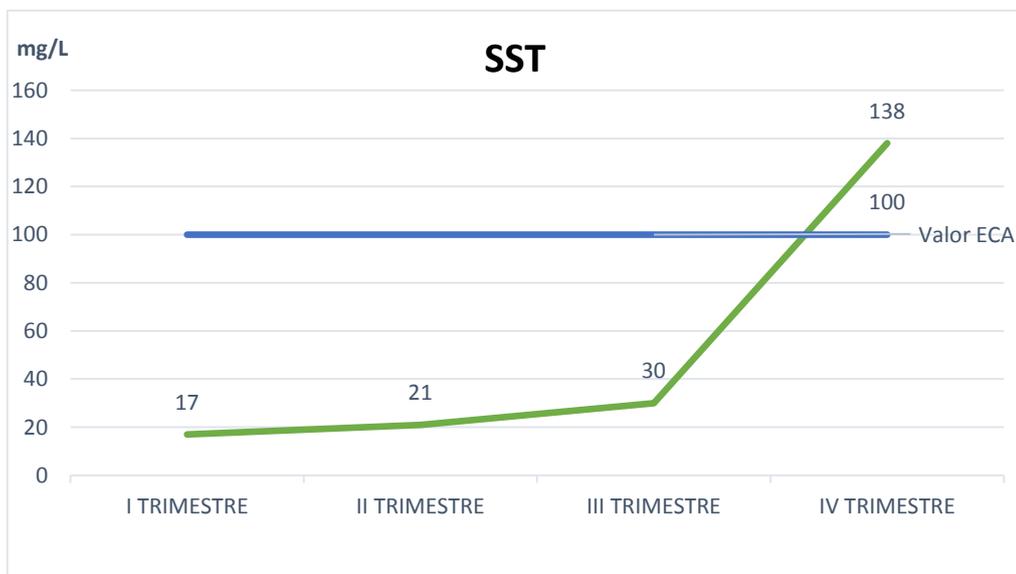
**Representación del parámetro Colif. Termotolerantes**



**Fuente:** Propia.

**Gráfico 5**

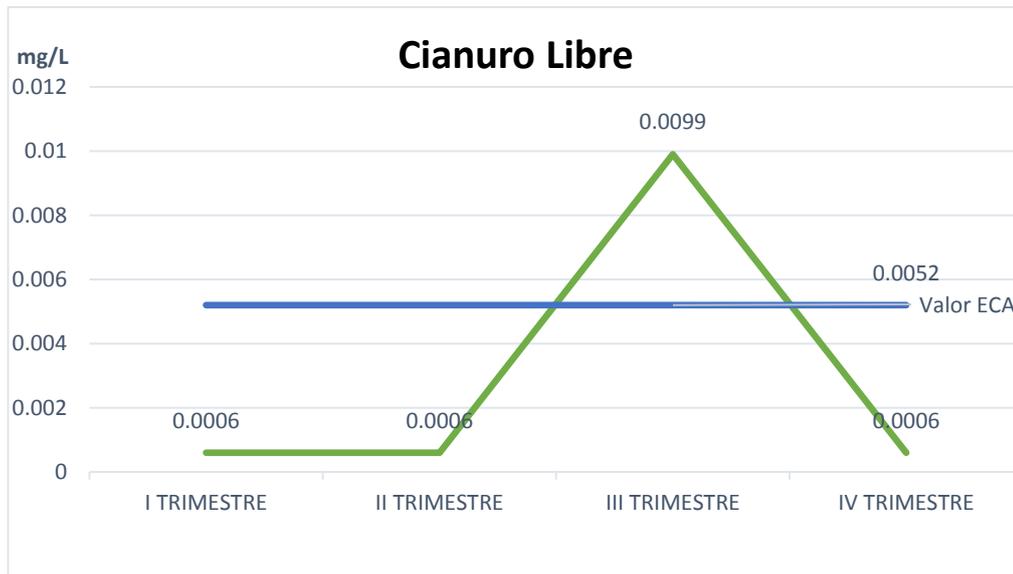
**Representación del parámetro Sólidos Suspendidos Totales**



**Fuente:** Propia.

**Gráfico 6**

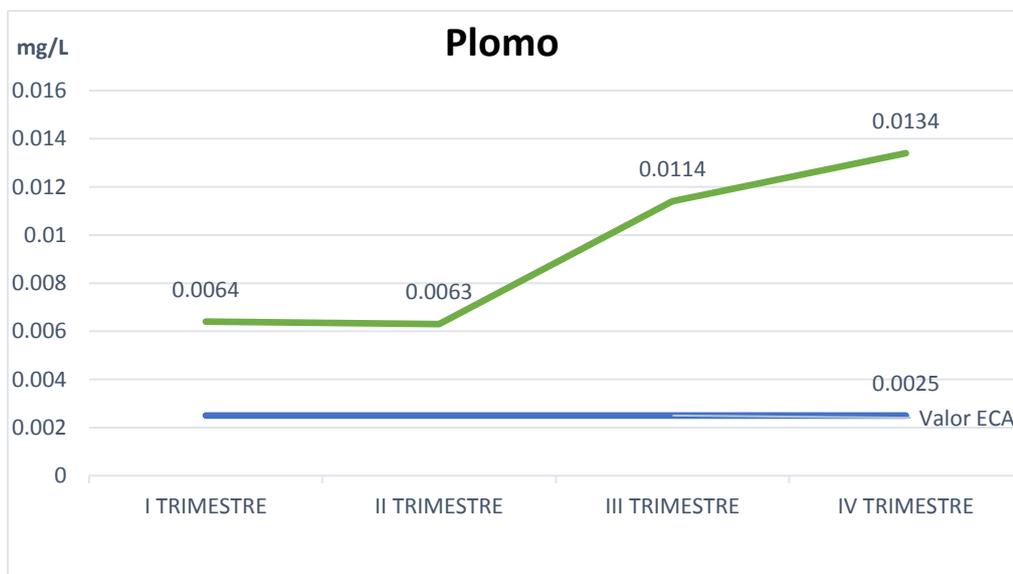
**Representación del parámetro Cianuro Libre**



**Fuente:** Propia.

**Gráfico 7**

**Representación del parámetro Plomo**



**Fuente:** Propia.

De los resultados presentados para la estación de monitoreo E – 21 (Río Llacuabamba, Aguas Abajo del vertimiento minero P-10) se observa que se cumple con los valores establecidos por el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 en la mayoría de los parámetros a excepción de los parámetros de Coliformes Termotolerantes, que presenta un valor de 17000 NMP/100 mL en el segundo trimestre, un valor de 11000 NMP/100 mL en el tercer trimestre y 110000 NMP/100 mL en el cuarto trimestre, que no cumple con el valor establecido de 2000 NMP/100 mL; Sólidos Suspendidos Totales, que presenta un valor de 138 mg/L en el cuarto trimestre, que no cumple con el valor establecido de  $\leq 100$  mg/L; Cianuro Libre, que presenta un valor de 0.0099 mg/L en el tercer trimestre, que no cumple con el valor establecido de 0.0052 mg/L; y Plomo, que presenta un valor de 0.0064 mg/L en el primer trimestre, un valor de 0.0063 mg/L en el segundo trimestre, 0.0114 mg/L en el tercer trimestre y un valor de 0.0134 mg/L en el cuarto trimestre, que no cumplen con el valor establecido de 0.0025 mg/L.

**CUADRO 10**

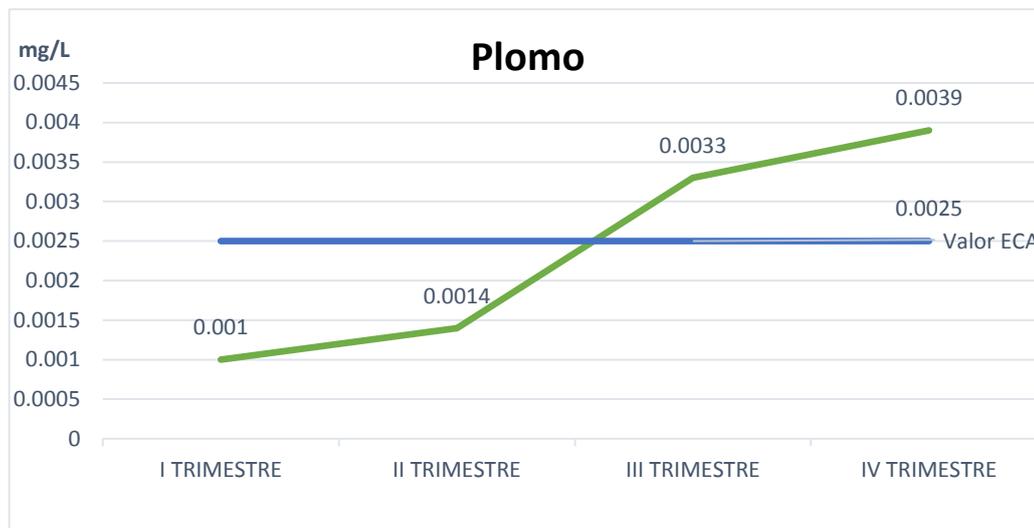
**RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO E – 22 POR TRIMESTRE**

PARÁMETROS	UNIDAD	DS N° 004-2017-MINAM, Cat. 4	E – 22			
			I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
<b>pH</b>	μ.e.	6.5 – 9.0	7.89	7.87	7.98	8.01
<b>Temperatura</b>	°C	Δ3	10.8	9.3	11.2	11.7
<b>Conductividad</b>	(μS/Cm)	1000	87.4	98.8	113.0	82.4
<b>Oxígeno Disuelto</b>	mg/L	≥ 5	6.83	6.95	6.53	6.50
<b>Aceites y Grasas</b>	mg/L	5.0	< 1.0	< 1.0	< 0.1	< 0.100
<b>Cromo Hexavalente</b>	mg/L	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.002	<0.0009
<b>Colif. Termotolerantes</b>	(NMP/100mL)	2000	490	14	490	700
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	10	< 2	< 2	<2	<2
<b>Fenoles</b>	mg/L	2.56	< 0.001	< 0.001	<0.001	<0.001
<b>Nitratos (NO<sub>3</sub>-)</b>	mg/L	13	0.113	0.036	0.015	0.042
<b>SST</b>	mg/L	≤ 100	7	< 2	<3	17
<b>Cianuro Libre</b>	mg/L	0.0052	< 0.0006	< 0.0006	<0.0006	<0.0006
<b>Arsénico</b>	mg/L	0.15	0.0144	0.03249	0.0311	0.0217
<b>Bario</b>	mg/L	0.7	0.0078	0.0073	0.0100	0.0106
<b>Antimonio</b>	mg/L	0.64	< 0.00004	< 0.00004	< 0.0002	0.0012
<b>Selenio</b>	Mg/L	0.005	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0006	< 0.0006
<b>Cobre</b>	mg/L	0.1	0.0004	0.00111	0.0005	0.0009
<b>Talio</b>	mg/L	0.0008	< 0.00002	< 0.00002	< 0.0002	< 0.0002
<b>Mercurio</b>	mg/L	0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005
<b>Níquel</b>	mg/L	0.052	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	0.0007
<b>Plomo</b>	mg/L	0.0025	0.0010	0.0014	0.0033	0.0039
<b>Zinc</b>	mg/L	0.12	0.0182	0.0144	0.022	0.011

**Fuente:** ALS – Informe de ensayo 14492-2019, ALS – Informe de ensayo 39356-2019, ALS – Informe de ensayo 57743-2019 y ALS – Informe de ensayo 80648-2019.

**Gráfico 8**

**Representación del parámetro Plomo**



**Fuente:** Propia.

De los resultados presentados para la estación de monitoreo E – 22 (Unión Quebrada Molinetes y Alaska, aguas arriba de la actividad minera artesanal) se observa que se cumple con los valores establecidos por el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 en la mayoría de los parámetros a excepción del parámetro de Plomo, que presenta un valor de 0.0033 mg/L en el tercer trimestre y valor de 0.0039 mg/L en el cuarto trimestre, que no cumple con el valor establecido de 0.0025 mg/L.

CUADRO 11

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO E – 24 POR TRIMESTRE

PARÁMETROS	UNIDAD	DS N° 004-2017-MINAM, Cat. 4	E – 24			
			I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
pH	μ.e.	6.5 – 9.0	7.50	7.9	8.35	7.79
Temperatura	°C	Δ3	9.1	7.1	7.5	9.6
Conductividad	(μS/Cm)	1000	63.7	95.3	71.0	157.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5	7.21	7.23	7.29	6.76
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	< 1.0	< 1.0	< 0.1	< 0.100
Cromo Hexavalente	mg/L	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.002	<0.0009
Colif. Termotolerantes	(NMP/100mL)	2000	330	22	220	110
DBO <sub>5</sub>	mg/L	10	3	< 2	<2	<2
Fenoles	mg/L	2.56	< 0.001	< 0.001	<0.001	<0.001
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	mg/L	13	0.294	0.516	0.476	0.571
SST	mg/L	≤ 100	6	< 2	5	11
Cianuro Libre	mg/L	0.0052	< 0.0006	< 0.0006	<0.0006	<0.0006
Arsénico	mg/L	0.15	0.02391	0.0117	0.0129	0.0370
Bario	mg/L	0.7	0.0024	0.0019	0.0025	0.0090
Antimonio	mg/L	0.64	< 0.00004	< 0.00004	< 0.0002	0.0007
Selenio	Mg/L	0.005	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0006	< 0.0006
Cobre	mg/L	0.1	0.00105	0.00075	<0.0003	0.0018
Talio	mg/L	0.0008	< 0.00002	< 0.00002	< 0.0002	< 0.0002
Mercurio	mg/L	0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005
Níquel	mg/L	0.052	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	<0.0002
Plomo	mg/L	0.0025	0.0014	0.0014	0.0017	0.0028
Zinc	mg/L	0.12	0.0182	< 0.0100	<0.008	0.018

Fuente: ALS – Informe de ensayo 14492-2019, ALS – Informe de ensayo 39356-2019, ALS – Informe de ensayo 57743-2019 y ALS – Informe de ensayo 80648-2019.

**Gráfico 9**

**Representación del parámetro Plomo**



**Fuente:** Propia.

De los resultados presentados para la estación de monitoreo E – 24 (Sub-drenaje depósito de relaves de flotación, antes de la confluencia con el punto de monitoreo E-12) se observa que se cumple con los valores establecidos por el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 en la mayoría de los parámetros a excepción del parámetro de Plomo, que presenta un valor de 0.0028 mg/L en el cuarto trimestre, que no cumple con el valor establecido de 0.0025 mg/L.

**CUADRO 12**

**RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO M – 4 POR TRIMESTRE**

PARÁMETROS	UNIDAD	DS N° 004-2017-MINAM, Cat. 4	M – 4			
			I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
pH	μ.e.	6.5 – 9.0	7.60	7.99	8.32	8.00
Temperatura	°C	Δ3	10.7	13.3	14.5	13.3
Conductividad	(μS/Cm)	1000	175.3	366.0	406.0	160.4
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 5	7.68	7.0	6.67	6.87
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	< 1.0	< 1.0	< 0.1	< 0.100
Cromo Hexavalente	mg/L	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.002	<0.0009
Colif. Termotolerantes	(NMP/100mL)	2000	79	330	330	1100
DBO <sub>5</sub>	mg/L	10	< 2	2	<2	<2
Fenoles	mg/L	2.56	< 0.001	< 0.001	<0.001	<0.001
Nitratos (NO <sub>3</sub> -)	mg/L	13	0.671	2.756	2.491	0.569
SST	mg/L	≤ 100	7	6	<3	23
Cianuro Libre	mg/L	0.0052	< 0.0006	< 0.0006	<0.0006	<0.0006
Arsénico	mg/L	0.15	0.02143	0.04894	0.0725	0.0470
Bario	mg/L	0.7	0.0047	0.0095	0.0114	0.0085
Antimonio	mg/L	0.64	< 0.00004	< 0.00004	< 0.0002	0.0012
Selenio	Mg/L	0.005	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0006	< 0.0006
Cobre	mg/L	0.1	0.0034	0.00208	0.0017	0.0033
Talio	mg/L	0.0008	< 0.00002	< 0.00002	< 0.0002	< 0.0002
Mercurio	mg/L	0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005
Níquel	mg/L	0.052	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	0.0009
Plomo	mg/L	0.0025	0.0018	0.0008	0.0012	0.0035
Zinc	mg/L	0.12	0.1461	0.094	0.030	0.053

**Fuente:** ALS – Informe de ensayo 18548-2019, ALS – Informe de ensayo 41435-2019, ALS – Informe de ensayo 61054-2019 y ALS – Informe de ensayo 83519-2019.

**Gráfico 10**

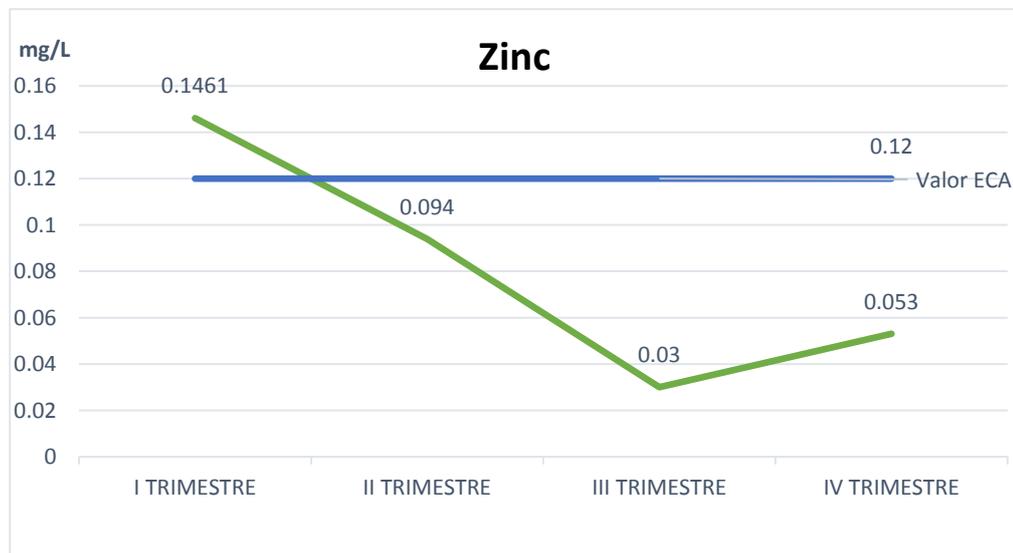
**Representación del parámetro Plomo**



**Fuente:** Propia.

**Gráfico 11**

**Representación del parámetro Zinc**



**Fuente:** Propia.

De los resultados presentados para la estación de monitoreo M – 4 (Río Llacuabamba, aguas arriba del Sistema de la PTARD) se observa que se cumple con los valores establecidos por el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 en la mayoría de los parámetros a excepción del parámetro de Plomo, que presenta un valor de 0.0035 mg/L en el cuarto trimestre, que no cumple con el valor establecido de 0.0025 mg/L; y Zinc, que presenta un valor de 0.1461 mg/L en el primer trimestre, que no cumple con el valor establecido de 0.12 mg/L.

**CUADRO 13**

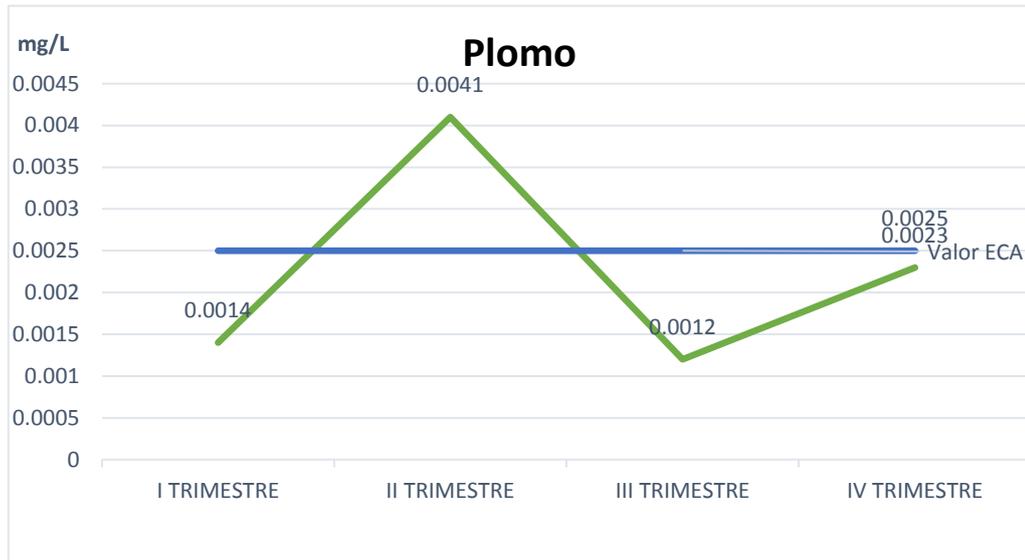
**RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS PARA LA ESTACIÓN DE MONITOREO E – 6 POR TRIMESTRE**

PARÁMETROS	UNIDAD	DS N° 004-2017-MINAM, Cat. 4	E – 6			
			I Trimestre	II Trimestre	III Trimestre	IV Trimestre
<b>pH</b>	μ.e.	6.5 – 9.0	7.30	7.98	8.22	8.06
<b>Temperatura</b>	°C	Δ3	10.6	13.8	16.9	13.2
<b>Conductividad</b>	(μS/Cm)	1000	196.1	175.3	405.0	159.2
<b>Oxígeno Disuelto</b>	mg/L	≥ 5	7.72	7.81	6.49	6.93
<b>Aceites y Grasas</b>	mg/L	5.0	< 1.0	< 1.0	< 0.1	< 0.100
<b>Cromo Hexavalente</b>	mg/L	0.011	< 0.002	< 0.002	< 0.002	<0.0009
<b>Colif. Termotolerantes</b>	(NMP/100mL)	2000	49	240	49	330
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/L	10	< 2	< 2	<2	<2
<b>Fenoles</b>	mg/L	2.56	< 0.001	< 0.001	<0.001	<0.001
<b>Nitratos (NO<sub>3</sub>-)</b>	mg/L	13	0.749	1.782	3.203	0.539
<b>SST</b>	mg/L	≤ 100	7	6	5	15
<b>Cianuro Libre</b>	mg/L	0.0052	< 0.0006	< 0.0006	<0.0006	<0.0006
<b>Arsénico</b>	mg/L	0.15	0.01856	0.04419	0.0720	0.0377
<b>Bario</b>	mg/L	0.7	0.0044	0.0129	0.0113	0.0078
<b>Antimonio</b>	mg/L	0.64	< 0.00004	< 0.00004	< 0.0002	0.0012
<b>Selenio</b>	Mg/L	0.005	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0006	< 0.0006
<b>Cobre</b>	mg/L	0.1	0.00279	0.00207	0.0017	0.0030
<b>Talio</b>	mg/L	0.0008	< 0.00002	< 0.00002	< 0.0002	< 0.0002
<b>Mercurio</b>	mg/L	0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005
<b>Níquel</b>	mg/L	0.052	< 0.0002	0.0007	< 0.0002	0.0007
<b>Plomo</b>	mg/L	0.0025	0.0014	0.0041	0.0012	0.0023
<b>Zinc</b>	mg/L	0.12	0.1978	0.0932	0.032	0.040

**Fuente:** ALS – Informe de ensayo 18548-2019, ALS – Informe de ensayo 41435-2019, ALS – Informe de ensayo 61054-2019 y ALS – Informe de ensayo 83519-2019.

**Gráfico 12**

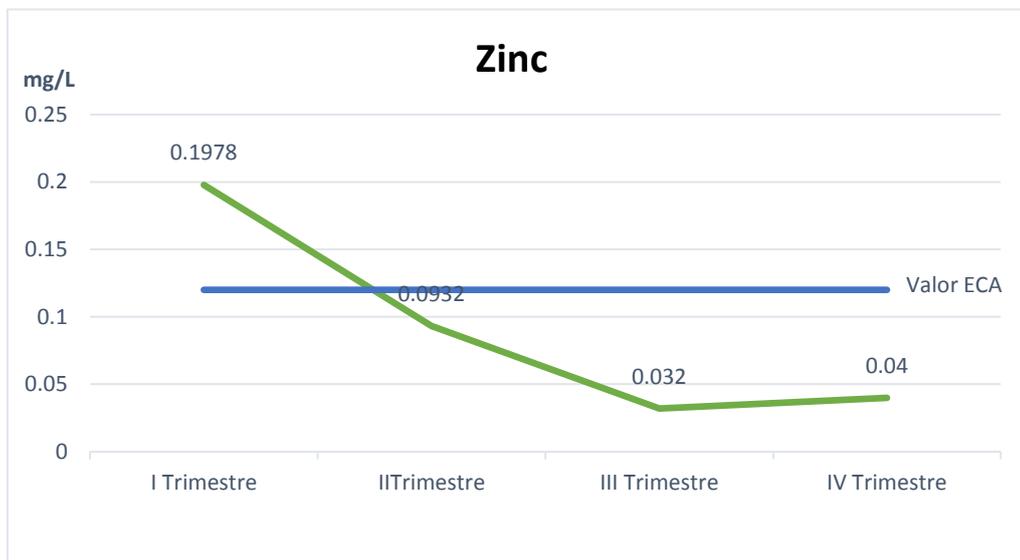
**Representación del parámetro Plomo**



**Fuente:** Propia.

**Gráfico 13**

**Representación del parámetro Zinc**



**Fuente:** Propia.

De los resultados presentados para la estación de monitoreo E – 6 (Río Llacuabamba, aguas abajo de la PTARD) se observa que se cumple con los valores establecidos por el D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 en la mayoría de los parámetros a excepción del parámetro de Plomo, que presenta un valor de 0.0041 mg/L en el segundo trimestre, que no cumple con el valor establecido de 0.0025 mg/L; y Zinc, que presenta un valor de 0.1978 mg/L en el primer trimestre , que no cumple con el valor establecido de 0.12 mg/L.

#### **4.3. Prueba de Hipótesis**

Para esta investigación se planteó la hipótesis general: “La calidad Fisicoquímica y Microbiológica del río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. no es de calidad aceptable según los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2”. Por lo que, finalizada la investigación realizada se acepta la hipótesis, debido a que durante la evaluación de las estaciones de monitoreo al menos en un trimestre presenta valores que no cumplen con los estándares ya mencionados en los parámetros de Coliformes Termotolerantes en la estación de monitoreo E – 21; Sólidos Suspendedos Totales igualmente en la estación de monitoreo E – 21; Cianuro Libre en las estaciones de monitoreo E – 3 y E – 21; Plomo en las estaciones de monitoreo E – 8, E – 21, E – 22, E – 24, M – 4 y E – 6; y Zinc en las estaciones de monitoreo E – 8, M – 4 y E – 6.

#### **4.4. Discusión de Resultados**

Para determinar la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del Río Llacuabamba y sus Tributarios Impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. durante el año 2019, se debe de considerar el análisis de la concentración de los parámetros según los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

##### **4.4.1. Estación de Monitoreo E – 12 y E – 24**

Se considera estas estaciones como primer punto debido a que nos permitirá conocer la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del tributario denominado Mush Mush del río Llacuabamba antes de su recorrido por el área de afectación de las actividades de la Minera Aurífera Retamas S.A. donde se observa que en la estación de monitoreo E – 12, los parámetros analizados durante los 4 trimestres del año 2019 cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; para el caso de la estación de monitoreo E – 24 el parámetro Plomo que presenta valores de 0.0014 mg/L en el primer trimestre, 0.0014 mg/L en el segundo trimestre, 0.0017 mg/L en el tercer trimestre, y 0.0028 mg/L en el cuarto trimestre, siendo este último valor el que no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2, el cual, exige no sobrepasar el valor de 0.0025 mg/L; lo que nos indica que las actividades de la Minera Aurífera Retamas S.A. no tienen incidencia directa en el incremento del valor de este metal por lo que se asume que se encuentra presente de manera natural ya que tiende al incremento según el cambio del clima; por otro lado, los otros parámetros analizados durante los 4 trimestres del año 2019 cumplen con

los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

#### **4.4.2. Estación de Monitoreo E – 3 y E – 8**

Se considera estas estaciones como segundo punto debido a que nos permitirá conocer la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del tributario denominado Mush Mush del río Llacuabamba antes y después del vertimiento minero metalúrgico de origen industrial P – 3 de la Minera Aurífera Retamas S.A. donde se observa que en la estación de monitoreo E – 3, el parámetro Cianuro Libre durante el primer, segundo y cuarto trimestre se encuentra por debajo del límite de detección del laboratorio acreditado por el INACAL ALS, sin embargo, la evaluación del tercer trimestre presenta un valor de 0.0059 mg/L no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2, que exige un valor no mayor a 0.0052 mg/L; así mismo, se entiende que las actividades de la Minera Aurífera Retamas S.A. no tienen incidencia directa en el incremento del valor de este parámetro debido a que la estación de monitoreo está aguas arriba del vertimiento minero metalúrgico por lo que se asume que la causa del alza de este parámetro corresponde a actividades ajenas a la Minera Aurífera Retamas S.A. debido a que en la evaluación de las estaciones de monitoreo E – 12 y E – 24, cuya confluencia da lugar a la estación de monitoreo E – 3, presentan valores de Cianuro Libre por debajo del límite detectable del laboratorio ALS acreditado por el INACAL, así mismo, en la evaluación de la estación de monitoreo E – 8, que representa a aguas abajo del vertimiento minero metalúrgico, este parámetro durante los 4 trimestres los valores se encuentran por debajo del límite detectable del laboratorio ALS

acreditado por el INACAL, por otro lado, los otros parámetros analizados cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; por cuanto en la estación de monitoreo E – 8, el parámetro Plomo presenta valores de 0.0051 mg/L en el primer trimestre, 0.0008 mg/L en el segundo trimestre, 0.0002 mg/L en el tercer trimestre, y 0.0037 mg/L en el cuarto trimestre siendo los valores del primer y cuarto trimestre los que no cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 que exige no sobrepasar el valor de 0.0025 mg/L, este incremento del valor como ya se había visto en la estación de monitoreo E – 24 son a causa de las características geoquímicas de la zona, puesto que, el recorrido del agua desde la estación de monitoreo E – 3 hasta el punto de descarga del vertimiento minero metalúrgico es de 1 km aproximadamente ya que las condiciones del lugar no permiten tomar las muestras más próximos al vertimiento minero metalúrgico, por consiguiente, cabe resaltar que ambos trimestres corresponden a la temporada de avenida por lo que el arrastre del agua es mayor; lo mismo sucede con el parámetro de Zinc, que presenta valores de 0.1288 mg/L en el primer trimestre, 0.0867 mg/L en el segundo trimestre, 0.145 mg/L en el tercer trimestre, y 0.088 mg/L en el cuarto trimestre; siendo los valores del primer y tercer trimestre los que no cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 cuyo máximo valor aceptable es de 0.12 mg/L, por otro lado, los otros parámetros analizados durante los 4 trimestres del año 2019 en la estación de monitoreo E – 3 y E – 8 cumplen con los estándares

de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

#### **4.4.3. Estación de Monitoreo E – 22 y E – 9**

Se considera a estas estaciones como tercer punto puesto que se encuentran ubicados en la quebrada molinetes, afluente que es tributario del río Llacuabamba y corresponden a aguas antes y después de las actividades de minería artesanal de la zona, que después ingresa al área de influencia de la Minera Aurífera Retamas S.A, donde la estación de monitoreo E – 22 representa a aguas arriba que naturales sin ningún tipo de impacto donde se observa que el parámetro Plomo presenta valores de 0.0010 mg/L en el primer trimestre, 0.0014 mg/L en el segundo trimestre, 0.0033 mg/L en el tercer semestre, y 0.0039 mg/L en el cuarto semestre; siendo, el tercer y cuarto trimestre los valores que no cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; que exige no pasar el valor de 0.0025 mg/L, por lo que, se considera que las actividades de la Minera Aurífera Retamas S.A. no tienen incidencia directa en el incremento del valor de este metal por lo que se asume que se encuentra presente de manera natural ya que tiende al incremento según el cambio del clima; por otro lado, los otros parámetros analizados durante los 4 trimestres del año 2019 en la estación de monitoreo E – 22 cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2, así mismo, en la estación de monitoreo E – 9 que representa a aguas posterior al área de influencia de la minería artesanal de la zona donde los parámetros analizados durante los 4 trimestres del año 2019 cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004

– 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2, por lo que se asume que no hay impacto negativo por parte de la minería artesanal.

#### **4.4.4. Estación de Monitoreo M – 4 y E – 6**

Se considera estas estaciones como cuarto punto debido a que nos permitirá conocer la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del río Llacuabamba antes y después del vertimiento minero metalúrgico de origen doméstico ED – 1 de la Minera Aurífera Retamas S.A; donde se observa que en la estación de monitoreo M – 4, el parámetro plomo presenta valores de 0.0018 mg/L en el primer trimestre, 0.0008 mg/L en el segundo trimestre, 0.0012 mg/L en el tercer trimestre, y 0.0035 mg/L en el cuarto trimestre, siendo el valor del cuarto trimestre el que no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2, que exige un valor no mayor a 0.0025 mg/L; así mismo, se entiende que las actividades de la Minera Aurífera Retamas S.A. no tienen incidencia directa en el incremento del valor de este parámetro debido a que la estación de monitoreo es aguas arriba del vertimiento minero metalúrgico por lo que se asume que la causa del alza de este parámetro corresponde a fuentes naturales debido a que en la evaluación de las estaciones de monitoreo E – 8 y E – 9, cuya confluencia da lugar a la estación de monitoreo M – 4, presentan valores en la evaluación de este trimestre de 0.0037 mg/L y 0.0019 mg/L respectivamente, así mismo, la estación de monitoreo E – 6, que representa a aguas abajo del vertimiento de la planta de tratamiento de agua residual doméstica, presenta un valor de 0.0023 mg/L en el mismo trimestre; lo mismo sucede con el parámetro Zinc, que presenta un valor de 0.1461 mg/L en el primer trimestre, 0.094 mg/L en el segundo trimestre, 0.030 mg/L en el tercer

trimestre, y 0.053 mg/L en el cuarto trimestre, donde la evaluación correspondiente al primer trimestre no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2, cuyo valor aceptable es de 0.12 mg/L, por otro lado, los otros parámetros analizados cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; por cuanto en la estación de monitoreo E – 6, el parámetro Plomo presenta valores de 0.0014 mg/L en el primer trimestre, 0.0041 mg/L en el segundo trimestre, 0.0012 mg/L en el tercer trimestre, y 0.0023 mg/L en el cuarto trimestre, siendo el valor del segundo trimestre el que no cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2, que exige no sobrepasar el valor de 0.0025 mg/L, este incremento del valor se debe a las actividades de lavado de mineral evidenciados durante la toma de muestra (Ver gráfico 2), lo mismo sucede con el incremento en la concentración del parámetro de Zinc (ver gráfico 3), que presenta valores de 0.1978 mg/L en el primer trimestre, 0.0932mg/L en el segundo trimestre, 0.032 mg/L en el tercer trimestre, y 0.053 mg/L en el cuarto trimestre; siendo los valores del primer trimestre el que no cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; cuyo máximo valor aceptable es de 0.12 mg/L, por otro lado, los otros parámetros analizados durante los 4 trimestres del año 2019 en la estación de monitoreo M – 4 y E – 6 cumplen con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

**IMAGEN 2**

**EVIDENCIA DE LAVADO DE MINERAL EN EL RÍO LLACUABAMBA  
DURANTE EL SEGUNDO TRIMESTRE**



**Fuente:** Propia.

**IMAGEN 3**

**EVIDENCIA DE LAVADO DE MINERAL EN EL RÍO LLACUABAMBA  
DURANTE EL PRIMER TRIMESTRE**



**Fuente:** Propia.

#### **4.4.5. Estación de Monitoreo E – 6 y E – 21**

En el capítulo 5.3.4 se describe el estado de la estación de monitoreo E – 6, que para este análisis lo consideraremos aguas arriba del vertimiento minero metalúrgico de origen industrial P – 10, respecto a los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; considerando cada una de las concentraciones de cada parámetro analizaremos su estado en la estación de monitoreo E – 21 que representa a aguas posterior al vertimiento minero metalúrgico de origen industrial; en tal sentido, el parámetro de Coliformes termotolerantes presenta valores de 1100 NMP/100 mL en el primer trimestre, 17000 NMP/100 mL en el segundo trimestre, 11000 NMP/100 mL en el tercer trimestre, y 110000 NMP/100 mL en el cuarto trimestre, donde los valores del segundo, tercero y cuarto trimestre presentan valores que no cumplen los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; cuyo valor a no superar es de 2000 NMP/100 mL, este incremento es a causa de que durante la toma de muestra se evidenció la presencia de descargas de aguas servidas sin ningún tratamiento por parte del distrito de Llacuabamba (Ver Imagen 4), por otro lado, el parámetro de Sólidos Suspendidos Totales presenta valores de 17 mg/L en el primer trimestre, 21 mg/L en el segundo trimestre, 30 mg/L en el tercer trimestre, y 138 mg/L en el cuarto trimestre, siendo este último el valor que no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; que para este parámetro el máximo aceptable es de  $\leq 100$  mg/L, este incremento se debe a que durante la toma de muestra se evidenció la remoción del río Llacuabamba por la actividad de extracción de material (Ver

Imagen 5), de igual modo para el caso del parámetro de Cianuro Libre presenta valores por debajo del límite detectable durante el primer, segundo, y cuarto trimestre; sin embargo, durante la evaluación del tercer trimestre se observa un valor de 0.0099 mg/L el cual no cumple con los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; que exige un valor no mayor a 0.0052 mg/L, cuyo incremento de valor se le atribuye a actividades ajenas a la Minera Aurífera Retamas S.A. puesto que el vertimiento minero metalúrgico de origen industrial no corresponde a un tratamiento post procesamiento de mineral por lo que el alza en la concentración de Cianuro Libre se refleja solo en el tercer trimestre y el de los demás trimestres se encuentra por debajo del límite detectable por el laboratorio ALS acreditado por el INACAL; por otro lado, el parámetro plomo durante la evaluación de los 4 trimestres del año 2019 presenta valores por encima del valor 0.0025 mg/L que es exigencia de los estándares de calidad ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; esto debido a que se evidenció durante la toma de muestra la presencia de descarga de aguas sin ningún tratamiento por parte de una bocamina informal (Ver Imagen 6), en tal sentido este incremento del valor de este parámetro no se le atribuye a las actividades de la Minera Aurífera Retamas S.A.

**IMAGEN 4**

**EVIDENCIA DE DESCARGA DE AGUAS SERVIDAS AL RÍO**

**LLACUABAMBA**



**Fuente:** Propia

**IMAGEN 5**

**EVIDENCIA DE REMOCIÓN DEL RÍO LLACUABAMBA**



**Fuente:** Propia

**IMAGEN 6**

**EVIDENCIA DE DESCARGA DE BOCAMINA ILEGAL**



**Fuente:** Propia

## CONCLUSIONES

- Se desarrolló el análisis del agua superficial del Río Llacuabamba y sus tributarios impactados por la Minera Aurífera Retamas S.A. cuya determinación de su calidad fue en base a al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.
- En el aspecto fisicoquímico, se determinó la presencia de Sólidos Suspendidos Totales en la estación de monitoreo E – 21; Cianuro Libre en las estaciones de monitoreo E – 3 y E – 21; Plomo en las estaciones de monitoreo E – 8, E – 21, E – 22, E – 24, M – 4 y E – 6; y Zinc en las estaciones de monitoreo E – 8, M – 4 y E – 6; con concentraciones que superan a los estándares de calidad ambiental para agua superficial según la categoría 4, subcategoría E2; por otro lado, los otros parámetros analizados en todas las estaciones de monitoreo cumplen con el estándar ya mencionado; por lo tanto su calidad no es aceptable según los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.
- En cuanto al aspecto Microbiológico, los Coliformes Termotolerantes que es el único parámetro microbiológico a analizar respecto a los estándares de calidad ambiental para agua superficial según la categoría 4, subcategoría E2; se evidenció que todas las estaciones de monitoreo cumplen con los estándares ya mencionados durante los 4 trimestres evaluados a excepción de la estación de monitoreo E – 21, que presenta una concentración que supera este estándar; por lo tanto su calidad no es aceptable según los Estándares de Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2.

- En términos generales se puede afirmar que la concentración elevada de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentados no están vinculados directamente a la actividad de la Minera Aurífera Retamas S.A. esto debido a factores externos como las descargas de las bocaminas ilegales, remoción del río, descarga de aguas servidas y lavado de mineral por parte de los pobladores.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda, vigilar y fiscalizar la contaminación de las aguas por fuentes antrópicas o naturales a fin de conservar el ambiente acuático y garantizar que las aguas del Río Llacuabamba y sus tributarios cumplan con los estándares de calidad ambiental para agua superficial según la categoría 4, subcategoría E2.
- Se recomienda usar la presente investigación para evaluar e implementar instrumentos de gestión ambiental por parte de la Minera Aurífera Retamas S.A. a fin de conservar el ambiente acuático y garantizar que las aguas del Río Llacuabamba y sus tributarios cumplan con los estándares de calidad ambiental para agua superficial según la categoría 4, subcategoría E2.
- Se recomienda, difundir los resultados de la presente investigación a los pobladores del Distrito de Llacuabamba y sus autoridades a fin de que pongan mayor interés en la conservación del ambiente acuático.
- Se recomienda realizar una investigación más profunda respecto al origen, causas, y consecuencias de las concentraciones elevadas para que se pueda poner en marcha un plan de acción para mitigar estos impactos y lograr una conservación adecuada del medio ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (22 de Marzo de 2010). *Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino - costeros*. Obtenido de R.J. N°202-2010-ANA:  
[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/rj\\_202-2010\\_1.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/rj_202-2010_1.pdf)
- ANA. (11 de Enero de 2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Obtenido de En cuerpo de Agua Lótico:  
<http://www.osterlingfirm.com/Documentos/webma/normas/RJ-10-2016-ANA.pdf>
- ANA. (07 de Noviembre de 2017). Clasificación de los Cuerpos de Agua. Obtenido de Introducción:  
[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/clasificacion\\_de\\_cuerpos\\_de\\_agua\\_continental\\_parte\\_1.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/clasificacion_de_cuerpos_de_agua_continental_parte_1.pdf)
- APHA, (., AWWA, (., & WPCF, (. (1995). *Métodos Normalizados para el*. Madrid.: Díaz de Santos, S.A.
- Atoc, D. (2019). *Evaluación de la calidad de agua de riego en cultivos de pan llevar en la cuenca baja del río moche, provincia de Trujillo - 2019* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].  
[http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1744/1/T026\\_70078439\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1744/1/T026_70078439_T.pdf)
- Bracho Fernández, I., & Fernández Rodríguez, M. (2017). Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín, Maracaibo. *Minería y Geología*, 33(3), 339–349.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/mg/v33n3/mg07317.pdf>
- Calero Montes, C. J., & Calero Montes, M. D. (2018). Diagnóstico y propuesta de mejora

- de la planta de tratamiento de agua potable por actividad minera en la comunidad campesina Llacuabamba, La Libertad, 2017. In *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3851>
- Castro Muñoz, C. M. (2007). Escuela Superior Politécnica del Litoral Ingeniería en Auditoría y Control de Gestión Introducción. In *Calidad del Agua* (p. 10). <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6154/9/c1.pdf>
- Caycedo Lozano, L., & Trujillo Suárez, D. M. (2020). Concepto del Agua y sus implicaciones en la formación ambiental. *Revista Boletín Redipe*, 9(7), 61–70. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7528459.pdf>
- Decreto Legislativo N.º 1280. (29 de diciembre de 2016). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1280.pdf>
- Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM. (7 de junio de 2017). <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/3671-004-2017-minam>
- Díaz Cartagena, W. J. (2020). Factores que determinan el origen de la contaminación de suelos por arsénico en la comunidad de Llacuabamba, Pataz, mediante procedimientos secuenciales y alternos [Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. In *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11602>
- DIGESA. (2015). RD\_160\_2015\_DIGESA.pdf. In *Resolucion Directoral* (Vols. 160–2015, p. 23).

- Eaton, A., Clesceri, L., Rice, E., & Greenberg, A. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Estados Unidos.: Centennial Edition.
- González, G. (2012). *Microbiología del Agua conceptos y aplicaciones* (primera ed.). Colombia.: Escuela Colombiana de Ingeniería Jairo Garavito.
- Henry, J., & Heinke, G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México.: Prentice Hall.
- Mbaka, P. K., Mwangi, J. K., & Kiptum, C. K. (2017). Assessment of water quality in selected shallow wells of Keiyo Highlands, Kenya. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 9(3), 329–338.  
<https://doi.org/10.1080/20421338.2017.1327476>
- Mera Rodas, Y. R., & Diaz Muñoz, L. Á. (2017). *Caracterización fisicoquímica y microbiológica (Coliformes Totales y Fecales) las aguas residuales generadas en el campus de la Universidad Nacional Autónoma de Chota*. [UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA].  
<http://repositorio.unach.edu.pe/bitstream/UNACH/69/1/Residuales.pdf>
- MINEM. (10 de Junio de 1997). Estudio de Evaluación Ambiental Territorial y de Planeamientos para reducción o Eliminación de la Contaminación de Origen Minero en la Cuenca del Río Parcoy – Llacuabamba. Obtenido de Clima y Meteorología:  
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/publicaciones/evats/parcoy/parcoy.pdf>
- OMS. (2006). Agua, saneamiento y salud: Enfermedades. Recuperado el 20 de agosto de 2018, de Agua, saneamiento y salud: Enfermedades:  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/diseasefact/es/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/index.html)

- Pantoja Silva, J. L. (2019). ANALISIS DE LA SATISFACCIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE EN LA AVENIDA MERCEDES INDACOCHEA, HUACHO [Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. In *Tesis*. [http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3646/TESIS\\_AGUA\\_POTABLE\\_Pantoja\\_Silva.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/3646/TESIS_AGUA_POTABLE_Pantoja_Silva.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Peña Zerpa, M. (2018). *Problemas con el recurso agua / iAgua*. Iagua. <https://www.iagua.es/blogs/mixzaida-pena/problemas-recurso-agua>
- Rojas, R. (2002). Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo. OPS/CEPIS, 353.
- Romero, J. (2006). Calidad del Agua (segunda ed.). Colombia.: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Salazar Chávez, B., & Pastor Ortiz, Y. del R. (2019). Evaluación de la Calidad Ecológica y Ambiental del Agua del Río Jequetepeque en el Tramo de San Juan - Chilete del Departamento de Cajamarca en el Año 2017-2018 [Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo]. In *Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo*. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/870>
- Salazar Huánuco, J. E. (2020). *Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el período 2015-2019* [Universidad Continental]. [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7893/1/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Salazar\\_Huanuco\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7893/1/IV_FIN_107_TE_Salazar_Huanuco_2020.pdf)
- Severiche Sierra, C. A., Castillo Bertel, M. E., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas*. <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/index.htm>

Tocto Saguma, Y. (2019). *Concentración de coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli Escherich, en el río Quiroz, caserío puente Quiroz - Suyo - Ayabaca - Abril - Julio 2018* [UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE ].

[http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/666/Tocto\\_Yeyner\\_tesis\\_ba-chiller\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/666/Tocto_Yeyner_tesis_ba-chiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Viacava Vila, M. Á. (2015). *La Junta Administradora de Servicios de Saneamiento - JASS en la Comunidad Campesina de San Lucas, Arizona del distrito de Vinchos - Ayacucho* [Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. In *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*.  
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/968>

## ANEXOS

### ANEXO 1: CRITERIO DE SELECCIÓN DE LOS PARÁMETROS

PARÁMETROS	CRITERIOS
<b>FISICOQUÍMICOS</b>	<p>Los parámetros seleccionados son en base a los Estándares De Calidad Ambiental para agua establecidos de acuerdo al D.S N°004 – 2017 – MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2; el cual, me mostrará si el agua del río Llacuabamba y sus tributarios se encuentran impactados positiva o negativamente por la Minera Aurífera Retamas S.A.</p>
Aceites y Grasas (MEH)	
Cianuro Libre	
Conductividad	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	
Fenoles	
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
Oxígeno Disuelto	
Potencial de Hidrógeno (pH)	
Sólidos Suspendidos Totales	
Temperatura	
Antimonio	
Arsénico	
Bario	
Cobre	
Cromo VI	
Mercurio	
Níquel	
Plomo	
Selenio	
Talio	
Zinc	
<b>MICROBIOLÓGICO</b>	
Coliformes Termotolerantes	

**Fuente:** D.S. 004 – 2017 – MINAM

**ANEXO 2: CUADRO COMPARATIVO DE LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS  
LABORATORIO Y EL ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA  
EN SU CATEGORÍA 4, SUBCATEGORÍA E2**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>REFERENCIA SEGÚN EL ECA PARA AGUA EN SU CATEGORÍA 4, SUBCATEGORÍA E2.</b>	<b>RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO</b>
<b>FISICOQUÍMICOS</b>			
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	10	
Fenoles	mg/L	2,56	
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	13	
Oxígeno Disuelto	mg/L	$\geq 5$	
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	$\leq 100$	
Temperatura	°C	$\Delta 3$	
Antimonio	mg/L	0,64	
Arsénico	mg/L	0,15	
Bario	mg/L	0,7	
Cobre	mg/L	0,1	
Cromo VI	mg/L	0,011	
Mercurio	mg/L	0,0001	
Níquel	mg/L	0,052	
Plomo	mg/L	0,0025	
Selenio	mg/L	0,005	
Talio	mg/L	0,0008	
Zinc	mg/L	0,12	
<b>MICROBIOLÓGICO</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	2 000	

**Fuente:** D.S. 004 – 2017 – MINAM

**ANEXO 3: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS Y  
FISICOQUÍMICOS**

**INFORME DE ENSAYO: 18548/2019**

**MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.**

Av. Trinidad Morán Nro. 821 Lince Lima Lima

**R.D. N° 397-2014-MEM-DGAAM**

**Plan Integral para la Implementación de LMP de Descarga de  
Efluentes Mineros-Metalúrgicos y Adecuación a los ECA para  
Agua**

**- Informe Trimestral al MINEM**

**Emitido por: Karin Zelada Trigoso - Luis Rodríguez Carranza**

**Fecha de Emisión: 22/03/2019**

**INFORME DE ENSAYO: 18548/2019**



Karin Zelada Trigoso

CQP: 830

Personal Signatario - Químico



Luis Rodriguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

# INFORME DE ENSAYO: 18548/2019

## RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 5

Nº ALS LS	114354/2019-1.0	114355/2019-1.0			
Fecha de Muestreo	04/03/2019	04/03/2019			
Hora de Muestreo	17:31:00	16:22:00			
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales			
Identificación	E-6	M-4			
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Resultado	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>					
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	2506	2581
Conductividad*	2206	uS/cm	---	196.1	175.3
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	7.72	7.68
pH*	2209	Unidades pH	---	7.30	7.60
Sólidos Disueltos Totales	18538	mg/L	---	117.7	105.2
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	10.60	10.70
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1.0	< 1.0	< 1.0
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0.006	0.100	0.107
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.465	0.347
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	7	7
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble*	13056	mg S <sup>2-</sup> /L	0.001	< 0.001	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>					
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0.012	< 0.012	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO4-3-P/L	0.004	< 0.004	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	mg NO3-/L	0.009	0.749	0.671
Nitratos, (como N)	8100	mg NO3-/L	0.002	0.169	0.152
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>					
Plata (Ag)	11420	mg/L	0.000003	0.005047	0.006555
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0.002	0.088	0.091
Arsénico (As)	11420	mg/L	0.00003	0.01856	0.02143
Boro (B)	11420	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0.0001	0.0044	0.0047
Berilio (Be)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0.10	26.38	25.89
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0.00001	0.00113	0.00093
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0.00001	0.00204	0.00200
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0.00003	0.00279	0.00340
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0.0004	0.1640	0.1933
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0.04	0.78	0.72
Litio (Li)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0.003	2.205	2.137
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0.00003	0.08470	0.07691
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0.00002	0.00088	0.00077
Sodio (Na)	11420	mg/L	0.006	3.465	3.199
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002	0.0004
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0.0002	0.0014	0.0018
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0.2	4.4	4.0
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0.0002	0.0516	0.0490
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0.0002	0.0027	0.0029
Talio (Tl)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003	< 0.000003

## INFORME DE ENSAYO: 18548/2019

Nº ALS LS			114354/2019-1.0	114355/2019-1.0
Fecha de Muestreo			04/03/2019	04/03/2019
Hora de Muestreo			17:31:00	16:22:00
Tipo de Muestra			Aguas Superficiales	Aguas Superficiales
Identificación			E-6	M-4
<b>Parámetro</b>	<b>Ref. Mét.</b>	<b>Unidad</b>	<b>LD</b>	<b>Resultado</b>
Vanadio (V)	11420	mg/L	0.0001	0.0005
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0.0100	0.1978
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100 mL	1.8	49
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1.8	220
				79
				330

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD: Límite de detección.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.

MEMORANDUM INTERNO PCSMA N° 040/2019

## CONTROLES DE CALIDAD

### Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	1.0	mg/L	< 1.0	11/03/2019
Aluminio (Al)	0.002	mg/L	< 0.002	09/03/2019
Antimonio (Sb)	0.00004	mg/L	< 0.00004	09/03/2019
Arsénico (As)	0.00003	mg/L	< 0.00003	09/03/2019
Bario (Ba)	0.0001	mg/L	< 0.0001	09/03/2019
Berilio (Be)	0.00002	mg/L	< 0.00002	09/03/2019
Bismuto (Bi)	0.00002	mg/L	< 0.00002	09/03/2019
Boro (B)	0.002	mg/L	< 0.002	09/03/2019
Cadmio (Cd)	0.00001	mg/L	< 0.00001	09/03/2019
Calcio (Ca)	0.10	mg/L	< 0.10	09/03/2019
Cianuro Libre	0.0006	mg/L	< 0.0006	07/03/2019
Cianuro Libre	0.0006	mg/L	< 0.0006	10/03/2019
Cobalto (Co)	0.00001	mg/L	< 0.00001	09/03/2019
Cobre (Cu)	0.00003	mg/L	< 0.00003	09/03/2019
Coliformes Termotolerantes	1.8	NMP/100 mL	< 1.8	05/03/2019
Coliformes Totales	1.8	NMP/100 mL	< 1.8	05/03/2019
Cromo (Cr)	0.0001	mg/L	< 0.0001	09/03/2019
Cromo Hexavalente	0.002	mg/L	< 0.002	11/03/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	mg/L	< 2	06/03/2019
Estaño (Sn)	0.00003	mg/L	< 0.00003	09/03/2019
Estroncio (Sr)	0.0002	mg/L	< 0.0002	09/03/2019
Fenoles	0.001	mg/L	< 0.001	07/03/2019
Fosfatos (como P)	0.004	mg PO4-3-P/L	< 0.004	06/03/2019
Fosfatos, PO4-3	0.012	mg PO4-3/L	< 0.012	06/03/2019
Hierro (Fe)	0.0004	mg/L	< 0.0004	09/03/2019
Litio (Li)	0.0001	mg/L	< 0.0001	09/03/2019
Magnesio (Mg)	0.003	mg/L	< 0.003	09/03/2019
Manganeso (Mn)	0.00003	mg/L	< 0.00003	09/03/2019
Mercurio (Hg)	0.00003	mg/L	< 0.00003	09/03/2019
Molibdeno (Mo)	0.00002	mg/L	< 0.00002	09/03/2019
Niquel (Ni)	0.0002	mg/L	< 0.0002	09/03/2019
Nitratos, (como N)	0.002	mg NO3-N/L	< 0.002	06/03/2019
Nitratos, NO3-	0.009	mg NO3-/L	< 0.009	06/03/2019
Nitrógeno Amoniacal	0.006	mg NH3-N/L	< 0.006	13/03/2019
Nitrógeno Total	0.024	mg N/L	< 0.024	13/03/2019
Plata (Ag)	0.000003	mg/L	< 0.000003	09/03/2019
Plomo (Pb)	0.0002	mg/L	< 0.0002	09/03/2019
Potasio (K)	0.04	mg/L	< 0.04	09/03/2019
Selenio (Se)	0.0004	mg/L	< 0.0004	09/03/2019

## INFORME DE ENSAYO: 18548/2019

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Silicio (Si)	0.2	mg/L	< 0.2	09/03/2019
Sodio (Na)	0.006	mg/L	< 0.006	09/03/2019
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	< 2	08/03/2019
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	< 0.00002	09/03/2019
Titanio (Ti)	0.0002	mg/L	< 0.0002	09/03/2019
Uranio (U)	0.000003	mg/L	< 0.000003	09/03/2019
Vanadio (V)	0.0001	mg/L	< 0.0001	09/03/2019
Zinc (Zn)	0.01	mg/L	< 0.01	09/03/2019

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	88.5	80-120	11/03/2019
Aceites y Grasas	84.8	80-120	11/03/2019
Aluminio (Al)	107.4	80-120	09/03/2019
Antimonio (Sb)	108.0	80-120	09/03/2019
Arsénico (As)	108.6	80-120	09/03/2019
Bario (Ba)	107.2	80-120	09/03/2019
Berilio (Be)	112.9	80-120	09/03/2019
Bismuto (Bi)	101.3	80-120	09/03/2019
Boro (B)	108.0	80-120	09/03/2019
Cadmio (Cd)	108.1	80-120	09/03/2019
Calcio (Ca)	110.5	80-120	09/03/2019
Cianuro Libre	100.6	80-120	07/03/2019
Cianuro Libre	102.0	80-120	07/03/2019
Cianuro Libre	99.4	80-120	10/03/2019
Cianuro Libre	103.0	80-120	10/03/2019
Cobalto (Co)	108.0	80-120	09/03/2019
Cobre (Cu)	108.4	80-120	09/03/2019
Cromo (Cr)	111.4	80-120	09/03/2019
Cromo Hexavalente	104.8	80-120	11/03/2019
Cromo Hexavalente	104.8	80-120	11/03/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	110.6	80-120	06/03/2019
Estaño (Sn)	104.3	80-120	09/03/2019
Estroncio (Sr)	112.0	80-120	09/03/2019
Fenoles	101.7	80-120	07/03/2019
Fenoles	107.5	80-120	07/03/2019
Fosfatos (como P)	104.7	80-120	06/03/2019
Fosfatos, PO4-3	104.7	80-120	06/03/2019
Hierro (Fe)	106.6	80-120	09/03/2019
Litio (Li)	112.0	80-120	09/03/2019
Magnesio (Mg)	99.4	80-120	09/03/2019
Manganeso (Mn)	111.1	80-120	09/03/2019
Mercurio (Hg)	88.8	80-120	09/03/2019
Molibdeno (Mo)	105.3	80-120	09/03/2019
Niquel (Ni)	109.4	80-120	09/03/2019
Nitratos, (como N)	102.0	80-120	06/03/2019
Nitratos, NO3-	102.0	80-120	06/03/2019
Nitrógeno Amoniacal	86.3	80-120	13/03/2019
Nitrógeno Amoniacal	100.8	80-120	13/03/2019
Nitrógeno Total	109.0	80-120	13/03/2019
Nitrógeno Total	94.1	80-120	13/03/2019
Plata (Ag)	108.0	80-120	09/03/2019
Plomo (Pb)	108.0	80-120	09/03/2019
Potasio (K)	104.2	80-120	09/03/2019
Selenio (Se)	110.4	80-120	09/03/2019
Silicio (Si)	96.0	80-120	09/03/2019
Sodio (Na)	106.2	80-120	09/03/2019
Sólidos Totales Suspendidos	94.0	80-120	08/03/2019
Sólidos Totales Suspendidos	102.0	80-120	08/03/2019
Talio (Tl)	104.8	80-120	09/03/2019
Titanio (Ti)	117.0	80-120	09/03/2019

## INFORME DE ENSAYO: 18548/2019

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Uranio (U)	113.5	80-120	09/03/2019
Vanadio (V)	105.4	80-120	09/03/2019
Zinc (Zn)	106.2	80-120	09/03/2019

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

### 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
E-6	Cliente	Aguas Superficiales	05/03/2019	04/03/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
M-4	Cliente	Aguas Superficiales	05/03/2019	04/03/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed.2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11579	LME	Cianuro Libre (Skalar)	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado), 2014	Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA)
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C. 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
12235	LME	Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed.2017	Chromium: Colorimetric Method
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
11593	LME	Fenoles (Skalar)	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA)
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
12440	LME	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
13056	LME	Sulfuro de Hidrógeno Indisociable*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- H,23rd Ed.2017	Sulfide. Calculation of Un-ionized Hydrogen Sulfide

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 18548/2019, 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
E-6	114354/2019-1.0	stqppoq&1453411
M-4	114355/2019-1.0	ttqppoq&1553411

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

# INFORME DE ENSAYO: 18548/2019

## COMENTARIOS

El Informe de Ensayo 18548/2019 se generó a partir del Informe de Ensayo y/o Grupo 13664/2019.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

**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.

**INFORME DE ENSAYO: 14492/2019**

**MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.**

Av. Trinidad Morán Nro. 821 Lince Lima Lima

**U.E.A RETAMAS - R.D. N° 397-2014-MEM-DGAAM - Plan Integral  
para la Implementación del LPM de Descarga de Efluentes  
Mineros-Metalurgicos y Adecuación a los ECA de Agua - Informe  
Trimestral al MINEM**

**Emitido por: Karin Zelada Trigoso - Luis Rodríguez Carranza**

**Fecha de Emisión: 19/03/2019**



Karin Zelada Trigoso

CQP: 830

Personal Signatario - Químico



Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

# INFORME DE ENSAYO: 14492/2019

## RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 5

Nº ALS	120541/2019-1.0	120542/2019-1.0	120543/2019-1.0			
Fecha de Muestreo	07/03/2019	07/03/2019	07/03/2019			
Hora de Muestreo	15:26:00	15:55:00	17:11:00			
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales			
Identificación	E-3	E-8	E-9			
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>						
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	325.9	514.3	155.3
Conductividad*	2206	uS/cm	---	717.1	226	103.9
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	7.59	7.73	6.51
pH*	2209	Unidades pH	---	7.79	7.81	7.95
Sólidos Disueltos Totales	18538	mg/L	---	430.26	135.6	62.34
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	8.90	9.2	11.1
<b>003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2	< 2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0.006	0.222	0.320	0.087
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.485	1.03	0.115
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	< 2	16	3
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble*	13056	mg S2-/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0.012	< 0.012	< 0.012	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO4-3-P/L	0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	mg NO3-/L	0.009	0.278	0.780	0.092
Nitratos, (como N)	8100	mg NO3-/L	0.002	0.063	0.176	0.021
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0.002	0.035	0.312	0.124
Arsénico (As)	11420	mg/L	0.00003	0.01211	0.01996	0.01336
Boro (B)	11420	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0.0001	0.0026	0.0044	0.0046
Berilio (Be)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0.10	23.87	32.17	16.63
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0.00001	0.00068	0.00959	< 0.00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0.00003	0.00514	0.03459	0.00053
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0.0004	0.1112	0.5728	0.1795
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0.04	1.06	1.73	0.32
Litio (Li)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0.003	1.354	2.588	1.293
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0.00003	0.08251	0.10747	0.01199
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0.00002	0.00066	0.00098	0.00061
Sodio (Na)	11420	mg/L	0.006	4.040	7.902	1.184
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0.0002	0.0006	0.0051	0.0009
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0.2	2.9	3.8	3.7
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0.0002	0.0284	0.0516	0.0220
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0.0002	0.0018	0.0076	0.0026
Talio (Tl)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002

## INFORME DE ENSAYO: 14492/2019

Nº ALS LS				120541/2019-1.0	120542/2019-1.0	120543/2019-1.0
Fecha de Muestreo				07/03/2019	07/03/2019	07/03/2019
Hora de Muestreo				15:26:00	15:55:00	17:11:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales E-3	Aguas Superficiales E-8	Aguas Superficiales E-9
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Uranio (U)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	0.0010	0.0006
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0.0100	0.0279	0.1288	0.0181
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100 mL	1.8	6.8	< 1.8	9.3
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1.8	130	2.0	350

Nº ALS LS				120544/2019-1.0	120545/2019-1.0	120546/2019-1.0
Fecha de Muestreo				07/03/2019	07/03/2019	07/03/2019
Hora de Muestreo				18:04:00	16:28:00	17:30:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales E-12	Aguas Superficiales E-21	Aguas Superficiales E-22
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>						
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	---	3591.0	109.4
Conductividad*	2206	uS/cm	---	112.2	201.8	87.4
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	6.97	7.89	6.83
pH*	2209	Unidades pH	---	7.79	8.12	7.89
Sólidos Disueltos Totales	18538	mg/L	---	67.32	121.08	52.44
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	11.7	12.7	10.8
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2	< 2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Amomiacal	11620	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0.006	0.084	0.163	0.022
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.103	0.590	0.134
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	< 2	17	7
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble*	13056	mg S <sub>2</sub> -/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0.012	< 0.012	< 0.012	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.009	< 0.009	1.086	0.113
Nitratos, (como N)	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.002	< 0.002	0.245	0.026
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0.002	0.007	0.431	0.144
Arsénico (As)	11420	mg/L	0.00003	0.00130	0.02956	0.01440
Boro (B)	11420	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0.0001	0.0015	0.0073	0.0078
Berilio (Be)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0.10	18.16	24.95	12.22
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0.00001	< 0.00001	< 0.00001	< 0.00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0.00001	< 0.00001	0.00154	< 0.00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0.00003	0.00042	0.00366	0.00040
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0.0004	0.0349	0.7021	0.2241
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0.04	< 0.04	0.89	0.31
Litio (Li)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	0.0010	< 0.0001
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0.003	0.868	2.403	0.771
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0.00003	0.00600	0.06376	0.01862
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	0.00128	< 0.00002
Sodio (Na)	11420	mg/L	0.006	1.842	4.248	1.300

## INFORME DE ENSAYO: 14492/2019

Nº ALS LS				120544/2019-1.0	120545/2019-1.0	120546/2019-1.0
Fecha de Muestreo				07/03/2019	07/03/2019	07/03/2019
Hora de Muestreo				18:04:00	16:28:00	17:30:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales E-12	Aguas Superficiales E-21	Aguas Superficiales E-22
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD			
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002	0.0064	0.0010
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0.2	3.0	4.1	3.9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0.0002	0.0176	0.0561	0.0171
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002	0.0133	0.0022
Talio (Tl)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003	< 0.000003	0.000476
Vanadio (V)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	0.0014	< 0.0001
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0.0100	0.0157	0.0477	0.0182
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100 mL	1.8	< 1.8	1100	490
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1.8	2.0	17000	490

Nº ALS LS				120547/2019-1.0
Fecha de Muestreo				07/03/2019
Hora de Muestreo				15:10:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales E-24
Identificación				
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	
001 DATOS DEL CLIENTE				
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	2.5
Conductividad*	2206	uS/cm	---	63.7
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	7.21
pH*	2209	Unidades pH	---	7.5
Sólidos Disueltos Totales	18538	mg/L	---	38.22
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	9.1
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS				
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1.0	< 1.0
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	3
Fenoles	11593	mg/L	0.001	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0.006	0.029
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.192
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	6
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble*	13056	mg S <sub>2</sub> -/L	0.001	< 0.001
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica				
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0.012	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0.004	< 0.004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.009	0.294
Nitratos, (como N)	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.002	0.066
007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS				
Plata (Ag)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0.002	0.088
Arsénico (As)	11420	mg/L	0.00003	0.02391
Boro (B)	11420	mg/L	0.002	< 0.002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0.0001	0.0024
Berilio (Be)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0.10	12.00
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0.00001	< 0.00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0.00001	< 0.00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001

## INFORME DE ENSAYO: 14492/2019

<b>Nº ALS LS</b>	120547/2019-1.0			
<b>Fecha de Muestreo</b>	07/03/2019			
<b>Hora de Muestreo</b>	15:10:00			
<b>Tipo de Muestra</b>	Aguas Superficiales E-24			
<b>Identificación</b>				
<b>Parámetro</b>	<b>Ref. Mét.</b>	<b>Unidad</b>	<b>LD</b>	
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0.00003	0.00105
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0.0004	0.2039
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0.04	0.23
Litio (Li)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0.003	1.583
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0.00003	0.01915
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002
Sodio (Na)	11420	mg/L	0.006	1.137
Niquel (Ni)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0.0002	0.0014
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0.00004	< 0.00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0.0004	< 0.0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0.2	4.8
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0.0002	0.0129
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0.0002	0.0043
Talio (Tl)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0.0001	0.0017
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0.0100	0.0182
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>				
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100 mL	1.8	330
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1.8	490

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD: Límite de detección.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.

MEMORANDUM INTERNO PCSMA N° 045/2019

## CONTROLES DE CALIDAD

### Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	1.0	mg/L	< 1.0	15/03/2019
Aceites y Grasas	1.0	mg/L	< 1.0	15/03/2019
Aluminio (Al)	0.002	mg/L	< 0.002	14/03/2019
Antimonio (Sb)	0.00004	mg/L	< 0.00004	14/03/2019
Arsénico (As)	0.00003	mg/L	< 0.00003	14/03/2019
Bario (Ba)	0.0001	mg/L	< 0.0001	14/03/2019
Berilio (Be)	0.00002	mg/L	< 0.00002	14/03/2019
Bismuto (Bi)	0.00002	mg/L	< 0.00002	14/03/2019
Boro (B)	0.002	mg/L	< 0.002	14/03/2019
Cadmio (Cd)	0.00001	mg/L	< 0.00001	14/03/2019
Calcio (Ca)	0.10	mg/L	< 0.10	14/03/2019
Cianuro Libre	0.0006	mg/L	< 0.0006	10/03/2019
Cobalto (Co)	0.00001	mg/L	< 0.00001	14/03/2019
Cobre (Cu)	0.00003	mg/L	< 0.00003	14/03/2019
Coliformes Termotolerantes	1.8	NMP/100 mL	< 1.8	08/03/2019
Coliformes Totales	1.8	NMP/100 mL	< 1.8	08/03/2019
Cromo (Cr)	0.0001	mg/L	< 0.0001	14/03/2019
Cromo Hexavalente	0.002	mg/L	< 0.002	14/03/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	mg/L	< 2	09/03/2019
Estaño (Sn)	0.00003	mg/L	< 0.00003	14/03/2019

## INFORME DE ENSAYO: 14492/2019

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Estroncio (Sr)	0.0002	mg/L	< 0.0002	14/03/2019
Fenoles	0.001	mg/L	< 0.001	16/03/2019
Fosfatos (como P)	0.004	mg PO4-3-P/L	< 0.004	09/03/2019
Fosfatos, PO4-3	0.012	mg PO4-3/L	< 0.012	09/03/2019
Hierro (Fe)	0.0004	mg/L	< 0.0004	14/03/2019
Litio (Li)	0.0001	mg/L	< 0.0001	14/03/2019
Magnesio (Mg)	0.003	mg/L	< 0.003	14/03/2019
Manganeso (Mn)	0.00003	mg/L	< 0.00003	14/03/2019
Mercurio (Hg)	0.00003	mg/L	< 0.00003	14/03/2019
Molibdeno (Mo)	0.00002	mg/L	< 0.00002	14/03/2019
Niquel (Ni)	0.0002	mg/L	< 0.0002	14/03/2019
Nitratos, (como N)	0.002	mg NO3-N/L	< 0.002	09/03/2019
Nitratos, NO3-	0.009	mg NO3-/L	< 0.009	09/03/2019
Nitrógeno Amoniacal	0.006	mg NH3-N/L	< 0.006	15/03/2019
Nitrógeno Total	0.024	mg N/L	< 0.024	14/03/2019
Nitrógeno Total	0.024	mg N/L	< 0.024	15/03/2019
Plata (Ag)	0.000003	mg/L	< 0.000003	14/03/2019
Plomo (Pb)	0.0002	mg/L	< 0.0002	14/03/2019
Potasio (K)	0.04	mg/L	< 0.04	14/03/2019
Selenio (Se)	0.0004	mg/L	< 0.0004	14/03/2019
Silicio (Si)	0.2	mg/L	< 0.2	14/03/2019
Sodio (Na)	0.006	mg/L	< 0.006	14/03/2019
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	< 2	13/03/2019
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	< 0.00002	14/03/2019
Titanio (Ti)	0.0002	mg/L	< 0.0002	14/03/2019
Uranio (U)	0.000003	mg/L	< 0.000003	14/03/2019
Vanadio (V)	0.0001	mg/L	< 0.0001	14/03/2019
Zinc (Zn)	0.01	mg/L	< 0.01	14/03/2019

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	113.5	80-120	15/03/2019
Aceites y Grasas	115.5	80-120	15/03/2019
Aceites y Grasas	103.0	80-120	15/03/2019
Aceites y Grasas	105.5	80-120	15/03/2019
Aluminio (Al)	103.9	80-120	14/03/2019
Antimonio (Sb)	106.7	80-120	14/03/2019
Arsénico (As)	106.7	80-120	14/03/2019
Bario (Ba)	106.6	80-120	14/03/2019
Berilio (Be)	106.7	80-120	14/03/2019
Bismuto (Bi)	106.7	80-120	14/03/2019
Boro (B)	96.0	80-120	14/03/2019
Cadmio (Cd)	109.4	80-120	14/03/2019
Calcio (Ca)	103.4	80-120	14/03/2019
Cianuro Libre	102.0	80-120	10/03/2019
Cianuro Libre	103.0	80-120	10/03/2019
Cobalto (Co)	109.2	80-120	14/03/2019
Cobre (Cu)	110.5	80-120	14/03/2019
Cromo (Cr)	110.6	80-120	14/03/2019
Cromo Hexavalente	87.2	80-120	14/03/2019
Cromo Hexavalente	87.2	80-120	14/03/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	101.0	80-120	09/03/2019
Estaño (Sn)	107.8	80-120	14/03/2019
Estroncio (Sr)	110.4	80-120	14/03/2019
Fenoles	97.0	80-120	16/03/2019
Fenoles	102.2	80-120	16/03/2019
Fosfatos (como P)	109.0	80-120	09/03/2019
Fosfatos, PO4-3	108.9	80-120	09/03/2019
Hierro (Fe)	108.5	80-120	14/03/2019
Litio (Li)	106.6	80-120	14/03/2019
Magnesio (Mg)	105.6	80-120	14/03/2019

## INFORME DE ENSAYO: 14492/2019

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Manganeso (Mn)	111.2	80-120	14/03/2019
Mercurio (Hg)	96.0	80-120	14/03/2019
Molibdeno (Mo)	108.8	80-120	14/03/2019
Níquel (Ni)	108.4	80-120	14/03/2019
Nitratos, (como N)	104.6	80-120	09/03/2019
Nitratos, NO3-	104.6	80-120	09/03/2019
Nitrógeno Amoniacal	91.3	80-120	15/03/2019
Nitrógeno Amoniacal	96.6	80-120	15/03/2019
Nitrógeno Total	97.5	80-120	14/03/2019
Nitrógeno Total	94.7	80-120	14/03/2019
Nitrógeno Total	117.9	80-120	15/03/2019
Nitrógeno Total	100.7	80-120	15/03/2019
Plata (Ag)	110.7	80-120	14/03/2019
Plomo (Pb)	106.6	80-120	14/03/2019
Potasio (K)	109.9	80-120	14/03/2019
Selenio (Se)	111.0	80-120	14/03/2019
Silicio (Si)	104.0	80-120	14/03/2019
Sodio (Na)	96.6	80-120	14/03/2019
Sólidos Totales Suspendidos	101.0	80-120	13/03/2019
Sólidos Totales Suspendidos	97.0	80-120	13/03/2019
Talio (Tl)	108.2	80-120	14/03/2019
Titanio (Ti)	104.2	80-120	14/03/2019
Uranio (U)	106.7	80-120	14/03/2019
Vanadio (V)	106.6	80-120	14/03/2019
Zinc (Zn)	106.6	80-120	14/03/2019

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

### 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
E-3	Cliente	Aguas Superficiales	08/03/2019	07/03/2019	--	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-8	Cliente	Aguas Superficiales	08/03/2019	07/03/2019	--	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-9	Cliente	Aguas Superficiales	08/03/2019	07/03/2019	--	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-12	Cliente	Aguas Superficiales	08/03/2019	07/03/2019	--	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-21	Cliente	Aguas Superficiales	08/03/2019	07/03/2019	--	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-22	Cliente	Aguas Superficiales	08/03/2019	07/03/2019	--	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-24	Cliente	Aguas Superficiales	08/03/2019	07/03/2019	--	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed.2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11579	LME	Cianuro Libre (Skalar)	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado), 2014	Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA)
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)

## INFORME DE ENSAYO: 14492/2019

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
12235	LME	Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed. 2017	Chromium: Colorimetric Method
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
11593	LME	Fenoles (Skalar)	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA)
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
12440	LME	Sólidos Totales Suspensidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
13056	LME	Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- H, 23rd Ed. 2017	Sulfide. Calculation of Un-ionized Hydrogen Sulfide

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 14492/2019, 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
E-3	120541/2019-1.0	nlpppq&1145021
E-8	120542/2019-1.0	onlpppq&1245021
E-9	120543/2019-1.0	pnlpppq&1345021
E-12	120544/2019-1.0	qnlpppq&1445021
E-21	120545/2019-1.0	mlpppq&1545021

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
E-22	120546/2019-1.0	snlpppq&1645021
E-24	120547/2019-1.0	tnlpppq&1745021

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

### COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

**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.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**040-CFQ-2018**

**Área de Metrología**

Página 1 de 2

<b>Expediente</b>	: 219C-06-2018	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad</p> <p>CORPORACIÓN 2M &amp; N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>Solicitante</b>	: MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.	
<b>Dirección</b>	: La Unidad Minera Aurífera Retamas (Campamento San Andrés)	
<b>Equipo/ Instrumento</b>	: MULTIPARÁMETRO	
<b>Marca</b>	: HACH	
<b>Modelo</b>	: HQ40D	
<b>Serie</b>	: 160700001741	
<b>Identificación</b>	: A26743 (*)	
<b>Ubicación</b>	: P.C.S.M.A.	
<b>Procedencia</b>	: U.S.A.	
<b>Alcance de indicación</b>	: 0 pH a 14 pH; -1500 mV a 1500 mV; -10 °C a 110 °C; 0 g/kg a 42 g/kg; 0 mg/L a 50 mg/L; 0 % a 100 %; 1 µS/cm a 200 mS/cm (**)	
<b>División/ Resolución</b>	: 0,01 pH; 0,01 mg/L; 0,1 %; 0,1 mV; 0,1 °C; 0,001 pH; 0,1 µS/cm; 0,01 µS/cm; 0,001 µS/cm (**)	
<b>Precisión</b>	: Alemania	
<b>Fecha de calibración</b>	: 2018-06-25	
<b>Lugar:</b>	: Laboratorio 02 - CORPORACIÓN 2M & N S.A.C Jr. Chiclayo Nro. 489, Int A - Rímac - Lima.	
<b>Método utilizado:</b>	: Por comparación directa del valor indicado por el instrumento con el valor certificado del material de referencia. Tomando como referencia los procedimientos PC-022 para la calibración de Conductímetros, Edición 1º, Setiembre - 2014, SNM - INDECOP. El procedimiento PC-020 para la calibración de medidores de pH, Edición 1º, Junio - 2010, del Indecopi	



2018-06-30  
Fecha de emisión

  
Ing. Luis A. Sime Pérez  
Jefe de Metrología  
CIP:41346

**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,6	21,0
Humedad Relativa (%hr)	76,8	75,9

**Patrones de referencia:**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro patrón de 0,1 °C de resolución	336-CT-2017
Soluciones estándar del NIST	pH 4,01 @ 25 °C	09L31 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	pH 7,01 @ 25 °C	09B67 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	pH 10,01 @ 25 °C	10C41 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	1413 µS/cm @ 25 °C	05B63 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	12680 µS/cm @ 25 °C	29H34 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	Solución Estándar Oxígeno Cero	16E34 – HANNA Instruments

**Observaciones:**

- (\*) Identificación asignada por MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.
- La identificación se encuentra pegada en una etiqueta adherida al equipo
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color amarillo, indicando el número de certificado y la fecha de calibración
- (\*\*) Dato obtenido del manual del instrumento.

**Resultados de la Medición**

**Medición de PH**

Temperatura de referencia (°C)	Valor certificado (pH)	Indicación del Instrumento (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
24,5	4,01	3,96	-0,03	0,01
24,8	7,01	7,04	0,03	0,01
24,7	10,01	10,02	0,01	0,02

**Medición de Oxígeno**

Temperatura de referencia (°C)	Valor certificado (%)	Indicación del Instrumento (%)	Error (%)	Incertidumbre (%)
20,5	0,00	0,43	0,43	0,42
20,2	100,00	99,60	-0,40	0,25



**Medición de Conductividad**

Temperatura de referencia	Valor certificado	Indicación del Instrumento	Error	Incertidumbre	Unidad
24,0	1396	1404,3	18,24	29,86	µS/cm
22,0	12 150,80	12226,67	75,87	0,05	µS/cm

FIN DEL DOCUMENTO

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

**INFORME DE ENSAYO: 39356/2019**

**MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.**

Av. LA MARINA Nro. 480 URB. STA MARIA III ETAPA TRUJILLO Trujillo La Libertad

**U.E.A RETAMAS**

**R.D. N° 397-2014-MEM-DGAAM**

**Plan Integral para la Implementación del LPM de Descarga de  
Efluentes Mineros-Metalúrgicos y Adecuación a los ECA de Agua**

**Informe Trimestral al MINEM**

**Emitido por: Karin Zelada Trigoso - Luis Rodríguez Carranza**

**Fecha de Emisión: 24/06/2019**



Karin Zelada Trigoso

CQP: 830

Personal Signatario - Químico



Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

# INFORME DE ENSAYO: 39356/2019

## RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 5

Nº ALS	327309/2019-1.0	327310/2019-1.0	327311/2019-1.0			
Fecha de Muestreo	13/06/2019	13/06/2019	13/06/2019			
Hora de Muestreo	16:20:00	16:50:00	18:10:00			
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales E-3	Aguas Superficiales E-8	Aguas Superficiales E-9			
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Resultado	Resultado	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>						
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	45.0	93.0	29.0
Conductividad*	2206	uS/cm	---	241.0	561.0	120.0
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	7.23	7.31	7.81
pH*	2209	Unidades pH	---	7.92	7.97	7.84
Sólidos Disueltos Totales*	18538	mg/L	---	145	337	72
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	5.90	6.1	8.4
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2	< 2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0.006	0.352	0.729	0.072
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	1.02	4.57	0.116
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	< 2	3	< 2
Sulfuro de Hidrógeno Indisociable*	13056	mg S <sub>2</sub> -/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0.012	< 0.012	< 0.012	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.009	0.604	3.154	0.091
Nitratos, (como N)	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.002	0.136	0.713	0.021
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0.002	0.040	0.045	0.023
Arsénico (As)	11420	mg/L	0.00003	0.02615	0.02464	0.01569
Boro (B)	11420	mg/L	0.002	< 0.002	0.004	< 0.002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0.0001	0.0049	0.0094	0.0039
Berilio (Be)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0.10	33.39	62.88	23.36
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0.00001	< 0.00001	0.00029	< 0.00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0.00001	0.00137	0.01799	< 0.00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0.00003	0.00313	0.01958	< 0.00003
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0.0004	0.1291	0.1492	0.0197
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0.04	3.21	12.67	0.16
Litio (Li)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	0.0025	< 0.0001
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0.003	2.237	4.633	1.983
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0.00003	0.23046	0.17790	0.00865
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0.00002	0.00160	0.00643	0.00071
Sodio (Na)	11420	mg/L	0.006	10.56	33.52	1.611
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002	0.0012	< 0.0002
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0.0002	0.0010	0.0008	< 0.0002
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0.2	3.8	3.7	4.9
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0.0002	0.0553	0.1643	0.0303
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0.0002	0.0016	0.0011	< 0.0002
Talio (Tl)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002

## INFORME DE ENSAYO: 39356/2019

Nº ALS LS				327309/2019-1.0	327310/2019-1.0	327311/2019-1.0
Fecha de Muestreo				13/06/2019	13/06/2019	13/06/2019
Hora de Muestreo				16:20:00	16:50:00	18:10:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales E-3	Aguas Superficiales E-8	Aguas Superficiales E-9
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Resultado	Resultado	Resultado
Uranio (U)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0.0001	0.0006	0.0006	0.0006
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0.0100	0.0273	0.0867	< 0.0100
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100 mL	1.8	7.8	< 1.8	2.6E+1
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1.8	7.9E+1	< 1.8	2.8E+2

Nº ALS LS				327312/2019-1.0	327313/2019-1.0	327314/2019-1.0
Fecha de Muestreo				13/06/2019	13/06/2019	13/06/2019
Hora de Muestreo				18:40:00	17:10:00	18:35:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales E-12	Aguas Superficiales E-21	Aguas Superficiales E-22
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Resultado	Resultado	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>						
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	5.4	920.0	6.0
Conductividad*	2206	uS/cm	---	101.9	357.0	98.8
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	7.17	7.40	6.95
pH*	2209	Unidades pH	---	7.91	7.88	7.87
Sólidos Disueltos Totales*	18538	mg/L	---	61	214	59
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	9.9	13.3	9.3
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	< 2	< 2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0.006	0.067	0.276	0.104
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.110	1.72	0.117
Sólidos Totales Suspendedos	12440	mg/L	2	< 2	21	< 2
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble*	13056	mg S <sub>2</sub> -L	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0.012	< 0.012	< 0.012	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0.004	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	mg NO <sub>3</sub> -L	0.009	< 0.009	2.731	0.036
Nitratos, (como N)	8100	mg NO <sub>3</sub> -L	0.002	< 0.002	0.617	0.008
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>						
Plata (Ag)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0.002	0.011	0.524	0.137
Arsénico (As)	11420	mg/L	0.00003	0.00168	0.04491	0.03249
Boro (B)	11420	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0.0001	0.0010	0.0119	0.0073
Berilio (Be)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0.10	21.26	52.20	16.76
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0.00001	< 0.00001	0.00071	< 0.00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0.00001	< 0.00001	0.00326	< 0.00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	0.0011	< 0.0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	0.00368	0.00111
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0.0004	0.0247	0.7795	0.1473
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0.04	0.07	2.75	0.58
Litio (Li)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001	0.0067	< 0.0001
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0.003	1.105	5.537	1.031
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0.00003	0.00495	0.14904	0.00790
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0.00002	0.00034	0.00456	0.00093
Sodio (Na)	11420	mg/L	0.006	0.921	15.97	2.026

## INFORME DE ENSAYO: 39356/2019

Nº ALS LS				327312/2019-1.0	327313/2019-1.0	327314/2019-1.0
Fecha de Muestreo				13/06/2019	13/06/2019	13/06/2019
Hora de Muestreo				18:40:00	17:10:00	18:35:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales E-12	Aguas Superficiales E-21	Aguas Superficiales E-22
Identificación				Resultado	Resultado	Resultado
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Resultado	Resultado	Resultado
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002	0.0010	< 0.0002
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002	0.0063	0.0014
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0.2	2.7	6.2	4.5
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0.0002	0.0202	0.1609	0.0255
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002	0.0158	0.0020
Talio (Tl)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003	0.000897	0.000464
Vanadio (V)	11420	mg/L	0.0001	0.0006	0.0025	0.0003
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0.0100	< 0.0100	0.1158	0.0144
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100 mL	1.8	< 1.8	1.7E+4	1.4E+1
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1.8	< 1.8	7.0E+4	7.0E+1

Nº ALS LS				327315/2019-1.0
Fecha de Muestreo				13/06/2019
Hora de Muestreo				16:02:00
Tipo de Muestra				Aguas Superficiales E-24
Identificación				Resultado
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Resultado
001 DATOS DEL CLIENTE				
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	1.8
Conductividad*	2206	uS/cm	---	95.3
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	7.23
pH*	2209	Unidades pH	---	7.9
Sólidos Disueltos Totales*	18538	mg/L	---	57
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	7.1
003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS				
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1.0	< 1.0
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0.006	0.050
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.198
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	< 2
Sulfuro de Hidrógeno Indisociable*	13056	mg S <sub>2</sub> -/L	0.001	< 0.001
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica				
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0.012	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0.004	< 0.004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.009	0.516
Nitratos, (como N)	8100	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.002	0.117
007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS				
Plata (Ag)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0.002	0.110
Arsénico (As)	11420	mg/L	0.00003	0.01170
Boro (B)	11420	mg/L	0.002	< 0.002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0.0001	0.0019
Berilio (Be)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0.10	12.08
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0.00001	< 0.00001
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0.00001	< 0.00001
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0.0001	0.0012

## INFORME DE ENSAYO: 39356/2019

Nº ALS LS		327315/2019-1.0		
Fecha de Muestreo		13/06/2019		
Hora de Muestreo		16:02:00		
Tipo de Muestra		Aguas Superficiales		
Identificación		E-24		
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Resultado
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0.00003	0.00075
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0.0004	0.1791
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0.04	0.14
Litio (Li)	11420	mg/L	0.0001	< 0.0001
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0.003	1.590
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0.00003	0.01169
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0.00002	0.00029
Sodio (Na)	11420	mg/L	0.006	1.251
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0.0002	< 0.0002
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0.0002	0.0014
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0.00004	< 0.00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0.0004	< 0.0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0.2	6.2
Estaño (Sn)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0.0002	0.0108
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0.0002	0.0044
Talio (Tl)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003
Vanadio (V)	11420	mg/L	0.0001	0.0024
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0.0100	< 0.0100
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100 mL	1.8	2.2E+1
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1.8	1.7E+2

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD: Límite de detección.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.

MEMORANDUM INTERNO PCSMA N°099/2019

## CONTROLES DE CALIDAD

### Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	1.0	mg/L	< 1.0	18/06/2019
Aluminio (Al)	0.002	mg/L	< 0.002	17/06/2019
Antimonio (Sb)	0.00004	mg/L	< 0.00004	17/06/2019
Arsénico (As)	0.00003	mg/L	< 0.00003	17/06/2019
Bario (Ba)	0.0001	mg/L	< 0.0001	17/06/2019
Berilio (Be)	0.00002	mg/L	< 0.00002	17/06/2019
Bismuto (Bi)	0.00002	mg/L	< 0.00002	17/06/2019
Boro (B)	0.002	mg/L	< 0.002	17/06/2019
Cadmio (Cd)	0.00001	mg/L	< 0.00001	17/06/2019
Calcio (Ca)	0.10	mg/L	< 0.10	17/06/2019
Cianuro Libre	0.0006	mg/L	< 0.0006	18/06/2019
Cianuro Libre	0.0006	mg/L	< 0.0006	18/06/2019
Cobalto (Co)	0.00001	mg/L	< 0.00001	17/06/2019
Cobre (Cu)	0.00003	mg/L	< 0.00003	17/06/2019
Coliformes Termotolerantes	1.8	NMP/100 mL	< 1.8	14/06/2019
Coliformes Totales	1.8	NMP/100 mL	< 1.8	14/06/2019
Cromo (Cr)	0.0001	mg/L	< 0.0001	17/06/2019
Cromo Hexavalente	0.002	mg/L	< 0.002	19/06/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	mg/L	< 2	15/06/2019
Estaño (Sn)	0.00003	mg/L	< 0.00003	17/06/2019

## INFORME DE ENSAYO: 39356/2019

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Estroncio (Sr)	0.0002	mg/L	< 0.0002	17/06/2019
Fenoles	0.001	mg/L	< 0.001	18/06/2019
Fenoles	0.001	mg/L	< 0.001	20/06/2019
Fosfatos (como P)	0.004	mg PO4-3-P/L	< 0.004	15/06/2019
Fosfatos (como P)	0.004	mg PO4-3-P/L	< 0.004	15/06/2019
Fosfatos, PO4-3	0.012	mg PO4-3/L	< 0.012	15/06/2019
Fosfatos, PO4-3	0.012	mg PO4-3/L	< 0.012	15/06/2019
Hierro (Fe)	0.0004	mg/L	< 0.0004	17/06/2019
Litio (Li)	0.0001	mg/L	< 0.0001	17/06/2019
Magnesio (Mg)	0.003	mg/L	< 0.003	17/06/2019
Manganeso (Mn)	0.00003	mg/L	< 0.00003	17/06/2019
Mercurio (Hg)	0.00003	mg/L	< 0.00003	17/06/2019
Molibdeno (Mo)	0.00002	mg/L	< 0.00002	17/06/2019
Niquel (Ni)	0.0002	mg/L	< 0.0002	17/06/2019
Nitratos, (como N)	0.002	mg NO3-N/L	< 0.002	15/06/2019
Nitratos, (como N)	0.002	mg NO3-N/L	< 0.002	15/06/2019
Nitratos, NO3-	0.009	mg NO3-/L	< 0.009	15/06/2019
Nitratos, NO3-	0.009	mg NO3-/L	< 0.009	15/06/2019
Nitrógeno Amoniacal	0.006	mg NH3-N/L	< 0.006	18/06/2019
Nitrógeno Total	0.024	mg N/L	< 0.024	20/06/2019
Plata (Ag)	0.000003	mg/L	< 0.000003	17/06/2019
Plomo (Pb)	0.0002	mg/L	< 0.0002	17/06/2019
Potasio (K)	0.04	mg/L	< 0.04	17/06/2019
Selenio (Se)	0.0004	mg/L	< 0.0004	17/06/2019
Silicio (Si)	0.2	mg/L	< 0.2	17/06/2019
Sodio (Na)	0.006	mg/L	< 0.006	17/06/2019
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	< 2	19/06/2019
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	< 0.00002	17/06/2019
Titanio (Ti)	0.0002	mg/L	< 0.0002	17/06/2019
Uranio (U)	0.000003	mg/L	< 0.000003	17/06/2019
Vanadio (V)	0.0001	mg/L	< 0.0001	17/06/2019
Zinc (Zn)	0.01	mg/L	< 0.01	17/06/2019

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	103.5	80-120	18/06/2019
Aceites y Grasas	100.3	80-120	18/06/2019
Aluminio (Al)	109.9	80-120	17/06/2019
Antimonio (Sb)	118.8	80-120	17/06/2019
Arsénico (As)	108.8	80-120	17/06/2019
Bario (Ba)	105.6	80-120	17/06/2019
Berilio (Be)	111.9	80-120	17/06/2019
Bismuto (Bi)	107.3	80-120	17/06/2019
Boro (B)	90.0	80-120	17/06/2019
Cadmio (Cd)	105.3	80-120	17/06/2019
Calcio (Ca)	106.3	80-120	17/06/2019
Cianuro Libre	94.6	80-120	18/06/2019
Cianuro Libre	91.9	80-120	18/06/2019
Cianuro Libre	102.2	80-120	18/06/2019
Cianuro Libre	97.1	80-120	18/06/2019
Cobalto (Co)	110.5	80-120	17/06/2019
Cobre (Cu)	100.7	80-120	17/06/2019
Cromo (Cr)	103.0	80-120	17/06/2019
Cromo Hexavalente	97.6	80-120	19/06/2019
Cromo Hexavalente	97.6	80-120	19/06/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	102.0	80-120	15/06/2019
Estaño (Sn)	106.2	80-120	17/06/2019
Estroncio (Sr)	110.4	80-120	17/06/2019
Fenoles	98.8	80-120	18/06/2019
Fenoles	96.9	80-120	18/06/2019
Fenoles	98.2	80-120	20/06/2019

## INFORME DE ENSAYO: 39356/2019

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Fenoles	100.5	80-120	20/06/2019
Fosfatos (como P)	101.4	80-120	15/06/2019
Fosfatos (como P)	100.0	80-120	15/06/2019
Fosfatos, PO4-3	101.4	80-120	15/06/2019
Fosfatos, PO4-3	100.0	80-120	15/06/2019
Hierro (Fe)	95.7	80-120	17/06/2019
Litio (Li)	116.0	80-120	17/06/2019
Magnesio (Mg)	109.0	80-120	17/06/2019
Manganeso (Mn)	101.0	80-120	17/06/2019
Mercurio (Hg)	85.2	80-120	17/06/2019
Molibdeno (Mo)	106.1	80-120	17/06/2019
Níquel (Ni)	113.4	80-120	17/06/2019
Nitratos, (como N)	96.0	80-120	15/06/2019
Nitratos, (como N)	97.1	80-120	15/06/2019
Nitratos, NO3-	96.0	80-120	15/06/2019
Nitratos, NO3-	97.0	80-120	15/06/2019
Nitrógeno Amoniacal	93.0	80-120	18/06/2019
Nitrógeno Amoniacal	94.9	80-120	18/06/2019
Nitrógeno Total	98.3	80-120	20/06/2019
Nitrógeno Total	105.2	80-120	20/06/2019
Plata (Ag)	106.5	80-120	17/06/2019
Plomo (Pb)	108.6	80-120	17/06/2019
Potasio (K)	114.3	80-120	17/06/2019
Selenio (Se)	110.6	80-120	17/06/2019
Silicio (Si)	112.0	80-120	17/06/2019
Sodio (Na)	105.4	80-120	17/06/2019
Sólidos Totales Suspendidos	95.0	80-120	19/06/2019
Sólidos Totales Suspendidos	91.0	80-120	19/06/2019
Talio (Tl)	105.6	80-120	17/06/2019
Titanio (Ti)	115.0	80-120	17/06/2019
Uranio (U)	108.1	80-120	17/06/2019
Vanadio (V)	109.8	80-120	17/06/2019
Zinc (Zn)	111.6	80-120	17/06/2019

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

### 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
E-3	Cliente	Aguas Superficiales	14/06/2019	13/06/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-8	Cliente	Aguas Superficiales	14/06/2019	13/06/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-9	Cliente	Aguas Superficiales	14/06/2019	13/06/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-12	Cliente	Aguas Superficiales	14/06/2019	13/06/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-21	Cliente	Aguas Superficiales	14/06/2019	13/06/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-22	Cliente	Aguas Superficiales	14/06/2019	13/06/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-24	Cliente	Aguas Superficiales	14/06/2019	13/06/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

# INFORME DE ENSAYO: 39356/2019

## REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed.2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado), 2015	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11579	LME	Cianuro Libre (Skalar)	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed (Validado), 2014	Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA)
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
12235	LME	Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed.2017	Chromium: Colorimetric Method
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
11593	LME	Fenoles (Skalar)	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA)
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
12440	LME	Sólidos Totales Suspendedos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
13056	LME	Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2-H, 23rd Ed.2017	Sulfide. Calculation of Un-ionized Hydrogen Sulfide

## CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 39356/2019, 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
E-3	327309/2019-1.0	oillrq&3903723
E-8	327310/2019-1.0	pillrq&3013723
E-9	327311/2019-1.0	qillrq&3113723
E-12	327312/2019-1.0	rillrq&3213723
E-21	327313/2019-1.0	sillrq&3313723

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
E-22	327314/2019-1.0	tillrq&3413723
E-24	327315/2019-1.0	ulllrq&3513723

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

## COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

**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 como se recibió.

## **INFORME DE ENSAYO: 41435/2019**

### **MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.**

Av. LA MARINA Nro. 480 URB. STA MARIA III ETAPA TRUJILLO Trujillo La Libertad

#### **R.D. N° 397-2014-MEM-DGAAM**

### **Plan Integral para la Implementación de LMP de Descarga de Efluentes Mineros-Metalúrgicos y Adecuación a los ECA para Agua**

#### **- Informe Trimestral al MINEM.**

**Emitido por: Karin Zelada Trigoso - Luis Rodríguez Carranza**

**Fecha de Emisión: 27/06/2019**



Karin Zelada Trigoso

CQP: 830

Personal Signatario - Químico



Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

# INFORME DE ENSAYO: 41435/2019

## RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 38

Nº ALS LS	327333/2019-1.1	327334/2019-1.1			
Fecha de Muestreo	13/06/2019	13/06/2019			
Hora de Muestreo	17:40:00	15:30:00			
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales			
Identificación	E-6	M-4			
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Resultado	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>					
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	527.0	520.0
Conductividad*	2206	uS/cm	---	175.3	366.0
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	7.81	7.00
pH*	2209	Unidades pH	---	7.98	7.99
Sólidos Disueltos Totales*	18538	mg/L	---	105	220
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	13.80	13.30
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1.0	< 1.0	< 1.0
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	< 2	2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0.006	0.231	0.236
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.965	1.19
Sólidos Totales Suspendidos	12440	mg/L	2	6	6
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble*	13056	mg S <sup>2-</sup> /L	0.001	< 0.001	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>					
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0.012	< 0.012	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO4-3-P/L	0.004	< 0.004	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	mg NO3-/L	0.009	1.782	2.756
Nitratos, (como N)	8100	mg NO3-/L	0.002	0.403	0.623
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>					
Plata (Ag)	11420	mg/L	0.000003	< 0.000003	< 0.000003
Aluminio (Al)	11420	mg/L	0.002	0.718	0.111
Arsénico (As)	11420	mg/L	0.00003	0.04419	0.04894
Boro (B)	11420	mg/L	0.002	< 0.002	< 0.002
Bario (Ba)	11420	mg/L	0.0001	0.0129	0.0095
Berilio (Be)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Bismuto (Bi)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Calcio (Ca)	11420	mg/L	0.10	55.35	62.48
Cadmio (Cd)	11420	mg/L	0.00001	0.00098	0.00061
Cobalto (Co)	11420	mg/L	0.00001	0.00439	0.00396
Cromo (Cr)	11420	mg/L	0.0001	0.0005	< 0.0001
Cobre (Cu)	11420	mg/L	0.00003	0.00207	0.00208
Hierro (Fe)	11420	mg/L	0.0004	0.9929	0.1715
Mercurio (Hg)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Potasio (K)	11420	mg/L	0.04	2.57	2.65
Litio (Li)	11420	mg/L	0.0001	0.0025	0.0024
Magnesio (Mg)	11420	mg/L	0.003	5.269	5.670
Manganeso (Mn)	11420	mg/L	0.00003	0.21865	0.16283
Molibdeno (Mo)	11420	mg/L	0.00002	0.00305	0.00381
Sodio (Na)	11420	mg/L	0.006	9.498	10.69
Níquel (Ni)	11420	mg/L	0.0002	0.0007	< 0.0002
Plomo (Pb)	11420	mg/L	0.0002	0.0041	0.0008
Antimonio (Sb)	11420	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Selenio (Se)	11420	mg/L	0.0004	< 0.0004	< 0.0004
Silicio (Si)	11420	mg/L	0.2	5.5	5.0
Estañio (Sn)	11420	mg/L	0.00003	< 0.00003	< 0.00003
Estroncio (Sr)	11420	mg/L	0.0002	0.1502	0.1896
Titanio (Ti)	11420	mg/L	0.0002	0.0163	0.0019
Talio (Tl)	11420	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Uranio (U)	11420	mg/L	0.000003	0.000868	0.000965

## INFORME DE ENSAYO: 41435/2019

Nº ALS LS		327333/2019-1.1		327334/2019-1.1	
Fecha de Muestreo		13/06/2019		13/06/2019	
Hora de Muestreo		17:40:00		15:30:00	
Tipo de Muestra		Aguas Superficiales		Aguas Superficiales	
Identificación		E-6		M-4	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	Resultado	Resultado
Vanadio (V)	11420	mg/L	0.0001	0.0016	0.0006
Zinc (Zn)	11420	mg/L	0.0100	0.0932	0.0940
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100 mL	1.8	240	---
Coliformes Termotolerantes*	12146	NMP/100 mL	1.8	---	330
Coliformes Totales	7210	NMP/100 mL	1.8	330	3500

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD: Límite de detección.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.

MEMORANDUM INTERNO PCSMA N°101/2019

## CONTROLES DE CALIDAD

### Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	1.0	mg/L	< 1.0	18/06/2019
Aluminio (Al)	0.002	mg/L	< 0.002	17/06/2019
Antimonio (Sb)	0.00004	mg/L	< 0.00004	17/06/2019
Arsénico (As)	0.00003	mg/L	< 0.00003	17/06/2019
Bario (Ba)	0.0001	mg/L	< 0.0001	17/06/2019
Berilio (Be)	0.00002	mg/L	< 0.00002	17/06/2019
Bismuto (Bi)	0.00002	mg/L	< 0.00002	17/06/2019
Boro (B)	0.002	mg/L	< 0.002	17/06/2019
Cadmio (Cd)	0.00001	mg/L	< 0.00001	17/06/2019
Calcio (Ca)	0.10	mg/L	< 0.10	17/06/2019
Cianuro Libre	0.0006	mg/L	< 0.0006	18/06/2019
Cobalto (Co)	0.00001	mg/L	< 0.00001	17/06/2019
Cobre (Cu)	0.00003	mg/L	< 0.00003	17/06/2019
Coliformes Termotolerantes	1.8	NMP/100 mL	< 1.8	14/06/2019
Coliformes Totales	1.8	NMP/100 mL	< 1.8	14/06/2019
Cromo (Cr)	0.0001	mg/L	< 0.0001	17/06/2019
Cromo Hexavalente	0.002	mg/L	< 0.002	19/06/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	mg/L	< 2	15/06/2019
Estaño (Sn)	0.00003	mg/L	< 0.00003	17/06/2019
Estroncio (Sr)	0.0002	mg/L	< 0.0002	17/06/2019
Fenoles	0.001	mg/L	< 0.001	20/06/2019
Fosfatos (como P)	0.004	mg PO4-3-P/L	< 0.004	15/06/2019
Fosfatos, PO4-3	0.012	mg PO4-3/L	< 0.012	15/06/2019
Hierro (Fe)	0.0004	mg/L	< 0.0004	17/06/2019
Litio (Li)	0.0001	mg/L	< 0.0001	17/06/2019
Magnesio (Mg)	0.003	mg/L	< 0.003	17/06/2019
Manganeso (Mn)	0.00003	mg/L	< 0.00003	17/06/2019
Mercurio (Hg)	0.00003	mg/L	< 0.00003	17/06/2019
Molibdeno (Mo)	0.00002	mg/L	< 0.00002	17/06/2019
Niquel (Ni)	0.0002	mg/L	< 0.0002	17/06/2019
Nitratos, (como N)	0.002	mg NO3-N/L	< 0.002	15/06/2019
Nitratos, NO3-	0.009	mg NO3-/L	< 0.009	15/06/2019
Nitrógeno Amoniacal	0.006	mg NH3-N/L	< 0.006	18/06/2019
Nitrógeno Total	0.024	mg N/L	< 0.024	19/06/2019
Plata (Ag)	0.000003	mg/L	< 0.000003	17/06/2019
Plomo (Pb)	0.0002	mg/L	< 0.0002	17/06/2019
Potasio (K)	0.04	mg/L	< 0.04	17/06/2019
Selenio (Se)	0.0004	mg/L	< 0.0004	17/06/2019

## INFORME DE ENSAYO: 41435/2019

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Silicio (Si)	0.2	mg/L	< 0.2	17/06/2019
Sodio (Na)	0.006	mg/L	< 0.006	17/06/2019
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	< 2	17/06/2019
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg/L	< 2	19/06/2019
Talio (Tl)	0.00002	mg/L	< 0.00002	17/06/2019
Titanio (Ti)	0.0002	mg/L	< 0.0002	17/06/2019
Uranio (U)	0.000003	mg/L	< 0.000003	17/06/2019
Vanadio (V)	0.0001	mg/L	< 0.0001	17/06/2019
Zinc (Zn)	0.01	mg/L	< 0.01	17/06/2019

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	103.5	80-120	18/06/2019
Aceites y Grasas	100.3	80-120	18/06/2019
Aluminio (Al)	109.9	80-120	17/06/2019
Antimonio (Sb)	118.8	80-120	17/06/2019
Arsénico (As)	108.8	80-120	17/06/2019
Bario (Ba)	105.6	80-120	17/06/2019
Berilio (Be)	111.9	80-120	17/06/2019
Bismuto (Bi)	107.3	80-120	17/06/2019
Boro (B)	90.0	80-120	17/06/2019
Cadmio (Cd)	105.3	80-120	17/06/2019
Calcio (Ca)	106.3	80-120	17/06/2019
Cianuro Libre	102.2	80-120	18/06/2019
Cianuro Libre	97.1	80-120	18/06/2019
Cobalto (Co)	110.5	80-120	17/06/2019
Cobre (Cu)	100.7	80-120	17/06/2019
Cromo (Cr)	103.0	80-120	17/06/2019
Cromo Hexavalente	97.6	80-120	19/06/2019
Cromo Hexavalente	97.6	80-120	19/06/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	102.0	80-120	15/06/2019
Estaño (Sn)	106.2	80-120	17/06/2019
Estroncio (Sr)	110.4	80-120	17/06/2019
Fenoles	98.2	80-120	20/06/2019
Fenoles	100.5	80-120	20/06/2019
Fosfatos (como P)	101.4	80-120	15/06/2019
Fosfatos, PO4-3	101.4	80-120	15/06/2019
Hierro (Fe)	95.7	80-120	17/06/2019
Litio (Li)	116.0	80-120	17/06/2019
Magnesio (Mg)	109.0	80-120	17/06/2019
Manganeso (Mn)	101.0	80-120	17/06/2019
Mercurio (Hg)	85.2	80-120	17/06/2019
Molibdeno (Mo)	106.1	80-120	17/06/2019
Niquel (Ni)	113.4	80-120	17/06/2019
Nitratos, (como N)	96.0	80-120	15/06/2019
Nitratos, NO3-	96.0	80-120	15/06/2019
Nitrógeno Amoniacal	101.5	80-120	18/06/2019
Nitrógeno Amoniacal	97.5	80-120	18/06/2019
Nitrógeno Total	107.8	80-120	19/06/2019
Nitrógeno Total	105.2	80-120	19/06/2019
Plata (Ag)	106.5	80-120	17/06/2019
Plomo (Pb)	108.6	80-120	17/06/2019
Potasio (K)	114.3	80-120	17/06/2019
Selenio (Se)	110.6	80-120	17/06/2019
Silicio (Si)	112.0	80-120	17/06/2019
Sodio (Na)	105.4	80-120	17/06/2019
Sólidos Totales Suspendidos	107.0	80-120	17/06/2019
Sólidos Totales Suspendidos	91.0	80-120	17/06/2019
Sólidos Totales Suspendidos	95.0	80-120	19/06/2019
Sólidos Totales Suspendidos	91.0	80-120	19/06/2019
Talio (Tl)	105.6	80-120	17/06/2019

## INFORME DE ENSAYO: 41435/2019

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Titanio (Ti)	115.0	80-120	17/06/2019
Uranio (U)	108.1	80-120	17/06/2019
Vanadio (V)	109.8	80-120	17/06/2019
Zinc (Zn)	111.6	80-120	17/06/2019

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

### 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
E-6	Cliente	Agua Superficiales	14/06/2019	13/06/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
M-4	Cliente	Agua Superficiales	14/06/2019	13/06/2019	---	-	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed.2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11579	LME	Cianuro Libre (Skalar)	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado), 2014	Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA)
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
12146	LME	Coliformes Termotolerantes*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C. 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
12235	LME	Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed.2017	Chromium: Colorimetric Method
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
11593	LME	Fenoles (Skalar)	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA)
11420	LME	Metales Totales por ICP-MS	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
12440	LME	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
13056	LME	Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- H,23rd Ed.2017	Sulfide. Calculation of Un-ionized Hydrogen Sulfide

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 41435/2019, 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
E-6	327333/2019-1.1	pnqlssq&3333723

## INFORME DE ENSAYO: 41435/2019

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
M-4	327334/2019-1.1	rnqlssq&3433723

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

### COMENTARIOS

El Informe de Ensayo 41435/2019 se generó a partir del Informe de Ensayo y/o Grupo 39358/2019.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

**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.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**040-CFQ-2018**

**Área de Metrología**

Página 1 de 2

<b>Expediente</b>	: 213C-06-2018	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad</p> <p>CORPORACIÓN 2M &amp; N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>Solicitante</b>	: MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.	
<b>Dirección</b>	: La Unidad Minera Aurífera Retamas (Campamento San Andrés)	
<b>Equipo/ Instrumento</b>	: MULTIPARÁMETRO	
<b>Marca</b>	: HACH	
<b>Modelo</b>	: HQ40D	
<b>Serie</b>	: 160700001741	
<b>Identificación</b>	: A26743 (*)	
<b>Ubicación</b>	: P.C.S.M.A.	
<b>Procedencia</b>	: U.S.A.	
<b>Alcance de indicación</b>	: 0 pH a 14 pH; -1500 mV a 1500 mV; -10 °C a 110 °C; 0 g/kg a 42 g/kg; 0 mg/L a 50 mg/L; 0 % a 100 %; 1 µS/cm a 200 mS/cm (**)	
<b>División/ Resolución</b>	: 0,01 pH; 0,01 mg/L; 0,1 %; 0,1 mV; 0,1 °C; 0,001 pH a 0,1 pH; 0,1 µS/cm; 0,01 µS/cm; 0,001 µS/cm (***)	
<b>Precisión</b>	: Alemania	
<b>Fecha de calibración</b>	: 2018-06-25	
<b>Lugar:</b>	: <b>Laboratorio 02 - CORPORACIÓN 2M &amp; N S.A.C</b> Jr. Chiclayo Nro. 489, Int A - Rímac - Lima.	
<b>Método utilizado:</b>	: Por comparación directa del valor indicado por el instrumento con el valor certificado del material de referencia. Tomando como referencia los procedimientos PC-022 para la calibración de Conductímetros, Edición 1º, Setiembre - 2014, SNM - INDECOPI. El procedimiento PC-020 para la calibración de medidores de pH, Edición 1º, Junio - 2010, del Indecopi	



2018-06-30  
Fecha de emisión

  
Ing. Luis A. Sime Pérez  
Jefe de Metrología  
CIP:41346

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,6	21,0
Humedad Relativa (%hr)	76,8	75,9

**Patrones de referencia:**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro patrón de 0,1 °C de resolución	336-CT-2017
Soluciones estándar del NIST	pH 4,01 @ 25 °C	09L31 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	pH 7,01 @ 25 °C	09B67 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	pH 10,01 @ 25 °C	10C41 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	1413 µS/cm @ 25 °C	05B63 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	12880 µS/cm @ 25 °C	29H34 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	Solución Estándar Oxígeno Cero	16E34 – HANNA Instruments

**Observaciones:**

- (\*) Identificación asignada por MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.
- La identificación se encuentra pegada en una etiqueta adherida al equipo
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color amarillo, indicando el número de certificado y la fecha de calibración
- (\*\*) Dato obtenido del manual del instrumento.

**Resultados de la Medición**

**Medición de PH**

Temperatura de referencia (°C)	Valor certificado (pH)	Indicación del instrumento (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
24,5	4,01	3,96	-0,03	0,01
24,8	7,01	7,04	0,03	0,01
24,7	10,01	10,02	0,01	0,02

**Medición de Oxígeno**

Temperatura de referencia (°C)	Valor certificado (%)	Indicación del instrumento (%)	Error (%)	Incertidumbre (%)
20,5	0,00	0,43	0,43	0,42
20,2	100,00	99,60	-0,40	0,25



**Medición de Conductividad**

Temperatura de referencia	Valor certificado	Indicación del instrumento	Error	Incertidumbre	Unidad
24,0	1396	1404,3	18,24	29,86	µS/cm
22,0	12 150,80	12226,67	75,87	0,05	µS/cm

FIN DEL DOCUMENTO

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)



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



FDT 001 - 01

**INFORME DE ENSAYO: 57743/2019**

**MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.**

Av. Trinidad Morán Nro. 821 LINCE Lima Lima

**U.E.A. RETAMAS**

**R.D. N° 397-2014-MEM-DGAAM**

**Plan Integral para la Implementación de LMP de Descarga de  
Efluentes Mineros-Metalúrgicos y Adecuación a los ECA para  
Agua**

**Informe Trimestral al MINEM**

**Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza**

**Fecha de Emisión: 23/09/2019**

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 9

Revisión: 10  
Fecha de Revisión: 18/07/2019

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
[www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com)



## INFORME DE ENSAYO: 57743/2019

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 5

N° ALS LS	489899/2019-1.0	489900/2019-1.0	489901/2019-1.0				
Fecha de Muestreo	02/09/2019	02/09/2019	02/09/2019				
Hora de Muestreo	16:15:00	17:00:00	17:35:00				
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales				
Identificación	E-3	E-8	E-9				
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Resultado	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>							
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	---	25.1	27.5	12.6
Conductividad*	2206	uS/cm	---	---	353	346	128
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	---	7.51	7.86	6.6
pH*	2209	Unidades pH	---	---	8.06	8.19	7.87
Sólidos Disueltos Totales*	18538	mg/L	---	---	211.8	207.6	76.8
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	---	7.50	6.8	10.6
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>							
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0.100	0.500	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	0.0059	< 0.0006	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	0.005	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	5	2	< 2	< 2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	0.010	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0.006	0.062	0.816	0.549	0.048
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.071	1.849	1.660	0.082
Sólidos Suspendidos Totales	20242	mg/L	3	5	5	5	< 3
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	mg S2-/L	0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>							
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012	< 0.012	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004	< 0.004	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	mg NO3-/L	0.009	0.023	1.101	2.615	0.062
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>							
Plata (Ag)	20237	mg/L	0.00008	0.00030	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008
Aluminio (Al)	20237	mg/L	0.003	0.011	0.007	0.021	0.009
Arsénico (As)	20237	mg/L	0.0001	0.0006	0.0343	0.0275	0.0180
Boro (B)	20237	mg/L	0.003	0.012	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Bario (Ba)	20237	mg/L	0.0006	0.0014	0.0104	0.0100	0.0044
Berilio (Be)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Bismuto (Bi)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Calcio (Ca)	20237	mg/L	0.10	0.25	46.00	48.99	24.00
Cadmio (Cd)	20237	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010	0.00046	< 0.00010
Cobalto (Co)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0018	0.0019	< 0.0002
Cromo (Cr)	20237	mg/L	0.0007	0.0012	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007
Cobre (Cu)	20237	mg/L	0.0003	0.0009	0.0024	0.0029	< 0.0003
Hierro (Fe)	20237	mg/L	0.016	0.048	0.121	0.031	0.044
Mercurio (Hg)	20237	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Potasio (K)	20237	mg/L	0.02	0.05	6.19	5.51	0.25
Litio (Li)	20237	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	mg/L	0.002	0.012	3.503	4.015	1.898
Manganeso (Mn)	20237	mg/L	0.0002	0.0005	0.5670	0.4147	0.0074
Molibdeno (Mo)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0028	0.0023	0.0010
Sodio (Na)	20237	mg/L	0.01	0.02	21.77	20.71	1.76
Níquel (Ni)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Fósforo (P)	20237	mg/L	0.05	0.13	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Plomo (Pb)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Antimonio (Sb)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Selenio (Se)	20237	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006



## INFORME DE ENSAYO: 57743/2019

N° ALS LS	489899/2019-1.0	489900/2019-1.0	489901/2019-1.0				
Fecha de Muestreo	02/09/2019	02/09/2019	02/09/2019				
Hora de Muestreo	16:15:00	17:00:00	17:35:00				
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales				
Identificación	E-3	E-8	E-9				
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Resultado	Resultado
Silicio (Si)	20237	mg/L	0.10	0.39	3.10	3.90	4.60
Estaño (Sn)	20237	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	mg/L	0.00020	0.00049	0.10120	0.09870	0.03220
Titanio (Ti)	20237	mg/L	0.0005	0.0013	0.0018	< 0.0005	< 0.0005
Talio (Tl)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Uranio (U)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0005	0.0004	0.0005
Zinc (Zn)	20237	mg/L	0.008	0.020	0.039	0.145	< 0.008
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>							
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100mL	1.8	---	< 1.8	4.0	130
Coliformes Totales	7210	NMP/100mL	1.8	---	4.0	14	240

N° ALS LS	489902/2019-1.0	489903/2019-1.0	489904/2019-1.0				
Fecha de Muestreo	02/09/2019	02/09/2019	02/09/2019				
Hora de Muestreo	15:30:00	18:35:00	17:40:00				
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales				
Identificación	E-12	E-21	E-22				
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Resultado	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>							
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	---	---	309.7	0.3
Conductividad*	2206	uS/cm	---	---	108	380	113
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	---	7.19	6.9	6.53
pH*	2209	Unidades pH	---	---	8.27	8.15	7.98
Sólidos Disueltos Totales*	18538	mg/L	---	---	64.86	228	67.5
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	---	13.1	18.1	11.2
<b>003 ENSAYOS FÍSICOQUÍMICOS</b>							
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0.100	0.500	< 0.100	< 0.100	< 0.100
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006	0.0099	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	0.005	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	5	< 2	6	< 2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	0.010	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0.006	0.062	0.053	0.396	0.070
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.071	0.144	2.603	0.144
Sólidos Suspendidos Totales	20242	mg/L	3	5	< 3	30	< 3
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	mg S <sup>2-</sup> /L	0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>							
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012	0.329	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004	0.107	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	mg NO3-/L	0.009	0.023	< 0.009	2.448	0.015
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS</b>							
Plata (Ag)	20237	mg/L	0.00008	0.00030	< 0.00008	< 0.00008	< 0.00008
Aluminio (Al)	20237	mg/L	0.003	0.011	0.008	0.535	0.385
Arsénico (As)	20237	mg/L	0.0001	0.0006	0.0016	0.1003	0.0311
Boro (B)	20237	mg/L	0.003	0.012	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Bario (Ba)	20237	mg/L	0.0006	0.0014	0.0013	0.0217	0.0100
Berilio (Be)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Bismuto (Bi)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Calcio (Ca)	20237	mg/L	0.10	0.25	21.50	55.69	21.60
Cadmio (Cd)	20237	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010	< 0.00010	< 0.00010
Cobalto (Co)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	0.0016	< 0.0002
Cromo (Cr)	20237	mg/L	0.0007	0.0012	< 0.0007	< 0.0007	< 0.0007



## INFORME DE ENSAYO: 57743/2019

N° ALS LS		489902/2019-1.0	489903/2019-1.0	489904/2019-1.0			
Fecha de Muestreo		02/09/2019	02/09/2019	02/09/2019			
Hora de Muestreo		15:30:00	18:35:00	17:40:00			
Tipo de Muestra		Aguas Superficiales	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales			
Identificación		E-12	E-21	E-22			
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Resultado	Resultado
Cobre (Cu)	20237	mg/L	0.0003	0.0009	< 0.0003	0.0031	0.0005
Hierro (Fe)	20237	mg/L	0.016	0.048	0.052	1.324	0.502
Mercurio (Hg)	20237	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Potasio (K)	20237	mg/L	0.02	0.05	0.05	3.00	0.62
Litio (Li)	20237	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007	0.0076	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	mg/L	0.002	0.012	1.092	5.527	1.510
Manganeso (Mn)	20237	mg/L	0.0002	0.0005	0.0053	0.1805	0.0168
Molibdeno (Mo)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	0.0065	0.0013
Sodio (Na)	20237	mg/L	0.01	0.02	0.98	21.37	2.05
Níquel (Ni)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	0.0007	< 0.0002
Fósforo (P)	20237	mg/L	0.05	0.13	< 0.05	0.50	< 0.05
Plomo (Pb)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	0.0114	0.0033
Antimonio (Sb)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Selenio (Se)	20237	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006	< 0.0006	< 0.0006
Silicio (Si)	20237	mg/L	0.10	0.39	2.30	6.90	4.50
Estaño (Sn)	20237	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	mg/L	0.00020	0.00049	0.02060	0.19500	0.03350
Titanio (Ti)	20237	mg/L	0.0005	0.0013	< 0.0005	0.0102	0.0069
Talio (Tl)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
Uranio (U)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	0.0009	0.0005
Vanadio (V)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0006	0.0021	0.0007
Zinc (Zn)	20237	mg/L	0.008	0.020	< 0.008	0.039	0.022
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>							
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100mL	1.8	---	< 1.8	11000	490
Coliformes Totales	7210	NMP/100mL	1.8	---	2.0	70000	700

N° ALS LS		489905/2019-1.0			
Fecha de Muestreo		02/09/2019			
Hora de Muestreo		18:10:00			
Tipo de Muestra		Aguas Superficiales			
Identificación		E-24			
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>001 DATOS DEL CUENTE</b>					
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	---	0.3
Conductividad*	2206	uS/cm	---	---	71
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	---	7.29
pH*	2209	Unidades pH	---	---	8.35
Sólidos Disueltos Totales*	18538	mg/L	---	---	42.66
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	---	7.5
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0.100	0.500	< 0.100
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	0.005	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	5	< 2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	0.010	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0.006	0.062	0.057
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.071	0.201
Sólidos Suspendedos Totales	20242	mg/L	3	5	5
Sulfuro de Hidrógeno Indisociable	12190	mg S <sup>2-</sup> /L	0.001	0.002	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>					
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012



## INFORME DE ENSAYO: 57743/2019

N° ALS LS		489905/2019-1.0			
Fecha de Muestreo		02/09/2019			
Hora de Muestreo		18:10:00			
Tipo de Muestra		Aguas Superficiales			
Identificación		E-24			
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado
Fosfatos (como P)	8100	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	mg NO3-/L	0.009	0.023	0.476
007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS					
Plata (Ag)	20237	mg/L	0.00008	0.00030	< 0.00008
Aluminio (Al)	20237	mg/L	0.003	0.011	0.098
Arsénico (As)	20237	mg/L	0.0001	0.0006	0.0129
Boro (B)	20237	mg/L	0.003	0.012	< 0.003
Bario (Ba)	20237	mg/L	0.0006	0.0014	0.0025
Berilio (Be)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto (Bi)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio (Ca)	20237	mg/L	0.10	0.25	12.45
Cadmio (Cd)	20237	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010
Cobalto (Co)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Cromo (Cr)	20237	mg/L	0.0007	0.0012	0.0012
Cobre (Cu)	20237	mg/L	0.0003	0.0009	< 0.0003
Hierro (Fe)	20237	mg/L	0.016	0.048	0.184
Mercurio (Hg)	20237	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio (K)	20237	mg/L	0.02	0.05	0.17
Litio (Li)	20237	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	mg/L	0.002	0.012	1.723
Manganeso (Mn)	20237	mg/L	0.0002	0.0005	0.0114
Molibdeno (Mo)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Sodio (Na)	20237	mg/L	0.01	0.02	1.30
Níquel (Ni)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Fósforo (P)	20237	mg/L	0.05	0.13	< 0.05
Plomo (Pb)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0017
Antimonio (Sb)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Selenio (Se)	20237	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006
Silicio (Si)	20237	mg/L	0.10	0.39	5.90
Estaño (Sn)	20237	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	mg/L	0.00020	0.00049	0.01110
Titanio (Ti)	20237	mg/L	0.0005	0.0013	0.0049
Talio (Tl)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Uranio (U)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0024
Zinc (Zn)	20237	mg/L	0.008	0.020	< 0.008
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100mL	1.8	---	220
Coliformes Totales	7210	NMP/100mL	1.8	---	700

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD: Límite de detección.

LQ: Límite de cuantificación.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.

MEMORÁNDUM INTERNO PCSMA N° 141/2019



## INFORME DE ENSAYO: 57743/2019

### CONTROLES DE CALIDAD

#### Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	0.100	0.500	mg/L	< 0.100	06/09/2019
Aluminio (Al)	0.003	0.011	mg/L	< 0.003	05/09/2019
Antimonio (Sb)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Arsénico (As)	0.0001	0.0006	mg/L	< 0.0001	05/09/2019
Bario (Ba)	0.0006	0.0014	mg/L	< 0.0006	05/09/2019
Berilio (Be)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Bismuto (Bi)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Boro (B)	0.003	0.012	mg/L	< 0.003	05/09/2019
Cadmio (Cd)	0.00010	0.00025	mg/L	< 0.00010	05/09/2019
Calcio (Ca)	0.10	0.25	mg/L	< 0.10	05/09/2019
Cianuro Libre	0.0006	0.0030	mg/L	< 0.0006	05/09/2019
Cobalto (Co)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Cobre (Cu)	0.0003	0.0009	mg/L	< 0.0003	05/09/2019
Coliformes Termotolerantes	1.8	---	NMP/100 mL	< 1.8	03/09/2019
Coliformes Totales	1.8	---	NMP/100 mL	< 1.8	03/09/2019
Cromo (Cr)	0.0007	0.0012	mg/L	< 0.0007	05/09/2019
Cromo Hexavalente	0.002	0.005	mg/L	< 0.002	07/09/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	5	mg/L	< 2	04/09/2019
Estaño (Sn)	0.0002	0.0005	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Estroncio (Sr)	0.00020	0.00049	mg/L	< 0.00020	05/09/2019
Fenoles	0.001	0.010	mg/L	< 0.001	05/09/2019
Fosfatos (como P)	0.004	0.025	mg PO4-3-P/L	< 0.004	04/09/2019
Fosfatos, PO4-3	0.012	0.084	mg PO4-3/L	< 0.012	04/09/2019
Fósforo (P)	0.05	0.13	mg/L	< 0.05	05/09/2019
Hierro (Fe)	0.016	0.048	mg/L	< 0.016	05/09/2019
Litio (Li)	0.0007	0.0013	mg/L	< 0.0007	05/09/2019
Magnesio (Mg)	0.002	0.012	mg/L	< 0.002	05/09/2019
Manganeso (Mn)	0.0002	0.0005	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Mercurio (Hg)	0.00005	0.00010	mg/L	< 0.00005	05/09/2019
Molibdeno (Mo)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Níquel (Ni)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Nitrosos, NO3-	0.009	0.023	mg NO3-/L	< 0.009	04/09/2019
Nitrógeno Amoniacal	0.006	0.062	mg NH3-N/L	< 0.006	04/09/2019
Nitrógeno Amoniacal	0.006	0.062	mg NH3-N/L	< 0.006	04/09/2019
Nitrógeno Total	0.024	0.071	mg N/L	< 0.024	05/09/2019
Nitrógeno Total	0.024	0.071	mg N/L	< 0.024	05/09/2019
Plata (Ag)	0.00008	0.00030	mg/L	< 0.00008	05/09/2019
Plomo (Pb)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Potasio (K)	0.02	0.05	mg/L	< 0.02	05/09/2019
Selenio (Se)	0.0006	0.0014	mg/L	< 0.0006	05/09/2019
Silicio (Si)	0.10	0.39	mg/L	< 0.10	05/09/2019
Sodio (Na)	0.01	0.02	mg/L	< 0.01	05/09/2019
Sólidos Suspendedos Totales	3	5	mg/L	< 3	04/09/2019
Sólidos Suspendedos Totales	3	5	mg/L	< 3	05/09/2019
Talio (Tl)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Titanio (Ti)	0.0005	0.0013	mg/L	< 0.0005	05/09/2019
Uranio (U)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Vanadio (V)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Zinc (Zn)	0.008	0.020	mg/L	< 0.008	05/09/2019



## INFORME DE ENSAYO: 57743/2019

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	105.7	85-115	06/09/2019
Aceites y Grasas	95.4	85-115	06/09/2019
Aluminio (Al)	112.6	80-120	05/09/2019
Antimonio (Sb)	100.9	80-120	05/09/2019
Arsénico (As)	106.9	80-120	05/09/2019
Bario (Ba)	107.6	80-120	05/09/2019
Berilio (Be)	101.6	80-120	05/09/2019
Bismuto (Bi)	99.3	80-120	05/09/2019
Boro (B)	101.0	80-120	05/09/2019
Cadmio (Cd)	107.0	80-120	05/09/2019
Calcio (Ca)	100.5	80-120	05/09/2019
Cianuro Libre	106.7	50-150	05/09/2019
Cianuro Libre	106.1	80-120	05/09/2019
Cobalto (Co)	101.6	80-120	05/09/2019
Cobre (Cu)	103.7	80-120	05/09/2019
Cromo (Cr)	107.1	80-120	05/09/2019
Cromo Hexavalente	102.4	80-120	07/09/2019
Cromo Hexavalente	102.4	80-120	07/09/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	105.8	80-120	04/09/2019
Estaño (Sn)	105.7	80-120	05/09/2019
Estroncio (Sr)	108.1	80-120	05/09/2019
Fenoles	103.0	50-150	05/09/2019
Fenoles	97.0	80-120	05/09/2019
Fosfatos (como P)	101.4	80-120	04/09/2019
Fosfatos, PO4-3	101.4	80-120	04/09/2019
Fósforo (P)	0.50	---	05/09/2019
Hierro (Fe)	97.8	80-120	05/09/2019
Litio (Li)	102.0	80-120	05/09/2019
Magnesio (Mg)	108.9	80-120	05/09/2019
Manganeso (Mn)	99.7	80-120	05/09/2019
Mercurio (Hg)	99.6	80-120	05/09/2019
Molibdeno (Mo)	100.2	80-120	05/09/2019
Níquel (Ni)	108.4	80-120	05/09/2019
Nitratos, NO3-	106.1	80-120	04/09/2019
Nitrógeno Amoniacal	99.8	50-150	04/09/2019
Nitrógeno Amoniacal	99.9	80-120	04/09/2019
Nitrógeno Amoniacal	104.8	50-150	04/09/2019
Nitrógeno Amoniacal	99.9	80-120	04/09/2019
Nitrógeno Total	78.2	50-150	05/09/2019
Nitrógeno Total	101.8	80-120	05/09/2019
Nitrógeno Total	72.3	50-150	05/09/2019
Nitrógeno Total	104.0	80-120	05/09/2019
Plata (Ag)	107.7	80-120	05/09/2019
Plomo (Pb)	100.8	80-120	05/09/2019
Potasio (K)	107.8	80-120	05/09/2019
Selenio (Se)	101.0	80-120	05/09/2019
Silicio (Si)	100.0	80-120	05/09/2019
Sodio (Na)	97.7	80-120	05/09/2019
Sólidos Suspendidos Totales	103.0	80-120	04/09/2019
Sólidos Suspendidos Totales	103.0	80-120	04/09/2019
Sólidos Suspendidos Totales	98.0	80-120	05/09/2019
Sólidos Suspendidos Totales	98.0	80-120	05/09/2019
Talio (Tl)	104.6	80-120	05/09/2019
Titanio (Ti)	105.0	80-120	05/09/2019



## INFORME DE ENSAYO: 57743/2019

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Uranio (U)	107.4	80-120	05/09/2019
Vanadio (V)	101.0	80-120	05/09/2019
Zinc (Zn)	101.4	80-120	05/09/2019

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No Aplica para ensayos tercerizados.

### 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
E-3	Cliente	Aguas Superficiales	03/09/2019	02/09/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-8	Cliente	Aguas Superficiales	03/09/2019	02/09/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-9	Cliente	Aguas Superficiales	03/09/2019	02/09/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-12	Cliente	Aguas Superficiales	03/09/2019	02/09/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-21	Cliente	Aguas Superficiales	03/09/2019	02/09/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-22	Cliente	Aguas Superficiales	03/09/2019	02/09/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-24	Cliente	Aguas Superficiales	03/09/2019	02/09/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16864	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Reapproved 2017) (Validado Modificado, 2019)	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination.
8100	LME	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado), 2015	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11579	LME	Cianuro Libre (Skalar)	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado), 2014	Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA)
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
12235	LME	Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed.2017	Chromium: Colorimetric Method
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
11593	LME	Fenoles (Skalar)	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA)
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection



## INFORME DE ENSAYO: 57743/2019

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
20242	LME	Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed, 2017. (Validado 2018)	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
12190	LME	Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- H, 23rd Ed. 2017	Sulfide. Calculation of Un-ionized Hydrogen Sulfide

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 57743/2019, 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
E-3	489899/2019-1.0	oslsruq&4998984
E-8	489900/2019-1.0	pslsruq&4009984
E-9	489901/2019-1.0	qslsruq&4109984
E-12	489902/2019-1.0	rlslsruq&4209984
E-21	489903/2019-1.0	sslsruq&4309984

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
E-22	489904/2019-1.0	tslsruq&4409984
E-24	489905/2019-1.0	uslsruq&4509984

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

### COMENTARIOS

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

**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 como se recibió.



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



Registro N° LE - 029

FDT 001 - 01

## INFORME DE ENSAYO: 61054/2019

### MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.

Av. Trinidad Morán Nro. 821 LINCE Lima Lima

#### U.E.A. RETAMAS

#### R.D. N° 397-2014-MEM-DGAAM

### Plan Integral para la Implementación de LMP de Descarga de Efluentes Mineros-Metalúrgicos y Adecuación a los ECA para Agua

#### Informe Trimestral al MINEM

Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 20/09/2019

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 6

Revisión: 10  
Fecha de Revisión: 16/07/2019

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
[www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com)



## INFORME DE ENSAYO: 61054/2019

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 4

N° ALS	489897/2019-1.0	489898/2019-1.0				
Fecha de Muestreo	02/09/2019	02/09/2019				
Hora de Muestreo	17:45:00	18:30:00				
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales	Aguas Superficiales				
Identificación	M-4	E-6				
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>						
Caudal (L/s)*	2204	L/s	---	---	136.12	139.32
Conductividad*	2206	uS/cm	---	---	406	405
Oxígeno Disuelto (mg/L)*	2207	mg/L	---	---	6.67	6.49
pH*	2209	Unidades pH	---	---	8.32	8.22
Sólidos Disueltos Totales*	18538	mg/L	---	---	243.6	243.0
Temperatura de la Muestra*	2210	°C	---	---	14.5	16.9
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	16864	mg/L	0.100	0.500	---	< 0.100
Aceites y Grasas	20493	mg/L	0.100	0.400	< 0.100	---
Cianuro Libre	11579	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006	< 0.0006
Cromo Hexavalente	12235	mg/L	0.002	0.005	< 0.002	< 0.002
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	mg/L	2	5	< 2	< 2
Fenoles	11593	mg/L	0.001	0.010	< 0.001	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH3-N/L	0.006	0.062	0.072	0.069
Nitrógeno Total	11636	mg N/L	0.024	0.071	0.721	0.951
Sólidos Suspendidos Totales	20242	mg/L	3	5	< 3	5
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	mg S2-/L	0.001	0.002	< 0.001	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO4-3	8100	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	mg NO3-/L	0.009	0.023	2.491	3.203
Nitratos, (como N)	8100	mg NO3-N/L	0.002	0.005	0.563	0.724
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS</b>						
Plata (Ag)	20237	mg/L	0.00008	0.00030	< 0.00008	< 0.00008
Aluminio (Al)	20237	mg/L	0.003	0.011	0.103	0.093
Arsénico (As)	20237	mg/L	0.0001	0.0006	0.0725	0.0720
Boro (B)	20237	mg/L	0.003	0.012	0.015	0.014
Bario (Ba)	20237	mg/L	0.0006	0.0014	0.0114	0.0113
Berilio (Be)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002
Bismuto (Bi)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002
Calcio (Ca)	20237	mg/L	0.10	0.25	70.00	68.85
Cadmio (Cd)	20237	mg/L	0.00010	0.00025	< 0.00010	< 0.00010
Cobalto (Co)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0018	0.0017
Cromo (Cr)	20237	mg/L	0.0007	0.0012	< 0.0007	< 0.0007
Cobre (Cu)	20237	mg/L	0.0003	0.0009	0.0017	0.0017
Hierro (Fe)	20237	mg/L	0.016	0.048	0.166	0.155
Mercurio (Hg)	20237	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005	< 0.00005
Potasio (K)	20237	mg/L	0.02	0.05	1.67	1.87
Litio (Li)	20237	mg/L	0.0007	0.0013	0.0030	0.0027
Magnesio (Mg)	20237	mg/L	0.002	0.012	6.518	6.310
Manganeso (Mn)	20237	mg/L	0.0002	0.0005	0.1470	0.1236
Molibdeno (Mo)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0048	0.0046
Sodio (Na)	20237	mg/L	0.01	0.02	8.77	9.99
Níquel (Ni)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002
Fósforo (P)	20237	mg/L	0.05	0.13	< 0.05	< 0.05
Plomo (Pb)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0012	0.0012



## INFORME DE ENSAYO: 61054/2019

N° ALS LS		489897/2019-1.0			489898/2019-1.0	
Fecha de Muestreo		02/09/2019			02/09/2019	
Hora de Muestreo		17:45:00			18:30:00	
Tipo de Muestra		Aguas Superficiales			Aguas Superficiales	
Identificación		M-4			E-6	
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD	LQ	Resultado	Resultado
Antimonio (Sb)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002
Selenio (Se)	20237	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006	< 0.0006
Silicio (Si)	20237	mg/L	0.10	0.39	5.50	5.40
Estaño (Sn)	20237	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	mg/L	0.00020	0.00049	0.26290	0.23710
Titanio (Ti)	20237	mg/L	0.0005	0.0013	< 0.0005	< 0.0005
Talio (Tl)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002	< 0.0002
Uranio (U)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0016	0.0016
Vanadio (V)	20237	mg/L	0.0002	0.0004	0.0005	0.0005
Zinc (Zn)	20237	mg/L	0.008	0.020	0.030	0.032
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes	12146	NMP/100mL	1.8	---	330	49
Coliformes Totales	7210	NMP/100mL	1.8	---	1100	79

### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

LD: Límite de detección.

LQ: Límite de cuantificación.

Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.  
MEMORÁNDUM INTERNO PCSMA N° 138/2019

### CONTROLES DE CALIDAD

#### Control Blancos

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	0.100	0.400	mg/L	< 0.100	05/09/2019
Aceites y Grasas	0.100	0.500	mg/L	< 0.100	06/09/2019
Aluminio (Al)	0.003	0.011	mg/L	< 0.003	05/09/2019
Antimonio (Sb)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Arsénico (As)	0.0001	0.0006	mg/L	< 0.0001	05/09/2019
Bario (Ba)	0.0006	0.0014	mg/L	< 0.0006	05/09/2019
Berilio (Be)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Bismuto (Bi)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Boro (B)	0.003	0.012	mg/L	< 0.003	05/09/2019
Cadmio (Cd)	0.00010	0.00025	mg/L	< 0.00010	05/09/2019
Calcio (Ca)	0.10	0.25	mg/L	< 0.10	05/09/2019
Cianuro Libre	0.0006	0.0030	mg/L	< 0.0006	05/09/2019
Cobalto (Co)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Cobre (Cu)	0.0003	0.0009	mg/L	< 0.0003	05/09/2019
Coliformes Termotolerantes	1.8	---	NMP/100 mL	< 1.8	03/09/2019
Coliformes Totales	1.8	---	NMP/100 mL	< 1.8	03/09/2019
Cromo (Cr)	0.0007	0.0012	mg/L	< 0.0007	05/09/2019
Cromo Hexavalente	0.002	0.005	mg/L	< 0.002	07/09/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	5	mg/L	< 2	04/09/2019
Estaño (Sn)	0.0002	0.0005	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Estroncio (Sr)	0.00020	0.00049	mg/L	< 0.00020	05/09/2019
Fenoles	0.001	0.010	mg/L	< 0.001	05/09/2019
Fosfatos (como P)	0.004	0.025	mg PO4-3-P/L	< 0.004	04/09/2019
Fosfatos, PO4-3	0.012	0.084	mg PO4-3/L	< 0.012	04/09/2019



## INFORME DE ENSAYO: 61054/2019

Parámetro	LD	LQ	Unidad	Resultado	Fecha de Análisis
Fósforo (P)	0.05	0.13	mg/L	< 0.05	05/09/2019
Hierro (Fe)	0.016	0.048	mg/L	< 0.016	05/09/2019
Litio (Li)	0.0007	0.0013	mg/L	< 0.0007	05/09/2019
Magnesio (Mg)	0.002	0.012	mg/L	< 0.002	05/09/2019
Manganeso (Mn)	0.0002	0.0005	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Mercurio (Hg)	0.00005	0.00010	mg/L	< 0.00005	05/09/2019
Molibdeno (Mo)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Níquel (Ni)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Nitratos, (como N)	0.002	0.005	mg NO3-N/L	< 0.002	04/09/2019
Nitratos, NO3-	0.009	0.023	mg NO3-/L	< 0.009	04/09/2019
Nitrógeno Amoniacal	0.006	0.062	mg NH3-N/L	< 0.006	04/09/2019
Nitrógeno Total	0.024	0.071	mg N/L	< 0.024	05/09/2019
Plata (Ag)	0.00008	0.00030	mg/L	< 0.00008	05/09/2019
Plomo (Pb)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Potasio (K)	0.02	0.05	mg/L	< 0.02	05/09/2019
Selenio (Se)	0.0006	0.0014	mg/L	< 0.0006	05/09/2019
Silicio (Si)	0.10	0.39	mg/L	< 0.10	05/09/2019
Sodio (Na)	0.01	0.02	mg/L	< 0.01	05/09/2019
Sólidos Suspendedos Totales	3	5	mg/L	< 3	04/09/2019
Talio (Tl)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Titanio (Ti)	0.0005	0.0013	mg/L	< 0.0005	05/09/2019
Uranio (U)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Vanadio (V)	0.0002	0.0004	mg/L	< 0.0002	05/09/2019
Zinc (Zn)	0.008	0.020	mg/L	< 0.008	05/09/2019

### Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Aceites y Grasas	96.5	80-120	05/09/2019
Aceites y Grasas	98.8	80-120	05/09/2019
Aceites y Grasas	105.7	85-115	06/09/2019
Aceites y Grasas	95.4	85-115	06/09/2019
Aluminio (Al)	99.3	80-120	05/09/2019
Antimonio (Sb)	99.8	80-120	05/09/2019
Arsénico (As)	107.6	80-120	05/09/2019
Bario (Ba)	105.6	80-120	05/09/2019
Berilio (Be)	106.6	80-120	05/09/2019
Bismuto (Bi)	107.8	80-120	05/09/2019
Boro (B)	104.0	80-120	05/09/2019
Cadmio (Cd)	105.0	80-120	05/09/2019
Calcio (Ca)	101.2	80-120	05/09/2019
Cianuro Libre	106.7	50-150	05/09/2019
Cianuro Libre	106.1	80-120	05/09/2019
Cobalto (Co)	106.9	80-120	05/09/2019
Cobre (Cu)	108.8	80-120	05/09/2019
Cromo (Cr)	99.6	80-120	05/09/2019
Cromo Hexavalente	102.4	80-120	07/09/2019
Cromo Hexavalente	102.4	80-120	07/09/2019
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	105.8	80-120	04/09/2019
Estaño (Sn)	103.4	80-120	05/09/2019
Estroncio (Sr)	104.9	80-120	05/09/2019
Fenoles	103.0	50-150	05/09/2019
Fenoles	97.0	80-120	05/09/2019
Fosfatos (como P)	101.4	80-120	04/09/2019
Fosfatos, PO4-3	101.4	80-120	04/09/2019
Fósforo (P)	0.49	---	05/09/2019



## INFORME DE ENSAYO: 61054/2019

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Análisis
Hierro (Fe)	101.0	80-120	05/09/2019
Litio (Li)	106.8	80-120	05/09/2019
Magnesio (Mg)	100.8	80-120	05/09/2019
Manganeso (Mn)	104.0	80-120	05/09/2019
Mercurio (Hg)	90.4	80-120	05/09/2019
Molibdeno (Mo)	108.6	80-120	05/09/2019
Níquel (Ni)	101.6	80-120	05/09/2019
Nitratos, (como N)	106.0	80-120	04/09/2019
Nitratos, NO3-	106.1	80-120	04/09/2019
Nitrógeno Amoniacal	99.8	50-150	04/09/2019
Nitrógeno Amoniacal	99.9	80-120	04/09/2019
Nitrógeno Total	78.2	50-150	05/09/2019
Nitrógeno Total	101.8	80-120	05/09/2019
Plata (Ag)	95.9	80-120	05/09/2019
Plomo (Pb)	105.9	80-120	05/09/2019
Potasio (K)	99.8	80-120	05/09/2019
Selenio (Se)	101.0	80-120	05/09/2019
Silicio (Si)	100.0	80-120	05/09/2019
Sodio (Na)	107.0	80-120	05/09/2019
Sólidos Suspendidos Totales	103.0	80-120	04/09/2019
Sólidos Suspendidos Totales	103.0	80-120	04/09/2019
Talio (Tl)	100.3	80-120	05/09/2019
Titanio (Ti)	99.6	80-120	05/09/2019
Uranio (U)	97.9	80-120	05/09/2019
Vanadio (V)	104.1	80-120	05/09/2019
Zinc (Zn)	106.2	80-120	05/09/2019

LD = Límite de detección.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio, se refiere a las fechas indicadas en las tablas de Controles de Calidad. No aplica para ensayos tercerizados.

### 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
M-4	Cliente	Aguas Superficiales	03/09/2019	02/09/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-6	Cliente	Aguas Superficiales	03/09/2019	02/09/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20493	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Validado, 2019)	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
16864	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Reapproved 2017) (Validado Modificado, 2019)	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination.
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11579	LME	Cianuro Libre (Skalar)	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado), 2014	Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA)



## INFORME DE ENSAYO: 61054/2019

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
12235	LME	Cromo Hexavalente	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 3500-Cr B, 23rd Ed.2017	Chromium: Colorimetric Method
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBOS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
11593	LME	Fenoles (Skalar)	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA)
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
20242	LME	Sólidos Suspendedos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed, 2017. (Validado 2018)	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
12190	LME	Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- H,23rd Ed.2017	Sulfide. Calculation of Un-ionized Hydrogen Sulfide

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 61054/2019, 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
M-4	489897/2019-1.0	urlsrug&4798984
E-6	489898/2019-1.0	lslsrug&4898984

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

### COMENTARIOS

El Informe de Ensayo 61054/2019 se generó a partir del Informe de Ensayo y/o Grupo 57742/2019.

Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos realizados en campo (Análisis en Campo) corresponden a las fechas de muestreo.

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 como se recibió.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**040-CFQ-2018**

**Área de Metrología**

Página 1 de 2

<b>Expediente</b>	:	213C-06-2018
<b>Solicitante</b>	:	MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.
<b>Dirección</b>	:	La Unidad Minera Aurífera Retamas ( Campamento San Andrés)
<b>Equipo/ Instrumento</b>	:	MULTIPARÁMETRO
<b>Marca</b>	:	HACH
<b>Modelo</b>	:	HQ40D
<b>Serie</b>	:	160700001741
<b>Identificación</b>	:	A26743 (*)
<b>Ubicación</b>	:	P.C.S.M.A.
<b>Procedencia</b>	:	U.S.A.
<b>Alcance de indicación</b>	:	0 pH a 14 pH ; -1500 mV a 1500 mV ; -10 °C a 110 °C ; 0 g/kg a 42 g/kg ; 0 mg/L a 50 mg/L ; 0 % a 100 % ; 1 µS/cm a 200 mS/cm (**)
<b>División/ Resolución</b>	:	0,01 pH ; 0,01 mg/L ; 0,1 % ; 0,1 mV ; 0,1 °C ; 0,001 pH a 0,1 pH ; 0,1 µS/cm ; 0,01 µS/cm ; 0,001 µS/cm (**)
<b>Precisión</b>	:	Alemania
<b>Fecha de calibración</b>	:	2018-06-25
<b>Lugar:</b>	:	<b>Laboratorio 02 - CORPORACIÓN 2M &amp; N S.A.C</b> Jr. Chiclayo Nro. 489, Int A - Rímac - Lima.
<b>Método utilizado:</b>	:	Por comparación directa del valor indicado por el instrumento con el valor certificado del material de referencia . Tomando como referencia los procedimientos PC-022 para la calibración de Conductímetros, Edición 1º, Setiembre - 2014, SNM - INDECOPI. El procedimiento PC-020 para la calibración de medidores de pH, Edición 1º, Junio - 2010, del Indecopi

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o a reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



2018-06-30  
Fecha de emisión

  
Ing. Luis A. Sime Pérez  
Jefe de Metrología  
CIP:41346

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,6	21,0
Humedad Relativa (%hr)	76,8	75,9

**Patrones de referencia:**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro patrón de 0,1 °C de resolución	336-CT-2017
Soluciones estándar del NIST	pH 4,01 @ 25 °C	09L31 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	pH 7,01 @ 25 °C	09B67 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	pH 10,01 @ 25 °C	10C41 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	1413 µS/cm @ 25 °C	05B63 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	12880 µS/cm @ 25 °C	29H34 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	Solución Estándar Oxígeno Cero	16E34 – HANNA Instruments

**Observaciones:**

- (\*) Identificación asignada por MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.
- La identificación se encuentra pegada en una etiqueta adherida al equipo
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color amarillo, indicando el número de certificado y la fecha de calibración
- (\*\*) Dato obtenido del manual del instrumento.

**Resultados de la Medición**

**Medición de PH**

Temperatura de referencia (°C)	Valor certificado (pH)	Indicación del instrumento (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
24,5	4,01	3,98	-0,03	0,01
24,8	7,01	7,04	0,03	0,01
24,7	10,01	10,02	0,01	0,02

**Medición de Oxígeno**

Temperatura de referencia (°C)	Valor certificado (%)	Indicación del instrumento (%)	Error (%)	Incertidumbre (%)
20,5	0,00	0,43	0,43	0,42
20,2	100,00	99,60	-0,40	0,25



**Medición de Conductividad**

Temperatura de referencia	Valor certificado	Indicación del instrumento	Error	Incertidumbre	Unidad
24,0	1396	1404,3	18,24	29,86	µS/cm
22,0	12 150,80	12226,67	75,87	0,05	µS/cm

FIN DEL DOCUMENTO

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)



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



FDT 001 - 01

**INFORME DE ENSAYO: 80648/2019**

**MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.**

Av. Trinidad Moran Nro. 821 Lince Lima Lima

**U.E.A. RETAMAS**

**R.D. N° 397-2014-MEM-DGAAM**

**Plan Integral para la Implementación de LMP de Descarga de  
Efluentes Mineros-Metalúrgicos y Adecuación a los ECA para  
Agua**

**Informe Trimestral al MINEM**

**Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza**

**Fecha de Emisión: 16/12/2019**

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 13

Revisión: 10  
Fecha de Revisión: 16/07/2019

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
[www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com)



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 7

						701851/2019-1.0
N° ALS LS						05/12/2019
Fecha de Muestreo						17:26:00
Hora de Muestreo						Aguas Superficiales
Tipo de Muestra						E-3
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>						
Caudal (L/s)*	2204	---	L/s	---	---	211.0
Conductividad*	2206	---	uS/cm	---	---	106.5
Oxígeno Disuelto*	2207	---	mg/L	---	---	7.26
pH*	2209	---	Unidades pH	---	---	8.02
Sólidos Disueltos Totales*	18538	---	mg/L	---	---	63.9
Temperatura de la Muestra*	2210	---	°C	---	---	9.10
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	13/12/2019	mg/L	0.100	0.400	< 0.100
Cianuro Libre	11579	09/12/2019	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006
Cromo Hexavalente	18590	11/12/2019	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	07/12/2019	mg/L	2	5	< 2
Fenoles	11593	09/12/2019	mg/L	0.001	0.010	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	10/12/2019	mg NH3-N/L	0.006	0.062	0.140
Nitrógeno Total	11636	10/12/2019	mg N/L	0.024	0.071	0.334
Sólidos Suspendidos Totales	20242	12/12/2019	mg/L	3	5	3
Sulfuro de Hidrógeno Indisociable	12190	11/12/2019	mg S2-/L	0.001	0.002	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO4-3	8100	07/12/2019	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	07/12/2019	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	07/12/2019	mg NO3-/L	0.009	0.023	0.225
<b>007 ENSAYOS DE METALES -- Metales Totales por ICP-MS</b>						
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	0.042
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0001	0.0006	0.0119
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	0.0027
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
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	26.04
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	< 0.0002
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0012	< 0.0007
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0003	0.0009	0.0027
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0.016	0.048	0.140
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	0.76
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0.002	0.012	1.486
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0781
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	3.49
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0.05	0.13	< 0.05
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0008
Antimonio (Sb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0007



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

N° ALS LS						701851/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:26:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-3
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
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	3.30
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.00020	0.00049	0.02900
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0005	0.0013	0.0020
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	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0014
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.008	0.020	0.013

N° ALS LS						701851/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:26:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-3
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes	12146	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	490
Coliformes Totales	7210	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	1100

N° ALS LS						701852/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:55:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-8
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>						
Caudal (L/s)*	2204	---	L/s	---	---	345.0
Conductividad*	2206	---	uS/cm	---	---	167.1
Oxígeno Disuelto*	2207	---	mg/L	---	---	7.26
pH*	2209	---	Unidades pH	---	---	8.21
Sólidos Disueltos Totales*	18538	---	mg/L	---	---	100.26
Temperatura de la Muestra*	2210	---	°C	---	---	9.7
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	13/12/2019	mg/L	0.100	0.400	< 0.100
Cianuro Libre	11579	09/12/2019	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006
Cromo Hexavalente	18590	11/12/2019	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	07/12/2019	mg/L	2	5	< 2
Fenoles	11593	09/12/2019	mg/L	0.001	0.010	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	10/12/2019	mg NH3-N/L	0.006	0.062	0.240
Nitrógeno Total	11636	10/12/2019	mg N/L	0.024	0.071	1.326
Sólidos Suspendidos Totales	20242	12/12/2019	mg/L	3	5	6
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	11/12/2019	mg S2-/L	0.001	0.002	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO4-3	8100	07/12/2019	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	07/12/2019	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	07/12/2019	mg NO3-/L	0.009	0.023	0.721
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS</b>						



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

N° ALS LS						701852/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:55:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-8
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
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	0.270
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0001	0.0006	0.0210
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	0.0055
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
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	34.42
Cadmio (Cd)	20237	10/12/2019	mg/L	0.00010	0.00025	0.00030
Cobalto (Co)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0050
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0012	0.0011
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0003	0.0009	0.0098
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0.016	0.048	0.547
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	3.15
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0.002	0.012	2.538
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0825
Molibdeno (Mo)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0020
Sodio (Na)	20237	10/12/2019	mg/L	0.01	0.02	11.30
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0010
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0.05	0.13	< 0.05
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0037
Antimonio (Sb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0010
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	3.40
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.00020	0.00049	0.06170
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0005	0.0013	0.0143
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	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0024
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.008	0.020	0.088

N° ALS LS						701852/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:55:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-8
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes	12146	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	4.5
Coliformes Totales	7210	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	4.5



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

N° ALS LS						701853/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						18:11:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-9
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>						
Caudal (L/s)*	2204	---	L/s	---	---	160.3
Conductividad*	2206	---	uS/cm	---	---	99.2
Oxígeno Disuelto*	2207	---	mg/L	---	---	6.52
pH*	2209	---	Unidades pH	---	---	8.16
Sólidos Disueltos Totales*	18538	---	mg/L	---	---	59.52
Temperatura de la Muestra*	2210	---	°C	---	---	13
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	13/12/2019	mg/L	0.100	0.400	< 0.100
Cianuro Libre	11579	09/12/2019	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006
Cromo Hexavalente	18590	11/12/2019	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	07/12/2019	mg/L	2	5	< 2
Fenoles	11593	11/12/2019	mg/L	0.001	0.010	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	10/12/2019	mg NH3-N/L	0.006	0.062	0.079
Nitrógeno Total	11636	10/12/2019	mg N/L	0.024	0.071	0.115
Sólidos Suspendedos Totales	20242	12/12/2019	mg/L	3	5	5
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	11/12/2019	mg S2-/L	0.001	0.002	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO4-3	8100	07/12/2019	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	07/12/2019	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	07/12/2019	mg NO3-/L	0.009	0.023	0.055
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>						
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	0.293
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0001	0.0006	0.0174
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	0.0057
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
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	16.65
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	< 0.0002
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0012	< 0.0007
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0003	0.0009	0.0009
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0.016	0.048	0.441
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	0.29
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0.002	0.012	1.389
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0171
Molibdeno (Mo)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0008
Sodio (Na)	20237	10/12/2019	mg/L	0.01	0.02	1.33
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0.05	0.13	< 0.05
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0019
Antimonio (Sb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0005
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	4.10
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.00020	0.00049	0.02200



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

N° ALS LS						701853/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						18:11:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-9
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0005	0.0013	0.0070
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	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0017
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.008	0.020	0.021

N° ALS LS						701853/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						18:11:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-9
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes	12146	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	170
Coliformes Totales	7210	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	490

N° ALS LS						701854/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						19:04:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-12
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>001 DATOS DEL CUENTE</b>						
Conductividad*	2206	---	uS/cm	---	---	110.5
Oxígeno Disuelto*	2207	---	mg/L	---	---	6.78
pH*	2209	---	Unidades pH	---	---	7.79
Sólidos Disueltos Totales*	18538	---	mg/L	---	---	66.3
Temperatura de la Muestra*	2210	---	°C	---	---	11.2
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	13/12/2019	mg/L	0.100	0.400	< 0.100
Cianuro Libre	11579	11/12/2019	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006
Cromo Hexavalente	18590	11/12/2019	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	07/12/2019	mg/L	2	5	< 2
Fenoles	11593	09/12/2019	mg/L	0.001	0.010	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	10/12/2019	mg NH3-N/L	0.006	0.062	0.023
Nitrógeno Total	11636	10/12/2019	mg N/L	0.024	0.071	0.073
Sólidos Suspendedos Totales	20242	12/12/2019	mg/L	3	5	< 3
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	11/12/2019	mg S <sup>2-</sup> /L	0.001	0.002	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRÁFIA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO4-3	8100	07/12/2019	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	07/12/2019	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	07/12/2019	mg NO3-/L	0.009	0.023	< 0.009
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS</b>						
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	0.024
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0001	0.0006	0.0019
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	0.0017



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

N° ALS LS						701854/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						19:04:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-12
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
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	19.73
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	< 0.0002
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0012	< 0.0007
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0003	0.0009	0.0006
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0.016	0.048	0.074
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	< 0.02
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0.002	0.012	1.005
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0074
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	0.90
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0.05	0.13	< 0.05
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Antimonio (Sb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0005
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	3.10
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.00020	0.00049	0.01930
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0005	0.0013	< 0.0005
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	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0010
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.008	0.020	< 0.008

N° ALS LS						701854/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						19:04:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-12
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	46
Coliformes Totales	7210	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	110

N° ALS LS						701855/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						19:38:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-21
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
001 DATOS DEL CUENTE						
Caudal (L/s)*	2204	---	L/s	---	---	2780.0
Conductividad*	2206	---	uS/cm	---	---	180.9



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

N° ALS LS						701855/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						19:38:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-21
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Oxígeno Disuelto *	2207	---	mg/L	---	---	7.24
pH*	2209	---	Unidades pH	---	---	8.02
Sólidos Disueltos Totales*	18538	---	mg/L	---	---	108.54
Temperatura de la Muestra*	2210	---	°C	---	---	14.7
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	13/12/2019	mg/L	0.100	0.400	< 0.100
Cianuro Libre	11579	11/12/2019	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006
Cromo Hexavalente	18590	11/12/2019	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	07/12/2019	mg/L	2	5	< 2
Fenoles	11593	09/12/2019	mg/L	0.001	0.010	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	10/12/2019	mg NH3-N/L	0.006	0.062	0.158
Nitrógeno Total	11636	10/12/2019	mg N/L	0.024	0.071	0.818
Sólidos Suspendidos Totales	20242	12/12/2019	mg/L	3	5	138
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	11/12/2019	mg S <sub>2</sub> -L	0.001	0.002	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO4-3	8100	07/12/2019	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	07/12/2019	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	07/12/2019	mg NO3-/L	0.009	0.023	0.800
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>						
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	4.866
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0001	0.0006	0.0718
Boro (B)	20237	10/12/2019	mg/L	0.003	0.012	0.007
Bario (Ba)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0006	0.0014	0.0281
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
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	27.75
Cadmio (Cd)	20237	10/12/2019	mg/L	0.00010	0.00025	0.00033
Cobalto (Co)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0052
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0012	0.0098
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0003	0.0009	0.0199
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0.016	0.048	8.725
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	2.05
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0013	0.0043
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0.002	0.012	5.716
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.2133
Molibdeno (Mo)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0016
Sodio (Na)	20237	10/12/2019	mg/L	0.01	0.02	6.04
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0060
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0.05	0.13	0.22
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0134
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	10.70
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0003
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.00020	0.00049	0.05470
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0005	0.0013	0.2359
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	0.0004



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

N° ALS LS						701855/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						19:38:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-21
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0170
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.008	0.020	0.061

N° ALS LS						701855/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						19:38:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-21
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	110000
Coliformes Totales	7210	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	490000

N° ALS LS						701856/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						18:30:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-22
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
001 DATOS DEL CLIENTE						
Caudal (L/s)*	2204	---	L/s	---	---	80.4
Conductividad*	2206	---	uS/cm	---	---	82.4
Oxígeno Disuelto*	2207	---	mg/L	---	---	6.5
pH*	2209	---	Unidades pH	---	---	8.01
Sólidos Disueltos Totales*	18538	---	mg/L	---	---	49.44
Temperatura de la Muestra*	2210	---	°C	---	---	11.7
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20493	13/12/2019	mg/L	0.100	0.400	< 0.100
Cianuro Libre	11579	11/12/2019	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006
Cromo Hexavalente	18590	11/12/2019	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	07/12/2019	mg/L	2	5	< 2
Fenoles	11593	11/12/2019	mg/L	0.001	0.010	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	10/12/2019	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0.006	0.062	0.010
Nitrógeno Total	11636	10/12/2019	mg N/L	0.024	0.071	0.046
Sólidos Suspendedos Totales	20242	12/12/2019	mg/L	3	5	17
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	11/12/2019	mg S <sub>2</sub> -L	0.001	0.002	< 0.001
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	07/12/2019	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0.012	0.084	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	07/12/2019	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0.004	0.025	< 0.004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	07/12/2019	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.009	0.023	0.042
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						
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	0.583
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0001	0.0006	0.0217
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	0.0106
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto (Bi)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

N° ALS LS						701856/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						18:30:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-22
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Calcio (Ca)	20237	10/12/2019	mg/L	0.10	0.25	13.86
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	< 0.0002
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0012	< 0.0007
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0003	0.0009	0.0009
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0.016	0.048	0.853
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	0.45
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0.002	0.012	1.045
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0349
Molibdeno (Mo)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0012
Sodio (Na)	20237	10/12/2019	mg/L	0.01	0.02	1.47
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0007
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0.05	0.13	< 0.05
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0039
Antimonio (Sb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0012
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	4.20
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.00020	0.00049	0.02090
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0005	0.0013	0.0103
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	0.0005
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0019
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.008	0.020	0.011

N° ALS LS						701856/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						18:30:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-22
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes	12146	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	700
Coliformes Totales	7210	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	1700

N° ALS LS						701857/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:00:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-24
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>001 DATOS DEL CLIENTE</b>						
Caudal (L/s)*	2204	---	L/s	---	---	1.9
Conductividad*	2206	---	uS/cm	---	---	157
Oxígeno Disuelto*	2207	---	mg/L	---	---	6.76
pH*	2209	---	Unidades pH	---	---	7.79



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>N° ALS LS</b> 701857/2019-1.0 <b>Fecha de Muestreo</b> 05/12/2019 <b>Hora de Muestreo</b> 17:00:00 <b>Tipo de Muestra</b> Aguas Superficiales <b>Identificación</b> E-24						
Sólidos Disueltos Totales*	18538	---	mg/L	---	---	94.2
Temperatura de la Muestra*	2210	---	°C	---	---	9.6
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Acetates y Grasas	20493	13/12/2019	mg/L	0.100	0.400	< 0.100
Cianuro Libre	11579	11/12/2019	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006
Cromo Hexavalente	18590	11/12/2019	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	07/12/2019	mg/L	2	5	< 2
Fenoles	11593	11/12/2019	mg/L	0.001	0.010	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	10/12/2019	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0.006	0.062	< 0.006
Nitrógeno Total	11636	10/12/2019	mg N/L	0.024	0.071	0.197
Sólidos Suspendidos Totales	20242	12/12/2019	mg/L	3	5	11
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	11/12/2019	mg S <sub>2</sub> -L	0.001	0.002	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	07/12/2019	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0.012	0.084	0.322
Fosfatos (como P)	8100	07/12/2019	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0.004	0.025	0.105
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	07/12/2019	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.009	0.023	0.571
<b>007 ENSAYOS DE METALES – Metales Totales por ICP-MS</b>						
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	0.162
Arsénico (As)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0001	0.0006	0.0370
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	0.0090
Berilio (Be)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
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	35.53
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	< 0.0002
Cromo (Cr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0012	0.0015
Cobre (Cu)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0003	0.0009	0.0018
Hierro (Fe)	20237	10/12/2019	mg/L	0.016	0.048	0.342
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	0.40
Litio (Li)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	10/12/2019	mg/L	0.002	0.012	3.998
Manganeso (Mn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0208
Molibdeno (Mo)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0004
Sodio (Na)	20237	10/12/2019	mg/L	0.01	0.02	2.78
Níquel (Ni)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Fósforo (P)	20237	10/12/2019	mg/L	0.05	0.13	< 0.05
Plomo (Pb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0028
Antimonio (Sb)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0007
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	5.20
Estaño (Sn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	< 0.0002
Estroncio (Sr)	20237	10/12/2019	mg/L	0.00020	0.00049	0.04370
Titanio (Ti)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0005	0.0013	0.0082
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	< 0.0002
Vanadio (V)	20237	10/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0024
Zinc (Zn)	20237	10/12/2019	mg/L	0.008	0.020	0.018



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

N° ALS LS	701857/2019-1.0					
Fecha de Muestreo	05/12/2019					
Hora de Muestreo	17:00:00					
Tipo de Muestra	Aguas Superficiales					
Identificación	E-24					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	110
Coliformes Totales	7210	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	280

### Observaciones

- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- 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 Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.
- MEMORÁNDUM INTERNO PCSMA N° 208/2019

### 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
E-3	Cliente	Aguas Superficiales	06/12/2019	05/12/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-8	Cliente	Aguas Superficiales	06/12/2019	05/12/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-9	Cliente	Aguas Superficiales	06/12/2019	05/12/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-12	Cliente	Aguas Superficiales	06/12/2019	05/12/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-21	Cliente	Aguas Superficiales	06/12/2019	05/12/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-22	Cliente	Aguas Superficiales	06/12/2019	05/12/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
E-24	Cliente	Aguas Superficiales	06/12/2019	05/12/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20493	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Validado, 2019)	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado).2015	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11579	LME	Cianuro Libre (Skalar)	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado), 2014	Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA)
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)



## INFORME DE ENSAYO: 80648/2019

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C. 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
18590	LME	Cromo Hexavalente	EPA 7199, Revisión 0 December 1996.(Validado).2017	Determination of Hexavalent Chromium in Drinking Water, Groundwater and Industrial Wastewater Effluents by Ion Chromatography.
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
11593	LME	Fenoles (Skalar)	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA)
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado, 2018)	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal, Amoniac (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
20242	LME	Sólidos Suspendedos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed, 2017. (Validado 2018)	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
12190	LME	Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- H,23rd Ed.2017	Sulfide. Calculation of Un-ionized Hydrogen Sulfide

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 80648/2019, 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
E-3	701851/2019-1.0	sumstnr&7158107
E-8	701852/2019-1.0	tumstnr&7258107
E-9	701853/2019-1.0	uumstnr&7358107
E-12	701854/2019-1.0	llnstnr&7458107
E-21	701855/2019-1.0	mlnstnr&7558107

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
E-22	701856/2019-1.0	nlnstnr&7658107
E-24	701857/2019-1.0	olnstnr&7758107

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

### COMENTARIOS

**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 como se recibió.



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



FDT 001 - 01

## INFORME DE ENSAYO: 83519/2019

### MINERA AURIFERA RETAMAS S.A.

Av. Trinidad Moran Nro. 821 Lince Lima Lima

#### U.E.A. RETAMAS

#### R.D. N° 397-2014-MEM-DGAAM

### Plan Integral para la Implementación de LMP de Descarga de Efluentes Mineros-Metalúrgicos y Adecuación a los ECA para Agua

#### Informe Trimestral al MINEM

Emitido por: Karin Zelada Trigos - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 17/12/2019

Karin Zelada Trigos

CQP: 830

Personal Signatario - Químico

Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. mediante registro LE-029  
División - Medio Ambiente

Pág. 1 de 6

Revisión: 10  
Fecha de Revisión: 16/07/2019

Av. República de Argentina N° 1859, Cercado de Lima - Perú Telf: (511) 488-9500  
Av. Dolores 167, José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa - Perú Telf: (054) 424-570  
[www.alsglobal.com](http://www.alsglobal.com)



## INFORME DE ENSAYO: 83519/2019

### RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 7

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>001 DATOS DEL CUENTE</b>						
Caudal (L/s)*	2204	---	L/s	---	---	2193
Conductividad*	2206	---	uS/cm	---	---	159.2
Oxígeno Disuelto*	2207	---	mg/L	---	---	6.93
pH*	2209	---	Unidades pH	---	---	8.06
Sólidos Disueltos Totales*	18538	---	mg/L	---	---	95.5
Temperatura de la Muestra*	2210	---	°C	---	---	13.20
<b>003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas	20493	13/12/2019	mg/L	0.100	0.400	< 0.100
Cianuro Libre	11579	11/12/2019	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006
Cromo Hexavalente	18590	12/12/2019	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	07/12/2019	mg/L	2	5	< 2
Fenoles	11593	11/12/2019	mg/L	0.001	0.010	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	10/12/2019	mg NH3-N/L	0.006	0.062	0.100
Nitrógeno Total	11636	10/12/2019	mg N/L	0.024	0.071	0.378
Sólidos Suspendidos Totales	20242	12/12/2019	mg/L	3	5	15
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	11/12/2019	mg S2-/L	0.001	0.002	< 0.001
<b>005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFIA - Aniones por Cromatografía Iónica</b>						
Fosfatos, PO4-3	8100	07/12/2019	mg PO4-3/L	0.012	0.084	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	07/12/2019	mg PO4-3-P/L	0.004	0.025	< 0.004
Nitratos, NO3-	8100	07/12/2019	mg NO3-/L	0.009	0.023	0.539
<b>007 ENSAYOS DE METALES -- Metales Totales por ICP-MS</b>						
Plata (Ag)	20237	09/12/2019	mg/L	0.00008	0.00030	< 0.00008
Aluminio (Al)	20237	09/12/2019	mg/L	0.003	0.011	0.487
Arsénico (As)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0001	0.0006	0.0377
Boro (B)	20237	09/12/2019	mg/L	0.003	0.012	< 0.003
Bario (Ba)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0006	0.0014	0.0078
Berilio (Be)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto (Bi)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio (Ca)	20237	09/12/2019	mg/L	0.10	0.25	29.10
Cadmio (Cd)	20237	09/12/2019	mg/L	0.00010	0.00025	0.00037
Cobalto (Co)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0019
Cromo (Cr)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0007	0.0012	0.0014
Cobre (Cu)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0003	0.0009	0.0030
Hierro (Fe)	20237	09/12/2019	mg/L	0.016	0.048	0.944
Mercurio (Hg)	20237	09/12/2019	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio (K)	20237	09/12/2019	mg/L	0.02	0.05	1.37
Litio (Li)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	09/12/2019	mg/L	0.002	0.012	2.769
Manganeso (Mn)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0836
Molibdeno (Mo)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0011
Sodio (Na)	20237	09/12/2019	mg/L	0.01	0.02	4.24
Níquel (Ni)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0007
Fósforo (P)	20237	09/12/2019	mg/L	0.05	0.13	0.07
Plomo (Pb)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0023
Antimonio (Sb)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0012



## INFORME DE ENSAYO: 83519/2019

N° ALS LS						702337/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:22:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-6
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Selenio (Se)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006
Silicio (Si)	20237	09/12/2019	mg/L	0.10	0.39	4.70
Estaño (Sn)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0004
Estroncio (Sr)	20237	09/12/2019	mg/L	0.00020	0.00049	0.05100
Titanio (Ti)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0005	0.0013	0.0176
Talio (Tl)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Uranio (U)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0003
Vanadio (V)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0019
Zinc (Zn)	20237	09/12/2019	mg/L	0.008	0.020	0.040

N° ALS LS						702337/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:22:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						E-6
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	330
Coliformes Totales	7210	06/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	790

N° ALS LS						702338/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:00:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						M-4
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
001 DATOS DEL CLIENTE						
Caudal (L/s)*	2204	---	L/s	---	---	2190
Conductividad*	2206	---	uS/cm	---	---	160.4
Oxígeno Disuelto*	2207	---	mg/L	---	---	6.87
pH*	2209	---	Unidades pH	---	---	8.00
Sólidos Disueltos Totales*	18538	---	mg/L	---	---	96.2
Temperatura de la Muestra*	2210	---	°C	---	---	13.30
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Aceites y Grasas	20493	13/12/2019	mg/L	0.100	0.400	< 0.100
Cianuro Libre	11579	11/12/2019	mg CN <sup>-</sup> /L	0.0006	0.0030	< 0.0006
Cromo Hexavalente	18590	12/12/2019	mg/L	0.0009	0.0054	< 0.0009
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	12413	07/12/2019	mg/L	2	5	< 2
Fenoles	11593	11/12/2019	mg/L	0.001	0.010	< 0.001
Nitrógeno Amoniacal	11620	10/12/2019	mg NH <sub>3</sub> -N/L	0.006	0.062	0.209
Nitrógeno Total	11636	10/12/2019	mg N/L	0.024	0.071	0.396
Sólidos Suspendedos Totales	20242	12/12/2019	mg/L	3	5	23
Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	12190	11/12/2019	mg S <sub>2</sub> -L	0.001	0.002	< 0.001
005 ENSAYOS POR CROMATOGRAFÍA - Aniones por Cromatografía Iónica						
Fosfatos, PO <sub>4</sub> -3	8100	07/12/2019	mg PO <sub>4</sub> -3/L	0.012	0.084	< 0.012
Fosfatos (como P)	8100	07/12/2019	mg PO <sub>4</sub> -3-P/L	0.004	0.025	< 0.004
Nitratos, NO <sub>3</sub> -	8100	07/12/2019	mg NO <sub>3</sub> -/L	0.009	0.023	0.569
007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP-MS						



## INFORME DE ENSAYO: 83519/2019

N° ALS LS						702338/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:00:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						M-4
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
Plata (Ag)	20237	09/12/2019	mg/L	0.00008	0.00030	< 0.00008
Aluminio (Al)	20237	09/12/2019	mg/L	0.003	0.011	0.572
Arsénico (As)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0001	0.0006	0.0470
Boro (B)	20237	09/12/2019	mg/L	0.003	0.012	< 0.003
Bario (Ba)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0006	0.0014	0.0085
Berilio (Be)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Bismuto (Bi)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Calcio (Ca)	20237	09/12/2019	mg/L	0.10	0.25	30.03
Cadmio (Cd)	20237	09/12/2019	mg/L	0.00010	0.00025	0.00048
Cobalto (Co)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0020
Cromo (Cr)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0007	0.0012	0.0016
Cobre (Cu)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0003	0.0009	0.0033
Hierro (Fe)	20237	09/12/2019	mg/L	0.016	0.048	1.090
Mercurio (Hg)	20237	09/12/2019	mg/L	0.00005	0.00010	< 0.00005
Potasio (K)	20237	09/12/2019	mg/L	0.02	0.05	1.38
Litio (Li)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0007	0.0013	< 0.0007
Magnesio (Mg)	20237	09/12/2019	mg/L	0.002	0.012	2.940
Manganeso (Mn)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0978
Molibdeno (Mo)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0011
Sodio (Na)	20237	09/12/2019	mg/L	0.01	0.02	4.32
Níquel (Ni)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0009
Fósforo (P)	20237	09/12/2019	mg/L	0.05	0.13	0.07
Plomo (Pb)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0035
Antimonio (Sb)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0012
Selenio (Se)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0006	0.0014	< 0.0006
Silicio (Si)	20237	09/12/2019	mg/L	0.10	0.39	4.70
Estaño (Sn)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0005	0.0003
Estroncio (Sr)	20237	09/12/2019	mg/L	0.00020	0.00049	0.05060
Titanio (Ti)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0005	0.0013	0.0171
Talio (Tl)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	< 0.0002
Uranio (U)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0003
Vanadio (V)	20237	09/12/2019	mg/L	0.0002	0.0004	0.0022
Zinc (Zn)	20237	09/12/2019	mg/L	0.008	0.020	0.053

N° ALS LS						702338/2019-1.0
Fecha de Muestreo						05/12/2019
Hora de Muestreo						17:00:00
Tipo de Muestra						Aguas Superficiales
Identificación						M-4
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	07/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	1100
Coliformes Totales	7210	06/12/2019	NMP/100mL	1.8	---	5400

### Observaciones

- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.



## INFORME DE ENSAYO: 83519/2019

- 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 Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.

### 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
E-6	Cliente	Aguas Superficiales	06/12/2019	05/12/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
M-4	Cliente	Aguas Superficiales	06/12/2019	05/12/2019	---	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

### REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
20493	LME	Aceites y Grasas (IR)	ASTM D7066-04 (Validado, 2019)	Standard Test Method for dimer/trimer of chlorotrifluoroethylene (S-316) Recoverable Oil and Grease and Nonpolar Material by Infrared Determination
8100	LME	Aniones por Cromatografía Ionica	EPA METHOD 300.1 Rev. 1, 1997 (Validado), 2015	Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography
11579	LME	Cianuro Libre (Skalar)	ISO 14403-2:2012.1 st.Ed.(Validado), 2014	Water quality - Determination of total cyanide and free cyanide using flow analysis (FIA and CFA)
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C. 23rd Ed.2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density
18590	LME	Cromo Hexavalente	EPA 7199, Revisión 0 December 1996.(Validado), 2017	Determination of Hexavalent Chromium in Drinking Water, Groundwater and Industrial Wastewater Effluents by Ion Chromatography.
12413	LME	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test
11593	LME	Fenoles (Skalar)	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	Water quality - Determination of phenol index by flow analysis (FIA and CFA)
20237	LME	Metales Totales por ICP MS	EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014) (Validado Modificado), 2018	Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal, Amoniac (Skalar)	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
11636	LME	Nitrógeno Total (Skalar)	ISO 29441 (Validado), 1st. Ed. 2010	Water quality - Determination of total nitrogen after UV digestion - Method using flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
20242	LME	Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017. (Validado 2018)	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
12190	LME	Sulfuro de Hidrógeno Indisoluble	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- H, 23rd Ed.2017	Sulfide. Calculation of Un-ionized Hydrogen Sulfide

### CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 83519/2019, 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
E-6	702337/2019-1.0	plnstr&7733207



## INFORME DE ENSAYO: 83519/2019

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
M-4	702338/2019-1.0	qlnstnr&7833207

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

### COMENTARIOS

El Informe de Ensayo 83519/2019 se generó a partir del Informe de Ensayo y/o Grupo 80647/2019.

**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.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**040-CFQ-2018**

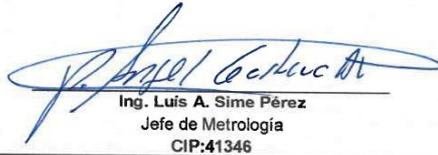
**Área de Metrología**

Página 1 de 2

<b>Expediente</b>	: 213C-06-2018	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.</p> <p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o a regulaciones vigentes.</p> <p>Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad</p> <p>CORPORACIÓN 2M &amp; N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>Solicitante</b>	: MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.	
<b>Dirección</b>	: La Unidad Minera Aurífera Retamas (Campamento San Andrés)	
<b>Equipo/ Instrumento</b>	: MULTIPARÁMETRO	
<b>Marca</b>	: HACH	
<b>Modelo</b>	: HQ40D	
<b>Serie</b>	: 160700001741	
<b>Identificación</b>	: A26743 (*)	
<b>Ubicación</b>	: P.C.S.M.A.	
<b>Procedencia</b>	: U.S.A.	
<b>Alcance de indicación</b>	: 0 pH a 14 pH ; -1500 mV a 1500 mV ; -10 °C a 110 °C ; 0 g/kg a 42 g/kg ; 0 mg/L a 50 mg/L ; 0 % a 100 % ; 1 μS/cm a 200 mS/cm (**)	
<b>División/ Resolución</b>	: 0,01 pH ; 0,01 mg/L ; 0,1 % ; 0,1 mV ; 0,1 °C ; 0,001 pH a 0,1 pH ; 0,1 μS/cm ; 0,01 μS/cm ; 0,001 μS/cm (**)	
<b>Precisión</b>	: Alemania	
<b>Fecha de calibración</b>	: 2018-06-25	
<b>Lugar:</b>	: Laboratorio 02 - CORPORACIÓN 2M & N S.A.C Jr. Chiclayo Nro. 489, Int A - Rimac - Lima.	
<b>Método utilizado:</b>	: Por comparación directa del valor indicado por el instrumento con el valor certificado del material de referencia. Tomando como referencia los procedimientos PC-022 para la calibración de Conductímetros, Edición 1º, Setiembre - 2014, SNM - INDECOPI. El procedimiento PC-020 para la calibración de medidores de pH, Edición 1º, Junio - 2010, del Indecopi	



Fecha de emisión

  
Ing. Luis A. Sime Pérez  
Jefe de Metrología  
CIP:41346

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,6	21,0
Humedad Relativa (%hr)	76,8	75,9

**Patrones de referencia:**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro patrón de 0,1 °C de resolución	336-CT-2017
Soluciones estándar del NIST	pH 4,01 @ 25 °C	09L31 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	pH 7,01 @ 25 °C	09B67 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	pH 10,01 @ 25 °C	10C41 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	1413 µS/cm @ 25 °C	05B63 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	12880 µS/cm @ 25 °C	29H34 – HANNA Instruments
Soluciones estándar del NIST	Solución Estándar Oxígeno Cero	16E34 – HANNA Instruments

**Observaciones:**

- (\*) Identificación asignada por MINERA AURÍFERA RETAMAS S.A.
- La identificación se encuentra pegada en una etiqueta adherida al equipo
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color amarillo, indicando el número de certificado y la fecha de calibración
- (\*\*) Dato obtenido del manual del instrumento.

**Resultados de la Medición**

**Medición de PH**

Temperatura de referencia (°C)	Valor certificado (pH)	Indicación del Instrumento (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
24,5	4,01	3,98	-0,03	0,01
24,8	7,01	7,04	0,03	0,01
24,7	10,01	10,02	0,01	0,02

**Medición de Oxígeno**

Temperatura de referencia (°C)	Valor certificado (%)	Indicación del Instrumento (%)	Error (%)	Incertidumbre (%)
20,5	0,00	0,43	0,43	0,42
20,2	100,00	99,60	-0,40	0,25



**Medición de Conductividad**

Temperatura de referencia	Valor certificado	Indicación del Instrumento	Error	Incertidumbre	Unidad
24,0	1386	1404,3	18,24	29,86	µS/cm
22,0	12 150,80	12226,67	75,87	0,05	µS/cm

FIN DEL DOCUMENTO

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: [www.2myn.com](http://www.2myn.com) | Correos: [ventas@2myn.com](mailto:ventas@2myn.com) | [metrologia@2myn.com](mailto:metrologia@2myn.com)

## ANEXO 4: IMÁGENES DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

### MUESTREO DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO



Estación de monitoreo E – 24  
**Fuente:** Propia

Estación de monitoreo E – 12  
**Fuente:** Propia



Estación de monitoreo E – 3  
**Fuente:** Propia

Estación de monitoreo E – 8  
**Fuente:** Propia

	
<p>Estación de monitoreo E – 22 <b>Fuente:</b> Propia</p>	<p>Estación de monitoreo E – 9 <b>Fuente:</b> Propia</p>
	
<p>Estación de monitoreo M – 4 <b>Fuente:</b> Propia</p>	<p>Estación de monitoreo E – 6 <b>Fuente:</b> Propia</p>
	
<p>Estación de monitoreo E – 21 <b>Fuente:</b> Propia</p>	<p>Envío de Muestras <b>Fuente:</b> Propia</p>