

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL DE LA  
CONTAMINACIÓN POR AGUAS SUBTERRÁNEAS ÁCIDAS EN EL RIO  
LLALLIMAYO -DISTRITO DE OCUVIRI- LAMPA**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**YELITZA LUISA PUMA CURASI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PUNO – PERÚ**

**2019**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL DE LA  
CONTAMINACIÓN POR AGUAS SUBTERRÁNEAS ÁCIDAS EN EL RIO  
LLALLIMAYO - DISTRITO DE OCUVIRI - LAMPA

PRESENTADA POR:

YELITZA LUISA PUMA CURASI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO



APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. GREGORIO PALOMINO CUELA

PRIMER MIEMBRO:

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. VÍCTOR A. BARREDA DEL ARROYO

SEGUNDO MIEMBRO:

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. LUIS ALBERTO SUPO QUISPE

DIRECTOR / ASESOR:

  
\_\_\_\_\_  
D.Sc. MOISES PEREZ CAPA

ÁREA: Tecnología Ambiental y Recursos Ambientales

TEMA: Evaluación Ambiental

LÍNEA: Tecnología Ambientales y Recursos Naturales

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27 de diciembre del 2019

## *DEDICATORIA*

### *A Dios*

*Por estar presente en este camino de mi vida,  
protegerme y cuidarme en cada momento.*

### *A mi Hijo Manuel y a mi Esposo Fred*

*Por ser la razón y el motivo de mi vida que me da  
las ganas de seguir adelante y conseguir mis  
metas, logros y mis propósitos, por entenderme en  
los buenos y malos momentos y sobre todo por su  
apoyo incondicional.*

### *A mi Madre Elena*

*Por haberme apoyado en todo momento, por sus  
consejos, sus valores, por la motivación constante  
que me ha permitido ser una persona de bien, por  
el ejemplo de perseverancia, por el valor  
mostrado para salir adelante y por su apoyo  
incondicional, pero más que nada, por su amor  
y su comprensión.*

*¡GRACIAS MAMÁ!*

### *A mis hermanos Yassir y Benedick*

*Por estar siempre presentes, acompañándome,  
alegrando en todo momento.*

*YELITZA LOISA PUMA CURASI*

## AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento especial a la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO la cual me abrió sus puertas para formarme profesionalmente.

A los todos docentes de FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA que me brindaron y compartieron su sabiduría en mi formación profesional.

A mis compañeros de estudio por brindarme su amistad y lealtad en todo este tiempo de formación profesional.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	7
<b>ÍNDICE DE ACRÓNIMOS</b> .....	8
<b>RESUMEN</b> .....	9
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	11
1.1. Objetivos .....	13
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	14
2.1. Antecedentes .....	14
2.2. Marco teórico .....	17
2.2.1. Medio ambiente.....	17
2.2.1.1. Medio Físico o Medio Natural: .....	17
2.2.2. Contaminación ambiental.....	17
2.2.3. Contaminación del agua.....	18
2.2.4. Contaminación de suelo.....	18
2.2.5. Riesgo ambiental.....	18
2.2.6. Parámetros fisicoquímicos .....	20
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	23
3.1. Lugar de estudio.....	23
3.1.1. Área del proyecto .....	23
3.2. Contaminación del río Llallimayo .....	25
3.2.1. Ubicación de los lugares de muestreo del área de estudio .....	25
3.2.2. Muestreo de aguas.....	26
3.3. Metodología: .....	26
3.3.1. Método de Leopold .....	26
3.3.1.1. Evaluación de riesgo ambiental.....	27
3.3.2. Parámetros fisicoquímicos .....	32
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	34
<b>4.1. Área de influencia del río Llallimayo</b> .....	34
4.2. Niveles de contaminación de aguas del río Llallimayo.....	34
4.3. Análisis de la contaminación en aguas del río Llallimayo por parámetro de medida .	34
4.3.1. Variación del pH .....	35
4.3.2. Variación de la conductividad.....	36
4.3.3. Variación de los sólidos totales suspendidos .....	37
4.4. Evaluación de los riesgos ambientales .....	38
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	44
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	45
<b>VII. REFERENCIAS</b> .....	46
<b>ANEXOS</b> .....	49

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Ubicación del Estudio de Investigación. ....	23
Figura 2. Área del Proyecto Distrito de LLalli .....	24
Figura 3. Lugares de puntos de muestreo a lo largo del curso del rio Llallimayo .....	26
Figura 4. Variación del pH a lo largo del rio Llallimayo .....	35
Figura 5. Variación de la conductividad a lo largo del rio Llallimayo.....	36
Figura 6. Variación de los sólidos totales suspendidos a lo largo del rio Llallimayo.....	37
Figura 7. Variación del pH.....	42
Figura 8. Tiempo de sedimentación.....	43

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Ubicación de los puntos de muestreo .....	25
Tabla 2. Criterios de calificación .....	28
Tabla 3. Valores para calificación de riesgos .....	29
Tabla 4. Rangos de valor .....	30
Tabla 5. Matriz de calificación de riesgos ambientales .....	31
Tabla 6. Población del área de influencia del rio Llallimayo .....	34
Tabla 7. Parámetro fisicoquímico: pH.....	35
Tabla 8. Parámetro fisicoquímico: Conductividad .....	36
Tabla 9. Parámetro fisicoquímico: Sólidos Totales Suspendidos (mg/L) .....	37
Tabla 10. Resultados de la valoración de riesgos ambientales .....	39
Tabla 11. Consolidado de la valoración de riesgos ambientales negativos y positivos	40
Tabla 12. Consolidado de la valoración de riesgos ambientales por categorías .....	40
Tabla 13. Valoración de riesgos ambientales por componente. ....	41
Tabla 14. Comportamiento de la variación del pH y sedimentación.....	42

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

<b>MMC</b>	: Millones de metros cúbicos
<b>ECAs</b>	: Estándares de calidad ambiental
<b>IA</b>	: Impacto Ambiental.
<b>pH</b>	: Potencial de Hidrogeno
<b>STD</b>	: Sólidos Totales Disueltos.
<b>UNEP</b>	: United Nations Environment Programmed.
<b>TDPS</b>	: Titicaca- Desaguadero- Poopó –Salar.
<b>INEI</b>	: Institución Nacional de Estadística e Informática
<b>UTM</b>	: Universal Transversal de Mercador.
<b>P, N</b>	: Positivo y Negativo.
<b>M</b>	: Magnitud.
<b>S</b>	: Significancia.
<b>MINAM</b>	: Ministerio del Ambiente.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Identificación Y Valoración De Riesgo Ambiental De La Contaminación Por Aguas Subterráneas En El Rio Llallimayo-Distrito De Ocuvi-Lampa”, describió la situación ambiental actual del área de influencia del proyecto, para la identificación y valoración de riesgos ambientales, como consecuencia de la contaminación del rio Llallimayo por aguas residuales mineras, tuvo objetivo primordial valorar el grado de riesgo ambiental producido por la contaminación de aguas residuales mineras en el rio Llallimayo aplicando el análisis matricial Causa – Efecto (Matriz de Leopold). La metodología seguida para realizar la identificación evaluación de los riesgos ambientales fue: Identificación de los riesgos ambientales potenciales, evaluación de los principales impactos riesgos potenciales. Finalmente, se determinó los parámetros fisicoquímicos y se comparó con Estándares de Calidad Ambiental para interpretar la magnitud e importancia del Riesgo Ambiental de la contaminación por aguas residuales mineras sobre los componentes ambientales. De los parámetros fisicoquímicos del agua los resultados son: la variación del pH a lo largo del rio Llallimayo fluctúan entre el valor mínimo 5,80 y máximo 6,90, en los puntos de muestreo P1 y P3; la variación de la conductividad a lo largo del rio Llallimayo fluctúan entre el valor mínimo 362,79  $\mu\text{s/cm}$  y máximo 590,16  $\mu\text{s/cm}$ , en los puntos de muestreo P3 y P1; de la variación de los sólidos totales suspendidos a lo largo del rio Llallimayo fluctúan entre el valor mínimo 290,77 mg/L y máximo 611,45 mg/L, en los puntos de muestreo P3 y P1. La prueba con lechada de cal de 2,5 ml es la más óptima ya que con esta dosificación se llega a la neutralización óptima de la solución, además que en comparación con las dosificaciones no hay considerables variaciones en el tiempo de sedimentación. A dosificaciones menores a 2,5 ml de lechada de cal como las que se llevaron a cabo (2 y 1,5 ml), la formación de flóculos son muy lenta casi imperceptibles los cuales también aumentan el tiempo de sedimentación. Concluye que las aguas residuales mineras generan riesgo ambiental con posibles consecuencias negativas en la biota y el hombre en el distrito de LLalli.

**PALABRAS CLAVE:** Contaminación del agua, evaluación ambiental, riesgo ambiental, calidad del agua, matriz de Leopold.

## ABSTRACT

The following research “Identification and Assessment of the Environmental risk from the pollution by underground water In the river Llallimayo – district of Ocuvi-Lampa”, described the environmental risk from the actual influence area of the project, to identify and assessment of environmental risk, as a consequence of the pollution in Llallimayo river by mining wastewater, it had a primary focus to assess the degree of environmental risk produced by mining wastewater in Llallimayo river, applying the matrix analysis Cause – Effect (Leopold Matrix). The methodology followed to carry out the evaluation identification of the environmental risks were: identification of the potential environmental risks evaluation of the main potential risks impacts. Finally, it was determined the physico-chemical parameters and it was compared with Environmental Quality Standards to interpret the magnitude and importance of the environmental risk of the pollution by mining wastewater over the environmental components. Of the parameters water physicochemical the results are: PH variation along the Llallimayo river fluctuates between the minimum value 5,80 and maximum 6,90, at the sampling points P1 and P3; conductivity variation along Llallimayo river fluctuates between the minimum 362,79  $\mu\text{s}/\text{cm}$  and maximum 590,16  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , at the points of sampling P3 y P1; of the variation of total suspended solids along Llallimayo river fluctuate between the minimum 290,77 mg/L and maximum 611,45 mg/L, at sampling points P3 y P1; the lime grout test of 2,5 ml is the most optimal since with this dosage it gets to the optimal neutralization of the solution, also that in comparison to the dosages there are no considerable sedimentation time variations. At lower dosages at 2,5 ml of lime grout like the ones that took place (2 y 1,5 ml), floc formation is very slow almost imperceptible which also increase the time of sedimentation. Concludes that mining wastewater generates environmental risk with possible negative consequences into the biota and the man in the district of Llalli

**KEY WORDS:** water contamination, environmental evaluation, environmental risk, water quality, Leopold matrix.

## I. INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental que afecta esta zona es debido a la actividad de empresas mineras, que hacen un daño irreversible al ambiente para lo cual el estado persigue el equilibrio entre los derechos y obligaciones de los mineros artesanales y empresas enfatizando el tema ambiental de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs).

Actualmente hay afloramiento de aguas subterráneas ácidas hacia el río LLallimayo por la remoción de tierras de los proyectos mineros de la zona y posteriormente al río Ramis que resulta afectada y que además incide directamente en toda la zona del Distrito de Ayaviri e indirectamente en sus actividades ganaderas, agrícolas domésticas y otros.

La contaminación del río Lllallimayo por la actividad minera en la zona puede ser dañino si sobre todo contienen metales pesados los que pueden causar varios efectos no deseados en cierto tipo de individuos, como son: Perturbación de la biosíntesis de hemoglobina y anemia, incremento de la presión sanguínea o taquicardia, daño a los riñones, perturbación del sistema nervioso, daño al cerebro, disminución de las habilidades de aprendizaje de los niños, jóvenes y adultos, acidez estomacal, causadas por las partículas no degradables plúmbicas, problemas en la audición y equilibrio debilitamiento del tejido óseo por el depósito de las partículas plúmbicas no degradables en huesos. Cuando el mercurio ha alcanzado las aguas superficiales o suelos los microorganismos pueden convertirlo en metil-mercurio, sustancia que puede ser absorbida rápidamente por la mayoría de los organismos y que daña al sistema nervioso. Los peces son organismos que absorben gran cantidad de metil-mercurio del agua superficial cada día. Como consecuencia, el metil-mercurio puede acumularse en peces y en las cadenas alimenticias de las que forman parte (Mantilla, 2008).

La situación actual configura una problemática de tipo ambiental, social, de salud pública y de gestión de servicios urbanos, negativa. La existencia de la contaminación ambiental genera importantes impactos negativos que afectan directa o indirectamente, tanto los ingresos económicos de la población, así como su calidad de vida (Argota, 2013).

Una de las dificultades que se ha podido comprobar es que el agua de dicho río no cuenta con un plan, programa o estudio de riesgo e impacto ambiental que pueda remediar esta contaminación. Esta situación negativa hizo necesario realizar una Evaluación de la

Contaminación Impacto Ambiental del río en mención, que permitió identificar, evaluar y valorar los potenciales riesgos e impactos negativos que podrían presentarse como consecuencia de la contaminación del río Llallimayo el cual es afluente del río Ramis para luego llegar al Lago Titicaca, instrumento que permitirá disponer de una herramienta de trabajo a través de la cual será posible identificar y establecer prioridades, a fin de implementar las medidas de mitigación que eviten, rechacen y/o minimicen los impactos ambientales negativos sobre las áreas afectadas, y proteger los recursos naturales de la Micro Cuenca del Ramis y el Lago Titicaca (UNEP, 1996).

Por ello en el presente estudio se da a conocer los impactos ambientales negativos ocasionados por la contaminación por aguas subterráneas en el río Llallimayo. Basados en los anteriores planteamientos se determinó el siguiente objetivo general: Valorar el grado de Riesgo ambiental producido por la contaminación del aguas subterráneas en el río Llallimayo aplicando el análisis Matricial Causa – Efecto (Matriz de Leopold) y remediación por el método de precipitación de metales pesados de dichas aguas, para determinar la situación Ambiental actual del área de influencia; Identificar los impactos ambientales; directos e indirectos al medio ambiente físico, biológico y socioeconómico del área de influencia del río Llallimayo y determinar la calidad de agua y compararlos con Estándares de Calidad Ambiental para interpretar la magnitud e importancia del Impacto Ambiental de la contaminación por aguas subterráneas sobre los componentes ambientales.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Valorar el grado de Riesgo ambiental producido por la contaminación de aguas subterráneas en el río Llallimayo aplicando el análisis Matricial Causa – Efecto (Matriz de Leopold) y remediación por el método de precipitación de metales pesados de dichas aguas.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Realizar un estudio de Línea Base, para determinar la situación Ambiental actual del área de influencia del proyecto.
- Identificar los riesgos ambientales; directos e indirectos al medio ambiente físico, biológico y socioeconómico del área de influencia del río Llallimayo.
- Determinar los componentes fisicoquímicos del agua del río Llallimayo y compararlos con Estándares de Calidad Ambiental para interpretar la magnitud e importancia del Riesgo Ambiental de la contaminación por aguas subterráneas residuales mineras sobre los componentes ambientales.
- Desarrollar el método de precipitación para la remediación de las aguas del río Llallimayo

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

Del Valle Jurado, (2009). Ejecutó el proyecto de investigación que tuvo como premisa el hecho de que a pesar de tener aprobado los niveles máximos permisibles para efluentes líquidos producto de las actividades mineras y contar con mecanismos para controlar y penalizar en caso de contaminación de los recursos hídricos; estos mecanismos no disuaden a las empresas para que disminuyan su nivel de contaminación a los límites máximos establecidos. La propuesta que se desarrolla, se basa objetivamente en diseñar un instrumento de control económico y ambiental eficiente sobre los vertimientos mineros de la gran, mediana y pequeña minería sobre los recursos hídricos superficiales, a fin de que se cumplan, no solo los límites máximos permisibles, sino también los compromisos ambientales asumidos por las empresas mineras al inicio de sus operaciones y los cumplimientos de sus Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA).

Huaranga et al. (2012). Evaluaron la contaminación de las aguas de la cuenca alta, media y baja del río Moche (Trujillo, Perú), y en cuatro sectores de sus márgenes para suelos y cultivos, los metales pesados más representativos en el agua se presentaron en el Cuenca Alta durante el año de 1980: hierro (557,500 ppm), plomo (100,375 ppm), cadmio (4,550 ppm), cobre (6,900 ppm), zinc (262,900 ppm) y arsénico (9,000 ppm); mientras que en los suelos las mayores concentraciones se encontraron en la margen derecha de la Cuenca Baja para el año 1980: hierro (83,400 mg/kg); plomo (0,820 mg/kg); cadmio (0,012 mg/kg); cobre (1,240 mg/kg); zinc (0,380 mg/kg) y arsénico (0,016 mg/kg); en relación con la acumulación de metales en los cultivos, el hierro (0,6525 mg/kg) fue el de mayor predominio, siendo la yuca (*Manihot esculentus*) el cultivo donde se presentó.

Jaramillo Á, Amancio F (2012 – 2013). En su estudio determinaron en el municipio de Bojacá Cundinamarca (Colombia), que la mayoría de las muestras no cumplen con el valor mínimo permisible de cloro residual libre, por lo tanto, según el índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano (IRCA), son clasificadas como no aptas para consumo humano. Sin embargo, los demás parámetros analizados incluso los microbiológicos cumplieron los parámetros estipulados en la Resolución 2115 de 2007; Vilca (2011), en la localidad de Vilque del distrito de Puno en la fuente del manantial

presentó un pH de 6,81, la conductividad eléctrica de 185  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la dureza total de 187 mg/l, la alcalinidad de 61,18 mg/l, los cloruros de 8,33 mg/l, las muestras de agua del reservorio pH de 6,59, la conductividad eléctrica de 178  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la dureza total de 209,96 mg/l, la alcalinidad de 55,97 mg/l, los cloruros de 6,8 mg/l y las agua domiciliaria pH de 6,3, la conductividad eléctrica de 171,67  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la dureza total de 176,46 mg/l, la alcalinidad de 51,9 mg/l, los cloruros de 6,81 mg/l; todos éstos parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles y los valores microbiológicos se encuentran por encima de los valores permisibles.

Ministerio del Ambiente de Perú (2013). Elaboró una caracterización denominada, “Línea Base Ambiental de la Cuenca del Lago Titicaca”, en la que realizó un diagnóstico de la situación vital de la Cuenca del Lago Titicaca, que proporciona un panorama del estado de los ecosistemas en función de sus recursos físicos, bióticos y socioeconómicos, para establecer los lineamientos y orientar acciones para la Recuperación de la Calidad Ambiental de la Cuenca del Lago Titicaca en articulación con los actores directos e indirectos constituidos a través de la Comisión Multisectorial para la Prevención y Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago Titicaca y sus Afluentes. (Ministerio del Ambiente, 2013).

Argota G, Miranda E, Argota H. (2013). En su tesis titulada “Predicción Eco toxicológica de parámetros fisicoquímicos, plomo y cadmio en el río Ramis - Cuenca hidrográfica Titicaca, Puno-Perú”, tuvieron como objetivo evaluar la predicción eco toxicológica de parámetros físico químicos de calidad ambiental de las aguas, así como el efecto de toxicidad por exposición a plomo y cadmio mediante un bioensayo piloto con la especie *Gambusia punctata*. Como parámetros físico-químicos se determinó la conductividad eléctrica, dureza total, alcalinidad total, sólidos totales, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno. Con todos los parámetros se realizó una predicción ecotoxicológica mediante el programa Gecotox, además de determinarse el efecto de toxicidad aguda de las aguas a través de la especie como modelo experimental. Con esta especie fue determinado conjuntamente, el efecto bioacumulativo en las branquias e hígado, niveles de plomo y cadmio. Como resultados obtuvieron que entre los meses no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) y que tuvieron un gran peso dentro del sistema, explicando el 82,89 por ciento del peso y la varianza. El programa Gecotox, indicó riesgo alto para las

aguas en la zona de convergencia residual ambiental ya que estas presentaron un efecto de toxicidad aguda letal muy cercano al 50 por ciento de dilución total, finalmente, los metales estudiados mostraron capacidad de Bioacumulación, y se confirmó que las aguas del río Ramis presentan efectos eco toxicológicos.

Apaza & Calcina (2014). En la desembocadura del río Ramis, los resultados del análisis de agua de los metales pesados (Fe, Zn, Cu, Mn, Cd, Hg y As), se encuentran por debajo de los límites permisibles. Mientras que en una muestra de agua el Pb (0,014 mg/l) se encontró por encima del límite permisible según los valores guía de USEPA para metales totales.

Afán & Flores (2015). Evaluaron la presencia de plomo y arsénico en agua potable en el distrito de Hualgayoc, provincia Hualgayoc, Departamento de Cajamarca, en muestras de agua los resultados indicaron la concentración promedio de arsénico de 0,0060 mg/l (0,0000 mg/l y 0,0213 mg/l), la concentración promedio de Plomo fue de 0,0564 mg/l (0,0105 mg/l – 0,1587 mg/l) encontrándose que el 27% supera los LMP dados por la DIGESA, encontrándose que el 100% superan las concentraciones del LMP dados por la DIGESA.

Lozada, et al. (2017). Realizó estudios para obtener los resultados de los metales de estudio en las aguas de la Laguna de Metztitlan en época de estiaje y en época de lluvias; este estudio determino el logaritmo natural (LOGn) de cada concentración más uno, para así de esa manera, tener una mayor visualización sobre la concentración de metales pesados. La concentración que se encontró de metales pesados (Pb, Cd, y Cr) en los tejidos de la carpa en ambas épocas, siguieron un igual orden de concentración en los tejidos Pb>Cd>Cr, de donde en épocas de estiaje la mayor afinidad bioacumular este metal fue en los huesos y como segundo lugar la piel, mientras que en épocas de lluvias no se presentó en ninguno de los tejidos, esto sugiere que este metal es menos disponible debido al constante movimiento y a la alta dilución por el efecto de las lluvias, ya que el Pb es un metal pesado que muestra gran absorción a través de las branquias y la piel.

Meza (2018). Cuantificó plomo y arsénico, en agua de río cañete y del reservorio central provenientes del río Cañete en el anexo de Huancapuquio, distrito de Chocos, de la provincia de Yauyos, en 10 muestras de aguas de los caños encontró que la concentración promedio de plomo, en las muestras proveniente de caño fue de 11,8 µg

Pb/l con una concentración mínima de 2,44  $\mu\text{g Pb/l}$  y una máxima de 26,31  $\mu\text{g Pb/l}$ . (OMS y la NTP 10  $\mu\text{g Pb/l}$ ); en el reservorio central se encontró un promedio de 9,88  $\mu\text{g Pb/l}$ . La concentración de arsénico en muestras de caño fue de 3,39  $\mu\text{g As/l}$  y solo el 5% de las muestras superaron los límites máximos permisibles dados por la OMS y el 100% no superan las NTP, el reservorio el promedio fue de 5,57  $\mu\text{g As/l}$  y solo el 10% de las muestras superaron los límites máximos permisibles dados por la OMS (10  $\mu\text{g As/l}$ , y en ambos casos no excede las NTP (50  $\mu\text{g As/l}$ ).

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Medio ambiente.

El ambiente es el conjunto de elementos sociales, económicos, culturales, bióticos y abióticos que interactúan en un espacio y tiempo determinados; lo cual podría graficarse como la sumatoria de la Naturaleza y las manifestaciones humanas en un lugar y tiempo concretos. (Andaluz, 2012).

**2.2.1.1. Medio Físico o Medio Natural:** es el sistema constituido por los elementos y procesos del ambiente natural y sus relaciones con el hombre. A su vez lo componen 3 subsistemas:

- Medio Inerte: aire, tierra, agua.
- Medio Biótico: flora y fauna.
- Medio Socio-económico: constituido por estructuras, condiciones sociales, histórico-culturales-patrimoniales y económicas de la población de un área determinada. (May, 2010).

### 2.2.2. Contaminación ambiental.

La contaminación ambiental se produce cuando el hombre introduce en el ambiente, directa o indirectamente, agentes físicos, químicos, biológicos o una combinación de estos; en cantidades que superan los límites máximos permisibles o que permanecen por un tiempo tal, que hacen que el medio receptor adquiera características diferentes a las originales, resultando perjudiciales o nocivas para la Naturaleza, la salud humana o las propiedades. (Andaluz, 2012).

### **2.2.3. Contaminación del agua.**

La contaminación del agua se define como la presencia de sustancias u organismos extraños en un cuerpo del agua en tal cantidad y con tales características que impiden su utilización con propósitos determinados. (Arellano, 2002).

### **2.2.4. Contaminación de suelo.**

Desde siempre el suelo ha sido utilizado para depositar los residuos, incluyendo los que han sido removidos del aire y de la tierra. En los últimos años, la mayor parte de los esfuerzos en cuanto a la protección ambiental se han abocado a limpiar el aire y el agua, así como el de evitar que sigan contaminando, esto porque su relación con los problemas de salud en la población es más directa. Sin embargo, no deben descuidar los aspectos de la contaminación de suelo, ya que amenazan no solo a los usos futuros del mismo, sino también la calidad de aire circundante, el agua superficial y el agua subterránea, debido a que los contaminantes en la superficie de la tierra se transportan hacia el aire como pueden ser las bacterias o virus que se propagan en los tiraderos a cielo abierto o cuando un relleno sanitario no cumple con las características idóneas de diseño y puede provocar que los lixiviados se trasfieran hacia el agua subterránea. (Arellano, 2002).

### **2.2.5. Riesgo ambiental.**

Se puede definir el riesgo o Impacto Ambiental (IA) como la variación, alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes. Esta alteración, de cierta magnitud y complejidad, es el resultado de los efectos de todas las acciones o actividades humanas por lo que puede generar efectos positivos o negativos. (Rodríguez, 2005).

#### **2.2.5.1. Identificación de Riesgo ambiental**

Con esta etapa, el estudio alcanza una de sus fases más importantes, se trata de definir las repercusiones que tendrán el proyecto o la actividad a realizar sobre el ambiente descrito y sobre sus elementos más significativos. Cada impacto deberá ser valorado sobre una base lógica, medible y fácilmente identificable. Posteriormente, el análisis debe llegar a una sinergia que permita identificar, valorar y medir el efecto acumulativo del total de los impactos identificados. (CHOLUCA, 2002).

Dentro de los estudios de impacto ambiental, uno de los puntos más relevantes es la identificación de los potenciales impactos ambientales resultantes de la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas.

La identificación de los impactos ambientales, es una de las tareas más complejas, y como ya se ha señalado, su realización implica una serie de pasos y actividades previas, sin las cuales no podrá realizarse una adecuada identificación de los mismos; estas actividades básicamente pueden resumirse dentro de los siguientes puntos:

- Conocer el proyecto y sus alternativas
- Conocer el ambiente o entorno donde se desarrollará el proyecto
- Determinar las interacciones entre ambos (relaciones recíprocas entre ambos)

Sin el desarrollo y conocimiento de cada uno de los puntos señalados anteriormente, no es posible realizar la identificación de los impactos ambientales, ya que esta actividad se desarrolla en dos líneas paralelas, una que analiza el proyecto y que desemboca en la identificación de acciones susceptibles de generar impactos significativos y otra que analiza el entorno afectado para identificar los factores del medio que presumiblemente serán alterados por aquellas acciones.

Ambas líneas confluyen en una tarea destinada específicamente a la identificación de los efectos potenciales mediante la búsqueda de relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores, utilizando para ello técnicas adecuadas.

Cabe señalar que, aunque la palabra “impacto” ha adquirido un significado de negatividad entre los individuos con limitada experiencia en los procesos de evaluación; los impactos son meras consecuencias de acciones propuestas. Estas consecuencias pueden ser por sí mismas adversas o benéficas, significativas o no significativas. De este modo, la identificación de impactos no solo está encaminada a determinar aquellos efectos perjudiciales resultantes de la ejecución del proyecto, sino también aquellos que resultarán benéficos para el entorno, entendiendo como parte de éste a la población y sus interacciones socioeconómicas. (CESEL, 2009).

### **2.2.5.2. Evaluación de riesgo ambiental**

La evaluación de Impacto Ambiental es una herramienta predictiva de la Gestión Ambiental que permite de manera previa, conocer que consecuencias va a tener una actividad sobre el medio ambiente, así mismo, sirve también para prevenir futuros impactos, evitando de manera posibles multas y costos derivados de las restauraciones ambientales (Chávez, 2004).

### **2.2.5.3. Valoración de riesgo ambiental**

Se reconoce que el proceso de valoración de los riesgos o impactos ambientales tiene un componente subjetivo basado en el juicio de valor o criterio profesional de los expertos involucrados en el estudio de impacto. Como este criterio es variable entre los distintos expertos, dependiendo de su profesión y del grado de desarrollo de las teorías fundamentales de cada disciplina, es recomendable que la valoración la realice un grupo interdisciplinario de expertos a fin de incrementar la validez de la tarea. Más aún, los distintos métodos desarrollados apuntan a asegurar que la identificación y valoración de los impactos se fundamente en juicios de valor explícitos, de modo de poder ser inspeccionados o analizados por colegas que sean técnicamente aceptables (Conesa Fernández-Vitoria, 2003).

## **2.2.6. Parámetros fisicoquímicos**

### **2.2.6.1. pH.**

Valor que determina si una sustancia es ácida, básica o neutra; calculando el número de iones presentes en el agua. Se mide en una escala de 7 a 14 (Neutra = 7; Ácida < 7; Básica > 7). Cuando el número de iones Hidrógeno ( $H^+$ ), exceden al número de iones Hidróxidos ( $OH^-$ ), la sustancia es ácida y cuando el número de iones Hidrógeno ( $H^+$ ), es igual al número de iones Hidróxidos ( $OH^-$ ), la sustancia es neutra.

La concentración del ión Hidrógeno, es un parámetro de calidad de importancia, para agua natural y residual. Todas las fases de tratamiento del agua de suministro y residual, la neutralización ácido-base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de corrosión, dependen del pH. Se miden convencionalmente, con el pH-metro (Carranza, 2001).

### **2.2.6.2. Conductividad**

Es la medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica, se reportan en microsiems/cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Esta capacidad, depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones; así como, la temperatura del agua. (Chincheros, 2009).

### **2.2.6.3. Sólidos Totales Suspendidos y Disueltos.**

Constituyen una medida de la parte de sólidos, en una muestra de agua, que pasa a través de un poro nominal de  $2,00 \mu\text{m}$  ó menos, en condiciones específicas. La concentración total de sustancias o minerales disueltos es un parámetro, útil para conocer las relaciones edáficas y la productividad en un cuerpo de agua natural; de allí que los STD, se pueden determinar por filtración (básicamente o multiplicando por un valor constante de 0,55 del valor de la Conductividad) y evaporando una determinada cantidad de agua, a baja temperatura ( $\pm 105,00^\circ\text{C}$ ). Entonces, STD, es el residuo seco, que contiene materia orgánica e inorgánica.

## **2.2.7.- Remediación**

### **2.2.7.1.- Fase de neutralización**

La adición de sustancias alcalinas al agua para elevar su pH hasta alcanzar las condiciones más adecuadas para la precipitación de los metales pesados.

Los productos más comúnmente utilizados para ello son: cal, cal hidratada, caliza micronizada, óxido de calcio, óxido de magnesio, carbonato sódico, hidróxido sódico y amoníaco.

Los distintos metales que suelen encontrarse en disolución tienen un pH óptimo para su separación (nivel de neutralización)

El tipo de metales y su concentración, son determinantes para elegir el método y la especie química más adecuada a utilizar.

En la mayoría de las instalaciones se trabaja elevando el pH hasta valores cercanos a 9. Pero esto no sería conveniente si la solución contiene iones Mn.

#### 2.2.7.2.- Fase de oxidación

El objetivo es promover y acelerar los procesos de oxidación e hidrólisis, que son los que determinan que se formen compuestos insolubles.

Este proceso se realiza en tanques de aireación, donde el oxígeno atmosférico se incorpora a la lechada formada por el agua ácida y los productos neutralizantes mediante turbinas de agitación o inyectores de aire.

En estas condiciones de pH alcalino y alta concentración de oxígeno, los cationes metálicos oxidan y se hidrolizan a sus respectivos hidróxidos, y los aniones, como el arseniato y el antimoniato, forman compuestos insolubles con algunos de los metales pesados presentes en disolución.

Se puede utilizar como oxidante: Ozono ( $O_3$  aq), Cloro ( $Cl_2$ ) en la forma de ácido hipocloroso como HOCl, Dióxido de cloro como  $ClO_2$ , Permanganato de potasio como  $KMnO_4$

#### 2.2.7.3.- Fase de precipitación

El último paso del proceso, es la separación y eliminación de la fase líquida de todos estos compuestos metálicos y no metálicos insolubles.

Para ello, en el canal de rebose de los tanques de aireación se añade un floculante primario antes de que el agua pase a los decantadores, donde las partículas en suspensión precipitan y los flóculos de precipitados coloidales se retiran con ayuda de un polielectrolito aniónico.

Los fangos que se retiran de los decantadores se suelen almacenar en balsas, donde una vez secas, se extraen por campanas, para depositarlos en vertedero.

En algunas plantas se recurre a la instalación de filtros o centrifugadoras para reducir el contenido en agua de los lodos antes de su almacenamiento.

El agua sobrenadante de estas balsas suele recircularse a la planta para proceder a su tratamiento.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio.

El proyecto de investigación se ubica en la Provincia de Melgar, Distrito de Llalli, dentro de la unidad geográfica de Sierra y en la sub unidad geográfica del Altiplano.



**Figura 1. Ubicación del Estudio de Investigación.**  
Fuente: Google Earth, 2019

##### 3.1.1. Área del proyecto

En la provincia de Melgar comprende los distritos de Ayaviri, Cupi, Llallí, Macari y Umachiri, en la Provincia de Lampa comprende los distritos de Calapuja, Nicasio, Pucara y Ocuvi; así mismo con una población ganadera (vacuno, ovino, camélido y porcino) de 1 326 553 animales, que beben mensualmente un volumen hídrico de 0,126 MMC de agua y que anualmente su demanda hídrica es de 1,506 MMC, cifra que representa el 31,06% del volumen total demandado.

El Distrito de Llalli se encuentra ubicado dentro de la unidad geográfica de Sierra y dentro de ella en la sub unidad geográfica del Altiplano. La sub unidad geográfica Altiplano, región Suni o Jalca, se encuentra en una altitud que va desde 3 500 a 4 100 m.s.n.m.; presenta una topografía relativamente plana o medianamente accidentada; la temperatura promedio anual oscila desde 0,06° C. Hasta 19° C, con una precipitación promedio anual de 845 m.m. La población estimada es de 3907 habitantes (FUENTE: INEI – Censos Nacionales: XI de Población y VI de Vivienda 2011).



**Figura 2. Área del Proyecto Distrito de LLalli**  
Fuente: Google Earth, 2019

### Subcuenca LLalimayo

La subcuenca del río Llallimayo tiene un área de 1 971 km<sup>2</sup> con un perímetro de 284 km, su parte más elevada está en la cota 5 327 msnm en el nevado de Lamparasi y su parte más bajase ubica en la cota 3 894 msnm donde el río Llallimayo confluye con el río Santa Rosa, limita con las cuencas de Apurímac, Coata, subcuencas de Santa Rosa y Ayaviri. Se ubica entre las coordenadas Este de 271 887 a 314 201 y Norte de 8 300 863 a 8 385 821. La longitud total del río principal es de 88 km resultando una pendiente mínima de 0,16% en las partes bajas a 3,9% en las partes altas, presenta la dirección Este y tiene forma triangular con su base mayor en la línea que unen las lagunas de Ananta y Chullpia y como vértice su salida al río Ayaviri en el sector denominado Chuquibambilla.

### 3.2. Contaminación del río LLallimayo

En la actualidad existe un conflicto social entre la Empresa Minera ARUNTANI S.A.C., y la población de los distritos de Llallí, Ocuvi, Umachiri, Macari y Cupi, Por la afectación de aguas del río Llallimayo, que se encuentra ubicado en la Intercuenca Ramis, vertiente del Titicaca; según el informe 077-2017 de la OEFA (organismo de evaluación y fiscalización ambiental) la evacuación de aguas contaminadas devienen del botadero de “Yesica”, se detectó que allí existe afloramiento de agua subterránea ácida con altas concentraciones de cobre, aluminio, cobalto, hierro y magnesio. La misma que afectaría probablemente el cauce natural del río Llallimayo, que perjudica la agricultura intensiva y ganadería; Los representantes del “Comité de lucha de Recursos Hídricos y Medio Ambiente del distrito de Llallí”, se encuentran en una mesa de diálogo con participación de los actores involucrados en Recursos Hídricos, por afectación de río Llallimayo por las actividades que realiza la empresa, en la actividad de extracción del material aurífero.

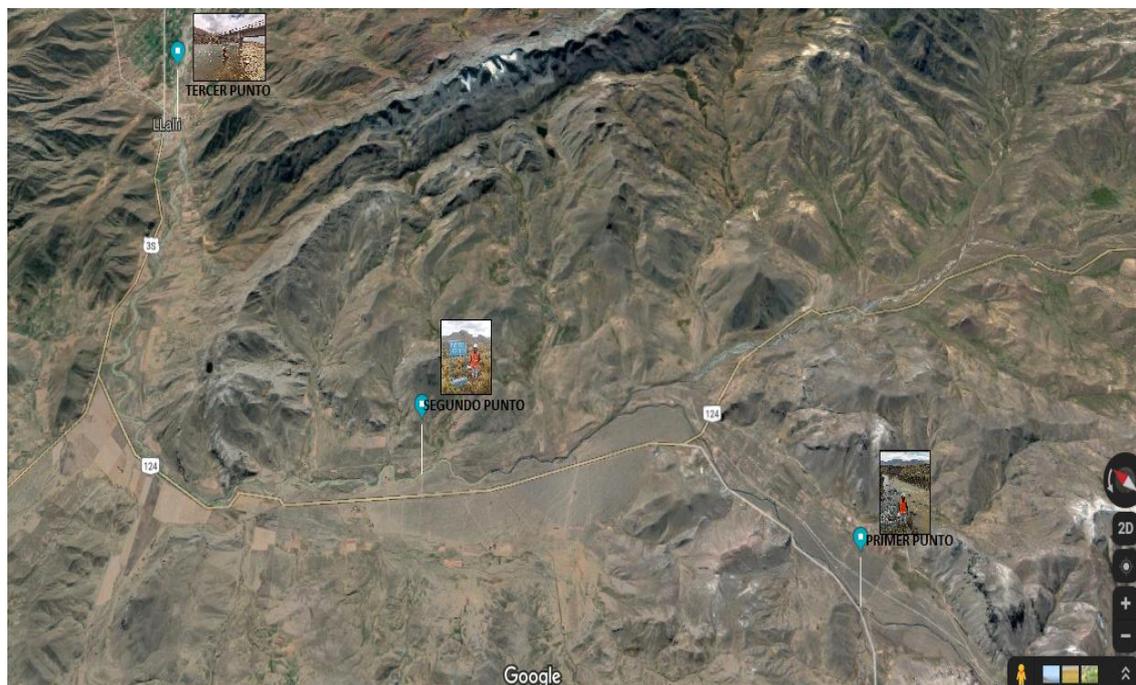
#### 3.2.1. Ubicación de los lugares de muestreo del área de estudio

La tabla 1 que se adjunta, presenta la ubicación de los puntos de muestreo para los análisis de los componentes fisicoquímicos a lo largo del río LLallimayo.

Tabla 1. Ubicación de los puntos de muestreo

Punto de muestreo	Descripción	Coordenadas UTM	
		E	N
P1	Este punto se trata de la unión de dos ríos los cuales son uno claro y el otro turbio	390754,574m	8249016,824m
P2	Este punto se encuentra ubicado el Puente TICARJANI el cual se observa que agua se mantiene turbia y que comienza a precipitarse y formar sólidos.	390771,558m	8249023,843m
P3	Este punto se encuentra ubicado en el Puente LLALLI se observa agua ligeramente clara hay bastante cascajo y arena fina, con mayor cantidad de residuos sólidos precipitados.	295536,121m	8336957,728m

En la figura 3 se observa los lugares de puntos de muestreo a lo largo del curso del río Ayaviri



**Figura 3. Lugares de puntos de muestreo a lo largo del curso del río LLallimayo**

Fuente: Google Earth, 2019

## **MUESTRA**

### **3.2.2. Muestreo de aguas**

Se realizó el muestreo en zonas de máximo caudal de agua, evitando la remoción de sedimentos. La toma de muestras se realizó en recipientes de polietileno de alta densidad, lavados previamente en el laboratorio con ácido nítrico al 1% de acuerdo al protocolo. Se cebó tres veces el recipiente con agua de río del punto de muestreo respectivo. Para las muestras de sedimentos se realizó el mismo procedimiento de acuerdo al protocolo (anexo 2).

### **3.3. Metodología:**

#### **3.3.1. Método de Leopold**

Para la utilización de la Matriz de Leopold, el primer paso consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual, se deben de tomar en cuenta todas las actividades que pueden tener lugar debido al proyecto. Se recomienda operar con una matriz reducida, excluyendo las filas y las columnas que no tienen relación con el proyecto. Posteriormente y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales que puedan ser afectados significativamente, trazando una diagonal en las

cuadrículas donde se interceptan con la acción. Cada cuadrícula marcada con una diagonal admite dos valores:

1) magnitud: valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 5 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y – para los negativos.

La matriz de Leopold es "global", ya que cubre las características geobiofísicas y socioeconómicas, además de que el método incluye características físicas, químicas y biológicas. El método no es "selectivo", no se distingue, por ejemplo, entre efectos a corto y largo plazo.

La matriz puede acomodar datos cuantitativos y cualitativos. Pero no prevé medios para discriminar entre ambos tipos de datos. Además, las magnitudes de las predicciones no están relacionadas explícitamente con las situaciones "con acción" y "sin acción". La "objetividad" no es un elemento sobresaliente en la Matriz de Leopold, ya que se puede libremente efectuar la propia clasificación en la escala numérica entre el 1 y el 5 y no contempla metodología alguna para determinar la magnitud ni la importancia de un impacto.

El enfoque matricial tiene sus limitaciones, aunque puede proveer una ayuda inicial en la configuración de los estudios necesarios y ser conveniente para efectuar un análisis preliminar entre diferentes alternativas, reducir el número de relaciones causa-efecto (impactos/celdas) a considerar y que sean preparadas una serie de matrices de acuerdo a las necesidades del estudio.

### **3.3.1.1. Evaluación de riesgo ambiental**

Para la identificación y evaluación de impactos, se hace necesario estudiar previamente las particularidades del medio ambiente, donde se desarrolla la actividad o el proyecto y de cada uno de sus componentes, así como, identificar las acciones derivadas del mismo, capaces de producir impactos en dichos componentes del medio. Las acciones identificadas responden a los criterios siguientes: que sean significativas (o sea que produzcan algún efecto), que sean independientes y que sean medibles.

Se presenta el procedimiento mediante el cual será posible acometer la valoración cualitativa y cuantitativa del Impacto ambiental. Para el efecto, se propone la adopción indicadores ambientales, los cuales fueron desarrollados de acuerdo con los componentes ambientales susceptibles de ser afectados por la contaminación como consecuencia de las actividades mineras que se encuentra dentro de la zona del río Llallimayo.

Para el análisis de los impactos ambientales potenciales del proyecto se ha utilizado el método matricial (Método de Leopold), el cual es un método bidimensional que posibilita la integración entre los componentes ambientales y las actividades del proyecto.

Consiste en colocar en las filas el listado de las acciones o actividades del proyecto que pueden alterar al ambiente, y sobre sus columnas se coloca el listado de los elementos/componentes y atributos del ambiente que podrían ser afectados por las actividades del proyecto.

### 3.3.1.2. Criterios de Calificación

Se evaluó expresar cuantitativamente cada uno de estos indicadores de manera separada de acuerdo a los atributos que se dan a continuación:

Tipo de impacto (P, N).

Magnitud (M).

Los criterios de calificación de estos atributos se representan en la tabla 2, donde la definición de estos atributos se fundamenta en el comportamiento de impactos típicos conocidos, derivados de la contaminación del río Llallimayo por aguas residuales mineras:

**Tabla 2.** Criterios de calificación

Atributo		Calificación	Definición
Tipo de impacto		Positivo	Si el impacto de la actividad minera es beneficioso
		Negativo	Si el impacto de la actividad minera es adverso

Magnitud	Bajo	Se pronostica que la perturbación será ligeramente mayor que las condiciones típicas existentes.
	Moderado	Se pronostica que la perturbación es mayor que las condiciones típicas existentes.
	Alto	Se pronostica que los efectos están considerablemente por encima de las condiciones típicas existentes, pero sin exceder los criterios establecidos en los límites permisibles o sin causar cambios en los parámetros físicos, biológicos, socioeconómicos bajo los rangos de variabilidad natural o tolerancia social.
	Severo	Se pronostica que los efectos están por encima de las condiciones típicas existentes, excediendo los criterios establecidos en los límites permisibles causando cambios en los parámetros físicos, biológicos, socioeconómicos bajo los rangos de variabilidad natural o tolerancia social.
	Critico	Los efectos predecibles exceden los criterios establecidos o límites permitidos asociados con efectos adversos potenciales o causan un cambio detectable en parámetros físicos, biológicos, socioeconómicos más allá de la variabilidad natural o tolerancia social.

La calificación de riesgos realizado consistió en asignar valores en escala relativa, a todos los atributos del impacto analizados para cada una de las interacciones. La escala de valores relativa se representa en la tabla siguiente:

**Tabla 3. Valores para calificación de riesgos**

Atributo de evaluación	Incidencia	Valor ordinal
Tipo de riesgo	Positivo	+
	Negativo	-
Magnitud	bajo	1
	Moderado	2
	Alto	3
	Severo	4
	Critico	5

La asignación de valores a cada una de las interacciones analizadas generó un índice múltiple de Valor del Impacto, de acuerdo con la siguiente expresión matemática, cuyo

resultado representa el nivel de **significancia (S)** de las características cuantitativas y cualitativas del impacto:

$$S = A+B+C+D+E+F+G+H+I$$

Para la asignación de valores a cada uno de los impactos, según su atributo, se empleó la información proveniente de la matriz de Leopold y las observaciones, sugerencias y recomendaciones provenientes del proceso de participación y consulta a expertos en el tema.

A efectos de visualizar estas características cuantitativas y cualitativas del impacto analizado en la matriz de interacciones, se estableció un rango de valores a cada uno de estos

**Tabla 4. Rangos de valor**

Rangos de valor	Efecto pronosticado
0-9	Bajo
10-19	Moderado
20-29	Alto
30-39	Severo
40-45	Critico

En el presente caso, para facilitar la comprensión del análisis se elaboró la Matriz de calificación de Impactos Ambientales, que permite identificar los impactos ambientales potenciales mediante las interacciones entre las causas del proyecto y la Valoración de Impactos Ambientales, tabla 5.

**Tabla 5.** Matriz de calificación de riesgos ambientales  
**Matriz de Leopold (causa-efecto)**

COMPONENTE AMBIENTAL	ACCIÓN CAUSANTE	RIESGO AMBIENTAL	PARÁMETROS DE VALORACIÓN									VALOR INTEGRAL	SIGNIFICANCIA		
			A	B	C	D	E	F	G	H	I				
AMBIENTE FÍSICO	SUELO														
	AGUA														
	AIRE														
AMBIENTE BIÓTICO	FLORA														
	FAUNA														
AMBIENTE SOCIOECONÓMICO	Social														
	Económico														

FUENTE: Elaboración propia

### 3.3.2. Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros analizados del agua superficial de los diferentes puntos de muestreo, se realizaron en el laboratorio de la Empresa Minera Aruntani SAC:

#### **Potencial De Hidrógeno (pH)**

Método: Electrometría

#### **Conductividad Eléctrica ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )**

Método: Electrometría

#### **Sólidos Totales Suspendidos (mg/L)**

Método: Colorimetría

### 3.3.3. Remediación

Fase de neutralización

Fase de oxidación

Fase de precipitación

### 3.3.4. Materiales

#### **Instrumentos**

Probeta de 100ml marca Normax

Probeta de 10ml marca Kyntel

Bureta de 25ml marca Fortuna

Fiola de 100ml marca Duran

Fiola de 250 ml marca Pírex

Baguetas, pinzas S/M

Matraz Erlenmeyer de vidrio 250ml marca Scott

Pipetas volumétricas de 10ml marca Fortuna

Pipeta aforada de 5ml marca Fortuna

Vasos precipitados 100ml marca Fortuna

Vasos precipitados 250ml marca Fortuna

Pipetas volumétricas 10ml marca Fortuna

Tubos de ensayo con rosca 10ml de marca Fortuna

Espátula de acero inoxidable mango de madera

Varilla de vidrio marca Fortuna

Embudo de vidrio

Papel filtro 598/2 (watman -40)

Gradilla para tubos de ensayo S/M

### **Equipos**

Equipo de absorción atómica Marca Perkinelmer analyst 200

pHmetro STF2100-F Fermelo Biotec

Espectrofotómetro Nova 60A

### **3.3.5. Reactivos e insumos**

Ácido clorhídrico (HCl) 1N, 5N p.a. Merck. Darmstadt, Germany

Hidróxido de sodio (NaOH) al 35% (p/v)

Agua purificada

Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) AL 96% (d=1,84) p.a. Merck. Darmstadt, Alemania

Agua destilada pH 6,96 ± 0,12

Indicador anaranjado de metilo

Sulfato de aluminio (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Área de influencia del río Llallimayo

En la provincia de Melgar comprende los distritos de Ayaviri, Cupi, Llallí, Macari y Umachiri, en la Provincia de Lampa comprende los distritos de Calapuja, Nicasio, Pucara y Ocuvi. Se tiene la siguiente tabla 6

**Tabla 6.** Población del área de influencia del río Llallimayo

DPTO	PROV.	DISTRITO	POBLACION TOTAL	URBANA		RURAL	
				HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
<b>Puno</b>	Melgar	Cupi	2572	142	175	1092	1163
		Llalli	3907	939	1901	956	945
		Macari	7971	1215	1181	2775	2822
		Umachiri	4104	307	327	1665	1805

Fuente: INEI-2007.

Así mismo con una población ganadera (vacuno, ovino, camélido y Porcino) de 1 326 553 animales, que beben mensualmente un volumen hídrico de 0,126 MMC de agua y que anualmente su demanda hídrica es de 1,506 MMC, cifra que representa el 31,06% del volumen total demandado.

### 4.2. Niveles de contaminación de aguas del río Llallimayo

Los resultados de análisis de las aguas del río, fueron realizados en el Laboratorio de la Empresa minera Aruntani SAC

### 4.3. Análisis de la contaminación en aguas del río Llallimayo por parámetro de medida

La presencia de sólidos totales disueltos, en el río Llallimayo, hace necesario un análisis de los diferentes parámetros de medida en los diferentes puntos de muestreo, para poder determinar el avance de la contaminación del río Llallimayo y tener un real conocimiento de la contaminación en base a los datos reportados por el laboratorio de la empresa.

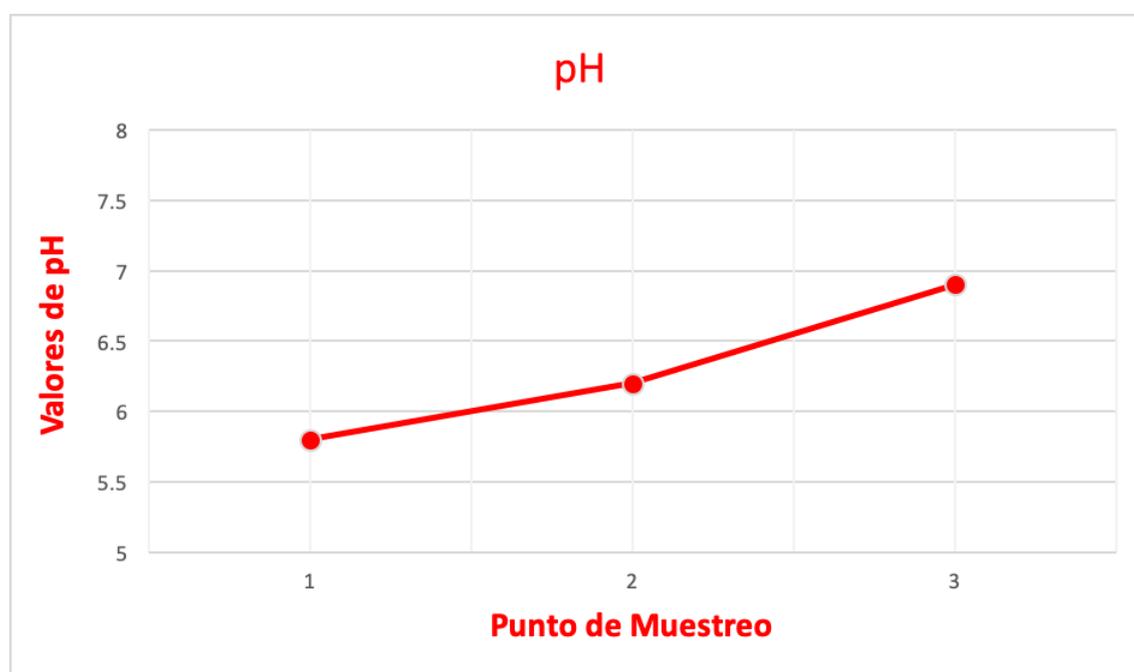
### 4.3.1. Variación del pH

La siguiente tabla muestra los resultados del pH, en las muestras de aguas en los puntos de muestreo del río Lllallimayo, analizadas de acuerdo a la metodología expuesta en el ítem 3.3.1.

**Tabla 7.** Parámetro fisicoquímico: pH

pH			
Parámetro	P1	P2	P3
	5,80	6,20	6,90

Los valores de la variación del pH a lo largo del río Lllallimayo fluctúan entre el valor mínimo 5,80 y máximo 6,90, en los puntos de muestreo P1 y P3, (Tabla 7).



**Figura 4.** Variación del pH a lo largo del río Lllallimayo

Los datos referidos a este parámetro,  $\text{pH} = 6,90$  y  $5,80$ ; del proyecto en estudio no se encuentran dentro de estos límites legales encontrándose en todo caso, uno de ellos, dentro de los Límites Máximo Permisible (6,5 y 8,5). En referencia Arizaca, *et al* (2010), reportan que el pH, es menor en las cabeceras de la cuenca de río Ramis Punto L-1 (sub cuenca Azángaro) y punto K-7 (sub cuenca Ayaviri) que corresponden a agua de deshielo donde el pH mínimo es 7,1; y se incrementa a medida que recorre el río, llegando a un pH máximo de 9,3; Guerrero (2009), siendo el parámetro más importante el pH, se encuentra entre 7,0 –9,0, lo cual tiende a inhibir la movilidad

del As, Cu, Pb, Fe por la formación de hidróxidos que generan material en suspensión y finalmente son precipitados.

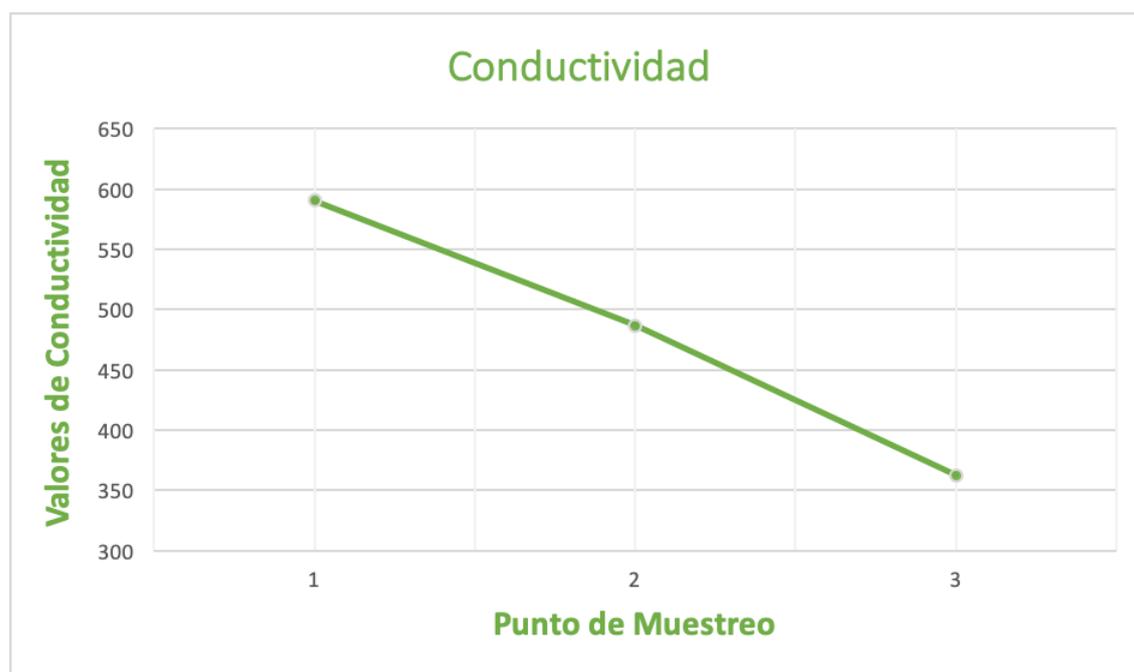
#### 4.3.2. Variación de la conductividad

La siguiente tabla muestra los resultados de la conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), en las muestras de aguas en los puntos de muestreo del río Llallimayo, analizadas de acuerdo a la metodología expuesta en el ítem 3.3.1.

**Tabla 8.** Parámetro fisicoquímico: Conductividad

Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )			
Parámetro	P1	P2	P3
	590,16	486,45	362,79

Los valores de la variación de la conductividad a lo largo del río Llallimayo fluctúan entre el valor mínimo 362,79  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y máximo 590,16  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , n los puntos de muestreo P3 y P1, (Tabla 8).



**Figura 5.** Variación de la conductividad a lo largo del río Llallimayo

Indica un valor promedio de 476,46  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , superior al límite de aguas superficiales, porque arrastran cantidades de sustancias iónicas. En referencia Apaza, (2016) reporta que no se supera este valor en el Inicio 422  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , en el Centro 401  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y en la zona de la final de la comunidad 402  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , por tanto no existe problemas de conductividad para riego y bebida de animales. Arizaca, *et al* (2010) reportan que la conductividad del

agua es función directa del pH, cuyos valores son: mínimo 130 uS/cm y máximo 871 uS/cm; es mínimo en los puntos L-1 y K-7.

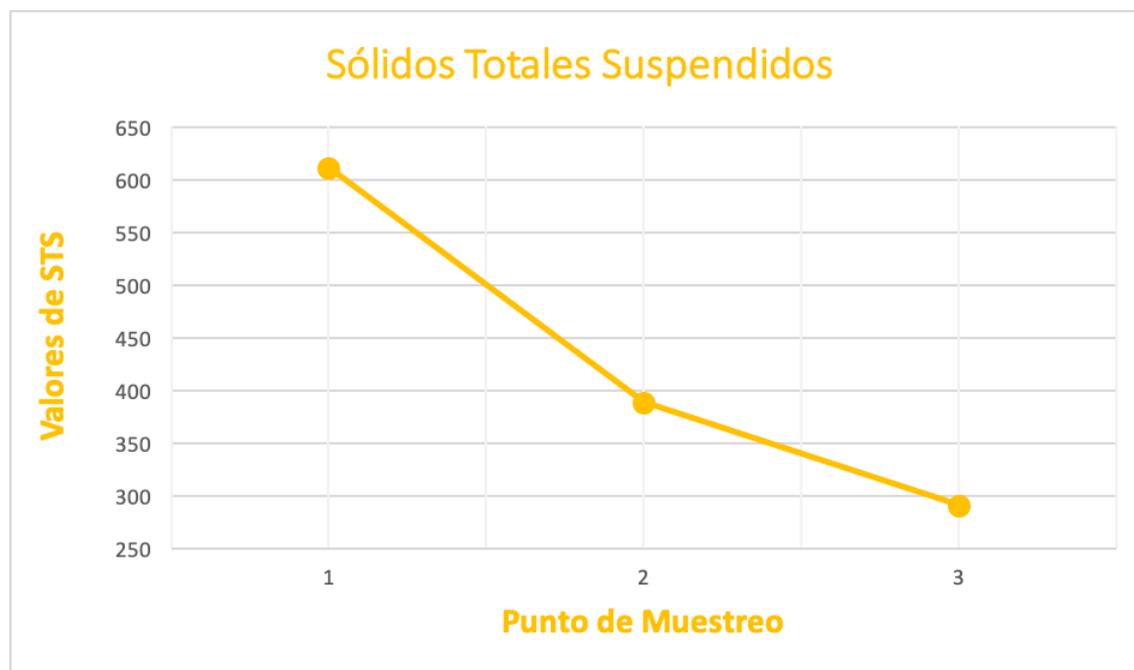
#### 4.3.3. Variación de los sólidos totales suspendidos

La siguiente tabla muestra los resultados de los sólidos totales suspendidos en las muestras de aguas en los puntos de muestreo del río Llallimayo, analizadas de acuerdo a la metodología expuesta en el ítem 3.3.1.

**Tabla 9.** Parámetro fisicoquímico: Sólidos Totales Suspendidos (mg/L)

Sólidos Totales Suspendidos (mg/L)			
Parámetro	P1	P2	P3
	611,45	388,65	290,77

Los valores de la variación de los sólidos totales suspendidos a lo largo del río Llallimayo fluctúan entre el valor mínimo 290,77 mg/L y máximo 611,45 mg/L, en los puntos de muestreo P3 y P1, (Tabla 9).



**Figura 6.** Variación de los sólidos totales suspendidos a lo largo del río Llallimayo

#### **4.4. Evaluación de los riesgos ambientales**

Para la valoración de los riesgos ambientales potenciales en el área de influencia se ha utilizado el Método de Leopold, el cual es un método bidimensional que posibilita la integración entre los componentes ambientales y las actividades mineras en la zona de Llalli y Ocuvi.

De acuerdo con los criterios expuestos en las tablas 3 y 4, se evaluó los riesgos ambientales en el río Llallimayo, Distrito de Melgar, llegándose a los siguientes resultados que se dan en la tabla 10.

**Tabla 10. Resultados de la valoración de riesgos ambientales**  
**MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE RIESGOS AMBIENTALES**

COMPONENTE AMBIENTAL	ACCIÓN CAUSANTE	RIESGO AMBIENTAL	PARÁMETROS DE VALORACIÓN										VALOR INTEGRAL	SIGNIFICANCIA		
			A	B	C	D	E	F	G	H	I					
AMBIENTE FÍSICO	SUELO	La calidad física del suelo está relacionada con la erosión superficial ocasionada por el movimiento de tierras y de escorrentía. Las características químicas pueden ser afectadas por derrames accidentales de hidrocarburos, u otras sustancias asociadas con descargas de relaves mineros que deterioran la calidad del suelo.	-	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	0	-12	Moderado
	AGUA	Se relaciona a cambios en la calidad física o química del agua superficial ocasionada por derrames accidentales de hidrocarburos, lavado de maquinaria, relaves y procesos de lixiviación minera	-	4	4	4	4	3	2	2	2	0	0	-22	Alto	
	AIRE	. Se refiere a efectos ambientales tales como: generación de polvo y material particulado por la actividad minera. Emisiones atmosféricas de fuentes móviles (gases de combustión de equipos y vehículos de transporte)	-	3	1	2	2	2	1	1	0	0	0	-10	Moderado	
AMBIENTE BIÓTICO	FLORA	Se relaciona con la intervención directa de la contaminación del agua a causa de la actividad minera y consecuente disminución de la cobertura vegetal acuática.	-	3	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	-14	Moderado
	FAUNA	Se relaciona con la afectación del hábitat de comunidades, planctónicas y bentónicas de arroyos, lagunas por adición de materiales o sustancias producto de la explotación minera	-	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	-11	Moderado	
AMBIENTE SOCIOECONÓMICO	SOCIAL	Afectación en su salud, de la población que habita en la zona de influencia producto la contaminación del río Llallimayo como consecuencia de la actividad minera.	-	2	2	2	2	1	1	1	0	2	2	-11	Moderado	
	ECONÓMICO	Se refiere a la demanda de trabajadores (calificados y no calificados) que se requiere durante el tratamiento de las aguas contaminadas del río Llallimayo.	-	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-9	Bajo	
		Posible generación de ingresos familiares	+	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	+18	Moderado	

FUENTE: Elaboración propia

Los resultados de la valoración de riesgos ambientales del total de componentes ambientales analizados por parámetro indican que muestran una afectación negativa debido a las aguas residuales mineras son: calidad de aire (riesgo ambiental moderado), aguas superficiales (riesgo ambiental alto), calidad del suelo (riesgo ambiental moderado), flora acuática (riesgo ambiental moderado), fauna, (riesgo ambiental bajo), Social (riesgo ambiental moderado y bajo), presentan riesgos de carácter negativo y solamente generación de ingresos y empleo (riesgo ambiental moderado), reflejan riesgos positivos (Tabla 10).

**Tabla 11.** Consolidado de la valoración de riesgos ambientales negativos y positivos

	<b>RIESGOS AMBIENTALES</b>	<b>%</b>
<b>RIESGOS NEGATIVOS</b>	-99	84,61
<b>RIESGOS POSITIVOS</b>	18	15,39
<b>TOTAL</b>	<b>117</b>	<b>100,00</b>

De acuerdo con los resultados de la Tabla 11, el máximo valor de afectación negativa al medio ambiente por las aguas residuales mineras del río Llallimayo es de -99 unidades cuando todos los riesgos presenten las características más adversas; de esto, el valor resultante para el proyecto es de 117 unidades que representa un riesgo porcentual negativo total de 84,61% y un riesgo porcentual positivo total de 15,39%.

### Análisis por categoría

**Tabla 12.** Consolidado de la valoración de riesgos ambientales por categorías

<b>CATEGORIA</b>	<b>RIESGO AMBIENTAL</b>	<b>%</b>	
<b>FÍSICO</b>	-54	46,15	
<b>BIÓTICO</b>	-25	21,36	
<b>SOCIOECONÓMICO</b>	Social	-20	17,09
	Económico	18	15,40
<b>TOTAL</b>	<b>117</b>	<b>100,00</b>	

De acuerdo con los resultados de la Tabla 12, del total de componentes ambientales analizados por categoría: físico el 46,15%, biótico 21,36% y social 17,09% presentan riesgos de carácter negativo y en lo económico un 15,40% refleja riesgo positivo. En

referencia, Cuentas (2009) concluye se ocasionará 14 impactos severos: 8 en el medio físico, 6 en el medio socio económico cultural, 68 impactos moderados (42 en el medio físico y 26 en el medio socio económico cultural), 32 impactos irrelevantes, existirán 20 impactos positivos correspondientes principalmente a la generación del empleo en las diferentes actividades del proyecto y la dinamización del comercio local.

### **Análisis por componente ambiental**

**Tabla 13.** Valoración de riesgos ambientales por componente.

<b>COMPONENTE</b>	<b>RIESGO AMBIENTAL</b>	<b>%</b>
Suelo	-12	10,25
Agua	-22	18,80
Aire	-10	8,56
	-10	8,56
Flora	-14	11,96
Fauna	-11	9,40
Social	-11	9,40
	-9	7,69
Económico	+18	15,38
<b>TOTAL</b>	<b>117</b>	<b>100</b>

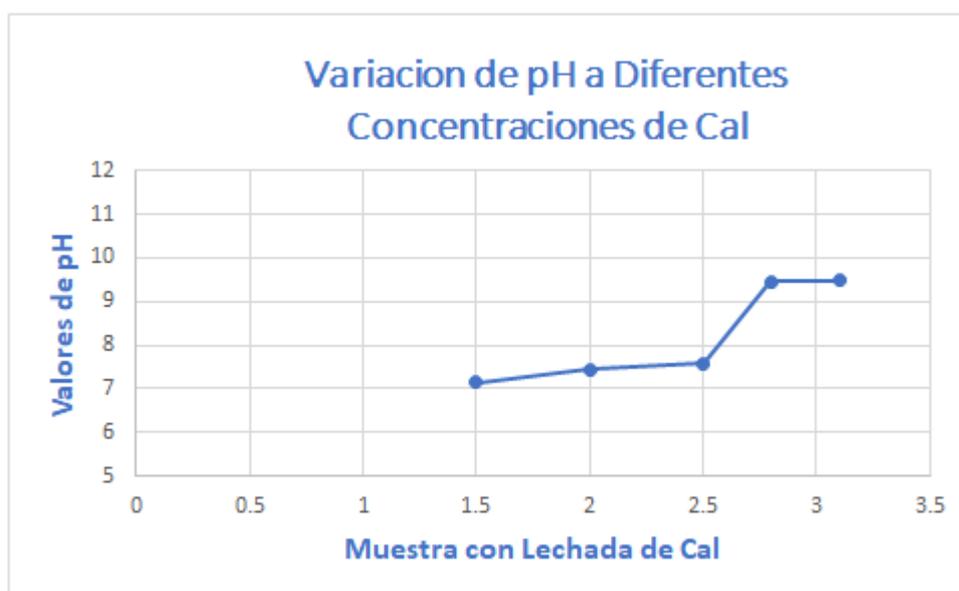
### **Prueba de remediación**

Se llevaron a cabo 5 pruebas con dosificaciones de 1,5, 2, 2,5, 2,8 y 3,1 ml de lechada de cal al 1% de cal útil.

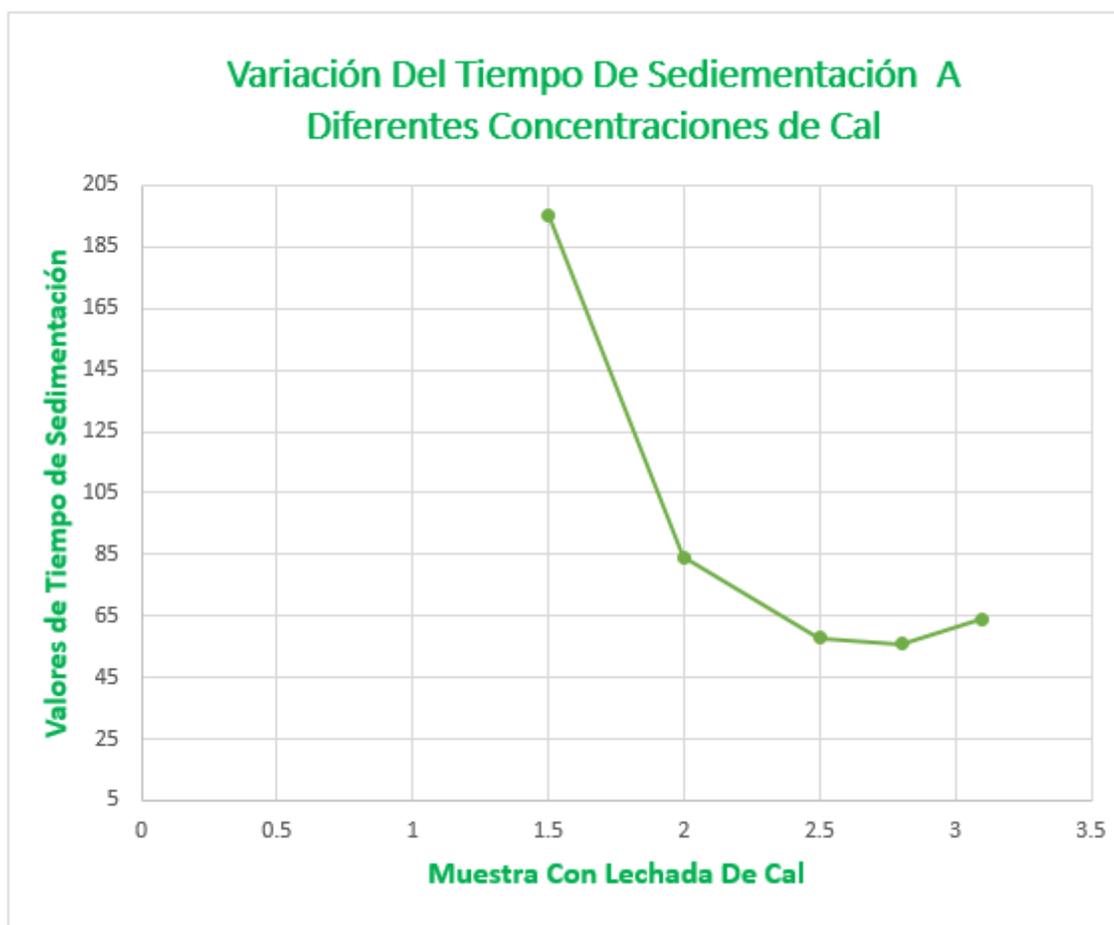
La tabla 14. muestra el comportamiento de la sedimentación a diferentes adiciones de lechada de cal cabe mencionar que los tiempos de acondicionamiento tanto para la lectura del pH natural como para la lectura del pH después de la adición de lechada fue de 15 minutos, la adición de floculante (sulfato de aluminio) usado en cada prueba fue de 5 ml

**Tabla 14.** Comportamiento de la variación del pH y sedimentación

Muestra con Lechada cal (ml)	Temp °C	pH Natural	pH Acond.	Tiemp. Sed (min)
1,50	3,4	6,90	7,15	195
2,00	6,6	6,80	7,45	84
2,50	5,2	6,60	7,58	58
2,80	6,9	6,70	9,46	56
3,10	3,8	6,80	9,49	64

**Figura 7.** Variación del pH

De la figura 7 se puede observar que con una adición de 2.5 ml de lechada de cal se llega a neutralización más óptima en la muestra.



**Figura 8. Tiempo de sedimentación**

De la figura 8 se puede observar el que el tiempo de sedimentación también tiene un comportamiento que a mayor concentración de lechada de cal menor es el tiempo de sedimentación.

Este estudio realizado en el río Llallimayo, permitió evaluar la exposición ambiental y ocupacional de los pobladores, generando información relevante sobre la magnitud de la problemática sobre todo en los aspectos del nivel de contaminación del medio ambiente y que contribuirá para la implementación de programas y acciones tendiente a afrontar esta realidad que golpea a los habitantes de la zona de LLalli.

## V. CONCLUSIONES

En el proyecto identificación y valoración de Riesgo ambiental de la contaminación por aguas residuales mineras en el río Llallimayo, se ha identificado que los sólidos totales en suspensión, están generando riesgo ambiental en la zona de estudio.

Del total de componentes ambientales analizados indican que muestran una afectación negativa debido a las aguas residuales son: calidad del suelo el 10,25% (riesgo ambiental moderado), aguas superficiales el 18,80% (riesgo ambiental alto), calidad de aire el 8,56%, (riesgo ambiental moderado), flora acuática el 11,96% (riesgo ambiental moderado), fauna el 9,40 % (riesgo ambiental moderado), social el 11,96% y 7,69% (riesgo ambiental moderado y bajo), presentan impactos de carácter negativo y solamente generación de ingresos y empleo el 15,38% (riesgo ambiental moderado), reflejan riesgos positivos.

De acuerdo a los resultados de los análisis se tiene que la variación del pH a lo largo del río Llallimayo fluctúan entre el valor mínimo 5,80 y máximo 6,90, en los puntos de muestreo P1 y P3; la variación de la conductividad a lo largo del río Llallimayo fluctúan entre el valor mínimo 362,79  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y máximo 590,16  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , en los puntos de muestreo P3 y P1; de la variación de los sólidos totales suspendidos a lo largo del río Llallimayo fluctúan entre el valor mínimo 290,77 mg/L y máximo 611,45 mg/L, en los puntos de muestreo P3 y P1; en referencia a los Límite Máximos Permisibles y aceptados en cuerpos de aguas superficiales: ríos, lagos, quebradas, etc., concluimos las aguas residuales mineras generan riesgo ambiental con posibles consecuencias negativas en la biota y el hombre en el distrito de LLalli.

La prueba con lechada de cal de 2,5 ml es la más óptima ya que con esta dosificación se llega a la neutralización completa de la solución, además que en comparación con las dosificaciones no hay considerables variaciones en el tiempo de sedimentación.

A dosificaciones menores a 2,5 ml de lechada de cal como las que se llevaron a cabo (2 y 1,5 ml), la formación de flóculos es muy lenta casi imperceptibles los cuales también aumentan el tiempo de sedimentación.

## VI. RECOMENDACIONES

El trabajo de investigación, recomienda cuidar de sus aguas superficiales y a evitar i/o controlar posibles contaminaciones, sean ellas antrópicas o naturales; para beneficio de las poblaciones actuales y venideras.

Exhorto, a consumir el agua, hervida o con previo tratamiento químico, como: Hipoclorito de Sodio, que elimina, por cierto, bacterias patógenas, además de clarificarlas; previniendo de esta manera, posibles enfermedades, que puedan adquirir, los niños, como: parasitosis, anemia, diarrea, palúdicas, etc.

Sugiero realizar campañas de sensibilización a la población asentadas en las riberas del río Llallimayo, sobre todo, a todos los pobladores de las diferentes comunidades adyacentes al río Llallimayo, para que tomen conciencia del cuidado de los cuerpos de agua, minimizando con ello, los efectos de la contaminación ambiental, por acciones antrópicas.

A la comunidad científica en general relacionada a realizar investigaciones en el campo de la remediación del agua, realizar experimentos de tecnologías, químicas o biotecnológicas para la remoción de metales, así como la disminución de la turbiedad, con la finalidad de ser aplicadas posteriormente en las plantas de potabilización adaptadas a las condiciones del Altiplano peruano.

A las entidades de salud relacionadas a la calidad de agua (DIGESA, MINSA, entre otros), realizar el control de calidad periódica en el agua de ríos adyacentes a las localidades y ciudades, considerando las épocas y temporadas de muestreo.

## VII. REFERENCIAS

- **Afán K. & Flores V.** (2015). Determinación por absorción atómica de plomo y arsénico en agua potable de viviendas del distrito Hualgayoc, Cajamarca – octubre 2017. Tesis de Químico Farmacéutico. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Norberth Wiener. Lima – Perú. 93 p.
- **Andaluz, W. C.** (2012). *Manual de Derecho Ambiental*.
- **Apaza R. & Calcina M.** (2014). Contaminación natural de aguas subterráneas por arsénico en la zona de Carancas y Huata, Puno. Rev. Investig. Antoandin. Vol. 16 (1): 51 – 58.
- **Arellano, D. J.** (2002). *Introducción a la Ingeniería Ambiental* (primera ed.). ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A. de C.V.
- **Argota G, Miranda E, Argota H.** (2013). “Predicción Eco toxicológica de parámetros fisicoquímicos, plomo y cadmio en el río Ramis - Cuenca hidrográfica Titicaca, Puno-Perú”. tesis pregrado Universidad Nacional del Altiplano.
- **Arroyo, A. J.** (2006). Aplicación de la Matriz de Leopold para la Identificación y Valoración de Impacto Ambiental en Minería. UNA - PUNO: Tesis para optar el grado de Ingeniero de Minas.
- **Bermejo, C. A.** (2005). *Evaluación de los Factores Físicos de la Bahía interior del Lago Titicaca - Puno, sector Chejoña*. UNA - PUNO: Tesis para optar el grado de Licenciado en Biología.
- **Cuentas Alvarado, Mario** (2009). *Evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por la actividad minera en la rinconada puno*, Repositorio Institucional PITHUA, Universidad de Piura. Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales, Julio 2009.
- **Chávez, C.** (2004). *Evaluación de riesgos ambientales para sitios mineros: caso del distrito minero santa maría de la paz*. México.
- **Choluca, M. D.** (2002). *Estudio de Impacto Ambiental para el Proyecto de Construcción y Operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Municipio de San Andrés Cholupa*. Cholupa.
- **Conesa Fernández-Vitoria, V.** (2003). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. España
- **Del Valle Jurado.** (2009). Diseño de un instrumento de control económico y ambiental

eficiente sobre los vertimientos mineros de la gran, mediana y pequeña minería sobre los recursos hídricos superficiales. tesis pregrado Escuela Universitaria Politécnica de Almaden, España.

- **ECA. (2010).** Normas Legales DS-010-2010-MINAM
- **GCP/ELS/008/SPA. (2009).** <http://www.fao.org...30329-07fbeat2365b50c707fe5ed283868f23d>.
- **Huaranga F., Méndez E., Quilcat V. & Huaranga F. (2012).** Contaminación por metales pesados en la Cuenca del Río Moche, 1980 – 2010, La Libertad – Perú. Scientia Agropecuaria. Vol. 3: 235 – 247.
- **Jaramillo Á, Amancio F. (2012 – 2013).** “Bioacumulación de metales pesados en peces y análisis de agua del río Santa y de la laguna Chinancocha-llanganuco”. Tesis pregrado. Universidad Nacional del Altiplano.
- **Lozada-zarate Ernesto, Pulido-Flores Griselda, Gordillo-Martínez Alberto y Prieto-García Francisco. (2017).** Determinación de metales pesados en *cyprinus carpio* en la laguna de Metztlán, Hidalgo, México. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Apartado Postal 1-69 C.P. 42001
- **Mantilla, M. B. (2008).** Efectos de la acuicultura en jaulas flotantes en el ecosistema acuático de la Bahía de Chucuito - Lago Titicaca. UNA-PUNO: Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente.
- **May, P. F. (2010).** *Guía Metodológica para la elaboración de una E.I.A. Leopold*. La Plata.
- **Ministerio del Ambiente. (2013).** *Línea Base Ambiental de la Cuenca del Lago Titicaca*. Lima.
- **Muñoz Razo, C. (2011).** *Como elaborar y asesorar una investigación de tesis* (2a ed.). Naucalpan de Juárez: PEARSON.
- **Reservasvalle, g. (2007).**  
[http://www.reservasvalle.galeon.comconcepto\\_de\\_fauna\\_y\\_flora.html](http://www.reservasvalle.galeon.comconcepto_de_fauna_y_flora.html). Obtenido de [http://www.reservasvalle.galeon.comconcepto\\_de\\_fauna\\_y\\_flora.html](http://www.reservasvalle.galeon.comconcepto_de_fauna_y_flora.html).
- **Rodríguez Reinoso, F. (1991).** *La contaminación ambiental. naturaleza y efecto de los contaminantes*. UNA, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, Perú.
- **Rodríguez, D. H. (2005).** *Estudios de Impacto Ambiental*. ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA.
- **UNEP, D. d. (1996).** Diagnóstico Ambiental del Sistema del Sistema Titicaca-

Desaguadero-Poopo-Salar de Coipasa (Sistema TDPS) Bolivia-Perú.

- **Universidad Técnica de Oruro**, (2007). Evaluación ambiental del lago poopó y sus ríos tributarios. *Monitoreo del Lago Poopó y sus ríos Tributarios*, 169.
- **Sotil, L.E., Flores, H.I.** (2016). Determinación de parámetros fisicoquímicos y Bacteriológicos del contenido de la Aguas del rio Mazan-Loreto. Tesis. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana- Loreto.

**ANEXOS**

**Anexo 1. Matriz de Leopold**

**Matriz de Leopold**

**A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS**

**A.1. TIERRA**

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| a. Recursos minerales       | d. Geomorfología                              |
| b. Material de construcción | e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo |
| c. Suelos                   | f. Factores físicos singulares                |

**A.2. AGUA**

- |                  |                            |
|------------------|----------------------------|
| a. Superficiales | e. Temperatura             |
| b. Marinas       | f. Recarga                 |
| c. Subterráneas  | g. Nieve, hielos y heladas |
| d. Calidad       |                            |

**A.3. ATMÓSFERA**

- |                                |                |
|--------------------------------|----------------|
| a. Calidad (gases, partículas) | c. Temperatura |
| b. Clima (micro, macro)        |                |

**A.4. PROCESOS**

- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| a. Inundaciones                               | d. Compactación y asentamientos |
| b. Erosión                                    | f. Estabilidad                  |
| c. Deposición (sedimentación y precipitación) | g. Sismología (terremotos)      |

**B. CONDICIONES BIOLÓGICAS**

**B.1. FLORA**

- |               |                         |
|---------------|-------------------------|
| a. Árboles    | f. Plantas acuáticas    |
| b. Arbustos   | g. Especies en peligro  |
| c. Hierbas    | h. Barreras, obstáculos |
| d. Cosechas   | i. Corredores           |
| e. Microflora |                         |

**B.2. FAUNA**

- |  |                        |
|--|------------------------|
| a. Aves                                  | f. Microfauna          |
| b. Animales terrestres, incluso reptiles | g. Especies en peligro |
| c. Peces y mariscos                      | h. Barreras            |
| d. Organismos bentónicos                 | i. Corredores          |
| e. Insectos                              |                        |

**C. FACTORES CULTURALES**

**C.1. USOS DE TERRITORIO**

- |                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| a. Espacios abiertos y salvajes | e. Zona residencial |
| b. Zonas húmedas                | f. Zona comercial   |
| c. Agricultura                  | g. Zona industrial  |
| d. Pastos                       | h. Minas y canteras |

**C.2. RECREATIVOS**

- |                 |                    |
|-----------------|--------------------|
| a. Caza         | e. Camping         |
| b. Pesca        | f. Excursión       |
| c. Navegación   | g. Zonas de recreo |
| d. Zona de baño |                    |

**C.3. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO**

- |                                  |                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| a. Vistas panorámicas y paisajes | e. Parques y reservas                |
| b. Naturaleza                    | f. Monumentos                        |
| c. Espacios abiertos             | g. Especies o ecosistemas especiales |
| d. Paisajes                      |                                      |

**C.4. NIVEL CULTURAL**

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| a. Modelos culturales (estilos de vida) | c. Empleo                |
| b. Salud y seguridad                    | d. Densidad de población |

**D. RELACIONES ECOLÓGICAS**

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| a. Salinización de recursos hidráulicos | e. Salinización de suelos |
| b. Eutrofización                        | f. Invasión de maleza     |
| c. Cadenas alimentarias                 | Otros                     |

**E. OTROS**

Fuente: LEOPOLD, L. *A procedure for evaluating environmental impact*. 1971.

**ANEXO 02. FORMATO DE CADENA DE CUSTODIA**

<p><b>TESIS DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p><b>"IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE RIESGO AMBIENTAL DE LA CONTAMINACIÓN POR AGUAS SUBTERRÁNEAS ACIDAS EN EL RIO LLALLIMAYO -DISTRITO DE OCUVIRI- LAMPA"</b></p>									
<p>FORMULARIO PARA TOMA DE MUESTRAS LIQUIDAS</p>					<p>CADENA DE CUSTODIA</p>				
<p><b>PLANTILLA DE CAMPO</b></p>									
Código de la muestra	Hora de muestreo	Coordenadas		Matriz líquida-lugar		Nro. de contenedor	Parámetros <i>in situ</i>		Observaciones
		Latitud	Longitud	Tipo de muestra	Lugar de muestreo		pH	Cond. Elect.	
M1									
M2									
M3									
M4									
M5									
M6									

Personal de Muestreo.....:

Nombre de custodio:.....

Firma:.....

### **ANEXO 03. PROTOCOLOS DE MUESTREO**

#### **Preparación**

##### **Protocolo de limpieza (frascos y materiales para toma de muestras)**

Material nuevo:

- ✓ Limpieza con agua caliente y detergente
- ✓ Enjuague con agua de pila y luego con agua destilada
- ✓ Inmersión en baño de  $\text{HN03}$  10% (v/v) 10 días
- ✓ Enjuague con agua destilada y desionizada (Milli-Q)
- ✓ Inmersión en baño  $\text{HN03}$  5% (v/v) 5 días
- ✓ Enjuague con agua destilada y desionizada

Material que fue utilizado:

- ✓ Enjuague con agua de pila
- ✓ Enjuague con agua destilada
- ✓ Inmersión en baño  $\text{HN0}_3$  5% (v/v) 5 días
- ✓ Enjuague con agua destilada y desionizada

Todos los frascos preparados deben conservarse hasta la toma de muestra en bolsas de polietileno.

#### **Protocolo de muestreo**

##### **Recomendaciones**

- ✓ No salir solo a tomar muestras.
- ✓ El coordinador debe conocer el itinerario de muestreo.
- ✓ Tomar precauciones para muestreo de aguas superficiales.
- ✓ Llevar el implemento de seguridad personal.
- ✓ Llevar identificación personal y una radio de comunicación.

##### **Muestreo simple**

- ✓ Se refiere a la toma de muestra puntual en un tiempo.
- ✓ Esta muestra representará las características físicas, químicas y bacteriológicas en ese instante.

##### **Es recomendable el muestreo simple:**

- ✓ Cuando el cuerpo de agua no presenta alteraciones a lo largo de ella.
- ✓ Cuando no se tiene efluentes algunos en toda su trayectoria.

### Parámetros determinados “in situ”

#### **pH**

- La concentración del ión hidrógeno del agua se expresa por su valor de *pH*. Un valor de *pH* de 7 indica una solución neutra.
- Medio para estabilizar: ninguno.
- Conservar en refrigeración a 4°C.
- Tiempo de almacenaje 6 horas.
- Analizar inmediatamente.
- El *pH* es importante en:
  - Disolución de minerales
  - Ionización de ácidos y bases
  - Especiación de metales
  - Biodisponibilidad de metales

#### **Conductividad Eléctrica**

- La conductividad eléctrica es la capacidad de una sustancia de conducir la corriente eléctrica. Es el opuesto a la propiedad llamada resistencia eléctrica.
- Medio para estabilizar: ninguno.
- Conservar en refrigeración a 4°C.
- Tiempo de almacenaje 28 días.
- Analizar inmediatamente.

## Anexo 4. Normas Legales DS-010-2010-MINAM

424114	NORMAS LEGALES	El Peruano Lima, sábado 21 de agosto de 2010						
la Ministra de Economía y Finanzas y por el Ministro de Transportes y Comunicaciones.	Que, en este sentido, la participación en estos eventos permitirá obtener recursos y generar la posibilidad de capacitación a los funcionarios del OSIPTEL en políticas de telecomunicaciones, gestión o gerencia de telecomunicaciones, nuevas tecnologías, servicios de telecomunicaciones y regulación de las telecomunicaciones;							
Regístrese, comuníquese y publíquese.	Que, el señor Alejandro Gustavo Jiménez Morales además de ser el Gerente General del OSIPTEL es responsable de las coordinaciones con el Centro de Excelencia de la Américas de la UIT, por lo cual su participación permitirá un adecuado intercambio de experiencias e información sobre temas muy importantes para la regulación de los servicios públicos de telecomunicaciones y las políticas de capacitación y fortalecimiento de las capacidades de los recursos humanos del sector;							
ALAN GARCÍA PÉREZ Presidente Constitucional de la República	Que, la UIT asumirá los costos del pasaje aéreo del citado funcionario, correspondiendo asumir al OSIPTEL, con cargo a su presupuesto, los gastos por concepto de viáticos y tarifa única por uso de aeropuerto;							
JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN Presidente del Consejo de Ministros	De conformidad con lo establecido por la Ley N° 27619, Ley que regula la autorización de viajes al exterior de funcionarios y servidores públicos del Poder Ejecutivo; su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 047-2002-PCM; la Ley N° 29289, la Ley N° 29465, Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2010; y el Reglamento de Organización y Funciones de la Presidencia del Consejo de Ministros, aprobado por el Decreto Supremo N° 063-2007-PCM; y,							
MERCEDES ARÁOZ FERNÁNDEZ Ministra de Economía y Finanzas	Estando a lo acordado;							
ENRIQUE CORNEJO RAMÍREZ Ministro de Transportes y Comunicaciones	SE RESUELVE:							
533964-6	<b>Artículo 1°.-</b> Autorizar el viaje del señor Alejandro Gustavo Jiménez Morales, Gerente General del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL, a la ciudad de Bogotá, República de Colombia, del 29 de agosto al 4 de setiembre de 2010, para los fines expuestos en la parte considerativa de la presente resolución.							
<b>Autorizan viaje de funcionario de OSIPTEL a Colombia para participar en eventos organizados por el Centro de Excelencia de las Américas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones</b>	<b>Artículo 2°.-</b> Los gastos que irroque el cumplimiento de la presente resolución se efectuarán con cargo al presupuesto del OSIPTEL, de acuerdo al siguiente detalle:							
<b>RESOLUCIÓN SUPREMA N° 194-2010-PCM</b>	<table border="0"> <tr> <td>Tarifa Única por Uso de Aeropuerto</td> <td>US\$</td> <td>31,00</td> </tr> <tr> <td>Viáticos</td> <td>US\$</td> <td>1 200,00</td> </tr> </table>	Tarifa Única por Uso de Aeropuerto	US\$	31,00	Viáticos	US\$	1 200,00	
Tarifa Única por Uso de Aeropuerto	US\$	31,00						
Viáticos	US\$	1 200,00						
Lima, 20 de agosto de 2010	<b>Artículo 3°.-</b> Dentro de los quince (15) días calendario siguientes de efectuado el viaje, el referido funcionario deberá presentar a su institución un informe detallado describiendo las acciones realizadas, los resultados obtenidos y la rendición de cuentas por los viáticos entregados.							
Vista, la Carta N° 816-GG.RI/2010 del Gerente General del Consejo Directivo del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL; y,	<b>Artículo 4°.-</b> La presente Resolución no otorga derecho a exoneración o liberación de impuestos aduaneros de ninguna clase o denominación.							
CONSIDERANDO:	<b>Artículo 5°.-</b> La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.							
Que, por comunicación de fecha 27 de julio de 2010 la Asesora en Gestión y Desarrollo de Recursos Humanos del Centro de Excelencia para la Región Américas de la Oficina Regional de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT para las Américas ha invitado al Gerente General del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones - OSIPTEL a participar en la "I Reunión del Comité Estratégico y de Calidad del Centro de Excelencia de las Américas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT", así como en el "IV Foro Internacional Futuro de las Tecnologías de la Información en Telecomunicación - TIC en la Región Américas", a llevarse a cabo en la ciudad de Bogotá, República de Colombia, del 30 de agosto al 3 de setiembre de 2010;	Regístrese, comuníquese y publíquese.							
Que, los mencionados eventos son organizados por el Centro de Excelencia de las Américas de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y cuentan con la colaboración de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Colombia;	ALAN GARCÍA PÉREZ Presidente Constitucional de la República							
Que, las citadas reuniones congregarán a los expertos de la región de los organismos reguladores de telecomunicaciones y de las instituciones que forman parte de la Red de Nodos del Centro de Excelencia de las Américas de la UIT;	JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN Presidente del Consejo de Ministros							
Que, en atención al prestigio internacional del OSIPTEL, este organismo ha sido reconocido e incorporado a la Red de Nodos del Centro de Excelencia de las Américas, habiéndose firmado para ello, el 3 de octubre de 2008, el Acuerdo de Participación de dicha Red de Nodos entre el OSIPTEL y la UIT;	533964-7							
Que, en el marco de este Acuerdo, el OSIPTEL y la UIT realizan actividades conjuntas con la finalidad de fortalecer las capacidades de los funcionarios del OSIPTEL, siendo la línea de contar con un mecanismo regional que fortalezca la capacidad de generar conocimiento y experiencia para el talento humano de más alto nivel de la Región Américas y contribuir a su capacitación y desarrollo;	<b>AMBIENTE</b>							
Que, en el IV Foro Internacional Futuro de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la Región Américas se tratarán importantes temas del sector, tales como la participación empresarial necesaria para el aporte de las TIC al desarrollo social, las redes de bajo costo en la inclusión digital, las aplicaciones TIC en las Américas, la regulación de aplicaciones, contenidos y televisión digital;	<b>Aprueban Límites Máximos Permisibles para la descarga de efluentes líquidos de Actividades Minero - Metalúrgicas</b>							
	<b>DECRETO SUPREMO N° 010-2010-MINAM</b>							
	EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA:							

## CONSIDERANDO:

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

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

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

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

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

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

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

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

## DECRETA:

**Artículo 1°.- Objeto**

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

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

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

**Artículo 3°.- Definiciones**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

f) Cualquier combinación de los antes mencionados.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

424116


 NORMAS LEGALES

 El Peruano  
Lima, sábado 21 de agosto de 2010

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Artículo 8°.- Coordinación interinstitucional**

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

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

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

**Artículo 10°.- Refrendo**

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

#### DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

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

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



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

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

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

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

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA**

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

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA**

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

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

ALAN GARCÍA PÉREZ  
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG  
Ministro del Ambiente

PEDRO SÁNCHEZ GAMARRA  
Ministro de Energía y Minas

**ANEXO 01**

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

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

(\*) En muestra no filtrada

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

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

533964-1

**COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO**

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

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

Lima, 20 de agosto de 2010

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

**CONSIDERANDO:**

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

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

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

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

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

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

**ANEXO 6: IMÁGENES**

**ANEXO 6.A. : TOMA DE MUESTRA EN EL PUNTO 1**



**ANEXO 6.B. : TOMA DE MUESTRA EN EL PUNTO 2**



ANEXO 6.C. : TOMA DE MUESTRA EN EL PUNTO 3



## Anexo 7. Certificado de Analisis de Laboratorio

**ARUNTANI**  
UNIDAD MINERA JESICA  
LABORATORIO QUIMICO

**MEMORANDUM LQ-221-19-ARUNTANI**

A : Ing. Elmo Rubio Ramos / Jefe Laboratorio Químico

ASUNTO : RESULTADO CONDUCTIVIDAD - MUESTRAS CUENCA LLALLIMAYO

FECHA : 28 - 11 - 19

Se hace de su conocimiento que las muestras soluciones liquidas recibidas el día 27-11-19, según Memorando ME-2019/ARU-LLALLIMAYO presenta los siguientes resultados:

MUESTRA	P1	P2	P3
CONDUCTIVIDAD	590,16	486,45	362,79

Atte.



**Laboratorio Químico**  
FRED R. FLORES CALLI  
INGENIERO QUIMICO  
CIP. 212613

**ARUNTANI**  
UNIDAD MINERA JESICA  
LABORATORIO QUIMICO

**MEMORANDUM LQ-222-19-ARUNTANI**

A : Ing. Elmo Rubio Ramos / Jefe Laboratorio Químico

ASUNTO : RESULTADO SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS  
- MUESTRAS CUENCA LLALLIMAYO

FECHA : 28 - 11 - 19

---

Se hace de su conocimiento que las muestras soluciones liquidas recibidas el día 27-11-19, según Memorando ME-2019/ARU-LLALLIMAYO presenta los siguientes resultados:

MUESTRA	P1	P2	P3
S.T.S (mg/L)	611,45	388,65	290,77

Atte.

  
**Laboratorio Químico**  
FRED R. FLORES CALLI  
INGENIERO QUIMICO  
CIP. 212613

**ARUNTANI**  
UNIDAD MINERA JESICA  
LABORATORIO QUIMICO

**MEMORANDUM LQ-220-19-ARUNTANI**

A : Ing. Elmo Rubio Ramos / Jefe Laboratorio Químico

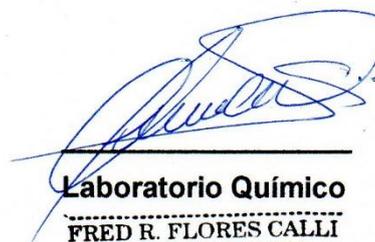
ASUNTO : RESULTADO PH - MUESTRAS CUENCA LLALLIMAYO

FECHA : 28 - 11 - 19

Se hace de su conocimiento que las muestras soluciones liquidas recibidas el día 27-11-19, según Memorando ME-2019/ARU-LLALLIMAYO presenta los siguientes resultados:

MUESTRA	P1	P2	P3
pH	5.80	6.20	6.90

Atte.



**Laboratorio Químico**  
FRED R. FLORES CALLI  
INGENIERO QUIMICO  
CIP. 212613

**ARUNTANI**UNIDAD MINERA JESICA  
LABORATORIO QUIMICO**MEMORANDUM LQ-230-19-ARUNTANI**

A : Ing. Elmo Rubio Ramos / Jefe Laboratorio Químico

ASUNTO : RESULTADO VARIACION DE PH Y SEDIMENTACION  
- MUESTRAS CUENCA LLALLIMAYO

FECHA : 05 - 12 - 19

Se hace de su conocimiento que las muestras soluciones se llevaron a cabo 5 pruebas con dosificaciones de 1,5, 2, 2.5, 2.8 y 3.1 ml de lechada de cal al 1% de cal útil. Presenta los siguientes resultados:

Muestra con Lechada cal (ml)	Temp °C	pH Natural	pH Acond.	Tiemp. Sed (min)
1.50	3.4	6.90	7.15	195
2.00	6.6	6.80	7.45	84
2.50	5.2	6.60	7.58	58
2.80	6.9	6.70	9.46	56
3.10	3.8	6.80	9.49	64

Atte.


  
**Laboratorio Químico**
**FRED R. FLORES CALLI**  
 INGENIERO QUIMICO  
 CIP. 212613