



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE
AGUA Y USO EN OPERACIONES MINA DE LA EMPRESA
MELVIN GARY S.R.L. ANANEA, 2023**

TESIS

PRESENTADA POR:

ROLY VÍCTOR MARÍN CHURA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS FISI
COQUÍMICOS DE AGUA Y USO EN OPER
ACIONES MINA DE LA EMPRESA MELVI
N G**

AUTOR

ROLY VÍCTOR MARÍN CHURA

RECuento DE PALABRAS

18319 Words

RECuento DE CARACTERES

96846 Characters

RECuento DE PÁGINAS

110 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.6MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 23, 2024 10:54 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 23, 2024 10:56 AM GMT-5

● 7% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 5% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)


Ing. Oswal A. Velásquez Viza
DIRECTOR DE DEPARTAMENTO ACADÉMICO
INGENIERÍA MINAS



Dr. Americo Arizaca Avalos
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería de Minas

Resumen



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a las personas que siempre estuvieron presentes durante y después de mi formación como profesional. A mis padres quienes me apoyaron incondicionalmente, por su amor, apoyo y aliento en todo momento, a mi hermana y amigos con quienes compartí gratos momentos gracias por ayudarme seguir mis sueños con determinación, ser mi soporte durante y después de mi formación profesional. Este logro no habría sido posible sin su constante apoyo y confianza en mí.

Roly Víctor Marín Chura



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, A la Universidad Nacional del altiplano, Facultad de Ingeniería de Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas por su formación profesional.

Agradezco a la Corporación Melvin Gary S.R.L., por facilitarme realizar los ensayos de monitoreo de agua, así también a mi asesor el Ing. Owl Alfredo Velásquez Viza por guiarme en la elaboración de la presente investigación.

Roly Víctor Marín Chura



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE DE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2.1 Pregunta general.....	17
1.2.2 Preguntas específicas	17
1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.3.1 Hipótesis general.....	17
1.3.2 Hipótesis específico	17
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.5.1 Objetivo general.....	19
1.5.2 Objetivos específicos	19



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.2	MARCO TEÓRICO	23
2.2.1	Recurso hídrico	23
2.2.2	Contaminación del recurso hídrico por la industria minera	24
2.2.3	Calidad de agua	26
2.2.4	Parámetros de calidad de agua	27
2.2.5	Monitoreo ambiental	28
2.2.6	Muestra y muestreo del agua.....	29
2.2.7	Protocolo de monitoreo y recojo de muestras de agua.....	29
2.2.8	Marco legal peruana del medio ambiente y el cuidado del agua	30
2.2.9	Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)	31
2.2.10	Recojo de muestra	35
2.2.11	Cadena de custodia.....	37
2.3	MARCO CONCEPTUAL	38

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO	40
3.1.1	Accesibilidad.....	40
3.1.2	Hidrología	40
3.2	PERIODO Y DURACIÓN DE ESTUDIO	41
3.3	PROCEDENCIA DE MATERIAL UTILIZADO	42
3.3.1	Técnicas de recolección de datos	42
3.3.2	Instrumentos de recolección de datos	43



3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
3.5	DISEÑO ESTADÍSTICO Y METODOLÓGICO	46
3.5.1	Tipo de investigación	46
3.5.2	Diseño de la investigación	46
3.6	PROCEDIMIENTO.....	46
3.6.1	Coordinaciones administrativas	46
3.6.2	Proceso de recolección y monitoreo	46
3.7	VARIABLES	47
3.8	ANÁLISIS DE DATOS	48

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	MANEJO DEL AGUA EN LAS OPERACIONES MINA DE LA EMPRESA MINERA MELVIN GARY S.R.L.	49
4.1.1	Demanda de agua en operaciones mineras.....	49
4.1.2	Volumen utilizado mensual (m ³)	52
4.1.3	Manejo de agua según régimen de explotación	53
4.1.4	Alteración de la calidad de parámetros fisicoquímicos del agua producto de las operaciones mina.	53
4.1.5	Plan de aprovechamiento hídrico de la empresa Melvin Gary S.R.L.	56
4.1.6	Descripción de las obras hidráulicas	58
4.1.7	Descripción sobre el uso del agua.....	60
4.2	ANÁLISIS DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA SEGÚN LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL.....	60
4.3	DISCUSIÓN	69
V.	CONCLUSIONES.....	73



VI. RECOMENDACIONES	74
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	79

Área: Medio Ambiente

Tema: Parámetros fisicoquímicos del agua y operación mina

Fecha de sustentación: 28 de octubre del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales parámetros fisicoquímicos	33
Tabla 2 Categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales parámetros inorgánicos	34
Tabla 3 Ubicación geográfica de área de estudio	40
Tabla 4 Vías de acceso, distancias y tiempos de viaje.....	41
Tabla 5 Fuente agua: puntos de monitoreo de la empresa Melvin Gary S.R.L.	41
Tabla 6 Puntos de monitoreo y referencia de muestreo	45
Tabla 7 Volumen de agua utilizado por fuente de agua.....	52
Tabla 8 Caudal de utilizado y régimen de explotación en la empresa Corporación Melvin Gary S.R.L.....	53
Tabla 9 Efecto de las operaciones mineras en los parámetros inorgánicos del agua en la empresa minera Melvin Gary S.R.L.	55
Tabla 10 Plan de aprovechamiento de las fuentes de agua.....	56
Tabla 11 Propiedades físicas del agua en las operaciones mineras	61
Tabla 12 Propiedades inorgánicas del agua en el PM-01 (Poza de bombeo)	63
Tabla 13 Propiedades inorgánicas del agua en el PM-02 (Planta gravimétrica)	67
Tabla 14 Propiedades inorgánicas del agua en el PM-03 (Poza de sedimentación)...	68



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Operacionalización de variables	48
Figura 2 Alteración de los parámetros físicos del agua en la empresa minera Melvin Gary S.R.L.	54
Figura 3 Diagrama de uso y reaprovechamiento del agua en la empresa Melvin Gary S.R.L.	58



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Informe de ensayos de laboratorio de la poza de bombeo (PM-01).....	80
ANEXO 2 Informe de ensayos de laboratorio de la planta gravimétrica (PM-02).....	83
ANEXO 3 Informe de ensayos de laboratorio de la poza de sedimentación (PM-03) ..	86
ANEXO 4 Puntos de monitoreo Melvin Gary S.R.L.....	88
ANEXO 5 Plano hidrológico de la empresa Melvin Gary S.R.L.....	90
ANEXO 6 Plano geológico y ubicación de la concesión Melvin Gary S.R.L.....	91
ANEXO 7 Demanda de agua para la actividad minera	92
ANEXO 8 Ficha técnica: Multiparámetro medidor portátil de temperatura y pH/EC/TDS HI 9813-6.....	93
ANEXO 9 Ficha técnica: Multiparámetro medidor de oxígeno disuelto HI 9146	97
ANEXO 10 <Fichas técnicas de recojo de muestras.....	100
ANEXO 11 Uso de agua en el <i>Flow sheet</i>	103
ANEXO 12 Evidencias fotográficas	104
ANEXO 13 Diseño de dimensiones de pozas para operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L.....	108
ANEXO 14 Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional	109
ANEXO 15 Declaración jurada de autenticidad de tesis	110



ACRÓNIMOS

ICA	: Índice de Calidad del Agua.
ECA	: Estándar de Calidad de Agua.
MINAM	: Ministerio del Ambiente.
REINFO	: Registro Integral de Formalización Minera.
LMP	: Límites Máximo Permisibles.
S.R.L.	: Sociedad de Responsabilidad Limitada.
PLANAA	: Plan Nacional de Acción Ambiental.
MSDS	: hoja de datos de seguridad de materiales.
NTU	: Unidad de turbidez nefelométrica
pH	: Potencial de Hidrógeno.
ANA	: Autoridad Nacional del Agua.
TDS	: Sólidos Totales Disueltos.
CE	: conductividad eléctrica.
ANOVA	: análisis de varianza.
Mv	: Mili voltios.



RESUMEN

La presente tesis se centró en la identificación de los parámetros fisicoquímicos de agua en operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L. Ananea, 2023. y uso en los procesos de la mina. La actividad minera se refiere a la extracción de minerales y otros recursos de la tierra y esta actividad puede impactar en la alteración de la calidad de agua, lo que agrava el riesgo de contaminación de acuíferos subterráneos y cuerpos de agua cercanos por lo cual el objetivo es identificar los parámetros fisicoquímicos de agua y su uso en operaciones mina de la empresa siendo la metodología la toma de muestras *in situ* y el análisis en laboratorio de los parámetros fisicoquímicos presentes en el agua, en el proceso de recolección de datos se realizó el análisis de la secuencia de minado y de la misma forma el uso del agua y el proceso de recirculación para poder determinar los puntos estratégicos de monitoreo con la obtención de datos de tres puntos de monitoreo; poza de bombeo de agua, planta gravimétrica y poza de sedimentación de las operaciones mina, destacando que 20 de los 25 elementos evaluados superan los estándares recomendados en la muestra de planta gravimétrica, cuyos resultados revelan que el agua presenta una acidificación (pH 5,7), un nivel de turbidez (48,7 NTU), y la conductividad eléctrica 323 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de la misma forma la presencia de metales tóxicos, como arsénico, plomo y cromo, sin embargo, los valores se reducen considerablemente en la poza de sedimentación del circuito cerrado de pozas para dicho proceso.

Palabras clave: Agua, Parámetros fisicoquímicos, Operación mina.



ABSTRACT

This thesis focused on the identification of the physicochemical parameters of water in mining operations of the company Melvin Gary S.R.L. Ananea, 2023, and its use in the mining processes. Mining activity refers to the extraction of minerals and other resources from the earth, and this activity can impact the alteration of water quality, exacerbating the risk of contamination of underground aquifers and nearby bodies of water. Therefore, the objective is to identify the physicochemical parameters of water and its use in mining operations of the company, with the methodology involving in situ sampling and laboratory analysis of the physicochemical parameters present in the water. During the data collection process, an analysis of the mining sequence was conducted, as well as the use of water and the recirculation process to determine strategic monitoring points by obtaining data from three monitoring points: the water pumping pit, the gravimetric plant, and the sedimentation pond of the mining operations. It is noteworthy that 20 of the 25 evaluated elements exceed the recommended standards in the sample from the gravimetric plant, with results revealing that the water shows acidification (pH 5.7), a turbidity level (48.7 NTU), and electrical conductivity of 323 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Similarly, the presence of toxic metals such as arsenic, lead, and chromium was noted; however, the values are significantly reduced in the sedimentation pond of the closed-loop pond circuit for this process.

Keywords: Water, physicochemical parameters, mine operation.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La actividad minera se refiere a la extracción de minerales y otros recursos de la tierra, y esta actividad puede tener consecuencias importantes en el medio ambiente, especialmente en el agua. Según Martínez (2021) la actividad minera puede tener un impacto adverso significativo en el agua, alterando tanto sus características fisicoquímicas como su disponibilidad, lo que repercute negativamente en el medio ambiente y en la vida de las personas que dependen de este recurso. Es fundamental considerar estos efectos al planificar actividades mineras y adoptar prácticas sostenibles que minimicen el uso de agua para operaciones mina.

Como una explicación sobre la alteración de los parámetros fisicoquímicos en el agua producto de las operaciones mina, se menciona que la minería implica la extracción de minerales, lo que a menudo despliega metales tóxicos y otros contaminantes, como el cobre y sulfuro de hierro que pueden liberarse en el entorno cuando se lleva a cabo la actividad minera, contaminando los suelos y las fuentes de agua cercanas (Echavarría, 2018), de la misma forma, se evidencia el drenaje ácido de mina, este es un fenómeno específico asociado con la minería, donde se produce la acidificación del agua. Sucede principalmente cuando minerales que contienen azufre, como la pirita, entran en contacto con el oxígeno y el agua. Este proceso químico genera ácidos (como el ácido sulfúrico) y libera metales pesados tóxicos al ambiente. La acidificación del agua es problemática pues puede alterar considerablemente el pH del agua, haciendo que sea hostil para muchas formas de vida acuática. Los ácidos y metales tóxicos pueden matar organismos acuáticos, afectar la biodiversidad, y alterar las cadenas alimenticias en esos ecosistemas



(Aduvire, 2006).

Las operaciones mineras de la empresa Melvin Gary S.R.L. trabaja mediante el arranque y acarreo del material diseminado en los yacimientos auríferos del distrito de Ananea, en todo este proceso el recurso hídrico es fundamental que para lo cual la empresa Melvin Gary S.R.L. Tiene tres pozas de aguas que cumplen un ciclo como es el bombeo, lavado y sedimentación. durante este proceso de las operaciones se muestra una alteración de propiedades físicas y químicas del agua alterando la calidad de este recurso hídrico

La problemática se muestra que las operaciones mina de Melvin Gary S.R.L. se encuentra muy próximo a ríos cercanos, puesto que no ha implementado prácticas adecuadas para el manejo de aguas usadas en el proceso, las pozas de sedimentación tienen sistemas de impermeabilización mediante arcillas, sin embargo, después del proceso de lavado existe un ligero incremento de sustancias tóxicas en el agua afectando su calidad. Por otro lado, la empresa no realiza un monitoreo adecuado de sus operaciones y no evidencia registros de los vertidos o las medidas de mitigación implementadas y en consecuencia causa una alteración en los valores de los parámetros fisicoquímicos en el recurso hídrico local. Es necesario un uso adecuado y medidas para proteger el agua y garantizar la sostenibilidad ambiental en la zona.

Por otro lado, la pequeña minería, no cuenta con estrategias de gestión ambiental adecuados donde demuestre los cuidados y las políticas medioambientales estrictas y un desarrollo sustentable, es por lo cual esta investigación plantea identificar los parámetros físicos y químicos de las aguas utilizadas en las operaciones mineras dentro de la zona de placeres auríferos del distrito de Ananea.



1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Pregunta general

¿Cómo se identifica los parámetros fisicoquímicos de agua y su uso en operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L. Ananea, 2023?

1.2.2 Preguntas específicas

¿Cómo realizar una identificación adecuada de los parámetros fisicoquímicos de agua en la empresa Melvin Gary S.R.L.?

¿Cómo realizar un uso adecuado del agua en operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L.?

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Hipótesis general

La identificación de los parámetros fisicoquímicos mejora el uso de agua en las operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L. Ananea, 2023.

1.3.2 Hipótesis específico

Se identifica los parámetros fisicoquímicos de agua en operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L. Ananea, 2023.

Se realiza el uso adecuado del agua por sedimentación natural en operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L. Ananea, 2023.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El acceso al agua es un derecho fundamental de las comunidades que habitan cerca de las zonas de operaciones mineras. Este estudio permite identificar la alteración de los



parámetros fisicoquímicos que las actividades mineras de la empresa Melvin Gary S.R.L. tienen sobre los recursos hídricos locales. Si los parámetros fisicoquímicos del agua presentan alteraciones considerables, como exceso de metales pesados o cambios en el pH, las poblaciones cercanas podrían estar expuestas a riesgos importantes para la salud. En este contexto, monitorear y mitigar estos efectos es una necesidad imperante.

El agua es un recurso esencial para las operaciones mineras, y su uso eficiente es clave para la sostenibilidad económica de estas actividades. Esta investigación evalúa el estado actual del agua lo que en relación con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) y su uso en las operaciones de la empresa Melvin Gary S.R.L. Identificar deficiencias en el uso del agua lo que permite a la empresa optimizar sus procesos, reducir costos asociados con la pérdida o alteración del recurso hídrico y evitar posibles sanciones regulatorias, además, un uso adecuado del agua puede mejorar la imagen de la empresa, ya que el compromiso con el uso sostenible de los recursos naturales es valorado por las comunidades y las autoridades. Al garantizar un uso eficiente y responsable del agua, la empresa no solo incrementa su competitividad, sino que también demuestra su compromiso con la sostenibilidad.

La identificación de parámetros fisicoquímicos del agua en la empresa Melvin Gary S.R.L. 2023 es de gran contribución para manejar estrategias de remediación y mitigación de los recursos hídricos y ser parte de los datos de línea de estrategia de los instrumentos de gestión ambiental de la formalización minera sea correctivo y preventivo lo cual se utiliza para el proceso de formalización de los mineros informales inscritos en la REINFO.



1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Objetivo general

Identificar los parámetros fisicoquímicos de agua y su uso en operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L. Ananea, 2023

1.5.2 Objetivos específicos

Identificar de forma adecuada los parámetros fisicoquímicos de agua en operaciones mina de la empresa minera Melvin Gary S.R.L., Ananea, 2023.

Realizar el uso adecuado de agua en operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L. Ananea, 2023.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Samboni *et al.* (2007) facilitó la interpretación de los datos físicos, químicos y biológicos, mediante los índices de calidad y contaminación del agua (ICA e ICO), estos índices, representados por una expresión matemática que engloba todos los parámetros evaluados, permiten evaluar los recursos hídricos. El estudio constó de tres etapas esenciales: selección de variables, determinación de subíndices para cada parámetro y selección de una fórmula de agregación. Los investigadores llegaron a la conclusión que es esencial entender la base metodológica de cada indicador antes de aplicarlo en un sistema acuático, ya que muchos indicadores son diseñados para abordar problemas específicos de una región y puede que no sean aplicables a otros contextos. La mejor alternativa es desarrollar o adaptar un indicador para su pertinente uso. Las variables más comunes para la evaluación fisicoquímica del agua incluyen el pH, el oxígeno disuelto (OD), la demanda biológica de oxígeno a cinco días (DBO₅), ciertos tipos de nitrógeno como los nitratos o el amonio, el fósforo total y el total de partículas en suspensión.

Gualdrón (2016) generó un consenso sobre los principales agentes causantes de la degradación de los cuerpos de agua a través del análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos que aporten información relevante en la generación de índices de calidad (ICA), para la recolección de datos se usó una variedad de bibliografía sobre información acerca de la calidad de agua de los ríos de Colombia, las variables seleccionadas fueron cuatro: turbiedad, sólidos disueltos totales, temperatura y conductividad. Se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo que dio como resultado la siguiente conclusión: se encontraron elevados niveles de turbiedad y sólidos disueltos totales, lo que indica que el



agua de los ríos en Colombia no ofrece condiciones adecuadas para el crecimiento y la reproducción de varios organismos acuáticos. Además, no es adecuada para el consumo humano, ya que los estudios señalan que se trata de un recurso hídrico con alta contaminación.

Rincón *et al.* (2011) diagnosticó los parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación ambiental en el río Apulo, Cundinamarca-Colombia”, Bogotá, desarrollado bajo la metodología dividida en 3 fases: la primera fue la fase preparatoria, donde se revisó los protocolos establecidos en los métodos de análisis de aguas potables y la revisión de la normatividad en cuanto a los valores admisibles para los parámetros físico químico, segunda fue la fase de campo, donde se desarrolló las determinaciones *In situ* y la recolección de las muestras y por último la fase de laboratorio donde se desarrolló los protocolos estandarizados para determinar la turbiedad, acidez, conductividad, alcalinidad, dureza etc. Tras analizar los resultados, se evidencia la urgente necesidad de recuperar la subcuenca, especialmente en lo que respecta a los parámetros de dureza, alcalinidad, fosfatos, sólidos disueltos, tanto volátiles como en suspensión, nitritos y la mejora de la concentración de oxígeno disuelto.

Yáñez (2018) evaluó la contaminación del agua mediante parámetros fisicoquímicos en las desembocaduras de los principales afluentes y efluente del lago San Pablo”, desarrollado bajo la metodología de tipo transversal y observacional, las mediciones *in situ* se realizaron para los siguientes parámetros físico-químicos: pH, temperatura, conductividad eléctrica (CE) y OD (oxígeno disuelto). Los resultados de coliformes totales, sólidos y oxígeno disuelto son anormales. Los metales pesados identificados se encontraban por debajo del límite de detección del equipo empleado en el estudio.



Rojas (2018) evaluó los parámetros fisicoquímico y microbiológico del Río Ragra afluente del Río San Juan” desarrollado bajo la metodología de tipo descriptivo, con un diseño no experimental cuantitativa. Para la recolección de datos se usó la observación, recolección de muestras en campo y análisis de monitoreo por un laboratorio, como instrumentos se utilizó el multiparámetro, conductímetro y laboratorio acreditado. Se llega a la conclusión de que no se cumplen en su totalidad los estándares ECAS-Agua, ya que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Río Ragra se clasifican en la categoría tres, como ocurre con los sólidos disueltos totales y los metales totales.

Frías (2016) evaluó los parámetros físicos, químicos y microbiológicos estableciendo las variaciones de los parámetros comparando con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua en la categoría 4 conservación del ambiente acuático y elaborar una propuesta para minimizar el nivel de contaminación en el sector puerto de productores Río Itaya-Loreto” desarrollada bajo la metodología de diseño no experimental y tipo seccional, descriptivo, cualitativo. La población está conformada por las aguas del puerto productores, como muestra se analizó 18 muestras de agua, el instrumento fue las fichas de observación y el equipo multiparámetro. Se llega a la conclusión de que los parámetros fisicoquímicos de las muestras no presentan diferencias significativas entre los distintos puntos y fechas de muestreo. En contraste, el análisis microbiológico exhibe diferencias significativas a lo largo del periodo de estudio. En cuanto a los parámetros físicos, como el pH, se observa que no cumplen con los límites permitidos.

Brousett *et al.* (2018) se examinó la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua destinada al consumo humano. El estudio se centró en cuatro fuentes diferentes de suministro de agua, tanto superficiales como subterráneas, en la población Chullunquiani de Juliaca-Puno. La investigación se realizó durante un período de julio de 2014 a marzo



de 2016. Se evaluaron diversos parámetros como pH, conductividad, sulfatos, cloruros, sólidos disueltos, dureza, turbidez, coliformes totales y 23 metales recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los hallazgos del estudio indican que el agua de la zona de Chullunquiari no cumple con los estándares microbiológicos requeridos.

Turpo (2018) comparó los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua cruda del sector de Chimú y del agua suministrada a los edificios de Puno por la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Aziruni, utilizando las Normas de Calidad Ambiental - Categoría 4 y los Límites Máximos Permisibles para el agua de consumo humano desarrollado bajo la metodología de estudio no experimental descriptivo, el periodo ejecutado fue de 3 meses, se hizo análisis físico químicos y microbiológicos in situ y en laboratorio, el diseño estadístico fue de bloque completo al azar. Se ha llegado a la siguiente conclusión: los resultados muestran que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no cumplen con todos los ECA y LMP, lo que garantiza que no alcanzan la calidad óptima requerida para el consumo humano.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Recurso hídrico

El agua, un recurso vital esencial para la supervivencia humana, es mundialmente reconocido como un bien escaso. La escasez de agua en nuestro país tiene un impacto significativo en la población, particularmente en ciertas zonas donde las fuentes de agua contaminadas son la única opción, provocando la propagación de enfermedades y problemas de salud entre la población (DS N° 031-2010-SA, 2011). Además, la Ley N° 29338 define el agua como un recurso natural renovable, crucial para la vida, vulnerable pero estratégico para el desarrollo sostenible, la preservación de los sistemas y ciclos naturales y la



seguridad de la nación (Ley N° 29338, 2009).

2.2.2 Contaminación del recurso hídrico por la industria minera

El recurso hídrico, dentro de las operaciones mineras es catalogado como un punto álgido de los conflictos existentes entre la población afectada de manera directa con las empresas mineras, que va más allá de solo utilizar en grandes proporciones de estos recursos ya que las operaciones mineras alteran la calidad y cantidad del recurso hídrico disponible, por lo que se convierte en una contaminante cuestionado en la actualidad (Levy, 2019).

Al respecto, Leguizano y Ruiz (2019) menciona que las actividades minerales poseen repercusiones ambientales considerables que conllevan al costo de una economía, es decir, la minería genera impactos contaminantes considerable sobre el medio ambiente, que repercute en el recurso hídricos. Entre los efectos de la minería en las fuentes hídricas se consideran impactos como la acidificación del agua, remoción acuíferos, pérdida de masas de agua, alteración de la dinámica fluvial y cambios en el régimen hidrogeológicos.

Entre los contaminantes a este recurso que causan alteraciones se encuentran los siguientes:

Remoción de acuífero: Según Pino y Coarita (2018) resalta que cuando se realiza la extracción de estos materiales, puede reducirse el volumen de agua subterránea disponible, lo que significa que hay menos agua en el suelo y en las capas subterráneas. Este descenso en el volumen de agua puede provocar varios problemas, como la disminución de la calidad del agua, la afectación a la fauna y flora que dependen de estos recursos hídricos, así como posibles desajustes en el equilibrio ecológico de la zona. De manera análoga, Echavarría (2018) enfatizan



que las actividades mineras cercanas a los ríos tienen efectos irreversibles en el sistema acuífero, ya que alteran la conectividad hidráulica entre las aguas subterráneas y las superficiales. Esto provoca la creación de zonas desprovistas de agua en las áreas donde se efectúan dichas operaciones mineras.

Acidificación del agua o drenaje ácido de mina: La acidificación de los cuerpos de agua puede originarse por el drenaje ácido de las minas o por el contacto con compuestos químicos que se encuentran en minerales como el manganeso, cobre, cromo, cobalto, plomo y oro, entre otros, que son extraídos y procesados con agua. Este proceso puede alterar el pH, pasando de ser una característica estable a una situación de dispersión, lo que podría resultar en la contaminación del suelo, del agua e incluso del aire (Lazo, 2020).

Las modificaciones de la dinámica de los ríos implican cambios en la tasa de erosión y sedimentación, el aumento de la carga suspendida, así como el reperfilado y realineamiento de las corrientes de los ríos. Asimismo, cabe mencionar que las alteraciones en la dinámica de los ríos dentro de los cuerpos de recursos hídricos resultan en efectos adversos, incluyendo el aumento de inundaciones y el desvío de ríos y arroyos.

Pérdida de masa de agua, alude a que las actividades mineras requieren comúnmente de un volumen mayor del agua para cumplir con sus propósitos que conllevan a la escasez del agua.

Modificaciones en el régimen hidrogeológicos que anule a las modificaciones que ocurren en nivel freático, en drenajes inducidos, infiltraciones, cambios en el relieve, la desforestación del terreno de esta manera autorizar a que se ejecute las operaciones de explotación de la mina, repercutiendo



el recurso hídrico de la zona y el suelo.

2.2.3 Calidad de agua

Para abordar la calidad de agua, es importante resaltar que el agua es un recurso importante y clave para la vida y con el desarrollo de diversas actividades, por lo que esta debe ser suministrada, gestionada en beneficio de toda la población cumpliendo ciertas estándares, tal como Martínez y Villalejo (2018), agrega que el agua es un recurso importante que debe cumplir con ciertos patrones o medidas que permitan brindar agua de calidad a la población, por lo que esta debe ser conservada, contabilizada y controlada de manera correcta, además la reglamentación o estándares son fundamentales ya que a través de estas se asignan derechos del uso de agua.

Asimismo, Carhuamaca (2020), agrega que la calidad de agua comprende por diversos factores naturales y por la intervención de las personas, es decir, la calidad de agua de manera natural depende de determinantes naturales como son las erosiones de los substratos minerales, el procedimiento atmosférico de evapotranspiración y sedimentación del lodo y sal, nutrientes del suelo por cambios hidrológicos, la lixiviación nativa del material orgánico, por procesos biológicos en áreas acuáticas que puede cambiar la constitución química y física del componente hidrobiológico. A ello, Calla y Cabrera (2010), añade que la calidad del agua en caso de que exista manipulación o intervención de las personas se considera rasgos químicos y físicos de un prototipo de agua con los estándares de calidad, como es el caso de agua potable que cumplen con medidas y estándares de calidad establecidos en las políticas que determinan si están brindando agua limpia y clara, es decir son los que certifican si el agua es apta para el sustento de



las personas, de tal manera que garanticen a los consumidores agua de calidad preservando su salud, asimismo, es importante resaltar que las políticas comúnmente se apoyan en el grado de toxicidad científicamente aceptable ya sean para las personas como otros especies acuáticos.

2.2.4 Parámetros de calidad de agua

Al respecto, la Autoridad Nacional del Agua (2018), donde los parámetros establecidos que permiten definir la calidad de agua, el cual se encuentra determinado por las normas ambientales son las siguientes:

Oxígeno disuelto: A través de este parámetro se evalúa la calidad de agua superficial, por tanto, es un parámetro clave que debe encontrarse en el agua producto de la contribución del proceso de fotosíntesis en la masa del agua. En síntesis, mediante este parámetro se puede analizar y facilitar datos e informaciones acerca de las capacidades de recuperación del curso del agua y la subsistencia de la vida acuática.

Demanda química de oxígeno: Es otro de los parámetros que se emplea para medir el oxígeno igual al contenido de materia orgánica, un punto fundamental que puede evaluarse de forma rápida para identificar el grado de contaminación de los elementos naturales de aguas superficiales producto de aguas servidas, efluentes de plantas de tratamiento, desechos industriales entre otros que poseen contenido alto en cuanto a materias orgánicas.

Demanda bioquímica de oxígeno: Considerado como el parámetro que tiene contribución importante en la determinación de la materia organiza, dado que su función es medir la cantidad de oxígeno necesitado por lo microorganismos para degradar, oxidar o estabilizar materias orgánicas en situaciones aeróbica, su



identificación es producto de la oxidación natural de degradación.

Metales tóxicos: Comprende metales como arsénico que comprende metales pesados que tienen carga venenosa y alto grado de sustancias tóxicas, en aguas naturales se determinan por Arseniato (AsO_4^{4-}) y Arsenito (AsO_2^+), su localización puede ser por uso de insecticidas y descargas industriales, otro metal a considerar es el mercurio que comúnmente se presentan en aguas que son utilizados por industrias mineras, sin embargo existen casos que las aguas por su propia naturaleza tienen presencia de mercurio puede ser por depósito de este metal en el lugar, otro metal es el plomo que fue catalogado como una sustancia que posee importancia menor en la corteza terrestre, no obstante esta se encuentra distribuido de manera amplia en las bajas concentraciones en suelos no contaminado y rocas sedimentarias, otro metal es el cadmio que se presenta en forma de sulfuro como impurezas de minerales como el plomo y zinc, que se presenta en agua producto del desarrollo minero y de fundiciones, asimismo es importante resaltar metales como aluminio, zinc, hierro, manganeso, cromo y cobre (ANA, 2018).

pH: Es otro de los parámetros que se localiza en las cuencas hidrográficas donde escurren aguas naturales que no tienen acciones antrópicas, asimismo es importante resaltar que el pH en la mayoría de las aguas varía entre 6,5 a 8,5 (turbulencia y aireación).

2.2.5 Monitoreo ambiental

Hablar de monitoreo alude a las acciones que se ejecutan en la determinación constante o periódica del número de contaminantes químicos, físico y biológicos en los recursos ambientales.



2.2.6 Muestra y muestreo del agua

La muestra comprende en extraer o tomar muestras de agua para que estos sean analizados en laboratorios correspondientes para tener información detallada acerca de la calidad de agua del lugar en donde fue tomado la muestra (DIGESA, 2011).

Asimismo, es importante resaltar el muestreo del agua que consiste en recopilar porción de un material, cuyas características sean representativas de aquellas que pertenecen al material del cual se tomó la muestra. El cual comprende la proporción o concentración relativa de todos los componentes y son las mismas en las muestras que en el material de donde proceden, y que dichas muestras serán manipuladas de tal manera que se generen modificaciones correspondientes en su composición antes de que se hagan las pruebas correspondientes (Instituto Mexicano de Tecnología del agua, 2004).

2.2.7 Protocolo de monitoreo y recojo de muestras de agua

Asimismo, es importante resaltar que al momento de recoger las muestras se deben considerar recomendaciones siguientes:

- Localizar al frente aguas arriba mientras se realiza el muestreo de esta manera prevenir la contaminación del agua por sedimentos en suspensión. Seguidamente, en caso de tomar muestreo en varias botellas del mismo lugar, es importante hacerlo al mismo tiempo, por lo que se sugiere realizar el recojo de muestreo con volumen mayor para poder redistribuirlo.
- Recopilar muestras para someter a QA/QC y enjuagar 3 veces con agua



destilada el equipamiento de muestreo o de filtración, botellas de muestreo y el equipo de análisis

La manipulación de papeles de filtros se debe realizar con pinza limpias, evitando tocar con manos el interior de botellas, tapas o equipos de filtración y también completar mediciones de campo en una submuestra y registrar datos en las hojas de campo. Finalmente, preservar muestras como se estipula en las normativas de procedimientos (DIGESA, 2011).

2.2.8 Marco legal peruana del medio ambiente y el cuidado del agua

Ley N° 28611, Ley General del Ambiente (2005), mediante esta ley se busca gestionar aspectos ambientales en el Perú, dado que estipula normas básicas y principios que garanticen el ejercicio efectivo del derecho a un ambiente adecuado, equilibrado y saludable que permitan el desarrollo pleno de la vida, asimismo garantizar el deber de contribuir a una gestión efectiva ambiental y de proteger el ambiente.

Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos (2009), con esta ley se desarrolla la regulación sobre el uso y gestión de recursos hídricos, que implica el cuidado y gestión adecuado de todos los afluentes del agua ya sea este continental, subterránea, superficial y los bienes asociados, además esta abarca el agua atmosférica y marítima de acuerdo a que resulte aplicable.

Decreto Supremo N° 023-2009 MINAM, Aprueba disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua.



Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM. Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Lima 2010.

2.2.9 Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)

Los ECAs son determinados por el Ministerio del Ambiente, donde se establecen valores máximos.

De acuerdo al D.S. N° 004 – 2017 – MINAM (2017), se establecen estándares de calidad ambiental para el agua, determinados por categorías y subcategorías, son las siguientes:

Categoría 1: Poblacional y recreacional, que implica las siguientes subcategorías:

Subcategoría A: que comprende recursos hídricos superficiales que se destinan para producir agua potable, es decir comprende aguas que antes del proceso de tratamiento son destinado para abastecer el consumo de las personas, comprende parámetros de aguas que pueden ser potabilizados con desinfección y aguas que pueden ser potabilizados con tratamiento convencional

Subcategoría B: que comprende recursos hídricos que se destinan para recreación, es decir, implica aguas que se localizan en áreas marítimas continentales o costeras y son destinados a la recreación de la población

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino-costeras y continentales

Subcategoría C1: Comprende la extracción y cultivo de equinodermos,



moluscos y tunicados en aguas marinas costeras, es decir, implica que las aguas son utilizadas para extraer moluscos, tunicados y equinodermos.

Subcategoría C2: Implica la extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marinas costeras, es decir, comprende aguas que son utilizadas para cultivar o extraer especies hidrobiológicas como peces y algas para que el consumo de las personas sea esta de manera indirecto o directo.

Subcategoría C3: Comprende actividades de saneamiento de aguas marinas portuarias industriales, es decir, son aguas que se localizan alrededor o cerca de las industrias o de servicios de saneamiento.

Categoría 3: Riego de vegetales y consumo de agua por animales

Subcategoría D1: Riego de vegetales. Se refiere al uso de agua para el riego de cultivos vegetales. Este uso varía según el método de riego, si los productos se consumen crudos o cocidos, y si pasan por procesos industriales o de transformación:

Agua para riego no restringido. Se refiere al uso de agua de calidad suficiente para regar cultivos alimenticios consumidos crudos, como hortalizas y frutas de plantas de tallo bajo; cultivos de árboles frutales o arbustos con sistemas de riego por aspersión que puedan entrar en contacto directo con el agua, incluso si son de tallo alto; así como para parques públicos, áreas verdes y plantas ornamentales, o cualquier otro tipo de cultivo.

Agua para riego restringido. Se refiere al uso de agua apta para el riego de cultivos alimenticios que requieren cocción antes de su consumo, como habas; cultivos de tallo alto donde el agua no contacta directamente con el fruto, como

en ciertos árboles frutales; cultivos que serán procesados, empaquetados o industrializados, como trigo, arroz, avena y quinua; cultivos industriales no comestibles, como el algodón, y cultivos de forraje o forestales, como el maíz forrajero y la alfalfa.

Subcategoría D2: Consumo de agua por animales. Esta subcategoría se refiere al uso de agua para el consumo de animales grandes, como el ganado vacuno, equino o camélido, y animales más pequeños como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

Tabla 1

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, parámetros fisicoquímicos.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Físicos - Químicos				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ --N) + Nitritos (NO ₂ --N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ --N)	mg/L	10		10
Oxígeno disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	$\Delta 3$		$\Delta 3$

Nota: DS-004-2017-MINAM.

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para

esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario

Categoría 4: Conservación del ambiente: Comprendido como elementos naturales de agua superficial que son parte del ecosistema frágil, zonas naturales protegidas que por su propia particularidad necesitan ser protegidos, entre las subcategorías se consideran los siguientes:

Subcategorías E1: Implica los lagos y lagunas, que implica aguas que se forman de manera natural y no tienen corrientes continuas, por lo que implica también áreas humedales

Tabla 2

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, parámetros inorgánicos.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Inorgánicos				
Aluminio	mg/L	5	5	
Arsénico	mg/L	0,1	0,2	
Bario	mg/L	0,7	**	
Berilio	mg/L	0,1	0,1	
Boro	mg/L	1	5	
Cadmio	mg/L	0,01	0,05	
Cobre	mg/L	0,2	0,5	
Cobalto	mg/L	0,05	1	
Cromo Total	mg/L	0,1	1	
Hierro	mg/L	5	**	
Litio	mg/L	2,5	2,5	
Magnesio	mg/L	**	250	
Manganeso	mg/L	0,2	0,2	
Mercurio	mg/L	0,001	0,01	
Níquel	mg/L	0,2	1	
Plomo	mg/L	0,05	0,05	
Selenio	mg/L	0,02	0,05	
Zinc	mg/L	2	24	

Nota: DS-004-2017-MINAM.



- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario

Subcategorías E2: Comprende ríos, que se forman de manera natural y se movilizan de forma continua en una sola dirección, entre los ríos más resaltantes se tienen los siguientes:

Subcategoría E3: Comprende el ecosistema costero y marino, comprende los Estuarios y Marinos.

2.2.10 Recojo de muestra

Según el *U.S. Geological Survey* (2019) Alude a la recopilación de muestras de agua, para ello se deben aplicar técnicas 65+156y métodos las cuales pueden ser de manera manual, muestreadores automáticos que dependerán mucho de la profundidad del cuerpo de agua por muestrear y de los recursos disponibles.

Asimismo, es importante resaltar que al momento de recoger las muestras se deben considerar recomendaciones siguientes:

- Localizar al frente aguas arriba mientras se realiza el muestreo de esta manera prevenir la contaminación del agua por sedimentos en suspensión.
- En caso de tomar muestreo en varias botellas del mismo lugar, es importante hacerlo al mismo tiempo, por lo que se sugiere realizar el recojo de muestreo con volumen mayor para poder redistribuirlo.



- Recopilar muestras para someter a QA/QC
- Enjuagar 3 veces con agua destilada el equipamiento de muestreo o de filtración, botellas de muestreo y el equipo de análisis
- La manipulación de papeles de filtros se debe realizar con pinza limpias, evitando tocar con manos el interior de botellas, tapas o equipos de filtración.
- Completar mediciones de campo en una submuestra y registrar datos en las hojas de campo
- Preservar muestras como se estipula en las normativas de procedimientos.

2.2.10.1 Preservación de las muestras de agua

Comprende a la fase de que se debe analizar lo más breve posible el recojo de muestras, ya que puede conllevar cambios en la composición química del agua posterior a una hora del muestreo. Lo que implica la prevención de contaminación de la muestra, ya que la calidad de datos encontrado en el laboratorio dependerá de la integridad de esta.

2.2.10.2 Identificación de muestras de agua

Según *U.S. Geological Survey*. (2019), para este proceso se deben considerar medidas requeridos para que en cualquier momento sea posible determinar las muestras, para ello se deben aplicar etiquetas colgada o pegadas, la numeración de frascos registrados en la información en una hoja de registro, para ello se deben considerar aspectos como la



identificación de la descarga, número de muestra, fecha y hora de muestreo, punto de muestreo, temperatura de la muestra, profundidad de muestreo, nombre y firma de la persona que realiza el muestreo.

Además, para el procedimiento se debe considerar los métodos de muestreo específicos que se aplican en cada caso, para el cual deben considerarse los siguientes parámetros:

- Las muestras deben ser representativas de las condiciones que existen en el punto y hora del muestreo y tener el volumen suficiente para realizar en las determinaciones.
- Las muestras deben representar lo mejor posible las características del efluente total que se descarga por el conducto que se muestrea
- Al realizarse el muestreo, se debe anotar los datos

2.2.11 Cadena de custodia

De manera general la cadena de custodia comprende el proceso a través del cual se conserva una muestra a base de la posesión física o control en el proceso del ciclo de vida completo, lo que implica conservar la muestra desde la toma de muestra hasta que se desecha.

Asimismo, es importante resaltar que la cadena de Custodia comprende el documento en donde se registra toda la información importante que permite el aseguramiento de la integridad de las muestras que inicia desde la recolección hasta que se generan reportes de resultados por los laboratorios correspondientes, este documento es clave para evitar falsificaciones y alteraciones de la información recopilada del muestreo de campo, además de identificar el número



y la tipología de análisis requeridos, como el tipo pre tratamiento al que se ha sostenido, además de la fecha de la hora de muestreo, cantidad de frascos remitidos por punto de muestreo, la hora y fecha de remisión, la determinación de responsables del muestreo y todo lo asociado con la recepción por parte del laboratorio (Resolución Jefatural N° 10 - 2016 - ANA 2016).

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Estación de muestreo

Alude al ambiente o lugar que se localiza cerca o en los elementos receptoras del agua, permitiendo a que se recoja la muestra, por tanto, la estación del muestreo es importante para que el proceso de muestreo tenga éxito y resultados favorables (Rojas, 2018).

Monitoreo de agua

El monitoreo de agua se refiere al proceso de medir y evaluar la calidad y cantidad del agua en diferentes cuerpos hídricos, como ríos, lagos, acuíferos y océanos. Este proceso es crucial para la gestión sostenible de los recursos hídricos, la protección del medio ambiente y la salud pública (Resolución Jefatural N° 10 - 2016 - ANA, 2016)

Protocolo de monitoreo de agua

Un protocolo de monitoreo de agua es un conjunto de procedimientos sistemáticos y estándares que se establecen para evaluar la calidad y cantidad del agua en diferentes cuerpos hídricos, como ríos, lagos, embalses, o aguas subterráneas. El objetivo principal de este protocolo es garantizar que el agua cumpla con los requisitos de calidad establecidos para diferentes usos, como el consumo humano, la agricultura, la industria, y la preservación de ecosistemas (DIGESA, 2011).



Parámetros hídricos

Los parámetros hídricos son variables o características que se utilizan para describir la calidad y el estado del agua en un determinado cuerpo hídrico. Estos parámetros son fundamentales en la gestión del recurso hídrico, la evaluación de su calidad ambiental y la determinación de su idoneidad para diferentes usos, como el consumo humano, la agricultura, la industria y la recreación (Samboni et al., 2007).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

La investigación se realizó en la Empresa Melvin Gary S.R.L. ubicada en el sector Baltimori - Pampilla, distrito de Ananea, provincia de San Antonio de Putina en la región Puno (anexo 6). Puede localizarse geográficamente en la zona 19S del sistema UTM datum WGS-84, con una elevación que oscila entre los 4600 y los 4900 metros sobre el nivel del mar. La ubicación del proyecto se encuentra dentro de los cuadrángulos de Putina y Rinconada, se indica en la tabla 3.

Tabla 3

Ubicación geográfica de área de estudio

Vértices	Coordenadas UTM		Área (hectáreas)
	Norte	Este	
1	8 380 565,79	435 566,44	896,57
2	8 378 569,21	435 492,83	
3	8 378 594,25	434 813,96	
4	8 379 626,06	434 813,95	
5	8 379 626,05	433 683,92	
6	8 378 636,04	433 683,94	
7	8 378 753,27	430 501,36	
8	8 380 749,83	430 574,97	

Nota: Empresa Melvin Gary S.R.L

3.1.1 Accesibilidad

El área del proyecto es accesible mediante la red vial nacional 34H cuyos tramos se detallan en la tabla 4.

3.1.2 Hidrología

Las operaciones mineras están situadas en la microcuenca de la laguna

Sillacunca (anexo 5), que sirve como nacimiento de la cuenca del río Ramis. La distancia entre el sitio minero y la laguna de Sillacunca es 15,2 km al noreste.

Tabla 4

Vías de acceso, distancias y tiempos de viaje

Tramos (Puno – mina)	Distancia (km)	Vía (terrestre)	Tiempo (horas)	Condición
Puno - Juliaca	45	Asfaltada	00h 40 min.	Buena
Juliaca - Desvío Huancané	50	Asfaltada	00h 45 min.	Buena
Desvío Huancané – Putina	40	Asfaltada	00h 45 min.	Buena
Putina – Ananea	60	Asfaltada	1h 10 min.	Regular
Ananea – Melvin Gary	09	Afirmada	10 min	Regular
TOTAL:	204		3h 10 min.	

Nota: Empresa Melvin Gary S.R.L

Durante los períodos de sequía, la operación minera cuenta con filtración de agua subterránea como fuente de agua, la cual se extrae a través de un canal y se almacena en un embalse. Desde allí, una motobomba con mangueras flexibles transfiere el agua a las operaciones mina para su uso exclusivo durante las sequías.

Tabla 5

Fuente agua: puntos de monitoreo de la empresa Melvin Gary S.R.L.

Nº	ESTE	NORTE	ALTITUD (msnm)	OBSERVACIONES
1	454 177	8 376 509	4977	PMA-LM- Punto de captación de agua para uso minero, agua superficial de la laguna montecristo
2	450 799	8 378 566	4874	PMA-T La toma de muestra de agua subterránea del tajo abierto 2
3	450 927	8 378 497	4866	PMA-R Toma de muestra de agua de poza de agua clarificada para rehúso para la misma actividad minera.

Nota: Empresa Melvin Gary S.R.L

3.2 PERIODO Y DURACIÓN DE ESTUDIO

El periodo de duración del estudio estuvo enfocado en la recolección de datos el cual demoró un de 3 meses, según el de un análisis y elaboración de la investigación que



también abarcó un tiempo de 2 meses teniendo total de duración de estudio de 5 meses de investigación dentro de las instalaciones de la empresa Melvin Gary S.R.L.

3.3 PROCEDENCIA DE MATERIAL UTILIZADO

3.3.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos para la presente investigación fue la observación, donde según Charaja (2019) “la observación es un procedimiento empírico básico cuyo objetivo es determinar las propiedades o manifestaciones de un hecho actual” (p. 260) es decir que la observación se da cuando el investigador está en contacto visual con el fenómeno o hecho, es la observación denominada, según el criterio de la presencia del investigador se le puede denominar la observación directa.

Las técnicas utilizadas según los objetivos específicos fueron de la siguiente manera

Para el segundo objetivo específico, se evaluó el manejo del agua en las operaciones mina de la empresa minera Melvin Gary S.R.L., Se llevó a cabo un análisis de la recirculación, el tratamiento y la alteración en los parámetros fisicoquímicos del agua generados por las operaciones de la empresa. Se examinó la demanda de agua, el volumen mensual utilizado, la gestión del agua de acuerdo con el régimen de explotación, los efectos de las operaciones y se proporcionó una descripción de las obras hidráulicas.

Para el segundo objetivo específico, lo cual contempla en determinar los parámetros físico del agua en pozas de bombeo, sedimentación y planta gran métrica de la empresa se utilizó la técnica de la observación con multi parámetros



y el recojo de datos *in situ* y para determinar los parámetros químicos se optó de un protocolo de monitoreo de recojo de muestras y el envío a laboratorio para determinar la cantidad de metales tóxicos o propiedades químicas que tiene el agua que es utilizado en las operaciones mina de la empresa.

3.3.2 Instrumentos de recolección de datos

Así mismo, como toda técnica tiene sus instrumentos de recolección de datos, la observación comprende de un instrumento llamado ficha de campo lo cual será diseñada de acuerdo con los objetivos planteados en la presente investigación.

Para el recojo de datos *in situ*, se utilizó dos multi parámetros de marca HANNA, debidamente calibrados y certificados para garantizar la fiabilidad de los resultados, los cuales se muestran en el anexo 8 y anexo 9.

El multiparámetro HANNA HI 9813-6 es un instrumento portátil que puede medir la temperatura, el pH, la conductividad eléctrica (CE) y los sólidos disueltos totales (TDS) de una solución. Tiene las siguientes características principales (Hanna instruments, 2023) :

- Resistente al agua y con una gran pantalla LCD que muestra el parámetro medido y las instrucciones de calibración.
- Calibración manual de un punto para todos los parámetros excepto la temperatura.
- Compensación automática de temperatura para pH y CE/TDS con un factor de 2%/°C.



- Factor de conversión de CE a TDS ajustable de 0,56 a 0,78 ppm = 1 μ S/cm según la curva 442 para agua natural.
- Función *cal check*TM que permite al usuario verificar el estado de calibración de la sonda de pH en cualquier momento.
- Sonda multiparamétrica HI 1285-5 de polipropileno con sensor de temperatura interno, conector DIN de 8 pines y 1 m de cable.
- Batería de 9 V con aproximadamente 150 horas de uso continuo.
- Ambiente de 0 a 50 °C (32 a 122°F) y humedad relativa máxima de 100%

El multiparámetro HI 9146 es un medidor de oxígeno disuelto (OD) resistente al agua que puede medir la temperatura, el OD en mg/L (ppm) y el OD en % de saturación. Tiene las siguientes características principales (Hanna instruments, 2023):

- Calibración automática en uno o dos puntos en aire saturado y/o solución de oxígeno cero.
- Compensación automática de temperatura, altitud y salinidad.
- Sonda polarográfica con sensor de temperatura interno, conector DIN y cable de 4 m.
- Pantalla LCD con mensajes tutoriales e indicadores de batería baja.
- Batería de 9V con aproximadamente 200 horas de uso continuo.
- Ambiente de 0 a 50 °C (32 a 122 °F) y humedad relativa máxima de 95%.



- Dimensiones de 185x72x36 mm (7,3 x 2,8 x 1,4”), peso de 300g (10,6 oz.)

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

En la presente investigación se toma como población de estudio a toda la concesión Melvin Gary S.R.L. que comprende un total de 896,57 hectáreas, de los cuales se usó las técnicas de muestreo no probabilístico donde se determinó los puntos de referencia para los muestreos de monitoreo del agua según los protocolos medioambientales vigentes en el Perú.

La muestra es de tipo no probabilístico, en los cuales se tienen 3 puntos de muestreo (poza de bombeo, planta gravimétrica y poza de sedimentación) con 3 réplicas cada una se tiene un total de 9 muestras, a esto se suma el blanco, por lo tanto, se trabajó con 10 muestras para laboratorio dentro de las operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L., detallados en la tabla 6.

Tabla 6

Puntos de monitoreo y referencia de muestreo

Puntos de monitoreo	Referencia	Coordenadas	
		Este	Norte
PM1	Poza de bombeo	432 914,953	8 380 452,428
PM2	Planta gravimétrica	432 838,978	8 380 488,285
PM3	Poza de sedimentación	432 829,569	8 380 431,170

Nota: Empresa Melvin Gary S.R.L

Según la tabla 6, se muestra un total de 3 puntos de monitoreo (anexo 4) en los cuales según el protocolo de monitoreo de aguas se pide determinar 3 réplicas de cada una y es por lo cual se tuvo un total de 9 muestras obtenidas más un blanco de campo lo cual asciende a un total de 10 muestras para el presente proyecto de investigación.



3.5 DISEÑO ESTADÍSTICO Y METODOLÓGICO

3.5.1 Tipo de investigación

La presente investigación se caracteriza siendo una investigación descriptiva y analítica. Según Ñaupas *et al.* (2018) los estudios analíticos se distinguen por su objetivo de identificar una posible relación entre un factor de riesgo y un efecto específico, lo que implica el establecimiento de una conexión causal entre dos fenómenos naturales.

3.5.2 Diseño de la investigación

La investigación se caracteriza por la no manipulación de información el proceso de recolección de datos y es por lo cual es de un diseño no experimental (Hernández *et al.*, 2014). Las propiedades de aguas utilizadas en las operaciones mineras se recolecta la información tal como se encuentran según los protocolos de monitoreo de aguas, por lo tanto, no se realizar ninguna manipulación.

3.6 PROCEDIMIENTO

3.6.1 Coordinaciones administrativas

Como primera fase en el proceso de recolección de datos se realizó la coordinación respectiva con el área administrativa de la empresa en los cuales se detalló los puntos de muestreo para su respectiva toma de muestra de acuerdo con los protocolos de monitoreo de agua.

3.6.2 Proceso de recolección y monitoreo

En el proceso de recolección de datos se realizó el análisis de la secuencia de minado y de la misma forma el uso del agua y el proceso de recirculación para



poder determinar los puntos estratégicos de monitoreo para la presente investigación.

Seguidamente, una vez realizada los puntos estratégicos de monitoreo se determinó los parámetros a medirse como son las propiedades fisicoquímicas del agua en los cuales se trabajó con los instrumentos basado en los protocolos de monitoreo de agua. Cabe recalcar que en los puntos de monitoreo también se registraron las coordenadas, las temperaturas ambientales y las condiciones al momento recojo de datos.

Además, el proceso de toma de muestras para el envío de laboratorio se trabajó de acuerdo a los protocolos de monitoreo de agua estipuladas en el Ministerio del Ambiente (MINAM) en los cuales se realiza la toma de muestras utilizando dos enjuagues y la tercera con un sellado con el frasco sumergido y seguidamente realizar el respectivo rotulado y el llenado de ficha técnica de la muestra para su envío.

La ficha técnica de cada muestra para su envío fue llenada en un formato brindado por el mismo laboratorio, cuyas fichas se muestra en el anexo10 de la presente investigación.

Finalmente se realizó el análisis de los datos ya con los resultados obtenidos de manera descriptiva.

3.7 VARIABLES

Variable 1: Parámetros fisicoquímicos de agua.

Variable 2: Uso de agua en operaciones mina.

Figura 1

Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Categoría	Subcategoría	Indicadores
Parámetros fisicoquímicos del agua	Parámetros físicos	Calidad del agua	Parámetros físicos	Conductividad (25°C) (µS/cm)
				Oxígeno disuelto
				pH (sin unidad)
				Salinidad (ppt)
				Turbidez (NTU)
				Temperatura (°C)
				Potencial Redox (mV)
	Sólidos Totales Disueltos (mg/L)			
Parámetros químicos	Alteración por metales	Plomo, Mercurio, Cadmio, etc.	Presencia de metales pesados (mg/L)	
Uso del agua en operaciones mina	Uso del agua	Consumo de recursos	Volumen mensual	Volumen utilizado mensual del agua (m³/mes)
				Demanda de agua en operaciones mineras (m³ de agua utilizada por tonelada de material procesado)
	Manejo del agua	Eficiencia del uso del agua	% de agua reciclada	Reaprovechamiento y circulación de agua (%)
		Frecuencia de uso	Días de operación/mes	Régimen de explotación

Nota: Elaboración propia según el marco teórico y la matriz de consistencia

3.8 ANÁLISIS DE DATOS

La técnica de procesamiento de datos se realizó mediante los programas estadísticos como es el Microsoft Excel 365, el programa de ingeniería estadística Minitab 18, y el paquete estadístico de base de datos SPSS versión 26. Para los diseños se utilizó el programa de diseño Lucitchard y el programa de planos ingenieriles como el Autocad 2021.

La técnica de procesamiento de datos se utilizó el análisis de varianza ANOVA para demostrar el comportamiento de las propiedades fisicoquímicas del agua según el proceso de operaciones y las áreas involucradas en el recurso hídrico utilizada por la empresa Melvin Gary S.R.L



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 MANEJO DEL AGUA EN LAS OPERACIONES MINA DE LA EMPRESA MINERA MELVIN GARY S.R.L.

4.1.1 Demanda de agua en operaciones mineras

La demanda de agua para continuar con la operación minera es para la reposición de pérdidas y mitigación de impactos, por lo que es necesario conocer la descripción de la actividad o los componentes del proceso de extracción del material aurífero.

La actividad minera es a través de movimiento de tierras usando maquinarias como: excavadoras, cargadores frontales, camiones volquetes y lavado en los chutes. La actividad en desarrollo para la etapa de explotación del tipo de yacimiento es a cielo abierto semimecanizado con características de cantera y su tratamiento metalúrgico por el método gravimétrico requiere del recurso hídrico (agua del tajo abierto 1 y 2).

El proceso metalúrgico se lleva a cabo utilizando monitores hidráulicos que facilitan el lavado para extraer el oro del material ingresado a planta gravimétrica, a partir de una superficie inclinada en la estación de lavado o chutes. Los materiales lavados, tanto gruesos como intermedios, son reenviados al chute para un nuevo lavado. Los materiales más finos, conocidos como arenas negras que contienen oro, se acumulan en canales metálicos equipados con rifles, y se extienden a canales revestidos con alfombras para capturar las partículas más finas de oro mediante concentración gravimétrica de forma artesanal. Además, se utiliza



un canal con empedrado para capturar las partículas de oro aún más finas que no quedan retenidas en los rifles ni en las alfombras.

Durante el proceso de extractivo del oro se generan dos clases de residuos. El primer tipo son los claros o arenas, que persisten incluso después de la extracción inicial. Estos claros, formados por arena de grano medio, se recogen en un desarenador designado. El segundo tipo de residuo es el material grueso que se obtiene de la parrilla de lavado. Ambos tipos de residuos se transportan y depositan en campos designados o áreas de eliminación de residuos utilizando equipos especializados de carga y transporte. Sin embargo, es importante señalar que el material grueso pasa por un proceso de relavado antes de ser transportado y depositado en los campos designados para su eliminación.

Con el fin de facilitar el proceso de gestión ambiental, se ha diseñado un circuito metalúrgico específicamente para esta tarea en particular. Este circuito incluye una poza que cumple el doble propósito de almacenar relaves y clarificar agua para su futura reutilización mediante recirculación de agua. Una vez que los estanques han alcanzado su capacidad con relaves, se bombean usando una bomba de lodos o se transportan mediante un camión volquete a los lugares designados de almacenamiento y secado. Esto asegura que los relaves puedan ser adecuadamente manejados y preparados para usos posteriores, como reforestación o incorporación al medio ambiente mediante la adición de fertilizantes naturales y la siembra de plantas y/o especies nativas.

El material que contenía contenido de oro sufrió una modificación en su relación de concentración durante las horas de trabajo designadas. Posteriormente será trasladado al área designada para su apisonamiento y amalgamación con el



fin de lograr su concentración deseada como producto final.

El residuo negro producido durante esta fase se gestionará según el tratamiento metalúrgico detallado en las fichas de datos de seguridad de materiales (MSDS). Una vez que se complete la fase de extracción extendida, la región minada se reconfigurará para alinearse con el terreno natural y la distribución de minerales económicamente viables. Los esfuerzos de restauración implicarán la utilización de sobrecarga y/o relaves adquiridos del proceso minero para rehabilitar el área.

En el desarrollo de la actividad minera a realizar se identifican las siguientes etapas:

- Arranque y carguío directo con excavadoras
- Transporte de mineral
- Lavado de material en chute
- Acumulación de material lavado y traslado a canchas de material grueso
- Limpieza de pozas desarenadores y sedimentación.
- Proceso de amalgamación y refogado en retorta.

La determinación del uso y demanda actual del agua para la actividad minera en desarrollo tiene como principal objetivo determinar el agua requerida para continuar con la operación de la actividad minera (anexo 11), proceso y/o metodología del ciclo de operaciones).

El requerimiento de agua es para continuar con la explotación de la

actividad minera, cuyo requerimiento ha sido determinado en función al movimiento del material aurífero de 1800 m³/día con relación de material aurífero - agua 1:3 y finalmente la demanda de agua para operación y el plan de mitigación de impacto negativos de la actividad minera mediante riego de vías de acceso y uso doméstico (servicios higiénicos).

La demanda de agua para continuar el desarrollo del minado es un caudal promedio de 7,22 L/s para la operación en 16 horas; cuyo volumen es de 119 766,62 m³/año.

4.1.2 Volumen utilizado mensual (m³)

El volumen de agua utilizado mensualmente de la fuente de agua para la actividad minera desarrollado dentro de la concesión minera Melvin Gary S.R.L., se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

Volumen de agua utilizado por fuente de agua

Meses	Subterránea - Tajo 1			Subterránea - Tajo 2			TOTAL	
	m ³	m ³ /día	L/s	m ³	m ³ /día	L/s	m ³ /día	L/s
Enero	4 947,79	206,16	3,58	4 947,79	206,16	3,58	9 895,6	7,16
Febrero	4 947,79	206,16	3,58	4 947,79	206,16	3,58	9 895,6	7,16
Marzo	4 947,79	206,16	3,58	4 947,79	206,16	3,58	9 895,6	7,16
Abril	4 947,79	206,16	3,58	4 947,79	206,16	3,58	9 895,6	7,16
Mayo	4 947,79	206,16	3,58	4 947,79	206,16	3,58	9 895,6	7,16
Junio	5 002,78	208,45	3,62	5 002,78	208,45	3,62	10 006	7,24
Julio	4 996,5	208,19	3,62	4 996,50	208,19	3,62	9 993	7,23
Agosto	5 066,93	211,12	3,67	5 066,93	211,12	3,67	10 134	7,33
Septiembre	5 084,02	211,83	3,68	5 084,02	211,83	3,68	10 168	7,36
Octubre	5 050,66	210,44	3,66	5 050,66	210,44	3,66	10 101	7,31
Noviembre	4 995,67	208,15	3,62	4 995,67	208,15	3,62	9 991,3	7,23
Diciembre	4 947,79	206,16	3,58	4 947,79	206,16	3,58	9 895,6	7,16
TOTAL	59 883,31			59 883,3			119 767	

Nota: Empresa Melvin Gary S.R.L

4.1.3 Manejo de agua según régimen de explotación

El régimen de explotación del agua subterránea de los tajos abiertos 1 y 2 para la actividad minera en desarrollo por la empresa Melvin Gary S.R.L. 2023, está definido en función a la demanda de agua para la reposición de pérdidas y otras actividades complementarias, el mismo que puede variar en función al tiempo de bombeo y tipo de motobomba a utilizar, asimismo según las épocas del año hidrológico. ver anexo 7.

4.1.4 Alteración de la calidad de parámetros fisicoquímicos del agua producto de las operaciones mina.

Una vez realizado el análisis de los resultados obtenidos en laboratorio y los multi parámetros se determinó que las propiedades como la turbidez y el potencial redox son los más afectados con las operaciones mineras, dónde la poza de bombeo se determina un $-5,9$ Mv, esto se incrementa considerablemente en la planta gravimétrica llegando a registrar $50,1$ Mv lo cual se mantiene en la poza de sedimentación para poder bajar dicha propiedad física en el transcurso del tratamiento. Ver resultados de los ensayos de laboratorio de los puntos de monitoreo en los anexos 1, anexo 2 y anexo 3.

Tabla 8

Caudal de utilizado y régimen de explotación en la empresa Melvin Gary S.R.L. 2023.

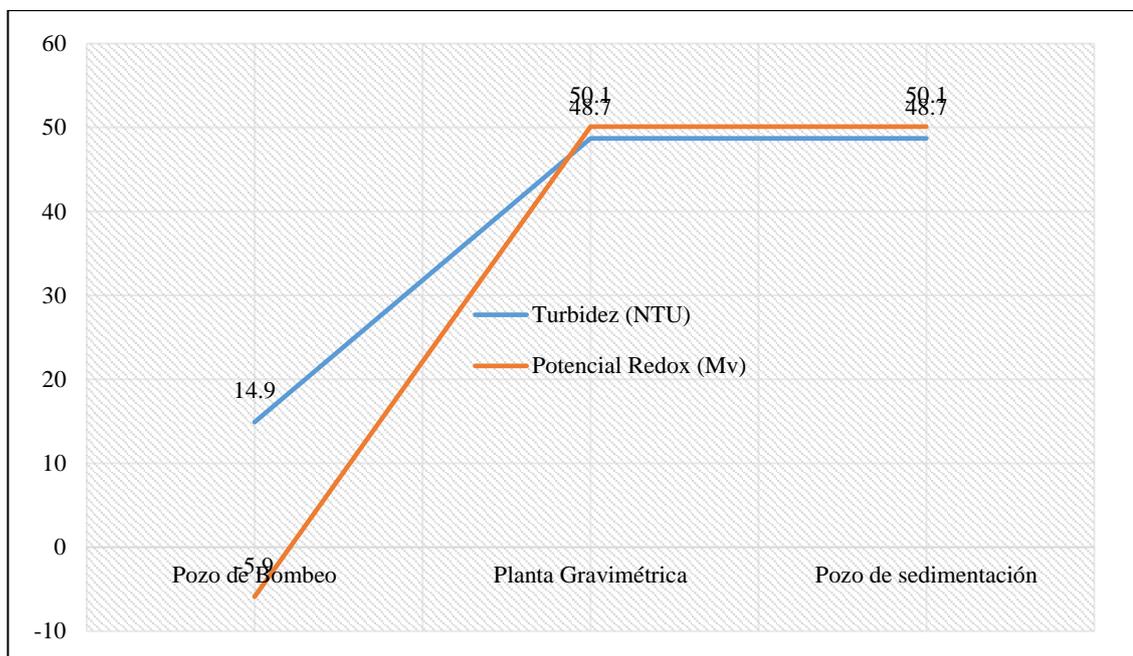
	Tajo	Caudal promedio (L/s)	Horas al día	días al mes	mes al año
Tajo 1	Régimen de explotación	3,61	16	24	12
	Volumen promedio (m ³)	0,00361	207,93	4990,28	59 883,31
Tajo 2	Régimen de explotación	3,61	16	24	12
	Volumen promedio (m ³)	0,00361	207,93	4 990,28	59 883,31

Nota: Empresa Melvin Gary S.R.L.

La figura 2, se determina el efecto de las operaciones mineras donde la turbidez se registra en 14,9 NTU en la poza de bombeo, lo cual se incrementa considerablemente hasta alcanzar 48,7 NTU en la planta gravimétrica y de sedimentación teniendo un efecto significativo en los parámetros físicos del agua con las operaciones mineras de la empresa minera Melvin Gary S.R.L. 2023.

Figura 2

Alteración de los parámetros físicos del agua en la empresa minera Melvin Gary S.R.L.



Nota: Datos recolectados del laboratorio de los tres puntos de monitoreo

Así mismo, en la tabla 9 se realiza el análisis de la alteración del agua producto de las operaciones mina en los parámetros químicos del agua, donde se muestra la presencia de elementos químicos que se incrementan considerablemente desde la poza de bombeo hasta planta gravimétrica, donde el proceso de lavado de mineral se realiza con el agua que circula desde la poza de bombeo a la planta gravimétrica y vuelve a las pozas de sedimentación para poder hacer su tratamiento respectivo en los cuales se demuestra el incremento

considerable del aluminio desde 0,27 mg/L registrada en la poza de bombeo hasta 2165,10 mg/L en la planta gravimétrica, esto disminuye en la poza de sedimentación con un valor de 0,54 mg/L.

De igual manera otros elementos químicos se incrementan desde la poza de bombeo a la planta gravimétrica y algunas disminuyen en la poza de sedimentación de acuerdo con las propiedades y los pesos específicos que tienen dichos elementos químicos, se muestra en la tabla 9.

Tabla 9

Efecto de las operaciones mineras en los parámetros inorgánicos del agua en la empresa minera Melvin Gary S.R.L. 2023.

Presencia de elementos	Poza de bombeo	Planta gravimétrica	Poza de sedimentación
Aluminio	0,27	2 165,10	0,54
Arsénico	0,00233	6,70570	0,00274
Boro	0,021	0,240	0,032
Bario	0,0347	7,0680	0,0240
Berilio	0,00003	0,10930	0,00008
Calcio	34,69	103,00	26,75
Cerio	0,00043	3,95280	0,00153
Cobalto	0,00156	1,42730	0,00821
Cromo	0,00213	1,76740	0,00122
Cesio	0,00006	0,53220	0,00018
Cobre	0,012	2,590	0,002
Hierro	0,155	3 139,0	0,479
Potasio	2,88	146,90	2,57
Lítio	0,00421	4,87000	0,00515
Magnesio	16,22	451,40	14,16
Manganeso	0,090	41,230	0,415
Sodio	11,71	16,70	10,50
Níquel	0,0026	4,2080	0,0036
Fosforo	0,03	67,10	0,02
Silicio	3,79	159,60	4,59
Estroncio	0,2228	1,3440	0,2128
Titanio	0,0021	6,1400	0,0234
Zinc	0,038	9,430	0,030

Nota: Datos recolectados del laboratorio de los tres puntos de monitoreo

4.1.5 Plan de aprovechamiento hídrico de la empresa Melvin Gary S.R.L.

La actividad minera desarrollada por la empresa Melvin Gary S.R.L., en la concesión minera Melvin Gary S.R.L., requiere satisfacer la demanda de agua principalmente para la reposición de perdidas (evaporación, infiltración, absorción de material aurífero y otros), y uso doméstico (servicios higiénicos, duchas y otros) que asciende un caudal promedio 7,22 L/s para la operación en 16 horas, cuyo volumen anual de 119 766,62 m³/año, cuyas aguas serán destinadas para afianzar el aprovechamiento de la actividad minera desarrollada en la concesión minera Melvin Gary S.R.L.

El plan de aprovechamiento del agua para el desarrollo de la actividad minera; se capta agua subterránea de dos tajos abiertos denominados tajo 1 y tajo 2, a continuación, se muestra el requerimiento mensual en la tabla 10.

Tabla 10

Plan de aprovechamiento de las fuentes de agua

Meses	m ³ /día	L/s
Enero	9895,6	7,16
Febrero	9895,6	7,16
Marzo	9895,6	7,16
Abril	9895,6	7,16
Mayo	9895,6	7,16
Junio	10 006,0	7,24
Julio	9993,0	7,23
Agosto	10 134,0	7,33
Septiembre	10 168,0	7,36
Octubre	10 101,0	7,31
Noviembre	9991,3	7,23
Diciembre	9895,6	7,16
TOTAL	119 767,0	

Nota: Empresa Melvin Gary S.R.L

Las aguas subterráneas de los tajos 1 y 2 son impulsados mediante una manguera flexible (*Lay Flat*) de 4 pulgadas de diámetro hasta el punto de aprovechamiento (chutes) para el lavado del material aurífero y descargando el



agua por gravedad con alto contenido de sólidos en suspensión o coloides para su tratamiento posterior con floculantes o coagulantes pasando por la poza desarenadora, pozas de lodos, pozas de sedimentación, pozas de agua clarificada o reusó. Desde este punto el agua es reutilizada mediante una motobomba de 30 HP impulsando hasta el punto de aprovechamiento (chutes de las unidades operativas) y finalmente formando el circuito cerrado de aprovechamiento hídrico.

El aprovechamiento hídrico para el proceso metalúrgico; el agua es captada desde la poza de reúso para luego ser impulsada con una motobomba de 30 HP hasta el reservorio almacenamiento (Rotoplas de 1100 litros), desde este punto es distribuido a los ambientes de amalgamación, posteriormente pasando el agua con contenido de arenillas negras para su tratamiento en la poza de relave y/o poza de agua recuperada, a fin de reutilizarlo o recircularlo y finalmente formando el circuito cerrado.

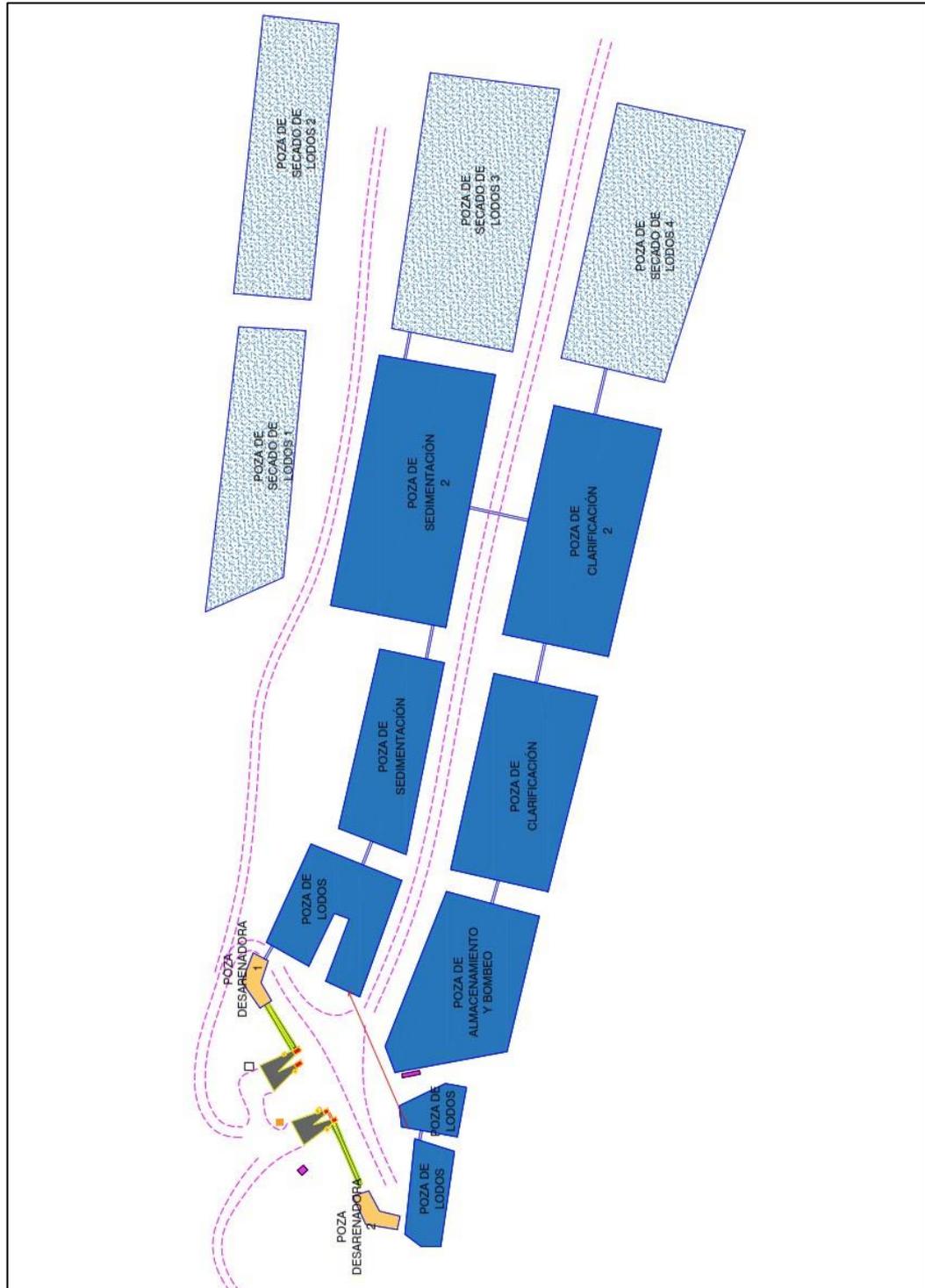
El aprovechamiento hídrico para mitigación de polvo, el agua es captado en cualquier punto de las pozas de agua clarificada con la finalidad de regar las vías de acceso cuando deja de llover para evitar la generación de partículas finas.

El aprovechamiento hídrico para uso doméstico; el agua es captada desde el tajo para luego ser impulsada con una motobomba de 30 HP hasta el reservorio almacenamiento (Rotoplas de 1100 litros), desde este punto es distribuido al área de servicios higiénicos (baños y duchas), con posterior tratamiento séptico mediante un biodigestor.

Figura 3

Diagrama de uso y reaprovechamiento del agua en la empresa Melvin Gary

S.R.L.



Nota: Empresa Melvin Gary S.R.L:

4.1.6 Descripción de las obras hidráulicas



La descripción de las obras hidráulicas de la actividad minera, se encuentra en proceso de implementación o acondicionamiento con material propio de la zona cuya descripción se realiza a continuación:

4.1.6.1 Captación.

La captación se realiza por bombeo de agua superficial, se utiliza generalmente motobombas de combustión interna accionadas con motores ubicados en la superficie, por lo que se considera una captación de tipo horizontal por la extracción de aguas a poca profundidad, cuyas características del equipo de bombeo es 1 motor diésel de 30 HP de potencia.

4.1.6.2 Conducción

El transporte de agua desde las pozas hacia la planta gravimétrica se realiza a través de una línea de conducción que termina en el punto de entrega (chute), utilizando mangueras planas, también conocidas como layflat, de 4 pulgadas de diámetro, las cuales son muy resistentes debido a las siguientes características:

Gracias a su flexibilidad y a los materiales resistentes a la fricción, estas mangueras pueden instalarse al aire libre sin riesgo de romperse si son golpeadas o aplastadas.

- Son más livianas y flexibles, lo que facilita su enrollado y reposicionamiento.
- Están fabricadas con plásticos anti-corrosivos de alta calidad y protección UV, lo que les permite resistir el contacto con la



mayoría de los productos químicos.

- Son mucho más fáciles de manejar, transportar y almacenar en comparación con las tuberías rígidas.
- Al venir en rollos largos, una sola manguera puede ser más extensa que cualquier tubería sin necesidad de usar uniones adicionales.

4.1.7 Descripción sobre el uso del agua

La empresa Melvin Gary S.R.L. 2023, para continuar con la actividad minera desarrollada en la concesión minera Melvin Gary, requiere satisfacer la demanda de agua principalmente para la reposición de perdidas (evaporación, infiltración, absorción de material aurífero y otros), y uso doméstico (servicios higiénicos, duchas y otros); asimismo, no se afecta actualmente ni se afectará los derechos de terceros.

4.2 ANÁLISIS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA SEGÚN LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

Para función de los parámetros fisicoquímicos del agua en las pozas de bombeo, pozas de sedimentación y planta gravimétrica de la empresa Melvin Gary S.R.L. 2023 se definió los puntos de muestreo que los cuales se evidencia en el anexo 4.

Tomando el marco legal del monitoreo de aguas, se recolectó dichas muestras para poder obtener los resultados de propiedades físicas y químicas del agua que recircula en las operaciones mineras de la empresa Melvin Gary S.R.L., cabe recalcar que dichas propiedades físicas fueron obtenidas de laboratorio acreditado.

En la tabla 11 se evidencia las propiedades físicas del agua basado en un análisis

comparativo de la poza de bombeo (PM-01), la planta gravimétrica (PM-02) y la poza de sedimentación (PM-03), estos puntos de monitoreo fueron estratégicos en la toma de datos, la poza de bombeo es el lugar de donde se abastece de agua a la planta gravimétrica donde se realiza el procesamiento de mineral. En la planta gravimétrica se realiza el lavado de mineral disgregando las partículas finas con contenido aurífero que pasan a través de una zaranda hacia las canaletas con rejillas y alfombras que capturan el oro y minerales con alto peso específico. El otro punto de muestreo fue la planta gravimétrica, cuyo punto de muestreo acoge el recurso hídrico usado en el proceso de lavado al final de la canaleta, el lodo o pulpa se decanta pasando por canales hacia una poza de sedimentación dónde se tomó el tercer punto de muestreo.

Tabla 11*Propiedades físicas del agua en las operaciones mineras*

Parámetros	Unidad	PM-01.	PM -02	PM-03.	ECAS	Condición
Conductividad (25 °C)	μS/cm	343	323	323	2500	Muy baja
Oxígeno disuelto	mg/L	6,71	6,87	6,87	>4	Cumple
pH	U de pH	6,7	5,7	5,7	6,5 – 8,5	No cumple
Salinidad ²	%	0,22	0,21	0,21	-	
Turbidez	NTU	14,9	48,7	48,7	5	No cumple
Temperatura	°C	4,6	4,6	4,6	Δ 3	Cumple
Potencial Redox	Mv	-5,9	50,1	50,1		
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	178	168	168	1000	Cumple

Nota: Datos recolectados del laboratorio de los tres puntos de monitoreo

En la tabla 11, realizando una comparación con la categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales según los parámetros físicos del D.S. 004 – 2017 MINAM, se muestra que la conductividad es relativamente baja teniendo como valores 343 μS/cm en la poza de bombeo, 323 μS/cm en la planta gravimétrica y 323 μS/cm en la poza de sedimentación los cuales se encuentran muy por debajo del límite permitido de 2500 μS/cm y su baja concentración es deseable tanto para riego y bebida de animales. En el



ámbito del oxígeno disuelto, todos los valores están por encima de 4 mg/L, lo que es positivo ya que una mayor cantidad de oxígeno disuelto es crucial para la vida acuática, por lo tanto, cumple con los estándares de calidad ambiental. En el pH de PM-02 y PM-03 está por debajo del rango aceptable, lo que puede indicar acidez excesiva, potencialmente dañina para los organismos acuáticos, incumpliendo los estándares de calidad ambiental (ECAs).

Asimismo, en la salinidad es baja y no se especifica un límite, lo que sugiere que está dentro de un rango aceptable. En el ámbito de la turbidez, todos los valores son considerablemente más altos que el límite permitido, lo que sugiere que el agua está muy turbia, lo que puede afectar a la vida acuática y a la calidad general del agua.

Finalmente, los sólidos totales disueltos están bastante por debajo del límite máximo permitido, lo que sugiere una buena calidad en este aspecto. En conclusión, revela que las muestras PM-02 y PM-03 presentan serias preocupaciones en cuanto a la calidad del agua, especialmente en los aspectos de pH y turbidez, mientras que el oxígeno disuelto y los sólidos totales disueltos cumplen con el estándar. Es fundamental considerar estas variables en el manejo y uso del agua.

Analizando el comportamiento de la conductividad, en la poza de bombeo se registró una conductividad de 343 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual disminuye ligeramente en la planta gravimétrica, registrando un valor de 323 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en el punto de sedimentación registra el mismo valor.

En el ámbito del oxígeno disuelto, en el primer punto de muestreo el cual es la poza de bombeo, registra un valor de 6,71 mg/L, dicha propiedad no tiene cambios significativos en el proceso de recirculación del agua. Lo mismo ocurre con el pH, obteniendo un 6,7 en la poza de bombeo y un 5,7 en la poza de sedimentación teniendo



una disminución de un punto a favor. En la propiedad de salinidad, el primer punto de muestreo registra 0,22%, esto se mantiene en todo el proceso hasta llegar a 0,21 en la poza de sedimentación como un punto de monitoreo 3.

En la propiedad de turbidez se registra un incremento considerable desde 14,9 NTU El primer punto de muestreo hasta 48,7 NTU una vez utilizada el agua registrada en el punto de la poza de sedimentación, lo mismo ocurre con el potencial redox que registró en el primer punto de muestreo el cual es la poza de bombeo con un valor igual a -5,9 Mv, esto se incrementa considerablemente registrando en la planta gravimétrica a 50,1 manteniendo este valor hasta el punto número 3.

El proceso de recirculación del agua en las operaciones mineras de la empresa Melvin Gary S.R.L. 2023, se muestra un incremento considerable en la turbidez y el potencial redox esto afecta en las propiedades químicas los cuales se analizan.

En la tabla 12 lo cual es la poza de bombeo dónde se muestra los límites de detección y los límites cuantificables trabajados en mg/L, donde la mayor presencia se determinó con la presencia de calcio en un total de 34,69 mg/L, puesto que este elemento es incorporado en la poza de sedimentación para poder definir el pH del agua, a esto se le suma la presencia del magnesio con un total de 16,22 mg/L, seguido del sodio de 11,71 mg/L.

En el ámbito de los metales tóxicos se registró el aluminio a un 0,27 mg/L, seguido del arsénico a 0,00233 mg/L, también se detectó la presencia del estroncio en 0,2228 mg/L, la presencia de silicio en 3,79 mg/L y otros elementos que se detalla a continuación:

Este análisis da cuenta de la calidad del agua en función de distintos elementos químicos, revelando que la mayoría de los parámetros cumplen con los estándares establecidos, aunque hay elementos que no lo hacen, lo que indica la necesidad de tomar



medidas para garantizar la seguridad ambiental y de salud pública. Este tipo de monitoreo es crucial para la gestión adecuada del agua y la protección de los ecosistemas y la salud de la población.

Determinación: El nombre del elemento o metal analizado.

Unidad: Es la unidad de medida utilizada para los valores de concentración, en este caso, miligramos por litro (mg/L).

Estándares de calidad ambiental (D.S. 004 – 2017 MINAM): Aquí se presenta el valor máximo permitido de cada propiedad según las regulaciones ambientales del MINAM.

Condición: Esto indica si el nivel de concentración medido cumple o no con los estándares establecidos. *Cumple* significa que la concentración del elemento está por debajo del límite permitido, mientras que *No cumple* significa que la concentración excede el límite permitido.

Cumple: Los elementos que cumplen con los estándares son aquellos cuya concentración medida es menor o igual al límite permitido. Ejemplos de elementos que cumplen son: Aluminio, Arsénico, Cobre, entre otros.

No cumple: En el caso de los elementos que no cumplen, es necesario prestar atención, ya que su presencia podría indicar un problema de contaminación o riesgo para la salud. En este ejemplo, los elementos que no cumplen son: Plata, Cromo

Valores no especificados: Algunos elementos como el calcio y el boro no tienen un estándar establecido por el MINAM, aunque se mida su concentración, no existe un límite autorizado para evaluar su cumplimiento en este análisis específico.

Tabla 12

Propiedades inorgánicas del agua en el PM-01 (Poza de bombeo)

Determinación	Unidad	PM-01.	Estándares de calidad ambiental agua (D.S. 004 – 2017 MINAM)	Condición
Plata	mg/L	<0,00005	0,01	No cumple
Aluminio	mg/L	0,27	5	Cumple
Arsénico	mg/L	0,00233	0,1	Cumple
Boro	mg/L	0,021	2,4	Cumple
Bario	mg/L	0,0347	0,7	Cumple
Berilio	mg/L	0,00003	0,012	Cumple
Bismuto	mg/L	<0,0001	-	
Calcio	mg/L	34,69	-	
Cadmio	mg/L	0,00010	0,01	Cumple
Cerio	mg/L	0,00043	-	
Cobalto	mg/L	0,00156	0,05	Cumple
Cromo	mg/L	0,00213	0,0011	No cumple
Cesio	mg/L	0,00006	-	
Cobre	mg/L	0,012	2	Cumple
Hierro	mg/L	0,155	5	Cumple
Mercurio	mg/L	<0,0005	0,0001	Cumple
Potasio	mg/L	2,88	-	
Litio	mg/L	0,00421	2,5	Cumple
Magnesio	mg/L	16,22	250	Cumple
Manganeso	mg/L	0,090	0,2	Cumple
Molibdeno	mg/L	<0,0001	0,07	Cumple
Sodio	mg/L	11,71	-	
Níquel	mg/L	0,0026	0,07	Cumple
Fosforo	mg/L	0,03	2,56	Cumple
Plomo	mg/L	0,0010	0,01	Cumple
Antimonio	mg/L	<0,0001	0,64	Cumple
Selenio	mg/L	<0,0001	0,04	Cumple
Silicio	mg/L	3,79	-	
Estaño	mg/L	<0,0001	-	
Estroncio	mg/L	0,2228	-	
Titanio	mg/L	0,0021	-	
Talio	mg/L	<0,00002	0,0008	Cumple
Uranio	mg/L	0,00004	0,02	Cumple
Vanadio	mg/L	<0,0004	0,1	Cumple
Zinc	mg/L	0,038	3	Cumple

Nota: Datos recolectados del laboratorio de los tres puntos de monitoreo

Elementos y toxicidad: Es importante señalar que varios de los elementos analizados, como el mercurio, el plomo y el arsénico, son conocidos por ser tóxicos en concentraciones elevadas, lo que subraya la importancia del monitoreo de los cuerpos de agua.

En la tabla 13 se muestra las propiedades químicas del agua del punto número dos lo cual abarca la planta gravimétrica, los cuales se evidencian las mayores presencias del aluminio en un total de 2165,10 mg/L, seguido de arsénico de 6,71 mg/L, de la misma forma se evidencia la presencia de hierro en 3139,0 mg/L, siendo éstas los más grandes valores en la presencia de elementos químicos. Cabe recalcar, que en el proceso de la planta gravimétrica el lavado del mineral aumenta esta la presencia de metales totales ligeramente puesto que el agua arrasa con el lavado todos los metales que se encuentran en dicho material a lavarse, esto contempla que los límites máximos permisibles son alterados ligeramente y por ende este elemento hídrico es totalmente prohibido para consumo animal o riego.

La tabla 13 resumen que la calidad del agua muestra que hay varios parámetros que sobrepasan los límites establecidos por las normas ambientales, lo que puede tener implicaciones serias para la salud pública y el medio ambiente. Es crucial tomar medidas para investigar la fuente de contaminación y minimizar los riesgos asociados. La gestión del agua debe ser prioritaria con base en estos resultados para garantizar la salud de la población y la sostenibilidad del ecosistema.

Cumple: Algunos elementos como el boro, mercurio, molibdeno, y antimonio cumplen con los estándares de calidad, lo que indica que sus niveles son aceptables en la muestra de agua analizada.

No cumple: Muchos otros metales, como el aluminio, arsénico, cromo, plomo, y zinc, entre otros, superan los niveles permitidos, lo que podría representar un riesgo para la salud y el medio ambiente. Por ejemplo: Arsénico: 6,70570 mg/L (límite de 0,15 mg/L), Cromo: 1,76740 mg/L (límite de 0,0011 mg/L), Plomo: 0,6190 mg/L (límite de 0,01 mg/L)

Tabla 13

Propiedades inorgánicas del agua en el PM-02 (Planta gravimétrica)

Determinación	Unid.	PM -02	Estándares de calidad ambiental agua (D.S. 004 – 2017 MINAM)	Condición
Plata	mg/L	0,01140	0,01	No cumple
Aluminio	mg/L	2165,10	5	Cumple
Arsénico	mg/L	6,70570	0,15	No cumple
Boro	mg/L	0,240	2,4	Cumple
Bario	mg/L	7,0680	0,7	No cumple
Berilio	mg/L	0,10930	0,012	No cumple
Bismuto	mg/L	0,0190	-	
Calcio	mg/L	103,00	-	
Cadmio	mg/L	0,01830	0,01	No cumple
Cerio	mg/L	3,95280	-	
Cobalto	mg/L	1,42730	0,05	No cumple
Cromo	mg/L	1,76740	0,0011	No cumple
Cesio	mg/L	0,53220	-	
Cobre	mg/L	2,590	2	No cumple
Hierro	mg/L	3139,0	5	No cumple
Mercurio	mg/L	<0,0005	0,0001	Cumple
Potasio	mg/L	146,90	-	
Litio	mg/L	4,87000	2,5	No cumple
Magnesio	mg/L	451,40	250	No cumple
Manganeso	mg/L	41,230	0,2	No cumple
Molibdeno	mg/L	0,0280	0,07	Cumple
Sodio	mg/L	16,70	-	
Níquel	mg/L	4,2080	0,07	No cumple
Fosforo	mg/L	67,10	2,56	No cumple e
Plomo	mg/L	0,6190	0,01	No cumple
Antimonio	mg/L	0,0330	0,64	Cumple
Selenio	mg/L	0,0780	0,04	No cumple
Silicio	mg/L	159,60	-	
Estaño	mg/L	0,0100	-	
Estroncio	mg/L	1,3440	-	
Titanio	mg/L	6,1400	-	
Talio	mg/L	0,00450	0,0008	No cumple
Uranio	mg/L	0,03030	0,02	No cumple
Vanadio	mg/L	1,7920	0,1	No cumple
Zinc	mg/L	9,430	3	No cumple

Nota: Datos recolectados del laboratorio de los tres puntos de monitoreo

Elementos sin norma definida: Algunas sustancias como el bismuto, el calcio, el cesio, entre otros, no tienen estándar definido en la tabla 13, lo que sugiere que su presencia en el agua puede no estar regulada, pero esto no significa que su concentración sea necesariamente segura.

En la tabla 14 se muestran las propiedades químicas y la presencia de elementos

químicos en el agua en el punto de monitoreo 3 lo cual abarca la poza de sedimentación, en los cuales se evidencia la presencia de elementos químicos como el calcio a un 26,75 mg/L, seguido de sodio a un 10,50 mg/L, magnesio aún 14,16 y silicio a 4,59 mg/L.

Tabla 14

Propiedades inorgánicas del agua en el PM-03 (Poza de sedimentación)

Determinación	Unidades	PM-03.	Estándares de calidad ambiental agua (D.S. 004 – 2017 MINAM)	Condición
Plata	mg/L	0,00224	0,01	Cumple
Aluminio	mg/L	0,54	5	Cumple
Arsénico	mg/L	0,00274	0,1	Cumple
Boro	mg/L	0,032	2,4	Cumple
Bario	mg/L	0,0240	0,7	Cumple
Berilio	mg/L	0,00008	0,012	Cumple
Bismuto	mg/L	<0,0001	-	
Calcio	mg/L	26,75	-	
Cadmio	mg/L	0,00024	0,01	Cumple
Cerio	mg/L	0,00153	-	
Cobalto	mg/L	0,00821	0,05	Cumple
Cromo	mg/L	0,00122	0,0011	No cumple
Cesio	mg/L	0,00018	-	
Cobre	mg/L	0,002	2	Cumple
Hierro	mg/L	0,479	5	Cumple
Mercurio	mg/L	<0,0005	0,0001	Cumple
Potasio	mg/L	2,57	-	
Litio	mg/L	0,00515	2,5	Cumple
Magnesio	mg/L	14,16	250	Cumple
Manganeso	mg/L	0,415	0,2	Cumple
Molibdeno	mg/L	0,0003	0,07	Cumple
Sodio	mg/L	10,50	-	
Níquel	mg/L	0,0036	0,07	Cumple
Fosforo	mg/L	0,02	2,56	Cumple
Plomo	mg/L	0,0007	0,01	Cumple
Antimonio	mg/L	0,0006	0,64	Cumple
Selenio	mg/L	<0,0001	0,04	Cumple
Silicio	mg/L	4,59	-	
Estaño	mg/L	0,0002	-	
Estroncio	mg/L	0,2128	-	
Titanio	mg/L	0,0234	-	
Talio	mg/L	0,00006	0,0008	Cumple
Uranio	mg/L	0,00008	0,02	Cumple
Vanadio	mg/L	0,0008	0,1	Cumple
Zinc	mg/L	0,030	3	Cumple

El análisis de calidad del agua es crucial para asegurar que el recurso hídrico sea seguro para el consumo animal, la agricultura, y para proteger el ecosistema. Los resultados resaltan la importancia de monitorear y regular los niveles de contaminantes



en el agua, así como la necesidad de tomar acciones en los casos donde se identifican no conformidades, como en el caso del cromo.

Cumple: Muchos elementos cumplen con los estándares establecidos, lo que significa que las concentraciones de estos metales son seguras para el medio ambiente y la salud pública, como el aluminio, arsénico, boro, entre otros.

No cumple: El cromo con una concentración de 0,00122 mg/L sobrepasa el límite aceptable de 0,0011 mg/L, lo que sugiere una posible preocupación ambiental o para la salud.

Sin estándar: Algunos elementos como el calcio, estroncio y silicio no tienen un estándar de calidad especificado en este contexto, lo que podría indicar que no son considerados contaminantes o que la normativa no exige un límite para ellos.

Finalmente, realizando un análisis de las tablas 12, 13 y 14 en la presencia de elementos químicos en el agua se puede determinar que la presencia del punto monitoreo 2 es demasiado alto y es por lo cual las operaciones mineras tienen la obligación de tratarlas en las pozas de sedimentación para bajar dichas presencias de elementos químicos.

4.3 DISCUSIÓN

Se logró evaluar que los parámetros fisicoquímicos del agua demuestran alteración en las operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L. Ananea, 2023, ya que el proceso de lavado de material arrasa todo tipo de minerales, haciendo que el agua aumente turbidez y de igual manera el potencial redox, pero la responsabilidad de empresa es que ejecuta la recirculación del agua ya que las aguas residuales son evitadas a un contacto directo con los ríos aledaños. Resultados que son contrastados con el estudio



de Carhuamaca (2020), quien concluyó que la calidad del agua de la mina obtuvo un valor de 69,95 al evaluar tanto los resultados fisicoquímicos como microbiológicos, valores que se encontraron dentro de los estándares normativos, clasificándose como *regular*, lo que implica que está frecuentemente en riesgo o afectada, y a menudo se desvía de los niveles físicos o los parámetros establecidos, asimismo, Gualdrón (2016) quien concluyó que los ríos de Colombia muestran niveles altos de turbiedad y sólidos disueltos totales, evidenciando que no tiene condiciones óptimas para el crecimiento y la reproducción de diversos organismos acuáticos, tampoco es apto para el consumo humano ya que según los estudios indican que es un recurso hídrico altamente contaminado.

Sin embargo, difiere con el estudio de Pari (2017) quien demostró que la calidad de agua del río Ananea muestran contaminación producto de los metales pesados teniendo efectos negativos en todo el recorrido llegando hasta la boca del fluyente, a diferencia de nuestro estudio donde la empresa ejecuta la recirculación del agua a través de ello evita que esta tenga contacto con ríos aledaños, de esta manera evita efectos negativos. Asimismo, es importante resaltar a Rincón et al (2011) quien concluyó que existe la necesidad de recuperación de la subcuenca sobre todo a nivel de los parámetros de dureza, alcalinidad, fosfatos, sólidos disueltos, volátiles y suspendidos, nitritos y la optimización de la concentración de oxígeno disuelto. Los resultados obtenidos en este estudio y mediante el contraste con antecedentes se resalta que la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua en operaciones mineras es una herramienta fundamental para la gestión responsable de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente, considerando que los parámetros brindan información crucial sobre la calidad del agua, lo que permite comprender su idoneidad para diversos usos, incluyendo el consumo humano, la agricultura, la vida acuática y otros fines industriales.

Se identificó que los valores de los parámetros fisicoquímicos en agua en



operaciones mina de la empresa minera Melvin Gary S.R.L. sufren una ligera alteración ya que se demostró un incremento en la presencia de elementos químicos y estos son tratados en las pozas de sedimentación y clarificación del agua, datos que son contrastados con Frías (2016) quien demostró que mediante la evaluación fisicoquímico posibilita la evaluación de la calidad del agua proveniente de los drenajes efluentes de la estación 2210, considerando los parámetros de ICAPE, determinando que la calidad del agua de los drenajes efluentes de la estación 2210 de la compañía minera Casapalca S.A es catalogada como regular, debido que no mostró efectos significativos, sin embargo esto difiere con el estudio de Rojas (2018) quien determinó que no siempre se cumple totalmente con los ECAS-Agua, los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Río Ragra, Turpo (2018) quien concluyó que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no cumplen con todos los ECA y LMP, asegurando que el agua no tiene la calidad óptima necesaria. Mediante el contraste realizado resaltamos que es crucial determinar el efecto de las operaciones mineras en los parámetros fisicoquímicos del agua en la empresa minera para comprender su impacto ambiental, dado que este análisis proporciona información vital sobre la calidad del agua y la salud del ecosistema acuático, facilitando la implementación de medidas correctivas para mitigar cualquier daño potencial y garantizar el cumplimiento de las regulaciones ambientales.

Se logró evaluar que los parámetros fisicoquímicos del agua en las pozas de bombeo son bajas y estas incrementan en la planta gravimétrica y mantiene sus propiedades en las pozas de sedimentación de la empresa Melvin Gary S.R.L., datos que con contrastados con el estudio de Frías (2016), quien concluyó que los parámetros físico como en pH se localizó por debajo de los estándares permitidos de ECA, respecto a parámetros químicos fueron de manera ligera diferentes a lo estipulado por el ECA. De igual forma Yáñez (2018) demostró que los coliformes totales, sólidos y oxígenos



disueltos están fuera de lo normal y los metales pesados detectados estaban por debajo del límite de detección del equipo utilizado en el estudio. Por tanto, mediante el contraste realizado de los estudios previos con los hallazgos de esta investigación demostramos que evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua en las pozas de bombeo, sedimentación y planta gravimétrica es esencial para garantizar la eficiencia operativa y la minimización del impacto ambiental en las operaciones mineras, dado que esta evaluación permite monitorear la calidad del agua para el proceso de lavado de mineral a su vez identificar posibles contaminantes y tomar medidas preventivas para asegurar el cumplimiento de los estándares regulatorios.

El segundo objetivo específico se centró en evaluar el uso del agua en las operaciones mineras de la empresa Melvin Gary S.R.L., enfocándose en la recirculación, el tratamiento y los efectos de estas operaciones en los parámetros fisicoquímicos del agua. Para esto, se realizó un análisis detallado de cómo la empresa gestiona el recurso hídrico a través de pozas de bombeo y pozas de sedimentación, y cómo se recircula el agua dentro del proceso minero.

El estudio mostró que, aunque existe un sistema de recirculación del agua, los parámetros fisicoquímicos sufren alteraciones considerables durante el proceso. Se encontraron cambios como el aumento en la turbidez del agua, la disminución del pH, lo que indica una acidificación, y un incremento en la presencia de metales pesados. Entre estos, se destacan el arsénico y el plomo.

Estos resultados evidencian que, si bien la empresa intenta manejar el recurso de manera eficiente, la recirculación y el tratamiento del agua deben mejorarse para mitigar efectos negativos.



V. CONCLUSIONES

- Los parámetros fisicoquímicos del agua muestran una ligera alteración en sus valores producto de las operaciones mina al realizar el proceso del lavado, aumentando la turbidez hasta 48,7 NTU, acidificando el agua a pH igual a 5,7 e con poca presencia de metales pesados metales pesados, siendo los principales como arsénico, cromo y plomo. Estas aguas residuales son evitadas a un contacto directo con los ríos aledaños a las operaciones de la empresa Melvin Gary S.R.L.
- Los parámetros físicos del agua son alterados ligeramente por la operación mina, siendo el pH de 5,7, Turbidez de 48,7 NTU y la conductividad eléctrica 323 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de la misma forma, en la planta gravimétrica (PM-02) se muestra que la mayoría de los metales pesados se encuentran con valores considerables en el agua, como el arsénico: 6,70570 mg/L, cromo: 1,76740 mg/L, plomo: 0,6190 mg/L.
- Las operaciones mina requiere 119 767 $\text{m}^3/\text{día}$ lo cual se alcanza realizando la recirculación con caudal promedio de 7,16 L/s, en los cuales causa una alteración negativa en los parámetros fisicoquímicos del agua, mostrando un ligero incremento. Las aguas de las operaciones mina son tratadas en las pozas de sedimentación de la empresa Melvin Gary S.R.L.



VI. RECOMENDACIONES

- Establecer un programa de mantenimiento y limpieza regular de las pozas de sedimentación y clarificación, asegurando que estas mantengan su capacidad de retención y eficiencia en la reducción de turbidez, pH y metales pesados antes de la recirculación o descarga. Esto contribuiría a mantener los parámetros de calidad del agua dentro de los límites permisibles.
- Se recomienda que la empresa implemente un sistema de monitoreo continuo que registre en tiempo real los parámetros críticos (pH, turbidez, oxígeno disuelto, TDS). Esto permitiría detectar variaciones anómalas rápidamente y tomar acciones preventivas, en lugar de correctivas, especialmente en puntos críticos.
- Se recomienda optimizar el proceso de recirculación de agua y desarrollar un plan específico de mitigación que incluya tecnología para remover metales pesados y reducir la turbidez del agua antes de su vertido o reutilización. Este plan podrá incluir pozas de tratamiento adicionales con materiales filtrantes y productos químicos de neutralización.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aduvire, O. (2006). *Drenaje ácido de mina: generacion y tratamiento*.
https://info.igme.es/SidPDF/113000/258/113258_0000001.pdf
- ANA. (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA - PE aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*.
- Behar, D. S. (2008). *Metodologia de la Investigacion*. Editorial Shalom.
- Brousett, M., Chambi, A., Mollocondo, M., Aguilar, L., & Lujano, E. (Marzo de 2018). Evaluación físico química y microbiológica de agua para consumo humano Puno-Perú. *Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 15(15), 47-68. <https://doi.org/ISSN 2071-081X>
- Calla, H., & Cabrera, C. (2010). Calidad del agua en la cuenca del río Rímac, sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras. *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 13(25), 87 - 94.
- Carhuamaca, M. (2020). Análisis fisicoquímico y microbiológico para la evaluación de la calidad del agua de mina de drenajes efluentes de la estación 2210 CÍA Minera Casapalca S. A. [Tesis de Pregrado]. Universidad Continental, Huancayo.
- Charaja, F. (2019). *El MAPIC de la investigación científica* (Cuarta ed.). Puno, Perú: Corporación MERU E.I.R.L.
- DIGESA. (2011). *Guía Técnica: Procedimiento de tomas de muestras del agua de mar en playas de baño y recreación*. Dirección General de Salud Ambiental. https://doi.org/http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Gu%C3%ADa%20Tecnica%20Proced_Tom_Muestras_Playas.pdf
- DS N° 001 - 2020 - MINAM. (2020). *Aprueban Límites Máximos Permisibles para emisiones atmosféricas de plantas industriales de fabricación de cemento y/o cal*. El Peruano.
- DS N° 004-2017-MINAM. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Diario el Peruano.



- DS N° 031-2010-SA. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Dirección General de Salud Ambiental.
- Echavarría, C. (2018). *El agua y la minería: ¿Qué implica el liderazgo?* Responsable Mining: <https://www.responsiblemines.org/2018/04/agua-y-mineria/>
- Frías, T. (2016). Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector puerto de productores Río Itaya, Loreto-Perú 2014-2015. {Tesis de grado}. Universidad Científica del Perú, San Juan. <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/114/FR%C3%8DAS-MONTILLA-Evaluaci%C3%B3n-1-Trabajo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gualdrón, L. (2016). *Evaluación de la calidad de agua de Ríos de Colombia usando parámetros fisicoquímicos y biológicos*. Universidad Libre Colombia, Socorro. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/20335/CD%20EGA%202016%200006%20%20Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hanna instruments. (2023). *Medidor portátil de temperatura y pH/EC/TDS*. Hanna instrumentos: <https://www.hannacolombia.com/productos/producto/hi-9813-6-medidor-portatil-de-temperatura-y-ph-ec-tds>
- Hernandez, R., Fernandez, H., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta Edición ed.). Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Instituto Mexicano de Tecnología del agua. (2004). *Tercer Curso Internacional sobre sistemas integrados de tratamiento de agua residuales y su reuso para el medio ambiente sustentable*.
- Lazo, D. (2020). Mitigación del drenaje ácido de las minas: una revisión. *Quality and environment*(039). <https://doi.org/https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n039.4917>
- Leguizamo, A., & Ruiz, J. (2019). Impactos ambientales de la minería de carbón sobre el recurso hídrico en el departamento de Boyacá. *Revista Boletín Semillas Ambientales*, 13(2), 24 - 35.



- Levy, M. (2019). Megaminería, agua y territorio: procesos de des-re-territorialización frente al concesionamiento de zonas de importancia hídrica en la parroquia El Chical, provincia del Carchi, Ecuador. *Revista Siembra*, 6(2), 25 - 36. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1697>
- Ley N° 29338. (2009). *Ley de Recusos Hídricos*.
- Martínez, P. (2021). *La contaminación del agua en la minería*. Observatorio Económico Latinoamericano: <https://www.obela.org/analisis/la-contaminacion-del-agua-en-la-mineria>
- Martínez, Y., & Villalejo, V. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XXXIX(1), 58 - 72.
- Novoa, H., Arizaca, A., & Fidel, H. (2022). Efectos en los ecosistemas por presencia de metales pesados en la actividad minera de pequeña escala en Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(3), 182 - 189. <https://doi.org/https://doi.org/10.18271/ria.2022.361>
- Ñaupas, H., Valdivia, M. R., Palacion, J., & Romero, H. E. (2018). *Metodología de la Investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* (Quinta edición ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. <https://doi.org/ISBN.978-958-762-8760>
- Pari, D. C. (2017). Efectos de los relaves mineros en la calidad del agua del Río Ananea – Puno. [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Pino, E., & Coarita, F. (2018). Caracterización hidrogeológica para determinar el deterioro de la calidad del agua en el acuífero la yarada media. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(4). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.424>
- Resolución Jefatural N° 10 - 2016 - ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los recursos Hídricos Superficiales*.
- Rincón, Y., Daza, D., & Castrillón, F. (2011). Diagnóstico actual de los parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación ambiental en el río Apulo,



- Cundinamarca-Colombia. *Tecnura*, 15(28), 53-67. <https://doi.org/ISSN 0123-921X>
- RM N° 315 - 96 - EM/VMM. (1996). *Aprueba niveles máximos permisibles de elementos y compuestos presentes en emisiones caseosas provenientes de las unidades minero - metalúrgicas*. El Peruano.
- Rojas, O. (2018). Evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río ragra afluente del río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas-Simón Bolívar. [Tesis de grado]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/529/1/T026_72554099_T.pdf
- Samboni, N., Carvajal, Y., & Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172-181. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0120-56092007000300019
- Santome, A. (2023). Evaluación de parámetros fisicoquímicos en la calidad del agua de la Quebrada Coigobamba y Río Shiracmaca en Huamachuco. [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho.
- Turpo, J. (2018). Evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua potable de la planta de tratamiento aziruni, Puno 2017. [tesis de grado]. Universidad Privada San Carlos, Puno.
- Yáñez, S. (2018). Evaluación de la contaminación del agua mediante parámetros físico químicos en las desembocaduras de los principales afluentes y efluente del lago San Pablo, provincia de Imbabura. [tesis de grado]. Universidad Central del Ecuador, Quito. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15142/1/T-UCE-0012-067-2018.pdf>



ANEXOS



ANEXO 1. Informe de ensayos de laboratorio de la poza de bombeo (PM-01)

INFORME DE ENSAYOS N° 5497- 2023 PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE	: ROLY VICTOR MARIN CHURA
DIRECCIÓN	: JR. BOLOGNESI NRO 903
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido ligeramente turbio, con presencia de materia suspendida.
CODIFICACIÓN / MARCA	: Pozo de Bombeo/PM-01.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: 07/09/2023 09:00 Procedencia: E: 432823 N: 8380419.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 1420 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 500 mL, 01 envase PET de 120 mL, 01 envase vidrio de 300 mL aprox. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases PET y vidrio cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.6°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 1669-2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: 08/09/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.



INFORME DE ENSAYOS N° 5497- 2023 PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL Pozo de Bombeo/PM-01.	UNIDADES
FQ	Conductividad (25°C)*	343	µS/cm
FQ	Oxígeno Disuelto*	6.71	mg/L
FQ	pH**	6.7	U de pH
FQ	Salinidad ²	0.22	‰
FQ	Turbidez*	14.9	NTU
FQ	Temperatura*	4.6	°C
FQ	Potencial Redox*	-5.9	mV
FQ	Sólidos Totales Disueltos	178	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L	: Miligramos por litro
NTU	: Unidades nefelométricas de turbidez
°C	: Grados Celsius
mV	: Milivoltios
µS/cm	: Microsiemens por centímetro
U de pH	: Unidades de pH
‰	: Partes por mil

MÉTODOS UTILIZADOS :

Conductividad (25°C)	: AOAC Official Method 973.40 Chapter 11 Subchapter 1:11.1.02 Specific Conductance of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Oxígeno Disuelto	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000. Method 4500-O.C. Oxygen (Dissolved) Azide Modification. 23rd Ed. 2017.
pH	: Environmental Protection Agency. Method 150.1. 1999. pH (Electrometric).
Salinidad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2520-B. Salinity. Electrical Conductivity Method. 23rd Ed. 2017.
Turbidez	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2130-B. Turbidity. Nephelometric Method. 23rd Ed. 2017.
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Potencial Redox	: Med. Directa
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 LC: Límite de cuantificación del método.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
 LD: Límite de detección del método.
 pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida útil.



INFORME DE ENSAYOS N° 5497- 2023
PÁGINA 3 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL Pozo de Bombeo/PM-01.	UNIDADES
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005	<0.00005	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020	0.27	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002	0.00233	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005	0.021	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004	0.0347	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002	0.00003	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010	<0.0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050	34.69	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001	0.00010	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002	0.00043	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001	0.00156	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005	0.00213	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001	0.00006	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001	0.012	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010	0.155	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005	<0.0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020	2.88	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008	0.00421	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020	16.22	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002	0.0899	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001	<0.0001	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050	11.71	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006	0.0026	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020	0.03	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002	0.0010	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010	<0.0001	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001	<0.0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100	3.79	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010	<0.0001	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004	0.2228	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002	0.0021	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002	<0.00002	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002	0.00004	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004	<0.0004	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003	0.038	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

LC: Limite de cuantificación del método.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de cuantificación del método

LD: Limite de detección del método.

pH: Max. 2 hrs despues de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida util.



ANEXO 2. Informe de ensayos de laboratorio de la planta gravimétrica (PM-02)

INFORME DE ENSAYOS N° 5498-2023 PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE	: ROLY VICTOR MARIN CHURA
DIRECCIÓN	: JR. BOLOGNESI NRO 903
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido turbio, con presencia de materia suspendida y abundante sedimentación.
CODIFICACIÓN / MARCA	: Planta Gravimétrica/PM-02.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: 07/09/2023 10:00 Procedencia: E: 432885 N:8380494.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 1420 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 500 mL, 01 envase PET de 120 mL, 01 envase vidrio de 300 mL aprox. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases PET y vidrio cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.6°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 1669-2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: 08/09/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.



INFORME DE ENSAYOS N° 5498- 2023
PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL Planta Gravimétrica/PM-02.	UNIDADES
FQ	Conductividad (25°C)*	322	µS/cm
FQ	Oxígeno Disuelto*	<0.3	mg/L
FQ	pH**	5.5	U de pH
FQ	Salinidad ²	0.21	‰
FQ	Turbidez*	78367	NTU
FQ	Temperatura*	4.6	°C
FQ	Potencial Redox*	62.9	mV
FQ	Sólidos Totales Disueltos	166	mg/L

ABREVIATURAS:

µS/cm	: Microsiemens por centímetro
‰	: Partes por mil
mg/L	: Miligramos por litro
mV	: Milivoltios
°C	: Grados Celsius
NTU	: Unidades nefelométricas de turbidez
U de pH	: Unidades de pH

MÉTODOS UTILIZADOS :

Conductividad (25°C)	: AOAC Official Method 973.40 Chapter 11 Subchapter 1:11.1.02 Specific Conductance of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Oxígeno Disuelto	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000. Method 4500-O.C. Oxygen (Dissolved) Azide Modification. 23rd Ed. 2017.
pH	: Environmental Protection Agency. Method 150.1. 1999. pH (Electrometric).
Salinidad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2520-B. Salinity. Electrical Conductivity Method 23rd Ed. 2017.
Turbidez	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2130-B. Turbidity. Nephelometric Method. 23rd Ed. 2017.
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Potencial Redox	: Med. Directa
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 LC: Límite de cuantificación del método.
 LD: Límite de detección del método.
 Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método
 pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con más de 2 hrs de tiempo de vida útil.



INFORME DE ENSAYOS N° 5498- 2023
PÁGINA 3 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL Planta Gravimétrica/PM-02.	UNIDADES
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005	0.01140	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020	2165.10	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002	6.70570	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005	0.240	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004	7.0680	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002	0.10930	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010	0.0190	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050	103.00	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001	0.01830	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002	3.95280	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001	1.42730	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005	1.76740	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001	0.53220	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001	2.590	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010	3139.0	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005	<0.0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020	146.90	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008	4.87000	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020	451.40	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002	41.230	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001	0.0280	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050	16.70	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006	4.2080	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020	67.10	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002	0.6190	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010	0.0330	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001	0.0780	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100	159.60	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010	0.0100	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004	1.3440	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002	6.1400	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002	0.00450	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002	0.03030	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004	1.7920	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003	9.430	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

LC: Límite de cuantificación del método.

LD: Límite de detección del método.

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

pH: Max. 2 hrs despues de la toma de muestra. Muestra con mas de 2 hrs de tiempo de vida util.



ANEXO 3. Informe de ensayos de laboratorio de la poza de sedimentación (PM-03)

INFORME DE ENSAYOS N° 5499- 2023 PÁGINA 1 DE 4

SOLICITANTE	: ROLY VICTOR MARIN CHURA
DIRECCIÓN	: JR. BOLOGNESI NRO 903
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL.
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido ligeramente turbio, con presencia de materia suspendida.
CODIFICACIÓN / MARCA	: Pozo de sedimentación/PM-03.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: 07/09/2023 10:32 Procedimiento: E: 433021 N: 8380440
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 1420 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 500 mL, 01 envase PET de 120 mL, 01 envase vidrio de 300 mL aprox. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases PET y vidrio cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.6°C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 1669-2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: 08/09/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.



INFORME DE ENSAYOS N° 5499-2023
PÁGINA 2 DE 4

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL. Pozo de sedimentación/PM-03.	UNIDADES
FQ	Conductividad (25°C)*	323	µS/cm
FQ	Oxígeno Disuelto*	6.87	mg/L
FQ	pH**	5.7	U de pH
FQ	Salinidad ²	0.21	‰
FQ	Turbidez*	48.7	NTU
FQ	Temperatura*	4.6	°C
FQ	Potencial Redox*	50.1	mV
FQ	Sólidos Totales Disueltos	168	mg/L

ABREVIATURAS:

NTU	: Unidades nefelométricas de turbidez
mV	: Milivoltios
µS/cm	: Microsiemens por centimetro
U de pH	: Unidades de pH
°C	: Grados Celsius
‰	: Partes por mil
mg/L	: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Conductividad (25°C)	: AOAC Official Method 973.40 Chapter 11 Subchapter 1:11.1.02 Specific Conductance of Water. 21st Ed. Rev. Online 2019
Oxígeno Disuelto	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 4000. Method 4500-O.C. Oxygen (Dissolved) Azide Modification. 23rd Ed. 2017.
pH	: Environmental Protection Agency. Method 150.1. 1999. pH (Electrometric).
Salinidad	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2520-B. Salinity. Electrical Conductivity Method 23rd Ed. 2017.
Turbidez	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2000. Method 2130-B. Turbidity. Nephelometric Method. 23rd Ed. 2017.
Temperatura	: Norma Técnica Peruana 214.050:2013 (Revisada 2018). 2013. Calidad de Agua. Determinación de la temperatura en agua
Potencial Redox	: Med. Directa
Sólidos Totales Disueltos	: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 2540-C. 24th Ed. 2023. SOLIDS. Total dissolved Solids Dried at 180° C.

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA
 **Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):
 LC: Límite de cuantificación del método.
 LD: Límite de detección del método.
 Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de cuantificación del método
 pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con más de 2 hrs de tiempo de vida útil.



INFORME DE ENSAYOS N° 5499 - 2023
PÁGINA 3 DE 4

Metales Totales por ICP-MS

LAB	DETERMINACIÓN	LD	LC	AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL. Pozo de sedimentación/PM-03.	UNIDADES
FQ	Ag (Plata)	0,00001	0,00005	0,00224	mg/L
FQ	Al (Aluminio)	0,004	0,020	0,54	mg/L
FQ	As (Arsénico)	0,000004	0,00002	0,00274	mg/L
FQ	B (Boro)	0,001	0,005	0,032	mg/L
FQ	Ba (Bario)	0,0001	0,0004	0,0240	mg/L
FQ	Be (Berilio)	0,000003	0,00002	0,00008	mg/L
FQ	Bi (Bismuto)	0,00002	0,00010	<0,0001	mg/L
FQ	Ca (Calcio)	0,010	0,050	26,75	mg/L
FQ	Cd (Cadmio)	0,000001	0,00001	0,00024	mg/L
FQ	Ce (Cerio)	0,000003	0,00002	0,00153	mg/L
FQ	Co (Cobalto)	0,000001	0,00001	0,00821	mg/L
FQ	Cr (Cromo)	0,00001	0,00005	0,00122	mg/L
FQ	Cs (Cesio)	0,000002	0,00001	0,00018	mg/L
FQ	Cu (Cobre)	0,0002	0,001	0,002	mg/L
FQ	Fe (Hierro)	0,002	0,010	0,479	mg/L
FQ	Hg (Mercurio)	0,0001	0,0005	<0,0005	mg/L
FQ	K (Potasio)	0,004	0,020	2,57	mg/L
FQ	Li (Litio)	0,00002	0,00008	0,00515	mg/L
FQ	Mg (Magnesio)	0,004	0,020	14,16	mg/L
FQ	Mn (Manganeso)	0,00003	0,0002	0,4152	mg/L
FQ	Mo (Molibdeno)	0,00002	0,0001	0,0003	mg/L
FQ	Na (Sodio)	0,010	0,050	10,50	mg/L
FQ	Ni (Niquel)	0,00001	0,00006	0,0036	mg/L
FQ	P (Fosforo)	0,004	0,020	0,02	mg/L
FQ	Pb (Plomo)	0,00004	0,0002	0,0007	mg/L
FQ	Sb (Antimonio)	0,00002	0,00010	0,0006	mg/L
FQ	Se (Selenio)	0,00002	0,0001	<0,0001	mg/L
FQ	Si (Silicio)	0,020	0,100	4,59	mg/L
FQ	Sn (Estaño)	0,00002	0,00010	0,0002	mg/L
FQ	Sr (Estroncio)	0,0001	0,0004	0,2128	mg/L
FQ	Ti (Titanio)	0,00004	0,0002	0,0234	mg/L
FQ	Tl (Talio)	0,000004	0,00002	0,00006	mg/L
FQ	U (Uranio)	0,000003	0,00002	0,00008	mg/L
FQ	V (Vanadio)	0,0001	0,0004	0,0008	mg/L
FQ	Zn (Zinc)	0,001	0,003	0,030	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Metales Totales por ICP-MS : EPA METHOD 6020 B, Rev. 2, July 2014 (VALIDADO - Modificado) (VALIDADO - Aplicado fuera del alcance) 2020 Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry

OBSERVACIONES :

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA

**Estos métodos quedan fuera del alcance de la acreditación del INACAL-DA debido a las siguientes observaciones a la aptitud de la muestra al momento de la recepción (Autorizado y aceptado por el cliente):

LC: Límite de cuantificación del método.

LD: Límite de detección del método.

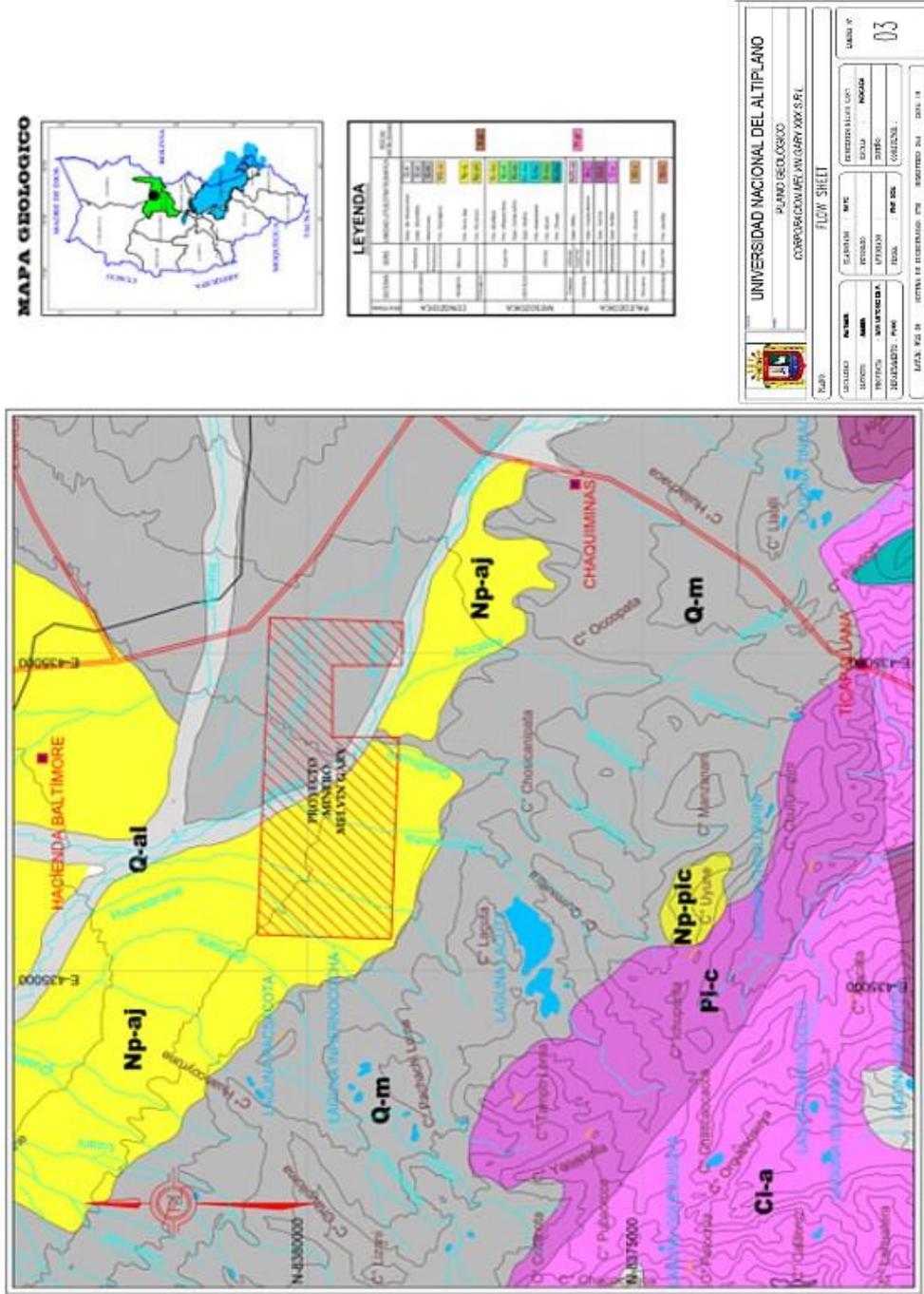
Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

pH: Max. 2 hrs después de la toma de muestra. Muestra con más de 2 hrs de tiempo de vida útil.

ANEXO 4. Puntos de monitoreo Melvin Gary S.R.L.



ANEXO 6. Plano geológico y ubicación de la concesión Melvin Gary S.R.L.



ANEXO 7. Demanda de agua para la actividad minera

N°	TIPO DE USO DE AGUA	UNIDAD	MESES												Total
			Ene 31	Feb 28	Mnr 31	Abr 30	May 31	Jun 30	Jul 31	Ago 31	Sep 30	Oct 31	Nov 30	Dic 31	
1 Uso Domestico															
1.1	Servicios higienicos (Ducha + Baño WC + Lavado) y Lavandería														
1.1.1	Requerimiento de agua para ducha	lts/pers.	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
1.1.2	Requerimiento de agua lavado de dientes	lts/pers.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1.1.3	Requerimiento de agua vaciado de tanques del WC	lts/pers.	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
1.1.4	Requerimiento de agua para lavandería	lts/pers.	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
1.1.5	Requerimiento de agua para cocina (*)	lts/pers.	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
1.1.7	Numero de trabajadores	personas	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
1.1.8	Reg. de agua para uso domestico	m ³	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
	Demanda total de uso domestico	lts/seg.	0.06												
2 Uso Minero															
2.1	Uso Minero a Caudal Constante														
2.1.1	Volumen de material aurifero requerido - IGAFOM	m ³ /día	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
2.1.2	Req. de agua para el lavado material aurifero	m ³ /día	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400
	Demanda total de uso minero (12 hr)	m³	129,600.00												
	Demanda total de uso minero (12 hr)	lts/seg.	93.75												
2.2	Uso Minero con Recirculamiento														
2.2.1	Horas de trabajo al día	hr	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
2.2.2	Trabajo al mes	días	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
2.2.3	Requerimiento de agua por horas de trabajo	m ³ /día	5400.00	5400.00	5400.00	5400.00	5400.00	5400.00	5400.00	5400.00	5400.00	5400.00	5400.00	5400.00	5400.00
	Demanda total de uso minero (12 hr)	m³	129,600.00												
	Demanda total de uso minero (12 hr)	lts/seg.	93.75												
2.3 Uso Minero Reposición de pérdidas															
2.3.1	Pérdida por evaporación														
2.3.1.1	Evaporación de la estación Altiplano	mm	69.39	69.39	69.39	69.39	69.39	69.39	69.39	69.39	69.39	69.39	69.39	69.39	69.39
2.3.1.2	Volumen total de pozos	m	26,917.95	26,917.95	26,917.95	26,917.95	26,917.95	26,917.95	26,917.95	26,917.95	26,917.95	26,917.95	26,917.95	26,917.95	26,917.95
2.3.1.3	Espejo de agua de las Pozas	ftas	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106
2.3.1.4	Evaporación de la estación Altiplano	m ³ /mas	693.86	693.86	693.86	693.86	693.86	693.86	693.86	693.86	693.86	693.86	693.86	693.86	693.86
	Pérdida total agua por evaporación en las pozas	ft	734.78												
2.3.2	Pérdida por absorción del suelo														
2.3.2.1	Volumen de agua utilizada	m ³	129,600.00	129,600.00	129,600.00	129,600.00	129,600.00	129,600.00	129,600.00	129,600.00	129,600.00	129,600.00	129,600.00	129,600.00	129,600.00
2.3.2.2	Pérdida por absorción del suelo (3%)	%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
	Pérdida total por absorción del suelo	m³	3,888.00												
2.3.3	Pérdida por infiltración														
2.3.3.1	Volumen de agua utilizada	m ³	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600
2.3.3.2	Pérdida por infiltración (4%)	%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
	Pérdida total por infiltración	m³	5,184.00												
	TOTAL DE PERDIDAS	m³	9,806.78												
	VOLUMEN NETO DE POZAS	m³	26,917.95												
	TOTAL DE PERDIDAS	m³	9,806.78												
	VOLUMEN DE AGUA RECUPERADA	m³	17,111.17												
	Requerimiento de agua para reposición de pérdidas	m³	9,806.78												
	Requerimiento de agua para reposición de pérdidas	m³/seg.	0.007												
	Requerimiento de agua para reposición de pérdidas	lts/seg.	7.09												
3 Actividades de regado															
3.1	Requerimiento agua para mitigación de impactos	m ³ /día	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Requerimiento agua para mitigación de impactos	m³	24.00												
	Requerimiento total para la actividad minera	m³	9,895.58												
	Requerimiento total para la actividad minera (24 hr)	lts/seg	4.77												
	Requerimiento total para la actividad minera (16 hr)	lts/seg	7.16												

Nota: (*) El agua para uso domestico (cocina) se absorbe desde la localidad de Awarua.

ANEXO 8. Ficha técnica: Multiparámetro medidor portátil de temperatura y pH/EC/TDS HI 9813-6



Ficha Técnica del Producto Medidor portátil de temperatura y pH/EC/TDS

Hanna Instruments SAS
www.hannacolombia.com

Medidor portátil de temperatura y pH/EC/TDS

HI 9813-6



Descripción

Los HI 9813-6 son versátiles, resistentes al agua, instrumentos multiparamétricos portátiles diseñados específicamente para aplicaciones agrícolas, tales como hidroponía, invernaderos, granjas y viveros. Esta serie de instrumentos cuentan con una gran pantalla LCD que muestra claramente el parámetro que se mide, así como las instrucciones de calibración. La calibración es rápida y fácil con los botones situados en el panel frontal del instrumento.

HI 9813-6 incluye todas las características del HI 9813-5, mientras que la incorpora nuestro exclusivo CAL CHECK™. CAL CHECK™ permite al usuario comprobar fácilmente el estado de calibración de la sonda de pH en cualquier momento.

Ambos instrumentos utilizan la serie HI 1285 de pH / CE / TDS / sonda de temperatura. Esta sonda dispone de un diafragma de fibra y electrolito de gel que lo hace ideal para soluciones de fertilizantes.

Especificaciones

Rango pH	0.0 a 14.0 pH
Rango EC	0.00 a 4.00 mS/cm
Rango TDS	0 a 1999 ppm (mg/L)
Rango Temperatura	0.0 a 60.0°C



Resolución pH	0.1 pH
Resolución EC	0.01 mS/cm
Resolución TDS	1 ppm (mg/L)
Resolución Temperatura	0.1 °C
Precisión (@20°C/68°F) pH	±0.1 pH
Precisión (@20°C/68°F) EC	±2% F.S.
Precisión (@20°C/68°F) TDS	±2% F.S.
Precisión (@20°C/68°F) Temperatura	±0.5 °C
Factor de Conversión TDS	0.56to0.78ppm=1µS/cm(deacuerdoconcurvaTDS442)
Calibración pH	manual, un punto (todos los parámetros excepto la temperatura)
Compensación de temperatura	automática de 0 a 50°C (32a122°F) con b=2%/°C (sólo EC/TDS)



Sonda	Rango pH	0.0 a 14.0 pH
	Rango EC	0.00 a 4.00 mS/cm
	Rango TDS	0 a 1999 ppm (mg/L)
	Rango Temperatura	0.0 a 60.0°C
	Resolución pH	0.1 pH
	Resolución EC	0.01 mS/cm
	Resolución TDS	1 ppm (mg/L)
	Resolución Temperatura	0.1°C
	Precisión (@20°C/68°F) pH	±0.1 pH
	Precisión (@20°C/68°F) EC	±2% F.S.
	Precisión (@20°C/68°F) TDS	±2% F.S.
	Precisión (@20°C/68°F) Temperatura	±0.5°C
	Factor de Conversión TDS	0.56to0.78ppm=1µS/cm(deacuerdoconcurvaTDS442)
	Calibración pH	manual, un punto (todos los parámetros excepto la temperatura)
	Compensación de temperatura	automática de 0 a 50°C (32a122°F) con b=2%/°C (sólo EC/TDS)
	Sonda	HI 1285-5 polipropileno cuerpo, pre- amplificado sonda multiparamétrica con sensor de temperatura interno, conector DIN de 8 pines y 1 m (3,3 ') de cable (incluido)
Batería Tipo / Vida	9V / aproximadamente 150 horas de uso continuo	
Ambiente	0 a 50°C (32 a 122°F); HR max 100%	
Dimensiones	145 x 80 x 36 mm (5.7 x 3.1 x 1.4")	
Peso	230 g (8.1 oz.)	
Batería Tipo / Vida	9V / aproximadamente 150 horas de uso continuo	
Ambiente	0 a 50°C (32 a 122°F); HR max 100%	



Dimensiones	145 x 80 x 36 mm (5.7 x 3.1 x 1.4")
Peso	230 g (8.1 oz.)

Accesorios

SOLUCIONES DE CALIBRACION

- **HI 70442L** Solución de Calibración TDS 1500 mg/L (ppm), botella 500 mL
- **HI 1285** solución de calibración de 1500 ppm (mg/L), 500 mL

SOLUCIONES DE TAMPÓN DE pH

- **HI 7004L** solución tampón con pH 4.01, 500 mL
- **HI 7006L** solución tampón con pH 6.86, 500 mL
- **HI 7007L** solución tampón con pH 7.01, 500 mL
- **HI 7009L** solución tampón con pH 9.18, 500 mL
- **HI 7010L** solución tampón con pH 10.01, 500 mL

SOLUCIONES DE CALIBRACION

- **HI 700661P** Solución limpiadora, cojines de 20 mL (25)
- **HI 50021P** Solución de revisión, cojines de 20 mL (25)
- **HI 70300L** Solución de almacenamiento de electrodo, 500 mL

SOLUCIONES DE CALIBRACION

- **HI 710007** Carcasa en caucho, azul
- **HI 710008** Carcasa en caucho, naranja

Cómo pedir

- **HI 9813-6** se suministra con sonda multiparámetro HI 1285-6, bolsita de solución de calibración HI 70007 con pH 7,01, sobre de solución de calibración HI 70442 de 1500 ppm (mg / L) , sobre de solución de calibración HI 70031 de 1413 microsiemens por cm, sobres de solución limpiadora de electrodos 700521 (2), batería, instrucciones y maletín resistente.

Ventajas

- **Resistente al agua**
- **Visualización de mensajes de tutorial para la calibración**
- **La exclusiva función CAL CHECK™ Alerta a los usuarios del estado de la calibración (HI 9813-6 solamente)**
- **BEPS (Sistema de prevención de error de batería) avisa al usuario en caso de que la batería baja pudiese afectar negativamente las lecturas**

ANEXO 9. Ficha técnica: Multiparámetro medidor de oxígeno disuelto HI 9146



Ficha Técnica del Producto Medidor De Oxígeno Disuelto
Hanna Instruments SAS
www.hannacolombia.com

Medidor De Oxígeno Disuelto HI 9146



Descripción

El HI 9146 es un medidor de oxígeno disuelto (OD) robusto y portátil diseñado para proporcionar precisión en condiciones ambientales e industriales adversas. Desarrollado para medir el oxígeno disuelto y la temperatura en agua, aguas residuales y pruebas ambientales, este medidor también puede compensar la altitud y la salinidad.

- Carcasa robusta a prueba de agua ideal para uso en el campo.
- Calibración automática en una o dos puntos en aire saturado y / o solución de oxígeno cero.
- Perfecto para aplicaciones de monitoreo de agua y aguas residuales, medioambientales y acuícolas.

HI 9146-10 se suministra con la sonda HI76407 / 10F con cable de 10 m, 2 membranas, solución electrolítica (30 ml), pilas, instrucciones y maletín de transporte rígido.



Especificaciones

Rango O ₂	0.00 a 45.00 mg/L (ppm)
Rango % Saturación O ₂	0.0 a 300.0%
Rango Temperatura	0.0 a 50.0°C
Resolución O ₂	0.01 mg/L (ppm)
Resolución % Saturación O ₂	0.1%
Resolución Temperatura	0.1°C
Precisión(@ 20°C/68°F) O ₂	±1.5% F.S.
Precisión(@ 20°C/68°F) % Saturación O ₂	±1.5% F.S.
Precisión(@ 20°C/68°F) Temperatura	±0.5°C
Calibración de Oxígeno Disuelto	Uno o dos puntos a 0% (solución HI 7040) y 100% (en aire)
Compensación de temperatura	automático, 0 a 50°C (32 a 122°F)
Compensación DE Altitud	0 a 4000 m (100 m)
compensación de salinidad	0 a 80 g/L (ppt) (resolución 1 g/L)
Sonda	HI 76407/4F Sonda polarográfica DO con sensor de temperatura interno, conector DIN y cable de 4m(6.6') (incluido)
Tipo / Vida de Batería	(3) 5V AAA baterías/aproximadamente 200 horas de uso continuo sin luz de fondo (50 horas con luz de fondo)
Ambiente	0 a 50°C (32 a 122°F); HR max 95%
Dimensiones	185 x 72 x 36 mm (7.3 x 2.8 x 1.4")
Peso	300 g (10.6 oz.)

Accesorios

SONDAS

- **HI76407/4F** Sonda polarográfica DO con protección de mango, sensor de temperatura interno, conector DIN y cable de 4m (13')
- **HI 76407/10F** Sonda polarografica DO con proteccion de mango, sensor de temperatura interno, conector DIN y cable de 10m (33')
- **HI 76407A/P** 5 Membranas de remplazo.

SOLUCIONES

- **HI 7040L** solución de cero oxígeno, 500 mL
- **HI 7041S** solución de electrolito, 30 mL
- **HI 7041M** Solución de relleno de electrolito (230 mL)
- **HI 7041L** Solución de relleno de electrolito (500 mL)

ACCESORIOS

- **HI 76407A/P** Membranas de reemplazo (x5)

Cómo pedir

- **HI 9146-04** se provee completamente con la sonda HI 76407/4F y con cable de 4 m (13,1 '), (2) membranas HI 76407A, S solución electrolítica HI 7041 (30 ml), pilas, instrucciones y maletín de transporte rígido.
- **HI 9146-10** se provee completamente con la sonda HI 76407/10F con cable de 10 m (32.8 '), (2) membranas HI 76407a, solución electrolítica HI 7041S (30 ml), pilas, instrucciones y maletín de transporte rígido.

Ventajas

El oxímetro HI9146 de Hanna es un medidor de oxígeno disuelto a prueba de salpicaduras con microprocesador, ATC, y auto-calibración. Ha sido desarrollado para mediciones de oxígeno disuelto en aplicaciones en aguas claras y aguas residuales así como en otras aplicaciones historias como la piscicultura y vinos.

El oxígeno disuelto se indica en partes por millón (ppm = mg / L) o en% de saturación. El intervalo de temperatura se indica en grados centígrados de 0 a 50 ° C con una resolución de 0,1 ° C. Tanto las mediciones en ppm como el porcentaje de los valores en la solubilidad del oxígeno en el agua y de la permeabilidad de la membrana así como el efecto de la temperatura.

El oxígeno disuelto en un medio más común en la acuicultura, tratamiento de aguas residuales, estudios ambientales y análisis del vino . El HI9146 es un medidor robusto y portátil diseñado para proporcionar mediciones de alta precisión, ya sea en el campo o en el laboratorio. El medidor presenta una calibración automática realizada en uno o dos puntos en el aire saturado y / o solución de oxígeno cero. Todas las lecturas se compensan automáticamente por las variaciones de temperatura y se pueden congelar en la pantalla una vez estabilizada mediante la función de finalización automática. La compensación de la salinidad y la altitud son ajustables por el usuario en función de las condiciones ambientales que están presentes. Este equipo presenta un sistema de prevención de errores de batería (BEPS) que detecta cuando las pilas se vuelven demasiado débiles para garantizar las mediciones. El medidor de OD portátil HI9146 se ofrece completo y listo para usar.

Sistema de medición polarográfica

El sensor de oxígeno y la sonda de tecnología de sensor polarográfico basado en el método de medición polarográfica de Ross y Clark. La sonda está compuesta por un cátodo de plástico y un ánodo de plata en una solución electrolítica



ANEXO 10. Fichas técnicas de recojo de muestras

REGISTRO DE ENVIO DE MUESTRAS DEL CLIENTE

Estimado cliente: Agradecemos complete los datos solicitados.

LABORATORIOS BIHIOS
 Cliente / Razón Social: ROY VICTOR MARIN CHURA RUC: _____
 Dirección: JR. BOLOGNESI N° 403 - TLAVE - EL COLLAO - PUNO
 Nombre del muestreador: ROY VICTOR MARIN CHURA
 Cotización de referencia: A-3489-2023

Numeración	NOMBRE DE LA MUESTRA (Identifique la muestra de acuerdo a como diese que aparece en el Informe de Ensayos)	CODIFICACION (opcional)	MATRIZ (Indique la matriz según el cuadro "Matrices de agua")	PROCEDECIA (Coordenadas, Departamento, Provincia, Distrito, etc) (Opcional)	FECHA DEL MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	Determinaciones solicitadas			Cantidad Total (ml/c) por Muestra
							Cotización N°	Medidas	OD	
01	POZO DE BOMBEO	PM-01	ARI	E: 432823 N: 8380419	07/09/23	09:00am	111	1	1	1
02	PUERTO GRESIVHETICA	PM-02	ARI	E: 432885 N: 8380494	07/09/23	10:00am	111	1	1	1
03	POZO DE SEDIMENTACION	PM-03	ARI	E: 433021 N: 8380440	07/09/23	10:32am	111	1	1	1
04										
05										

NOTAS IMPORTANTES:

- En cada fila ingresar una muestra (frasco y conjunto de frascos tomados en un mismo punto)
- Condiciones de envío (Para Aguas): En contenedor isotérmico con hielo o gel packs que proporcione una temperatura de 4±2°C durante todo el transporte

Matrices de agua (Indique las correspondientes en el cuadro de detalle de muestras)	Para Uso y Consumo Humano ACB: Bebida - Potable ACB: Bebida - Blanca ACB: Bebida - Envasada ACP: Plástico ACL: Legajo Artificial	Residual ARD: Doméstica ARI: Industrial ARM: Municipal	De Proceso APR: Inyección y reinyección APC: Circulación o enfriamiento APA: Alimentación p/ calderas APCL: Calderas	Salina AMAR: Mar ASSB: Salobre ASSL: Salmuera ASIR: Inyección y Reinyección
Natural ASM: Subterránea de Mirantia AST: Subterránea Terminal ASL: Superficial Lagaj/Laguna ASD: Deposición Atmosférica			APL: Lixiviación APP: Purificada - destilada APP: Purificada - ozonizada	

Observaciones: _____

Firma del Muestreador: Mary Chura

Fecha: _____ Hora: _____ Temperatura Recepción (°C): _____

RECIBIDO POR: _____

OBSERVACIONES: _____

PRP-01-F-08-REM-C Versión: 01 Fecha de Emisión: 02/01/20 Elaborado por: JM / Revisado por: GAC / Aprobado por: GG Página 01 de 01



REGISTRO DE ENVIO DE MUESTRAS DEL CLIENTE

Estimado cliente: Agradecemos complete los datos solicitados.

Cliente / Razón Social		ROY VICTOR MARIN CHURBA		RUC:	
Dirección		JR. BOLOGNESI N° 403 - TLAVE EL COLLAS - PUNO			
Nombre del muestreador		ROY VICTOR MARIN CHURBA			
Cotización de referencia		A-3189-2023			

Número	NOMBRE DE LA MUESTRA (Identifique la muestra de acuerdo a como desea que aparezca en el Informe de Ensayos)	CODIFICACION (opcional)	MATRIZ (Identifique la matriz de la muestra en el cuadro **) Nota: Solo para agua	PROCEDECIA (Coordenadas, Departamento, Provincia, Distrito, etc) (Opcional)	FECHA DEL MUESTREO	HORA DEL MUESTREO	Determinaciones solicitadas					Cotización N°	Total de envases por muestra (Litro)	Cantidad Total (ml) o g por Muestra)	
							Natural	Salina	De Proceso	Registral	De Proceso				
01	POZO DE BOMBEO	PM-01	ARI	E: 432823 N: 8380414	01/09/23	09:00am									
02	PUNTO GRAVIMETICO	PM-02	ARI	E: 432885 N: 8380494	01/09/23	10:00am									
03	POZA DE SEDIMENTACION	PM-03	ARI	E: 433021 N: 8380440	01/09/23	10:32am									
04															
05															

NOTAS IMPORTANTES:
 • En cada fila ingresar una muestra (vaso y conjunto de frascos tomados en un mismo punto)
 • Condiciones de envío (Para Aguas): En contenedor isotérmico con hielo packs que proporcione una temperatura de 4±2°C durante todo el transporte

**Matrices de agua (Indique las matrices correspondientes en el cuadro de detalle de muestras)	Natural	ASM - Substratos de Membrana ACT - Substratos de Membrana ASR - Superficial ASD - Deposition Atmosférica	Para Uso y Consumo Humano	ACE - Bebidas ACE - Bebidas Envasada ACP - Piscina ACL - Laguna Artificial	Registral	ARD - Doméstica ARI - Industrial ARM - Municipal	De Proceso	APR - Inyección y reinyección APC - Circulación o enfriamiento APA - Alimentación y calderas APCL - Calderas	Salina	AMAR - Mar ASSB - Salobre ASSL - Salmuera ASIR - Inyección y Reinyección
	Para Uso y Consumo Humano	ACE - Bebidas ACE - Bebidas Envasada ACP - Piscina ACL - Laguna Artificial	Registral	ARD - Doméstica ARI - Industrial ARM - Municipal	De Proceso	APR - Inyección y reinyección APC - Circulación o enfriamiento APA - Alimentación y calderas APCL - Calderas	Salina	AMAR - Mar ASSB - Salobre ASSL - Salmuera ASIR - Inyección y Reinyección		

Observaciones:

Fecha y Hora de Emisión de Muestra: _____
 Vía Utilizada: _____
 Posibles Sustancias Interferentes: _____

Para ser llenado a la llegada de muestra(s) al Laboratorio

RECIBIDO POR: _____ Fecha: _____ Hora: _____ Temperatura Recepción (°C): _____

OBSERVACIONES: _____



7 sep. 2023 12:11:23 p.m.



REGISTRO DE ENVIO DE MUESTRAS DEL CLIENTE

Estimado cliente: Agradecemos complete los datos solicitados.

Cliente / Razón Social		ROLY VICTOR MARIN CHURZA		RUC:					
Dirección		JR BOLDOÑESI N° 403 - ILAQUE - EL COLLADO - PUNO							
Nombre del muestreador		ROLY VICTOR MARIN CHURZA							
Cotización de referencia		A-3489-2023							
Numeración	NOMBRE DE LA MUESTRA (Identifique la muestra de acuerdo al como desea que aparezca en el Informe de Ensayos)	CODIFICACION (opcional)	MATRIZ (Identifique la Matriz según el estándar de la que son para agua)	PROCEDECIA (Coordenadas, Departamento, Provincia, Distrito, etc) (Opcional)	FECHA DEL MUESTREO	HOBA DEL MUESTREO	Determinaciones solicitadas	Total de envases por muestra (Uno)	Cantidad Total (ml o g por Muestra)
01	POZO DE BOMBEO	PH-01	ARI E: 432823 N: 8380419		07/09/23	09:00am	Metales OD SOT OP		
02	PUNTO GRAVIMETRICA	PH-02	ARI E: 432885 N: 8380494		07/09/23	10:00am	Metales OD SOT OP		
03	POZO DE SEDIMENTACION	PH-03	ARI E: 433021 N: 8380440		07/09/23	10:32am	Metales OD SOT OP		
04									
05									

NOTAS IMPORTANTES:
 • En cada fila registre una muestra (bazo y conjunto de frascos tomados en un mismo punto)
 • Condiciones de envío (Para Agua): En contenedor sellado con Lockpaks o gelpacks que proporcione una temperatura de 4±2°C durante todo el transporte

Natural	Para Uso y Consumo Humano	Residual	De Proceso	Salina
ASM: Substratos de Mercurio AST: Substratos Termal ASR: Superficies de Fito ASL: Superficies Logocógenas ASD: Deposición Atmosférica	ACB: Bebidas - Posibles ACB: Bebidas - Metales ACB: Bebidas - Estruvales ACP: Piscinas ACL: Llaguna Artificial	AD: Comestibles AR: Muestras ARM: Municipal	APR: Inyección y reinyección APA: Almacenamiento de calderas APCL: Calderas	AMR: Mar ASB: Salobres ASBL: Salinos ASIR: Inyección y Reinyección

Observaciones:

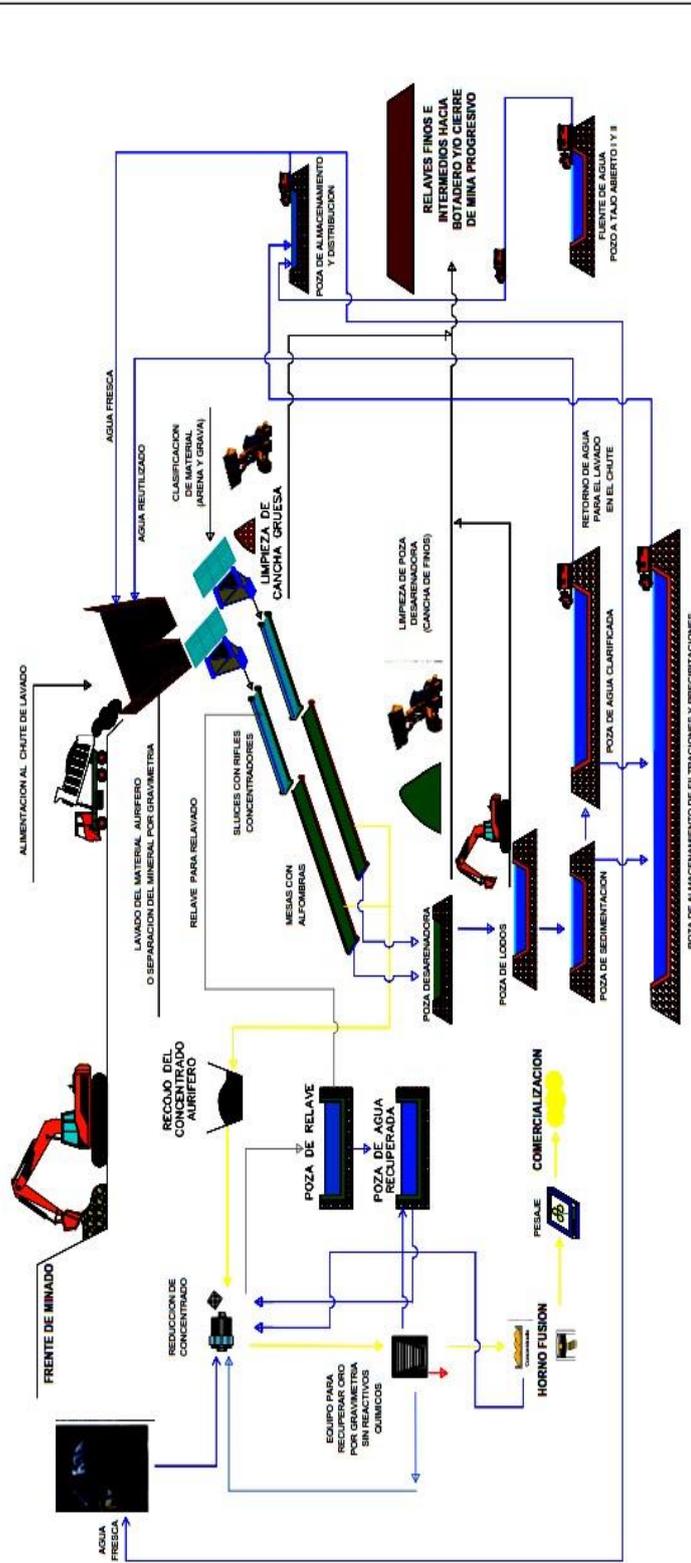
Fecha y hora de Envío de Muestras
 Vía Utilizada
 Posibles Sustancias Interferentes

RECIBIDO POR: *María Churza*
 Firmado del Muestreador

Fecha: _____ Hora: _____ Temperatura Recepción (°C): _____

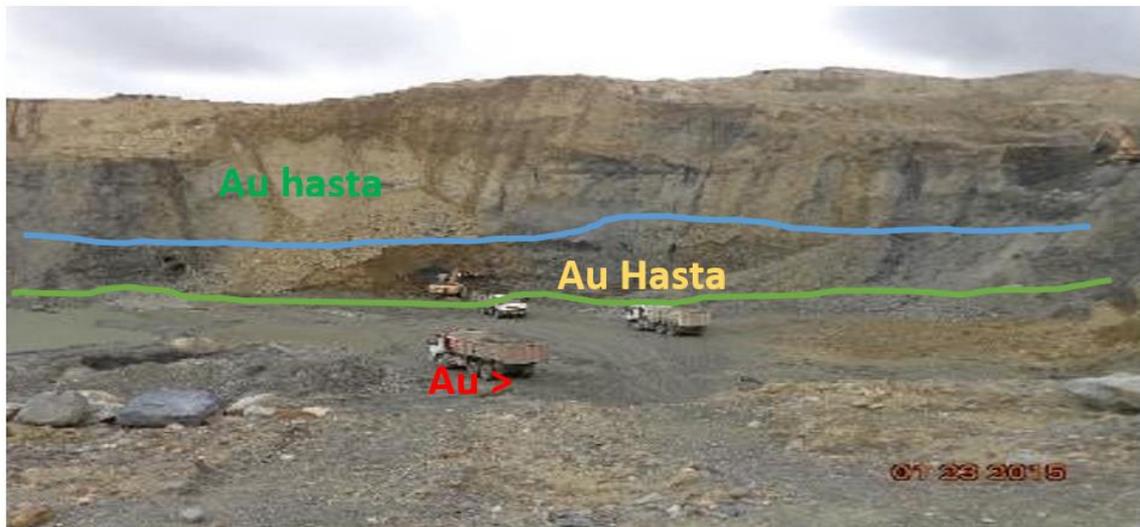
ANEXO 11. Uso de agua en el *Flow sheet*.

FLOW SHEET DEL PROCESO PRODUCTIVO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO	
FLOW SHEET OPERACIONES	
CORPORACION MELVIN GARY XXX S.R.L.	
FLOW SHEET	
PLANO	01
ELABORADO	REVISADO
APROBADO	VALIDADO
FECHA	FECHA
ELABORADO POR	REVISADO POR
APROBADO POR	VALIDADO POR
FECHA	FECHA
ELABORADO POR	REVISADO POR
APROBADO POR	VALIDADO POR
FECHA	FECHA

ANEXO 12. Evidencias fotográficas



12.1 Zona de distribución en sedimentos cuaternarios



12.2 Equipos de recolección de datos IN SITU en los puntos de monitoreo



12.3 - Preparación de muestras para envío a laboratorio



12.4 - Agua utilizada en el Chute de lavado salida de la planta gravimétrica



12.5 - Utilización del agua en el Chute de lavado



12.6 - Vista poza de captación y bombeo de agua.

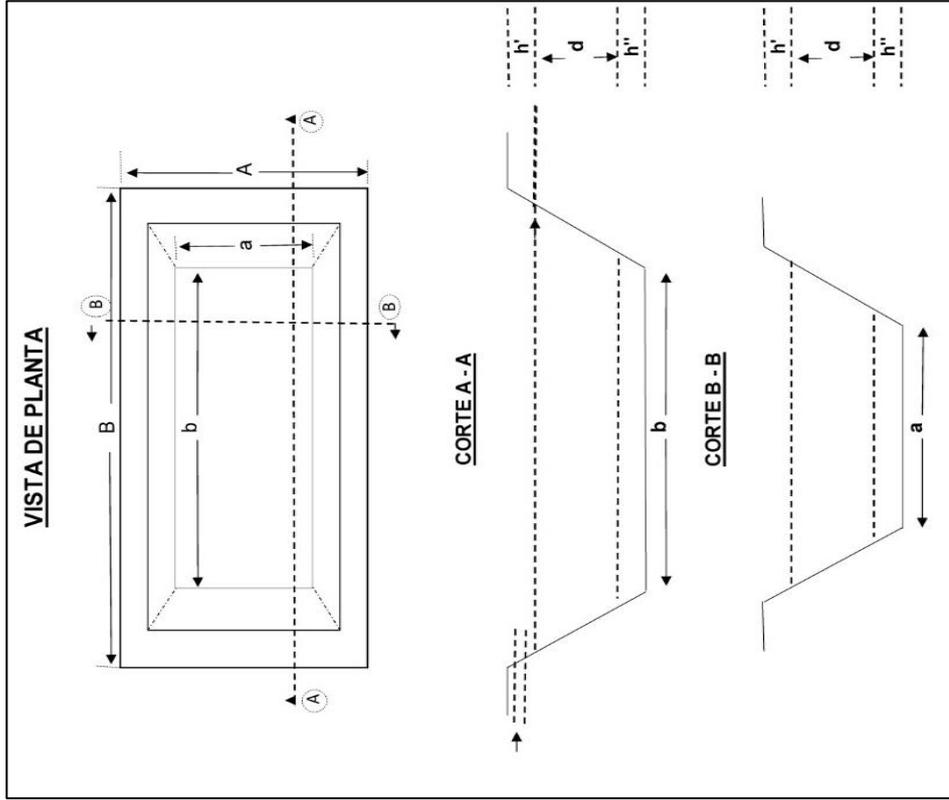


12.7 - Vista de la maquinaria como volquetes transportando el material aurífero y la excavadora extrayendo material del frente de minado.

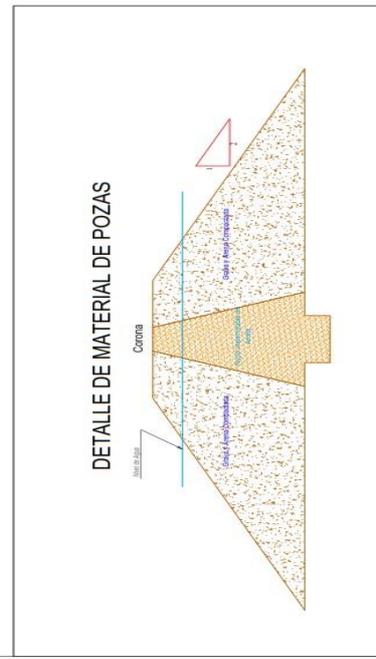
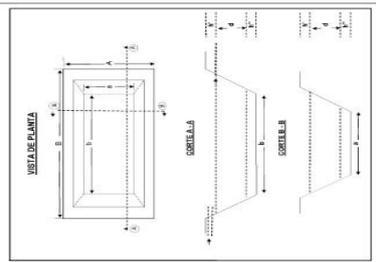


12.8 - Vegetación de la zona del área indirecta al Proyecto

ANEXO 13. Diseño de dimensiones de pozas para operaciones mina de la empresa Melvin Gary S.R.L.



Volumen	Características	Und	DISEÑO DE LAS POZAS DE TRATAMIENTO DE SEDIMENTOS										
			Poza de Lodos N° 01	Poza de Lodos N° 02	Poza de Lodos N° 03	Poza de Lodos N° 04	Poza de Lodos N° 05	Poza sedimentación N° 01	Poza sedimentación N° 02	Poza de agua clarificada N° 01	Poza de agua bombeo o reúso N° 01		
Ancho de fondo	a	m	2	2	2	2	2	2	2	2	5	38	38
Largo de fondo	b	m	32	32	32	32	32	32	32	15	140	48	92
Talud interno - externo	z		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Altura total	H	m	4	4	4	4	4	4	4	5	5	6	4
Ancho de bordo	A	m	10	10	10	10	10	10	10	45	15	50	50
Largo de bordo	B	m	40	40	40	40	40	40	40	20	50	90	90
Area de base	Ab	m ²	64	64	64	64	64	64	64	75	45	1824	3496
Area de bordo	AB	m ²	400	400	400	400	400	400	400	900	750	4500	4500
Volumen total de la poza		m ³	928.00	928.00	928.00	928.00	928.00	928.00	928.00	2437.50	1987.50	18972.00	15992.00
Altura de aliviadero	h'	m	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50
Altura de sedimentos	h''	m	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00
Altura hidráulica útil	d	m	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.50	1.50	4.50	4.00
Area de pelo de agua	Ap _a	m ²	304.00	304.00	304.00	304.00	304.00	304.00	304.00	289.00	2086.00	2891.00	4455.00
Area de pelo de sedimentos	Ap _s	m ²	259.00	259.00	259.00	259.00	259.00	259.00	259.00	200.00	994.00	2000.00	3760.00
Volumen de agua		m ³	140.75	140.75	140.75	140.75	140.75	140.75	140.75	374.25	2310.00	11004.75	16430.00
													30822.75





ANEXO 14. Autorización para el depósito de tesis en el repositorio institucional



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo ROLY VICTOR MARIN CHURA
identificado con DNI 70777517 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA DE MINAS

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" IDENTIFICACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS DE O6UA Y USO EN OPERACIONES MINA DE LA EMPRESA MELVIN GARY GARY S.R.L. ANONEA, 2023. "

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 15 de OCTUBRE del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 15. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ROLY VICTOR MARIN CHURA
identificado con DNI 70797517 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA DE MINAS

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" IDENTIFICACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS DE AGUA Y USO
EN OPERACIONES MINA DE LA EMPRESA HELVIN GARY S.R.L. ANAUEA
2023."

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 15 de octubre del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella