

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA DE MINAS



INFLUENCIA DEL PROCESO DE DESTILACIÓN SIMPLE EN
AGUAS CONTAMINADAS CON PLOMO EN LA LAGUNA
QUIHULACOA - DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR-PASCO
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS

AUTOR

Br. Núñez Saldaña Joel Eliud

<https://orcid.org/0009-0002-1370-2469>

ASESOR

Mg. Saldaña Milla Fernando Arístides

<https://orcid.org/0000-0002-7274-6974>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Innovación Tecnología

TRUJILLO – PERÚ

2024

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de ingeniería y arquitectura:

Yo, Mg. Saldaña Milla Fernando Arístides con DNI N° 18135414, como asesor del trabajo de investigación titulado **“INFLUENCIA DEL PROCESO DE DESTILACIÓN SIMPLE EN AGUAS CONTAMINADAS CON PLOMO EN LA LAGUNA QUIIULACocha - DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR-PASCO”**, desarrollado por la egresado Nuñez Saldaña Joel Eliud con DNI N° 48840720 del Programa de estudios de Ingeniería de Minas; considero que dicho trabajo reúne las condiciones tanto técnicas como científicos, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de graduación de la Facultad Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla
DNI N°: 18135414

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXCMO.MONS. HECTOR MIGUEL CABREJOS VIDARTE, OFM

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Fundador y Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. MARIANA GERALDINE SILVA BALAREZO

Rectora de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. ROMY ÁNGELICA DÍAZ FERNÁNDEZ

Vicerrectora académica

DRA. ENA CECILIA OBANDO PERALTA

Vicerrectora de Investigación

MG. ING. BREITNER GUILLERMO DÍAZ RODRÍGUEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARIN

Secretaria General

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a Nuestro Padre Celestial, a mis padres Julio Cesar Nuñez Córdova y Roció Del Perpetua Saldaña Murrugarra, a mis hermanos Dammie Cesítar y Gian Carlos, por su paciencia y permitirme realizar estos trabajos académicos personales y no poderles atender con mi tiempo a ellos. Asimismo, dedico a mis maestros de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profunda gratitud a mi asesor de tesis, Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla, cuyo vasto conocimiento y consejos críticos han sido invaluable. Su confianza en mis capacidades y su apoyo constante han sido los cimientos de este trabajo. Su mentoría ha dejado una huella imborrable en mi formación académica.

Agradezco también a los miembros del Jurado de Tesis, cuya visión y guía crítica han sido esenciales para la culminación de este estudio. Su dedicación y sus aportes constructivos han sido fundamentales para perfeccionar mi investigación.

Finalmente, extendiendo mi más sincero agradecimiento al personal técnico y de laboratorio, cuya habilidad y dedicación fueron clave en la realización de los experimentos y análisis. Su disposición y competencia técnica fueron apreciadas en cada etapa de este proceso.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Joel Eliud Núñez Saldaña, con DNI: 48840720 egresados del Programa de Estudios de Ingeniería de Minas, de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“INFLUENCIA DEL PROCESO DE DESTILACIÓN SIMPLE EN AGUAS CONTAMINADAS CON PLOMO EN LA LAGUNA QUIHULACocha - DISTRITO DE SIMÓN BOLÍVAR- PASCO TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS”**, el cual consta de un total de 65 páginas, en las que se incluye 21 tablas y un total de 21 páginas en anexos.

Dejo constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de mi entera responsabilidad.

El autor



Joel Eliud Núñez Saldaña

DNI: N°48840720

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	vi
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
II. METODOLOGÍA	30
2.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación.	30
2.2 Participantes de la Investigación.....	30
2.3 Técnicas e instrumentos de recojo de datos	30
2.4 Técnicas de procesamiento y análisis de la información.	31
2.5 Aspectos éticos en investigación.....	32
III. RESULTADOS	33
IV. DISCUSIÓN	47
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	50
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS	53

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipo y subtítulo de Pam	16
Tabla 2	Clasificación de Aguas Residuales	19
Tabla 3	Clasificación de drenajes en función del pH y el potencial de acidez/alcalinidad de los minerales (Morin y Hutt, 2001).	20
Tabla 4	Métodos Y Medidas De Control	23
Tabla 5	Estándares del uso del agua (Eca).....	24
Tabla 6	Limites permisibles para el agua.....	27
Tabla 7	Resultados Físico-Químico De La Laguna Quiulacocha.....	27
Tabla 8	Comparación De Estándares De La Laguna Quiulacocha Con Los Niveles Establecidos De Uso Del Agua Con El Eca Y Lmp.	28
Tabla 9	Resultados De La Medición Químico – Física De Las Muestras.	28
Tabla 10	Análisis inicial y final de la muestra uno de la Laguna Quiulacocha empleando la Destilación Simple con la coordenada geográfica LS 10° 47 47 - LO 79° 17 10 (NE 39°).....	34
Tabla 11	Análisis inicial y final de la muestra dos de la Laguna Quiulacocha empleando la Destilación Simple con las coordenadas geográficas LS 10° 41 47 – LO 76° 17 10 (NE 33°).....	34
Tabla 12	Análisis inicial y final de la muestra tres de la Laguna Quiulacocha empleando la Destilación Simple con las coordenadas geográficas LS 10 41 2° - LO 76 17 10° (NE°50).....	35
Tabla 13	Análisis inicial y final de la muestra cuatro de la Laguna Quiulacocha empleando la Destilación Simple LO 76 15 57° - LS 10 41 25° ()......	35
Tabla 14	Resultados de la medición químico – físico de las muestras 1 tomada en la Laguna Quiulacocha- Cerro de Pasco.	35
Tabla 15	Resultados de la medición químico – físico de las muestras 2 tomada en la Laguna Quiulacocha- Cerro de Pasco).	36
Tabla 16	Resultados de la medición químico – físico de la muestra 3 tomada en la Laguna Quiulacocha- Cerro de Pasco.	36
Tabla 17	Resultados de la medición químico – físico de las muestras 4 tomada en la Laguna Quiulacocha- Cerro de Pasco del metal pesado Plomo (Pb).	36
Tabla 18	Comparación con los estándares establecidos con la muestra número uno, del metal pesado Plomo (Pb).....	37

Tabla 19	Comparación con los estándares establecidos con la muestra número dos, del metal pesado Plomo (Pb).....	37
Tabla 20	Comparación con los estándares establecidos en la muestra número tres, con los minerales pesados en orden establecido Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Arsénico (As).....	38
Tabla 21	Comparación con los estándares establecidos en la muestra número cuatro, del metal pesado Plomo (Pb).....	38
Tabla 22	Resultados de la medición químico – físico de las muestras 1 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro.	38
Tabla 23	Resultados de la medición químico – físico de las muestras 2 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro de Pasco.	39
Tabla 24	Resultados de la medición químico – físico de las muestras 3 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro de Pasco.	39
Tabla 25	Resultados de la medición químico – físico de las muestras 4 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro de Pasco.	39
Tabla 26	Comparación con los estándares establecidos con la muestra número uno, del metal pesado Plomo (Pb).....	40
Tabla 27	Comparación con los estándares establecidos con la muestra número dos, del metal pesado Plomo (Pb).....	40
Tabla 28	Comparación con los estándares establecidos en la muestra número tres, con los minerales pesados en orden establecido Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Arsénico (As).....	40
Tabla 29	Comparación con los estándares establecidos con la muestra número cuatro, del metal pesado Plomo (Pb).....	41
Tabla 30	Datos Generales del proceso de destilación.....	41
Tabla 31	Análisis Descriptivo (promedio y mediana)	42
Tabla 32	Análisis estadístico (desviación estándar).....	43
Tabla 33	Estadística Descriptivo (Promedio)	44
Tabla 34	Estadísticas Descriptivo (Promedio de diferencia)	45
Tabla 35	Estadísticas Descriptivo (Desviación estándar de la diferencia)	45

INDICE DE GRÁFICOS

Figura 1 Grafico Análisis Estadístico Descriptivo	43
Figura 2 Grafico Desviación Estándar	44
Figura 3 Grafico Visualización De Resultados	46

RESUMEN

El presente trabajo de investigación aborda una controversia en el territorio peruano, originada por la falta de profesionalismo y ética, lo que genera efectos adversos, hablamos de los proyectos mineros que si no se gestionan de una manera adecuada y responsable pueden perjudicar incluso al medio ambiente.

En este contexto, se aportó una posible solución a situaciones similares, como las que se presentan en la Laguna Quiulacocha, situada en el distrito de Simón Bolívar. A través de investigaciones realizadas, se ha determinado que este lugar está contaminado con 79 toneladas de relaves de metales pesados.

Por ende, se empleó el proceso de destilación esto permitió obtener resultados y visualizar si hay un impacto positivo o negativo para contrarrestar el problema y la reutilización del agua para otros fines.

El proceso empezara con una muestra de dicha agua contaminada con plomo, puesta en el instrumento de destilación, así podremos saber que tanta agua se puede tratar y medir tiempo/costo, aclarando que este proceso es muy rentable muy accesible para cualquier persona, permitiéndonos saber que tanto influye este proceso en estas aguas contaminadas con plomo.

El proyecto es Preexperimental por ende sabremos qué tan contaminada están las aguas antes del proceso y después para hacer una comparación y ver resultados como por ejemplo si llego a variar el pH y hacer la visualización las Leyes establecidas en el territorio peruano estamos hablando de los Limites Permisibles y Eca.

Palabras Claves: DESTILACIÓN, pH, RELAVES

ABSTRACT

The present research work is based on a controversy that happens in the Peruvian territory, this is due to a lack of professionalism and ethics, where it generates negative impacts, we are talking about mining projects that if not done in an adequate and responsible way can even affect the environment.

Where I try to contribute with a possible solution to similar situations such as in the place of study that is the Quiulacocha Lagoon, which is located in the district of Simón Bolívar, where, according to studies carried out, the aforementioned place is contaminated with 79 tons of heavy metal tailings.

Therefore, the distillation process will be used, this will allow us to obtain results and visualize if there is a positive or negative impact to counteract and if it becomes possible to reuse the water for other purposes.

The process will begin with a sample of this lead-contaminated water, put into the distillation instrument, so we can know how much water can be treated and measure time/cost, clarifying that this process is very cost-effective and very accessible to anyone, allowing us to know how much this process influences these lead-contaminated waters.

The project is pre-experimental, so we will know how polluted the water is before the process and afterwards to make a comparison and see results such as if I vary the pH and visualize the Laws established in the Peruvian territory, we are talking about the Permissible Limits and Eca.

Keywords: DISTILLATION, pH, RELAVES

I. INTRODUCCIÓN

Un estudio realizado llega a demostrar que la minería es una de las actividades más rentables en el Perú, esto se demuestra a través del ministerio de energía de minas donde menciona que entre los años 2017 al 2021 la minería llegó a contribuir en un dieciséis por ciento al PBI también conocido como el Producto Bruto interno.

Si bien está demostrado que la actividad minera llega a ser muy rentable, esto también significa que existen consecuencias negativas cuando no es realizado de una manera adecuada como el caso que posteriormente se mencionará.

El distrito de Simón Bolívar, más conocido como distrito de Rancas, es uno de los trece distritos que conforman la provincia de Pasco situada en la parte suroccidental donde se encuentra la Laguna Quiulacocha con 114 Hectáreas y una cantidad aproximada de 79 toneladas de relave que llega a contener cobre, plomo, zinc, donde estos llegaron a ser colocados por las empresas mineras Cerro de Pasco Corporation y Centromin Perú cuando estaban activas y realizaban actividades en los años de 1999, donde a pesar que han transcurrido años de este hecho no han generado una solución a este Pasivo ambiental.

Esto ha provocado aguas ácidas que se generan a partir de la oxidación de sulfuros cuando entran en contacto con agua o aire por ende éstas llegan a tener un pH menor 4.5 donde si no tiene medidas preventivas generará daños como en este caso “Laguna de 600 mil metros cúbicos de residuos mineros contaminantes en Pasco corre riesgo de desbordarse” (Stakeholders Sostenibilidad, 2022, párrafo primero)

Por ende, indica el Ministerio de Energía y Minas que, en la base del MINISTERIO DEL AMBIENTE, los pasivos ambientales que llegaron a ser declarados por los propietarios de las concesiones mineras, se llegaron a ajustar a la legislación y la elaboración de un plan de cierre de pasivos.

Dado que el reglamento tiene como finalidad que la Ley N.º 28090, Ley que legaliza el Cierre de Minas y del actual Reglamento, el cual impide, minimiza e inspecciona la inseguridad y secuela sobre el bienestar de las personas en su entorno, y el ecosistema, de igual manera las propiedades, que pudieran derivarse del cierre del convenio de una unidad minera.

Por lo tanto, si no se llegara a hacer o cumplir esta función ésta provocará altos riesgos de contaminación para los pobladores que llegaran a ser afectados dado que estos

están expuestos y no solo la población si no la vida animal y flora, que cuentan con el mismo nivel de inseguridad al tener agua contaminada con plomo y más metales.

Como en este caso presentado donde los involucrados llegarían a ser la comunidad de Quiulacocha, Yujhuanca, Ranca y sin mencionar la contaminación ambiental generada.

El portal de noticias derechosinfronteras.pe (2017) indica que hasta en el instante existen más de dos mil niños que tienen enfermedades por los metales pesados, como el plomo por eso existen algunas enfermedades como la neoplasias, leucemia, anemia y desnutrición infantil.

A través de este suceso se ha llegado a denunciar el hecho donde el MINSA indica que el agua es causa de los desechos tóxicos que vertieron las empresas mineras.

Por ello este trabajo determina una iniciativa para poder tratar este tipo de PAM empleando un tratamiento de agua utilizando la destilación sin mencionar que es rentables y a un bajo costo para poder reutilizar el agua contaminada de plomo.

Formulación del problema:

¿Cuál es la influencia del proceso de destilación simple en aguas contaminadas con plomo en la Laguna Quiulacocha - Distrito De Simón Bolívar-Pasco?

Justificación

Actualmente en la laguna Quiulacocha se ve reflejada la contaminación generada anteriormente, esto afecta de manera negativa tanto ambientalmente como socialmente causando problemas en la flora y fauna sin mencionar que afecta también los recursos naturales entre ellos el agua, cabe mencionar que esta es una principal fuente de vida por ende este proyecto nos permitirá generar una ayuda y ver la eficacia que este mismo representará, generando una ayuda para el pueblo y también en un estado ambiental.

Esta circunstancia ha hecho investigar y generar una posible solución ante esta situación generando una forma viable-económica, dado que el proyecto es practico y con grandes resultados por medio del tratamiento mencionado, la idea general es promover formas viables en combatir circunstancias similares.

Por ello se utilizará un método de tratamiento de agua conocido como destilación que es accesible este es una forma de contribuir en el desarrollo y conservación sostenible-ecológico,

Esta investigación servirá para futuras investigaciones que deseen contribuir o profundizar en el tema, y así poder hallar otras posibles soluciones y evitar este tipo de situaciones que llegarían a afectar severamente a la comunidad.

Objetivo general:

Hallar la influencia del proceso de destilación simple en aguas contaminadas con plomo en la Laguna Quiulacocha, Distrito De Simón Bolívar-Pasco.

Objetivos específicos:

Analizar la concentración de plomo en las muestras de agua de la Laguna Quiulacocha antes de aplicar el proceso de destilación simple.

Evaluar la efectividad del proceso de destilación simple en la reducción de la concentración de plomo en el agua tratada.

Analizar las concentraciones de plomo en las muestras de antes y después del proceso de destilación, así mismo los resultados obtenidos comparar con los Estándares establecidos como Los Límites Permisibles, Eca (4) y OMS.

Hipótesis

El proceso de destilación simple reduce los niveles de plomo presente en el agua contaminada de la Laguna Quiulacocha, 2024 de manera significativa.

Hipótesis Específica

Existe una diferencia significativa en la concentración de plomo entre las diferentes muestras de agua tomadas de la Laguna Quiulacocha antes del proceso de destilación.

La concentración de plomo en las muestras de agua después del proceso de destilación simple es significativamente menor que la concentración promedio de plomo en aguas tratadas que se consideran adecuadas según estándares de calidad.

Los resultados obtenidos del proceso de destilación simple estarán dentro de los límites permisibles, Estándar de Calidad Ambiental categoría y la Organización Mundial de la salud.

Marco teórico

Bases teóricas científicas o marco conceptual

Definición Pasivos Ambientales (PAM)

Para Russi y Martinez (2002) El vocablo “pasivo ambiental” tiene inicios empresariales en la comprobación de instrucción de una empresa, el pasivo es el conjunto de deudas y gravamen que minimizan el activo.

El término dado como “pasivo ambiental” está llegando una rápida expansión por América Latina definiéndose una gran discusión sobre los hechos dados por las empresas mineras, químicas, petroleras y de otros sectores por casos en concretos.

Los Pam son una amenaza latente para el medio ambiente, donde esto llega a involucrar a la salud humana y animal.

Se llega a entender que es la suma de daños que se llegó a dar y no fueron compensados que se dieron por una empresa “x” al medio ambiente a lo largo de la historia, ya que puede ser en su actividad normal o de repente por un accidente ocasionado accidentalmente. En si se da o se refiere a las deudas que llegamos a tener en la comunidad donde opera.

Por ello se dan que los Pam son una fuente de contaminación para el agua superficial y al acuífero, por ello esto llega a involucrar tanto al suelo y al aire donde se inicia dando como resultado posibles desastres irreparables.

✓ Tipos y subtipos de Pams

Según El Ministerio de Energía y Minas (como se citó en Red Muqui, 2015) se llegó a considerar 3 tipos y 11 subtipos de PAM.

Tabla 1 Tipo y subtitulo de Pam

Tipo	Subtipo
Labor minera	Bocaminas, chimeneas, piques, tajeos comunicados, trincheras y tajos abiertos.
Residuo minero	Relaves, desmontes de mina, botaderos de lixiviación.
Infraestructura	Campamentos, oficinas, talleres, plantas de procesamiento y otras instalaciones relacionadas con el proyecto minero.

Nota. Datos obtenidos de los tipos y sub tipos de Pam Distrito Simón Bolívar (en Red Muqui, 2015)

Bocamina: Llega a ser el espacio físico donde a través de este se da el ingreso a una mina subterránea. Donde podemos decir que es el límite entre el espacio interior y también el exterior. Su característica dependerá a la necesidad del ancho y alto para que puedan llegar a tener una facilidad para el ingreso del personal, equipo que se usará para la extracción y transporte del mineral.

Chimenea: Es un agujero que se dará en la roca y será por una perforación dando como función de comunicar a las demás secciones (galerías) en el interior de la mina y también sirve como ventilación, una fuente para que llegue a liberar los polvos o sustancias químicas al momento de la perforación.

Corte: Es el área cercana a la bocamina (ingreso), que por su estructura y composición es similar a un tajo.

Depósito de desmonte: Área de desempeño por materiales sacados del íntimo de la mina o de la zona de explosivos para el tajo abierto, que no tiene consigo valores extraíbles que no es económica, por lo que se da una disposición en un lugar donde estas actividades de explotación

Depósito de relave o relavera: Zona ocupada por materiales de granulometría fina que no tiene valor y se llegó a obtener como producto de la conglomeración de minerales, los relaves se han llegado a disponer en su forma de pulpa, donde en si se llegó a eliminar el agua después de la sedimentación de los sólidos.

Edificaciones e instalaciones: Son las edificaciones como: planta concentradora, laboratorios, campamentos, oficinas, talleres, almacenes, suministro de energía y agua.

Tajo: Es el área de explotación superficial, por lo general de los afloramientos de minerales de veta y que tienen dimensiones pequeñas. Consisten en cortes alargados.

Socavón: Es la labor horizontal de ingreso a una mina subterránea.

Tajo abierto: Es la depresión o cavidad dejado por la explotación de minerales desde la superficie del suelo.

Cierre de Pasivos Ambientales Mineros: Es una labor que se implementa a fin de cumplir con los estándares ambientales para lograr los objetivos sociales para que después de la identificación y conformidad para el Plan de cierre del pasivo ambiental minero.

El cierre ambiental mineros solicita el diseño y ejecución de medidas como desmantelamiento, demolición, estabilización física y química e hidrológica, tratamiento de drenaje ácido de mina y lixiviación de metales, recuperación o rehabilitación de terrenos, revegetación y rehabilitación de hábitats acuáticos.

Plan de Cierre: Es una herramienta con la misión ambiental que lleva todas las labores técnicas y naturales requeridas para garantizar el logro de los objetivos de remediación de alguna área con pasivos ambientales mineros.

Contiene la recuperación de las zonas manipuladas o trastornadas por la diligencia minera, para que lleguen las características del ecosistema y sea compatible con un ambiente apropiado para el progreso de la vida y el mantenimiento del paisaje.

El daño ocasionado ambiental por los Pam no existe en un escenario legal de indemnización o restauración. Lo que se viene prosperando son métodos de previsión, restauración y restitución.

Y, por lo tanto, el estado llega a tomar medidas para poder llegar a evitar sobre estos tipos de incidentes para la contribución y mejoramiento o minimización de la contaminación

provocada por personas sin escrúpulos donde llegan a evitar un cierre de minas adecuado para minimizar costos y poder llenar sus bolsillos.

Etapas del cierre de Pams.

Según Red Muqui (2015) se comprende de dos etapas:

Remediación o cierre: Las realizaciones en la labor complementan en el plan de cierre que abarca:

Bocetos de la ingeniería necesarios para desarmar, demoler; en estudios in situ para la distribución final y necesariamente para el rescate de materiales si llega a ser necesario como la estabilización física, geo química y también hidrológica para poder contribuir a la restauración del área es por ello que se habla sobre la restauración de los hábitats acuáticos y también para la revegetación para el uso o para brindar el servicio esencial para la comunidad.

Post Cierre: El post cierre es continuo a través de un planteamiento, conservación, y un instructor y seguimiento para la afinidad de verificar la efectividad del cierre. Por tanto, el dueño de la mina encargado del plan de cierre está en la obligación a desarrollar medidas para el tratamiento de efluentes y emisores, también monitoreo y mantener un régimen de mantenimiento que comprenda al acuerdo de cierre por las autoridades competentes de corto plazo como mínima de 5 años después de la culminación de la operación minera.

Drenaje acido en mina

Como su mismo nombre lo menciona ha sido desde antigüedad una de las principales contaminaciones para las aguas exteriorizadas al ambiente como también las del sub suelo donde se puede encontrar dos tipos de dicho problema mencionado: los drenaje ácidos y alcalinos donde se explicará los riesgos que estos tienen.

Esto se genera frecuentemente después de la culminación del proceso de explotación o ciclo productivo de dicha mina, por ende, esta problemática requiere de una solución que sea factible y garantizada para poder intentar minimizar o solucionar.

Dicho esto, se debe porque la problemática no solo afecta un solo ambiente como la salud del hombre, si no que afecta tanto la vida acuática como la vegetal. Los drenajes ácidos son conocidos por su baja cantidad de pH dado que estos contienen una gran cantidad de metales pesados como sulfatos.

Según Aduvire (2018) menciona que “Los drenajes ácidos de mina además de un bajo pH contienen una gran cantidad de sólidos en suspensión con un alto contenido en sulfato y metales (Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Pb, Hg, Cd, Ni)”. Como se mencionó de algunos

elementos, estos por sí solo en grandes cantidades pueden generar un problema para la vida acuática, incluso sin excluir también puede afectar las infraestructuras hechas por el hombre.

Esta problemática es categorizada como un pasivo ambiental minero donde tiene y abarca parámetros como:

Humedad

La geometría del terreno

La composición del sustrato

Pero a sí mismo para poder realizar actividades mineras adecuadas se hace estas soluciones a los problemas que se presentan día a día dado que la minería llega a ser una de las actividades mineras e industriales que aporta más en el sustento del PBI (Producto bruto interno) del país peruano.

Tipos de drenaje acida en mina

Se Menciona según Quispe (2018) que "Para determinar el tipo de drenaje es necesario hacer un estudio detallado de las condiciones físicas del medio, el clima del lugar y una caracterización de los efluentes de mina". Así mismo están se divide en:

Drenaje con bajo potencial de ser soluble (D. Alcalinos)

Drenaje con alto potencial de ser soluble (D. Ácidos)

Hay un estudio que fue realizado por White en los años de 1968 donde será mostrado en la TABLA 2 donde llega a clasificar las aguas residuales mediante su pH y a si mismo los agrupa en 6 categorías:

Tabla 2 *Clasificación de Aguas Residuales*

CLASE	pH
Altamente ácidas	1,5 a 4,5
Blandas, ligeramente acidas	5,0 a 7,0
Duras, neutras a alcalinas	7,0 a 8,5
Blandas alcalinas	7,5 a 11,0
Muy salinas	6,0 a 9,0
Blandas Acidas	3,5 a 5,5

Nota: Datos obtenidos mediante la clasificación del pH (White,1968).

Demostrando que a través de una medición superior de 1.5 a 4,5 de pH se encontrará aguas residuales altamente ácidas estas pueden generar ácidos sulfúricos donde pueden llegar a provocar irritación y corrosivos que puedan afectar a la piel, ojos incluso si llega a

ser ingerido puede dañar a nuestro sistema digestivo, si la medición del pH llega a ser de niveles de 5,0 a 7,0 serán consideradas ligeramente ácidas y éstas generarán infecciones intestinales, vómitos, malestares y dolores de cabeza. Así mismo si el pH llega a ser de 7,0 a 8,5 estos tipos de aguas son consideradas neutras dado que relativamente el agua que ingerimos y utilizamos en nuestro día a día contienen un pH de 7 por ende se realiza posibles soluciones para combatir las aguas ácidas y minimizar el impacto ambiental que se genera.

Por el otro lado una medida de pH que es de 7,5 a 11,0 se le considera como aguas alcalinas se hace mención según la información brindada en la página web clínica mayo (2002) menciona que el agua alcalina es considerada beneficiosa para la salud dado que al tener un pH alto este puede neutralizar la acidez que se genera en el torrente sanguíneo incluso que es una gran forma de prevenir el cáncer como otras enfermedades. Así mismo con un pH 6,0 a 9,0 consideradas muy salinas donde según la página web Emapad-ep (2023) menciona que ingerir tipos de aguas salinas en proporciones semi altas generará daños en el cuerpo como deshidratación, y además esto generará el crecimiento de ritmo cardiaco, donde se generaría que las venas del cuerpo humano lleguen a encogerse para poder mantener la presión arterial.

Y como grado de medición según la escala de White con una medición de 3,5 a 5,5 en pH se les considera blandas ácidas estas en si generarán corrosión en las tuberías o accesorios, incluso se puede generar involuntariamente dado que tenemos accesorios en casa de cobre o plomo dependiendo de los utensilios de plomería.

Por ello a parte de la clasificación de agua mediante del pH también se ha llegado a generar un modelo de clasificación con la problemática relacionada a la minería que en estos casos se les ha llamado con las siglas “AMD” a este hecho se refiere como Drenaje Ácido Minero donde se presenta la escala en la TABLA 2 esto se genera cuando algunos minerales que son sulfuros se llegan a oxidar esto llega a generar un ácido sulfúrico un claro ejemplo es la pirita es que es conocido en su gran mayoría quienes se encargan de esta rama de minería , se sabe que este mineral genera dicho ácido mencionado.

Tabla 3 *Clasificación de drenajes en función del pH y el potencial de acidez/alcalinidad de los minerales (Morin y Hutt, 2001).*

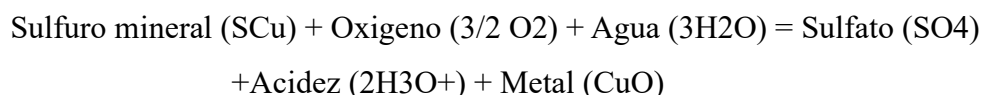
CLASE	PH	DESCRIPCIÓN
-------	----	-------------

		-Acidez generada por oxidación de minerales, particularmente de sulfuros.
Acido	<6	-Nivel de metales disuelto es mayor que en drenajes casi neutro. -asociados a minas metálicas, carbón y piritas -Alta alcalinidad generada por disolución de minerales básicos, particularmente óxidos, hidróxidos y algunos silicatos.
Alcalinos	>9 o 10	-Niveles de algunos metales como Al son mayores que en los drenajes ácidos casi neutro. -Asociado con minería de diamantes, molienda de bauxita, cenizas de combustión de carbón
Casi neutro	6-9 o 10	-Dependiendo de la abundancia de los Minerales, en determinados periodos pueden ser ácidos o alcalinos. -Concentración de metales disuelto algunas veces puede exceder niveles tóxicos. -Puede afectar la concentración de metales.
Otros	Irrelevante	-Asociado a minería no metálica como: potasa, sales, borato, bentonitas, gravas, arcillas,etc.

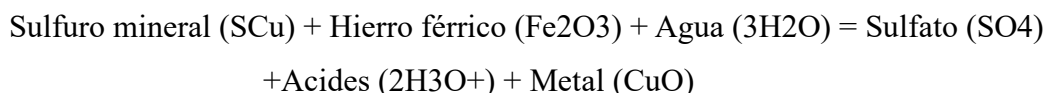
Nota: Datos obtenidos mediante la clasificación de drenajes ácidos (Morin y Hutt, 2001)

En esta clasificación el drenaje ácido generado en mina se llega a dividir en cuatro, ácido es donde el pH es menor que seis significa que es ácido además según las leyes en el Perú tenemos los límites permisibles verificando los estándares necesarios, pero recalando que para este suceso se da a través de la oxidación de algunos sulfuros como se mencionó anteriormente un ejemplo claro sería la pirita, pero también se puede encontrar como pirrotita y la marcasita.

Cabe mencionar que para que este suceso se genere debe de entrar en contacto el oxígeno y agua esto generará con la oxidación de los sulfuros generando la siguiente ecuación:



Otros oxidantes reemplazan el aire en las reacciones y en muy pocos casos también el agua como el hierro férrico generando la siguiente ecuación:



Pero hay casos contrarios dado que lo mencionado se da cuando es agua ácida, ahora cuando el agua es alcalina en drenajes mineros conocidos con las siglas LMD la ecuación es diferente dado que abarca la disolución de óxidos, también de los hidróxidos y como ultimo los minerales silicatos:

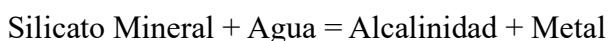


Según Centro Canario del agua la Alcalinidad se da a través de la siguiente formula mediante:

$$\text{Alcalinidad} = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-] - [\text{H}^+].$$

Dato:

En óxido la “M” es una variante dependiendo del metal y la “X” es la valencia del metal con el oxígeno.



Control de drenaje en mina

Para poder tener este tipo de control en el drenaje de minas se encuentra dos:

Tipo Preventivo

Y otras Carácter Correctivo

Menciona Aduvire (2018) que “El objetivo principal de las medidas de control de aguas ácidas es el de satisfacer unos criterios de calidad medioambiental en el entorno donde se desarrolla la actividad minera”. En el tipo preventivo es cuando se toma las medidas empezando las actividades extractivas y están llegando a tener un control o estándar dado que se tiene en pleno conocimiento sobre que tanto puede llegar a contaminar los minerales que se extraerán o tratarán. Ahora si se habla de las que tienen carácter correctivo son utilizadas siempre y cuando el tipo preventivo no llegó a cumplir con su función o no se llegó a tener

los controles necesarios calculados, dado que sin tener la medida necesaria están generando aguas ácidas.

El objetivo específico es llegar a cumplir con las normas establecidas donde llegarán a estar en armonía con el medio ambiente esto generará satisfacción en una actividad minera estable y asociada con el cuidado del medio ambiente.

La medida que ha pasado el tiempo ahora la formación y control de aguas ácidas se llegan a dividir en tres niveles:

Prevenir y controlar los procesos donde se generan aguas ácidas

Control de traslado de aguas ácidas:

Acopio y formas de tratar las aguas ácidas

Para un mayor enfoque se presentará en la tabla 4 con una explicación breve solo el tratamiento y control que se tiene hoy en día sobre la problemática de drenaje ácido.

Tabla 4 *Métodos Y Medidas De Control*

MÉTODO	OBJETIVO	MEDIDA DE CONTROL
Barrera	Eliminación o aislamiento de los sulfuros	Acondicionamiento, impermeabilización y depósito selectivo de estériles y residuos
		Microencapsulado
		Retirada física de los sulfuros
	Exclusión del agua	Revegetación de terrenos
		Cunetas de desvío del agua
		Remodelado de la superficie
Químico	Exclusión del oxígeno	Recubrimiento y sellado
		Depósitos subacuáticos (inundación)
	Control del pH	Recubrimiento y sellado
		Adición de materiales alcalinos y fosfatos
		Empleo de dispositivos rellenos con material carbonatado

Inhibición bacteriana	Control y supresión de la acción bacteriana	Mezcla de los materiales ácido/base y vertido selectivo Aplicación de bactericidas Adición de fosfatos
-----------------------	---	--

Nota: Datos obtenidos mediante la clasificación de drenajes ácidos ((Morin y Hutt, 2001)

Parámetros la utilización De Agua por el Eca

Según el peruano (2008) a través del decreto supremo N° 004-2017-MINAM se menciona sobre los estándares de calidad ambiental para el agua y establece disposiciones complementarias, donde menciona en el artículo número tres de dicho decreto abarca las Categorías de los estándares de calidad ambiental para el agua y estos se dividen en:

- Categoría 1: Población y recreacional
- Categoría 2: Extracción cultivo y otras actividades marino costeras y continentales
- Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales
- Categoría 4: Conservación del medio acuático

Pero en nuestro estudio realizado nos enfocaremos netamente en la categoría 2 esto nos demostrara si el estudio experimental que se realiza es eficaz para este tipo de contingencia

Todo esto mencionado en la categoría mencionada se menciona que son aguas para poder utilizar en los cultivos.

Según la Resolución Jefatural N 068-2018-ANA publicado en el año 2018 menciona que a través de una evolución donde se realizó- para poder comprar los parámetros tanto biológicos como físicos-químicos proporcionados por ECA. Se mostrará en el siguiente cuadro los estándares que se deben de tener para poder realizar para la categoría número dos.

Tabla 5 *Estándares del uso del agua (Eca).*

-	C1	C2	C3	C4
---	----	----	----	----

			Unidad de medida	Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FÍSICOS- QUÍMICOS							
Aceites y Grasas		mg/		1,0	1,0	2,0	1,0
	L						
Cianuro		mg/		0,004	0,004	**	0,005
Wad	L						2
Color		Col		100 (a)	100	**	100
(después de filtración simple) (b)	or verdadero			(a)			(a)
	Escala Pt/Co						
Flotantes de Origen Antropogénico				Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	L	mg/		**	10	10	10
Fósforo Total	L	mg/		0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO3) (c)	L	mg/		16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	L	mg/		≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH			7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	L	mg/		80	60	70	**
Sulfuros	L	mg/		0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C			Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
a							
INORGÁNICOS							
Amoniac Total (NH3)	L	mg/		**	**	**	(1)

Antimonio	L	mg/	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	L	mg/	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	L	mg/	5	5	**	0,75
Cadmio	L	mg/	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	L	mg/	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	L	mg/	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	L	mg/	0,0009	0,000	0,001	0,000
Níquel	L	mg/	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	L	mg/	0,0081	0,008	0,03	0,002
Selenio	L	mg/	0,071	0,071	**	0,005
Talio	L	mg/	**	**	**	0,000
Zinc	L	mg/	0,081	0,081	0,12	1,0
ORGÁNICO						
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	L	mg/	0,007	0,007	0,01	**
Bifenilos Policlorados	L	mg/	0,0000	0,000	0,000	0,000
Bifenilos Policlorados (PCB)	L	mg/	0,0000	0,000	0,000	0,000
ORGANOLÉPTICO						
Hidrocarburos de Petróleo	L	mg/	No visible	No visible	No visible	**
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	P/100 ml	NM	≤ 14	≤ 30	1 000	200
	P/100 ml	NM	(área aprobada) (d) ≤ 88			
	P/100 ml	NM	(área restringida) (d)			

Fuente: El peruano (2008)

Limites permisibles para el agua

Mediante el peruano (2010) según el Decreto Supremo N° 010-2010-MINAM nos permitirá medir la concentración o grado nos permitirá ver los parámetros tanto físicos-químicos y biológicos estos no deben de sobre pasar los parámetros en ningún momento si no estos generaran unas sanciones por el incumplimiento por el fiscalizador competente y todo esto será a través de un monitoreo realizado de conformidad que esté de acuerdo con los LMP.

Tabla 6 *Limites permisibles para el agua*

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

FUENTE: EL PERUANO 2010

Información sobre la laguna Quiiulacocha

Según estudios realizaos con anterioridad llegan a demostrar las características sobre cómo se encuentran la laguna Quiiulacocha a través de Vizarrata 2021 [2], llega a mostrar diferentes metales pesados tales con sus niveles de contaminación como:

Tabla 7 *Resultados Físico-Químico De La Laguna Quiiulacocha*

METALES PESADOS	MEDICION
Cobre	2.738 mg/l

Cromo	0.013 mg/l
Cadmio	0.937 mg/l
Níquel	0.526 mg/l
Selenio	0.007 mg/l
Plomo	0.171 mg/l
Talio	0.081 mg/l
Zinc	1176.277 mg/l

FUENTE: información obtenida mediante (Vizarreta ,2021)

Haciendo una comparación con los estándares establecidos de ECA y los Limites permisibles de estos metales mencionados, se muestra el exceso de dichos metales como se mostrará en el siguiente cuadro:

Tabla 8 *Comparación De Estándares De La Laguna Quiiulacocha Con Los Niveles Establecidos De Uso Del Agua Con El Eca Y Lmp.*

Metales pesados	Medición por Vizarreta	ECA (C4)-Lagunas	Limites permisibles
Cobre	2.738 mg/l	0.2 mg/l	0.5 mg/l
Cromo	0.013 mg/l	0.10 mg/l	0.1 mg/l
Cadmio	0.937 mg/l	0.01 mg/l	0.05 mg/l
Níquel	0.526 mg/l	0,052 mg/l	-
Selenio	0.007 mg/l	0,005 mg/l	-
Plomo	0.171 mg/l	0,0025 mg/l	0.2 mg/l
Talio	0.081 mg/l	0,0008 mg/l	-
Zinc	1176.277 mg/l	1,0 mg/l	1.5 mg/l

Nota: información obtenida mediante (Vizarreta ,2021)

Demuestra que hay niveles que superaran tanto los estándares establecidos del ECA como de los Limites Máximo Permisibles, esto demuestra que no se ha tenido una consideración sobre lo perjudicial que puede provocar esta situación dado que no solo afecta flora y fauna en el siguiente cuadro se mostrarán los resultados químicos.

Tabla 9 *Resultados De La Medición Químico – Física De Las Muestras.*

A	MUESTR	°C	T	PH	CON	TDS
					D. ELÉCTRIC A	

Laguna	17	2.5	2220	15600
Quiulacocha	.5	0 μ S	mg/L	

Nota: información obtenida mediante (Vizarreta ,2021)

Se está explicando las muestras tomadas como parámetros de medición de los límites permisibles como Temperatura (T C), medida de acidez o alcalinidad (PH), conductividad eléctrica (μ S/cm) y Solidos totales disueltos (TDS).

Proceso de destilación

Este proceso llamado destilación está basada en la ingeniería química dado que su finalidad no es más que separar mezclas liquidas donde pueden llegar a contener sustancias. Para esto se requiere la utilización de energía generando una separación por la evaporización, pero esta misma funciona para propiedades físicas y químicas de las sustancias que contiene el agua.

Este proceso es conocido desde la antigüedad, también ha sido utilizado en forma artesanalmente, pero ahora este proceso llega a ser utilizado en diferentes tipos de industrias químicas, dado que por sí mismo este proceso genera sustancias puras y también funciona para sustancias mezcladas complejas de productos estamos hablando de destilación de hidrocarburos.

Por sí mismo se menciona que es necesario conocer el comportamiento de las sustancias que llegan a estar mezcladas dado que cada una varia, por ende, se recomienda reconocer las condiciones óptimas del funcionamiento para poder obtener las condiciones necesarias para tener un resultado optimo.

Según Badajoz P. (2011) menciona que “es preciso conocer la óptima distribución de las composiciones en las fases líquida y vapor, es decir, las condiciones del equilibrio entre ambas fases” (p. 32); aunque actualmente se llega a conocer la contribución por grupos esto se da por los métodos que componen un estado de equilibrio.

Análisis de ebullómetro

Como muestra en el anexo 3 la técnica que se emplea llega a ser determinar la composición tener un punto de equilibrio en estado líquido-vapor. Pero a fin de conocer la composición de las fases se tiene que evaluar la relación que se llega tener con la densidad.

Para ello se utilizan muestras que lleguen a contener sustancias y ver el peso que estas tienen, la fracción molar tendrá la densidad para poder separar las mezclas donde estas disponen una relación en común nos referimos a fracciones molares y de densidades, haciendo que cada uno de ellas tengan tanta fase liquidas y también un vapor equilibrado solo se tendrá que medir la densidad.

II. METODOLOGIA

2.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación.

Enfoque: Este proyecto se realizó con un enfoque cuantitativo, dado que se utilizaron análisis estadísticos que permitieron obtener datos y recopilar información, generando una base de datos óptima para llegar a resultados precisos.

Tipo De Investigación: El proyecto fue preexperimental, utilizando pre y post prueba para manipular variables. Esto permitió obtener datos precisos bajo estas condiciones, ya que se pudieron medir las variables antes y después de realizar el proyecto.

Diseño De Investigación: El proyecto fue preexperimental, utilizando pre y post prueba para manipular variables. Esto permitió obtener datos precisos bajo estas condiciones, ya que se pudieron medir las variables antes y después de realizar el proyecto.

Modelo efecto de tratamiento

GE1: O1 X1 O2

X: Tratamientos

O1: Observación antes

O2: observación después

2.2 Participantes de la Investigación

➤ **Población**

Se utilizo agua de la laguna Quiulacocha-l distrito de Simón Bolívar- Pasco.

➤ **Muestra**

Para la muestra se aplico el muestreo critico utilizando la evaluación y tratamiento planteado de destilación.

2.3 Técnicas e instrumentos de recojo de datos.

Análisis de documentos: El presente documento investigó las referencias presentadas en los documentos ya dados, como una base de antecedentes. Por ello, lo más sustancial para este método fue la habilidad para localizar, señalar y analizar la información disponible.

Fue esencial tener en cuenta que la información recopilada podría resultar inexacta o incompleta. Por esta razón, se realizó un análisis en relación con otros datos para que la investigación fuera útil.

Tabla de datos: Ayudó a recopilar, organizar e informar, permitiendo almacenar los datos necesarios. Esto facilitó el cálculo, la programación y la interpretación de los resultados, generando una interpretación exacta de los datos.

Equipos de laboratorio:

- Refrigerante recto de 250 mm
- Balón fondo redondo de 250 ml
- Cabezal para destilación
- Adaptador para termómetro
- Colector acodado
- Termómetro de varilla
- Pinzas Keck
- Manguera de silicona
- Pinza nuez de dos y tres dedos

2.4 Técnicas de procesamiento y análisis de la información.

Para el estudio, los datos a analizar se lograron a través de la recopilación de información obtenida mediante un estudio a partir de la muestra seleccionada. Estas muestras se ubicaron en la laguna Quiiulacocha, en el distrito de Simón Bolívar, departamento de Pasco. Se identificaron para demostrar los riesgos generados y se investigó si era posible tratar este tipo de agua contaminada con plomo mediante el proceso de destilación.

Se tomaron cuatro muestras en diferentes puntos de la laguna, lo que fue importante para evaluar la calidad del agua. Se utilizaron botellas de plástico amarradas para sumergirlas a la profundidad deseada. Luego, se retiraron las botellas sin burbujas y se etiquetaron con la ubicación, fecha y hora del muestreo en los diferentes puntos seleccionados.

Fue crucial seguir los procedimientos mencionados para garantizar resultados óptimos. Posteriormente, las muestras se llevaron a un laboratorio para realizar los análisis necesarios y determinar los nutrientes o contaminantes presentes.

Se utilizó una recopilación de datos basada en los resultados obtenidos en el laboratorio, empleando cálculos estadísticos para determinar la media, mediana y moda. Esto permitió conocer el valor promedio de las muestras y entender si los resultados eran favorables o no, así como verificar la repetibilidad de los resultados. Esto generó un análisis óptimo sobre el nivel de contaminación de la laguna, en qué porcentaje y si el tratamiento de destilación tendría una influencia positiva o negativa.

El análisis estadístico permitió comparar los resultados bajo la hipótesis planteada y establecer un nivel de significancia para determinar si la hipótesis era acertada o nula. Finalmente, se realizó una comparación de resultados para saber si la diferencia era estadísticamente significativa.

Al éxito de este estudio generó un método accesible para que cualquier entidad o persona pudiera implementar un tratamiento de aguas contaminadas con plomo en diversos entornos y con bajo presupuesto, demostrando que a través de las dificultades se pueden encontrar soluciones factibles.

2.5 Aspectos éticos en investigación.

El éxito de este estudio demostró una forma de contribuir al cuidado del medio ambiente, sin que la falta de presupuesto fuera un obstáculo para solucionar problemas de esta índole, reafirmando los principios y el cuidado que se debe tener hacia el entorno.

III. RESULTADOS

Se realizó la destilación simple de las muestras tomadas de la laguna Quiiulacocha que se obtuvieron de diferentes puntos cardinales geológicamente y rotuladas, se evidencio una reducción significativa al inicio con un promedio general de 0.79 mg/l de plomo y finalizando con 0.010 mg/l demostrando eficacia en el proceso mencionado.

Las cuatro muestras de agua rotuladas se enviaron al Laboratorio Lab Peru Minerals a un análisis químico la cual se analizó la concentración de plomo arrojando un resultado de:

Muestra 1 = 0.81 ppm

Muestra 2 = 0.87 ppm

Muestra 3 = 0.76 ppm

Muestra 4 = 0.73 ppm

Se visualiza en las siguientes tablas (1, 2, 3,4) y en el anexo (6,7,9,10).

Posteriormente, se realizó un análisis de las mismas muestras después de haber sido tratadas mediante destilación. La concentración de plomo se redujo a 0.010 mg/l, con una desviación estándar de 0.000015 mg/l. Esta notable reducción significativa demuestra la eficacia del método de destilación para eliminar contaminantes pesados del agua.

Muestra 1 = 0.010 mg/l

Muestra 2 = 0.010 mg/l

Muestra 3 = 0.010 mg/l

Muestra 4 = 0.010 mg/l

Se muestra en siguientes tablas (1,2,3,4) y en el anexo (17,18,19,20)

Tras el proceso de destilación, se evaluó la calidad del agua tratada en relación con los estándares de calidad establecidos por la ECA (4) y la OMS. La concentración de plomo en el agua destilada de 0.010 mg/l cumple con los límites permisibles establecidos por la ECA y la OMS, que consideran que valores de plomo por debajo de 0.01 mg/l se consideran seguros para su reutilización.

Estos resultados no solo indican que el agua tratada es apta para el uso, sino que también sugieren un enfoque viable para mitigar la contaminación en áreas afectadas por la minería y otros procesos industriales.

Como se visualiza en las siguientes tablas (17,18,19,20)

Resultados del laboratorio antes y después del Proceso de Destilación

Tabla 10 *Análisis inicial y final de la muestra uno de la Laguna Quiiulacocha empleando la Destilación Simple con la coordenada geográfica LS 10° 47 47 - LO 79° 17 10 (NE 39°).*

stras	Mue os	Element	Análisis Inicial	Análisis Final	Análisis	Reducción porcentaje (%)	de
		Plomo	0.81 ppm	0.010		99%	
	(Pb)			ppm			
1		Cobre	-	-		-	
	(Cu)						
		Arsénic	-	-		-	
	o (As)						

Nota: A través de los resultados obtenidos mediante la empresa Lab Peru Minerals

Se obtuvo los resultados mostrados con un significativo valor positivo generando un factor bueno donde se inicia con un resultado de 0.81 ppm y comparándolos los Limites Permisibles, Eca cuarta categoría y la Organización Mundial de la Salud sobre pasaba de gran manera estos estándares, pero por medio del proceso de destilación planteado nos genera ha sido reducido de gran manera a un resultado optimo de 0.010 ppm, generando una reducción de un 99 por ciento.

Tabla 11 *Análisis inicial y final de la muestra dos de la Laguna Quiiulacocha empleando la Destilación Simple con las coordenadas geográficas LS 10° 41 47 – LO 76° 17 10 (NE 33°).*

stras	Mue os	Element	Análisis Inicial	Análisis Final	Análisis	Reducción porcentaje (%)	de
		Plomo	0.870	0.010		99%	
	(Pb)		ppm	ppm			
2		Cobre	-	-		-	
	(Cu)						
		Arsénic	-	-		-	
	o (As)						

Nota: A través de los resultados obtenidos mediante la empresa Lab Peru Minerals

En el resultado obtenido por el laboratorio mencionado anterior mente donde nos dio un resultado inicial de 0.870 ppm y haciendo una breve comparación con las normativas peruanas que llega a ser los limites permisibles , Eca (4) y la OMS nos genera un resultado elevando pero luego de realizar el proceso de destilación se llega reducir considerablemente dándonos como resultado de 0.010 ppm estos resultados son muy significativo dado que en cantidad de porcentaje se ha reducido casi un 99 % demostrando que el proceso es viable y confiable.

Tabla 12 *Análisis inicial y final de la muestra tres de la Laguna Quiiulacocha empleando la Destilación Simple con las coordenadas geográficas LS 10 41 2° - LO 76 17 10° (NE°50).*

stras	Mue os	Element	Análisis Inicial	Análisis Final	Análisis	Reducción porcentaje (%)	de
		Plomo	0.760		0.010	99%	
	(Pb)	ppm		ppm			
	3	Cobre	3.780		0.010	99%	
	(Cu)	ppm		ppm			
		Arsénic	3.750		0.546	85%	
	o (As)	ppm		ppm			

Nota: A través de los resultados obtenidos mediante la empresa Lab Peru Mineral.

Aun que el proceso de destilación es neta mente plomo se averiguo si este proceso afectaba en otros metales a parte del plomo por ello se sacó muestras también del cobre y arsénico los resultados sobrepasaran los estándares, pero aun con el proceso de destilación tienen un impacto positivo sobre dichos metales mencionados generando una reducción del 85% hasta el 99 %.

Tabla 13 *Análisis inicial y final de la muestra cuatro de la Laguna Quiiulacocha empleando la Destilación Simple LO 76 15 57° - LS 10 41 25° ().*

stras	Mue os	Element	Análisis Inicial	Análisis Final	Análisis	Reducción porcentaje (%)	de
		Plomo	0.730		0.010	98.6%	
	(Pb)	ppm		ppm			
	4	Cobre	-		-	-	
	(Cu)						
		Arsénic	-		-	-	
	o (As)						

Nota: A través de los resultados obtenidos mediante la empresa Lab Peru Minerals

Como en las demás muestras se observa un resultado inicial que llega sobre pasar los limites permisibles y estándares con los que compararemos, pero con el proceso mencionado el resultado final tiene una reducción significativa, empezó con un resultado de 0.730 ppm y culmino con 0.010 ppm tiene un margen de casi el 99 por ciento.

Resultados complementarios antes del Proceso de Destilación Simple

Tabla 14 *Resultados de la medición químico – físico de las muestras 1 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro de Pasco.*

Muestras	TDS	EC	RA	TEMPERATU	ESCAL
				A DE PH	
1	3678	10	1004x	25 °C	3

	Ppm(mg /l)	μS/cm
--	---------------	-------

Nota: Fuente propia

Se está explicando la muestra tomada número uno, con parámetros de medición como medida de acidez o alcalinidad (PH) donde se señala una escala de número tres, Temperatura (T °C), conductividad eléctrica (μS/cm) y Solidos totales disueltos (TDS) donde se observa que supera por mucho la contaminación del agua.

Tabla 15 *Resultados de la medición químico – físico de las muestras 2 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro de Pasco).*

Muestras	TDS	EC	TEMPERATURA	ESCALA DE PH
2	4736 Ppm(mg/l)	9526 μS/c m	24.5 °C	3

Nota: Fuente propia

Se está describiendo la segunda muestra tomada, utilizando parámetros de medición como el pH (medida de acidez o alcalinidad) que indica un nivel tres en la escala, temperatura (°C), conductividad eléctrica (μS/cm) y sólidos totales disueltos (TDS). Se observa que los niveles de contaminación del agua superan significativamente los límites permitidos

Tabla 16 *Resultados de la medición químico – físico de la muestra 3 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro de Pasco.*

Muestra	TDS	EC	TEMPERATURA	ESCALA DE PH
3	4964	9714	24.5 C °	3

Nota: Fuente propia

Se está describiendo la tercera muestra tomada, utilizando parámetros de medición como la temperatura (°C), el pH (medida de acidez o alcalinidad) donde en la escala establecida el resultado es acido, la conductividad eléctrica (μS/cm) y los sólidos totales disueltos (TDS) en el agua donde según los parámetros es una afluencia muy toxica.

Tabla 17 *Resultados de la medición químico – físico de las muestras 4 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro de Pasco del metal pesado Plomo (Pb).*

Muestras	TDS	EC	TEMPERATUR A	ESCALA DE PH
4	4878 0	1010x1	24 C °	3

Nota: Fuente propia

Se está explicando la cuarta muestra tomada, utilizando parámetros de medición como la temperatura (°C), el pH (indicador de acidez o alcalinidad) que muestra un resultado ácido en la escala establecida, la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y los sólidos totales disueltos (TDS) en el agua, los cuales indican una concentración muy alta de contaminantes tóxicos).

Comparación de estándares de la laguna Quiulacocha con los niveles establecidos de uso del agua con el OMS, ECA Y LMP por muestra.

Tabla 18 Comparación con los estándares establecidos con la muestra número uno, del metal pesado Plomo (Pb)

MUESTRA S	ANALISIS INICIAL	LMP	ECA (4)	S	OM
1	0.810 ppm	0.2 mg/l	0.0025 mg/l	mg/l	0.01

Nota: Fuente propia

Según los resultados del laboratorio Lab Peru Minerals, al compararlos con los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de cuarta categoría del Perú, se observa que los valores de la primera muestra tomada en las coordenadas geográficas indicadas exceden los estándares establecidos por el gobierno peruano, tal como se establece en el Decreto Supremo N.º 020-2021-MINAM, que busca promover el cuidado ambiental, social y económico.

Tabla 19 Comparación con los estándares establecidos con la muestra número dos, del metal pesado Plomo (Pb).

MUESTRA S	ANALISIS INICIAL	LMP	ECA (4)	S	OM
2	0.870 ppm	0.2 mg/l	0.0025 mg/l	mg/l	0.01

Nota: Fuente propia

En esta segunda muestra, se observa un ligero aumento que resulta muy perjudicial para la salud, el medio ambiente y el bienestar social, en comparación con la primera muestra. Esto demuestra que los niveles establecidos previamente por las entidades fiscalizadoras y reguladoras mencionadas están diseñados para controlar estas situaciones, conforme al Decreto Supremo N.º 020-2021-MINAM.

Tabla 20 Comparación con los estándares establecidos en la muestra número tres, con los minerales pesados en orden establecido Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Arsénico (As).

MUESTRA S	ANALISIS INICIAL	LMP	ECA (4)	OMS
3	3.780 ppm	0.5	0.2 mg/l	2 mg/l
	0.760 ppm	0.2	0.0025	0.01
	3.750 ppm	0.1	0.1 mg/l	2 mg/l

Nota: Fuente propia

Observación: En esta muestra se llevó a cabo un análisis de tres minerales para determinar si el problema se limita únicamente al plomo. Se encontró que los niveles de estos minerales exceden significativamente los estándares establecidos, lo cual representa un riesgo para los habitantes de la zona. Estos resultados fueron proporcionados por Lab Peru Minerals y demuestran que no se cumplen adecuadamente los requisitos del Decreto Supremo N.º 020-2021-MINAM.

Tabla 21 Comparación con los estándares establecidos en la muestra número cuatro, del metal pesado Plomo (Pb).

MUESTRA S	ANALISIS INICIAL	LMP	ECA (4)	OMS
4	0.730 ppm	0.2	0.0025	0.01

Nota: Fuente propia

Se detecta un leve aumento que representa un riesgo significativo para la salud, el medio ambiente y el bienestar social en comparación con las demás muestras. Esto subraya la importancia de los estándares establecidos por las autoridades fiscalizadoras y reguladoras mencionadas, los cuales están diseñados para gestionar estas circunstancias según lo estipulado en el Decreto Supremo N.º 020-2021-MINAM.

Resultados complementarios después del Proceso de Destilación Simple.

Tabla 22 Resultados de la medición químico – físico de las muestras 1 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro.

Muestras	TDS	EC	TEMPERATURA	ESCALA DE PH
1	0034	0052	20.5 °C	7

Nota: Fuente propia

Según la normativa por la OMS la escala de TDS que llega a ser Total de Sólidos Disueltos en el agua nos demuestra que el proceso de destilación entra la categoría de Excelente calidad de agua potable demostrando la eficiencia del proceso de destilación aparte que hizo el proceso de medida del PH dando como resultado nivel siete que en terminología llega a ser neutro.

Tabla 23 Resultados de la medición químico – físico de las muestras 2 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro de Pasco.

Muestras	TDS	EC	TEMPERATURA	ESCALA DE PH
2	0005 PPM	10 μ S	20.5 °C	7

Nota: Fuente propia

Mediante el Medidor de TDS nos permitió visualizar los siguientes datos la calidad del agua para saber a qué nivel de contaminación se encuentra, nos arrojó un resultado de cinco ppm que es parte por millón con una conductividad eléctrica de 10 a una temperatura de veinte grados Celsius y con una medición final del PH generando como un buen resultado de agua ácida a agua neutra óptima para el consumo.

Tabla 24 Resultados de la medición químico – físico de las muestras 3 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro de Pasco.

Muestras	TDS	EC	TEMPERATURA	ESCALA DE PH
3	106 PPM	212 μ S	20.5 °C	7

Nota: Fuente propia

A pesar de los resultados anteriores que son muy buenos este, aunque sea mayor sigue en la categoría buena dado que al ser menor de 300 mg/l sigue teniendo como conductividad eléctrica de 212 y una medición de PH de siete que llega a ser neutro.

Tabla 25 Resultados de la medición químico – físico de las muestras 4 tomada en la Laguna Quiiulacocha- Cerro de Pasco.

Muestras	TDS	EC	TEMPERATURA	ESCALA DE PH
4	107 PPM	214 μ S	20.5 °C	7

Nota: Fuente propia

El estándar establecido por la OMS nos detalla que los resultados obtenidos después de la destilación son aceptables y generables para la reutilización del agua generando un impacto positivo al tener solo 107 ppm en el proceso final y teniendo una PH **neutro**.

Comparación de estándares de la laguna Quiulacocha con los niveles establecidos de uso del agua con el OMS, ECA Y LMP por muestra.

Tabla 26 *Comparación con los estándares establecidos con la muestra número uno, del metal pesado Plomo (Pb).*

MUESTRA S	ANALISIS FINAL	LMP	ECA (4)	OMS
1	0.010 ppm	0.2 mg/l	0.0025 mg/l	0.01 mg/l

Nota: Fuente propia

En la muestra número uno, comparándolo con los estándares mencionados como la OMS Y los limites permisibles se observa la satisfactoria optimización de contaminación en el agua entrando en los regimos establecidos de las entidades mencionada demostrando un resultado bueno con 0.010 pp que llegaría a ser 0.010 mg/l.

Tabla 27 *Comparación con los estándares establecidos con la muestra número dos, del metal pesado Plomo (Pb).*

MUESTRA S	ANALISIS FINAL	LMP	ECA (4)	OMS
2	0.010 ppm	0.2 mg/l	0.0025 mg/l	0.01 mg/l

Nota: Fuente propia

Por medio de la empresa Lab Peru Minerals dando como resultado químico, nos llega demostrar que el proceso de destilación es considerado aceptable para este tipo de situaciones de contaminación del agua dando como resultado de 0.010 donde este llega ingresar en los estándares establecidos.

Tabla 28 *Comparación con los estándares establecidos en la muestra número tres, con los minerales pesados en orden establecido Cobre (Cu), Plomo (Pb) y Arsénico (As).*

MUESTRA S	ANALISIS FINAL	LMP	ECA (4)	OMS
-----------	----------------	-----	---------	-----

3	0.010 ppm	mg/l	0.5	0.2 mg/l	2 mg/l
	0.010 ppm	mg/l	0.2	0.0025	0.01
	0.546 ppm	mg/l	0.1	0.1 mg/l	2 mg/l

Nota: Fuente propia

Por medio del Laboratorio mencionado los resultados obtenidos son considerados óptimos para las entidades comparativas que tienes sus estándares y demostrando que el proceso de destilador no solo funciona con el plomo sí que también con el cobre y arsénico en diferentes proporciones dando resultados aceptables donde demuestra que está en los limites permisibles y en la OMS los resultados de estos tres metales están la categoría.

Tabla 29 Comparación con los estándares establecidos con la muestra número cuatro, del metal pesado Plomo (Pb).

MUESTRA S	ANALISIS FINAL	LMP	ECA (4)	OMS
4	0.010 ppm mg/l	0.2 mg/l	0.0025 mg/l	0.01

Nota: Fuente propia.

En esta última muestra se generó un resultado deseado con un 0.010 ppm entrando en la categoría de optima en los Limites permisibles y Organización mundial de la salud dando como resultado final que el proceso asignado tiene un propósito efectivo.

Resumen inicial y final del proceso de Destilación

Tabla 30 Datos Generales del proceso de destilación.

		Serie 1		Serie 2		Serie 3	
Muestras		Fas e inicial	Fas e Final	Td s inicial	T ds final	Ph inicial	P h final
	Plomo	0.8	0.0	78	36	3	7
	Cobre	-	-				
	Arsénico	-	-				
	Plomo	0.8	0.0	36	47	3	7
	Cobre	-	-				
	Arsénico	-	-				

	omo	Pl	6	0.7	1	0.0				
	obre	C	8	3.7	1	0.0	64	49	6	10
	sénico	Ar	5	3.7	46	0.5			3	7
	omo	Pl	3	0.7	1	0.0				
	bre	Co		-		-	78	48	7	10
	sénico	Ar		-		-			3	7

Nota: Fuente propia

Por medio de la empresa Lab Minerals Peru dado que la empresa donde se llevó las muestras tanto antes como después, podemos garantizar que el proceso de Destilación llega ser bueno para problemáticas de la minería dando como resultados óptimos de acuerdo a Ley 30588 según la Constitución política del Perú.

Análisis Estadísticos

Estadística Descriptiva

Para poder validar la hipótesis y poder entender los resultados obtenidos se sacó el cálculo del promedio, la mediana y la desviación estándar, según los datos recolectados:

Tabla 31 *Análisis Descriptivo (promedio y mediana)*

		Fase inicial	Fase Final	Promedio Inicial	Promedio Final	Mediana Inicial	Mediana Final
ra 1	Muest	73	0.01	0.79	0.01	0.39	5
ra 2	Muest	76	0.01	0.79	0.01	0.39	5
ra 3	Muest	81	0.01	0.79	0.01	0.39	5
ra 4	Muest	87	0.01	0.79	0.01	0.39	5

Nota: Fuente propia

El análisis estadístico de los resultados de la destilación de agua contaminada con plomo nos proporciona una comprensión clara de la efectividad del tratamiento que ayudará a validar la hipótesis, con los datos obtenidos se podrá demostrar que tan eficiente llega a ser el proceso mencionado donde por ahora se está valorando el valor promedio de las muestras y la mediana.

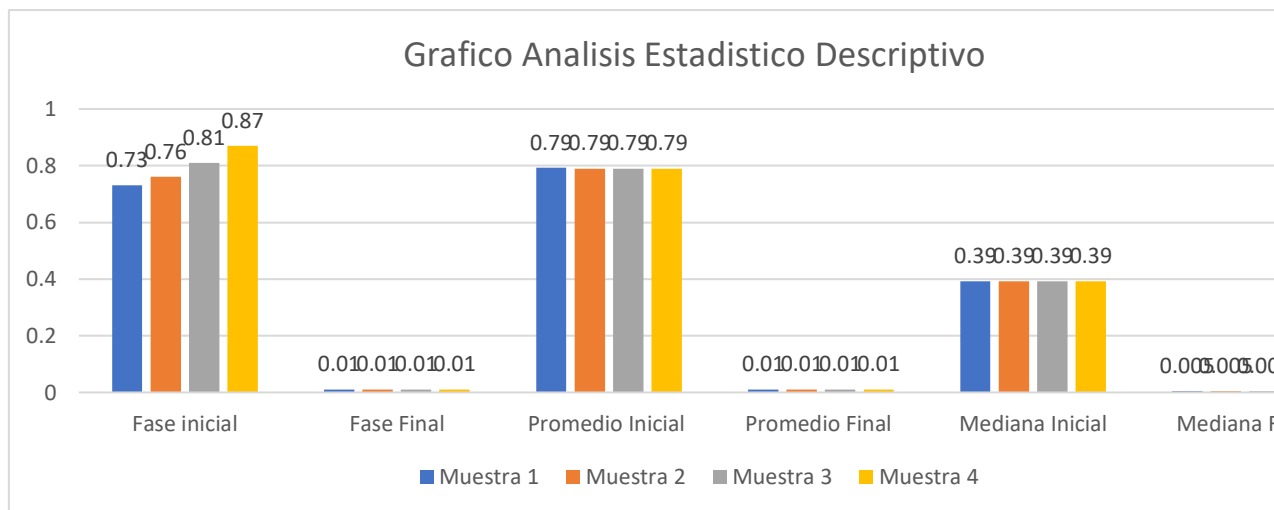


Figura 1 Grafico Análisis Estadístico Descriptivo

Nota: Fuente Propia

Desviación estándar

Tabla 32 Análisis estadístico (desviación estándar)

		X	Xi	(xi - X	Xf	Xf -	(xf -
i		- $\bar{x}$	$\bar{x})^2$	f	$\bar{x}$	$\bar{x})^2$	
a1	Muestr	0.	-		0.	-	0.000
	81	0.25		0.06	01	0.0033	011
a 2	Muestr	0.	-		0.	-	0.000
	87	0.19		0.03	01	0.0033	011
a 3	Muestr	0.	-		0.	-	0.000
	76	0.30		0.09	01	0.0033	011
a 4	Muestr	0.	-		0.	-	0.000
	73	0.33		0.11	01	0.0033	011
		3.	-		0.	-	0.000
	17	1.06		0.29	04	0.0133	044

Nota: Fuente Propia

$$\sum X_i = 3.17$$

$$\sum X f = 0.04$$

$$N = 3.00$$

$$N = 3$$

$$\bar{x} = 1.06$$

$$\bar{x} = 0.01$$

Desviación estándar	
Inicial	
S =	0.10

Desviación estándar

Final

S

=

0.000015

La Desviación estándar es una medida fundamental que nos permite ver la variabilidad de un conjunto de datos seleccionados; la desviación baja nos indica que los datos agrupados están cerca al promedio y a su vez que tienen poca variabilidad.

La Desviación alta nos indica que los datos están más dispersos y que tienen mayor variabilidad

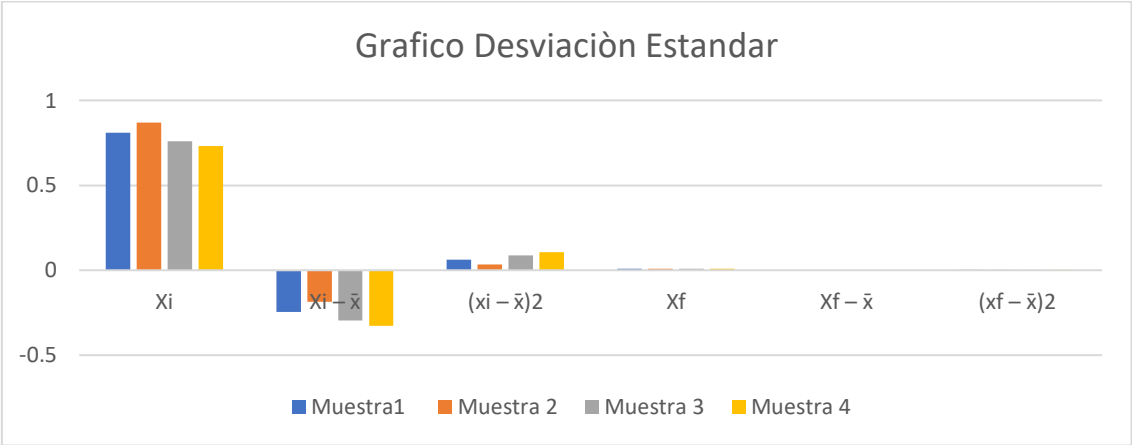


Figura 2 Grafico Desviación Estándar

Nota: Fuente Propia

Prueba de Hipótesis

Se determina si el proceso de destilación tuvo un efecto significativo en la reducción de plomo, consiste en realizar una prueba T para comparar los promedios de las muestras (Antes – Después).

H₀; Los resultados obtenidos por medio del Laboratorio mencionado demostró que tuvo una reducción significativa en concentración de plomo en el agua tomada de la Laguna Quiiulacocha.

H₁; Los resultados obtenidos por medio del Laboratorio mencionado no demostró, una reducción significativa en concentración de plomo en el agua tomada de la Laguna Quiiulacocha.

Prueba T

Se demuestra una prueba t de muestras atareadas, Dado que cada muestra antes de la destilación que tiene cada correspondientes como después de la destilación.

Cálculo de la Prueba T

Tabla 33 Estadística Descriptivo (Promedio)

	Diferencia (antes- después)	Promedio
1 muestra	0.72	0.78
2 muestra	0.75	
3 muestra	0.8	
4 muestra	0.86	

Nota: Fuente propio

Una de las hipótesis se planteó que hay variabilidad significativa en la reducción del plomo según la prueba t tendría 10.90 con tres grados de libertad donde se respalda nuestra hipótesis.

La segunda hipótesis menciona que no generaría una diferencia en nivel de reducción de plomo. Esta se rechaza por que se demuestra que si hay diferencia de variabilidad.

Promedio de las Diferencias

Tabla 34 Estadísticas Descriptivo (Promedio de diferencia)

	Promedio
1 muestra	0.78
2 muestra	
3 muestra	
4 muestra	

Nota: Fuente propio

Desviación estándar de las diferencias

Tabla 35 Estadísticas Descriptivo (Desviación estándar de la diferencia)

Muestra	D_i	Desviación estándar
1 muestra	0.0039	0.0359
2 muestra	0.0009	
3 muestra	0.0004	
4 muestra	0.0064	

Nota: Fuente Propio

Cálculo de la estadística T

$$t = \frac{\text{Media de las diferencias}}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

Cálculo de T
10.90

Nota: Fuente Propio

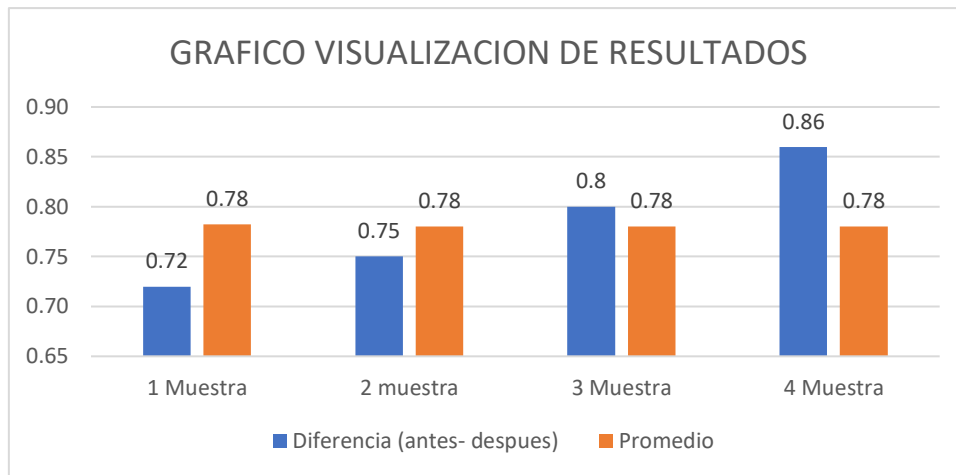


Figura 3 Grafico Visualización De Resultados

Nota: Fuente Propia

Para el valor de t es de 10.90 y con 3 grados de libertad

La efectividad de destilación:

La Destilación demostró ser altamente significativo en agua contaminada con plomo casi un por porcentaje de 99% según los resultados estadísticos.

Resultados estadísticamente significativos:

Los resultados obtenidos son significativos lo que respalda a la hipótesis, el éxito de este estudio es viable y efectiva para tipo de contaminación de agua con plomo donde sirve para la salud pública y ambiental.

IV. DISCUSIÓN

En cuanto al objetivo general:

Los resultados muestran que el proceso de destilación simple redujo significativamente la concentración de plomo de 0.79 mg/l a 0.010 mg /l, lo cual representa una disminución del 99%. Este hallazgo es crucial, ya que demuestra que la destilación es un método efectivo para tratar aguas contaminadas. La alta eficacia del proceso sugiere que puede ser implementado como una solución viable en otras regiones afectadas por metales pesados. Y del mismo modo Jimenes (2017) en su tesis “Eficiencia en la remoción del tratamiento de aguas ácidas de mina, mediante neutralización activo con lechada de Cal de la Unidad Minera Arasi – Puno”, donde es un método diferente pero viable este demuestra una eficacia de casi el 78 por ciento en la remoción de metales pesados y generaría un tipo de agua que está en la normativa.

Con respecto al objetivo específico 1: Analizada las muestras se evidencio alta concentración de plomo, esto trae implicaciones ambientales. La contaminación por metales pesados en la laguna Quiiulacocha es un problema grave que afecta no solo a la calidad de agua, sino también a la flora y fauna local. La implementación de destilación como método de tratamiento podría contribuir a la restauración ambiental, ayudando a mitigar los efectos adversos de la minería en la región. La capacidad de reducir significativamente la contaminación puede facilitar el desarrollo de políticas de gestión ambiental más efectivas

Con respecto al objetivo específico 2: La conformidad de las muestras tratadas con los limites permisibles , Eca 4 y OMS resalta la relevancia del proceso no solo como un a técnica de tratamiento, sino también como una herramienta para la salud pública .La reducción de plomo a niveles seguro es fundamental para prevenir problemas de salud asociados con la exposición a este metal pesado, que incluye trastorno neurológicos y hematológicos , especialmente en poblaciones vulnerables como niños y mujeres embarazadas.

Con respecto al objetivo específico 3: Los resultados de las muestras realizadas después del proceso de destilación están dentro del rango de los limites permisibles, Eca 4 y la OMS, este proceso se a identificado como una solución económicamente accesible, dado que los costos de operación son relativamente bajos y el proceso no requiere tecnología altamente sofisticada, puede ser adoptado por comunicades locales y pequeñas industrias. Esto es especialmente relevante en contextos donde los recursos son limitados y la necesidad de soluciones prácticas es urgente. Aunque los resultados son prometedores, es importante

considerar algunas limitaciones y consideraciones futuras. El estudio se centró en un número limitado de muestras y un único proceso de destilación, futuros estudios deberían de incluir un mayor número de muestras y diferentes condiciones de operación para evaluar la robustez del proceso en diversas situaciones. Además, es esencial investigar el impacto a largo plazo de la reutilización de agua tratada, así como los efectos en la salud pública y medio ambiente.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que:

En función del objetivo general planteado, se logró demostrar con los resultados obtenidos la influencia del proceso de destilación simple en aguas contaminadas con plomo en la Laguna Quiulacocha - Distrito De Simón Bolívar es significativa.

En relación con el objetivo específico uno planteado se encontró un índice alto de contaminación donde estos comparados con los Límites Permisibles del Perú, Eca categoría cuatro y la Organización Mundial de la Salud dieron como referencia que esta agua sobrepasaba los estándares establecidos por estas entidades dando como resultados iniciales agua ácida con un PH inicial de 3 donde demuestra que estas aguas no son recomendables para el contacto humano y un TDS promedio que supera los 4500 ppm.

En relación con el objetivo específico dos planteado se encontró una variación significativa después del proceso de Destilación dando como resultado que este proceso es viable y cumple con la función donde de las cuatro muestras la primera inicio con 0.81 mg/l sobrepasando los estándares y culminando con 0.010 mg/l donde aquí cumple con la ley; así mismo la muestra número dos empieza con 0.87 mg/l y termina con 0.010 mg/l; en la tercera muestra tanto como el plomo, cobre y arsénico sobrepasan sus estándares con resultados de 0.76 mg/l; 3.78 mg/l y 3.75 mg/l los resultados obtenidos después del proceso son de 0.010 tanto en plomo, cobre y el arsénico dio un resultado de 0.546 mg/l; demostrando eficacia ante estas situaciones.

En relación del objetivo específico tres planteado de acuerdo a los resultados obtenidos del proceso de destilación simple cumple con los límites máximo permisibles, Eca categoría 4 y a la OMS, lo que demuestra que el agua destilada es agua segura para su reutilización. Esto subraya la efectividad del proceso de destilación no solo en términos de reducción de contaminantes, sino también en el cumplimiento de Normativas de salud públicas.

VI. RECOMENDACIONES

Se espera que la información que se está dando a conocer, promueva la iniciativa para nuevos estudios que permitan remediar o encontrar posibles soluciones por intoxicación de agua por metales pesados a un bajo presupuesto, para que estas puedan tratar cuerpos de agua como la laguna mencionada y estudiarla.

Así mismo es importante recalcar que la población Quiiulacocha llega a estar expuesta ante esta adversidad de pasivo ambiental minero donde no es la única situación presentada según el Ministerio de Ambiental se llegan a encontrar 8448 pasivos que tiene las mismas características donde pueden presentarse como repercusiones ante la salud y ecosistema donde aún no se ha sido estudiado.

Por lo tanto, se les hace un llamado a las personas encargadas del lugar como Municipalidades que hagan señaléticas o restrinjan el acceso a la laguna dado que esta no contiene con ninguna restricción

Se recomienda conocer en su totalidad la calidad de agua acida de la laguna Quiiulacocha por medio de un estudio químico detallado mensualmente dado que se presume que a menor cantidad de agua mayor concentración de metales y la laguna su caudal no se puede escatimar con precisión dado que por estación esta varia.

Se tendría en cuenta que al tomar la investigación las muestras tendrían que evaluarse a más profundidad dado que no solo se encuentra metales pesados (plomo, cobre y arsénico) por lo que se recomienda hacer un estudio de porcentaje químico conocido como corrida química donde se evaluara el nivel de los metales pesados conocidos y así se podrá conocer a profundidad cuales de estos sobre pasan los estándares establecidos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abregu Baldeón, Maria (2015). Determinación De Plomo En Agua Potable Del Centro Educativo “Manuel Gonzales Prada” Distrito De Los Olivos, Lima. Recuperado de https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12990/9573/Tesis_Determinacion_Plomo_Agua_Potable.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Belaire, A & Fantassi B. (2017). Tratamiento de aguas contaminadas con plomo (II) mediante un técnica en continuo de bioadsorción en columna de corcho. https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2017/190174/TFG_BelaireJacobs.pdf
- Cervantes, J. & Quito, S. (2019). Evaluación del riesgo ambiental generado por pasivos mineros en la calidad de agua superficial (Tesis de Licenciatura), Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3887>
- Costa Segovia, Vicente (2020). Diseño de una planta piloto de destilación por membranas para el tratamiento de aguas residuales. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10234/186963>
- David Amaya Vias (2020). Aplicación y evaluación tecno-económica de la destilación por membranas en la desalación de agua de mar y drenaje ácido de minas. <https://portalciencia.ull.es/documentos/5ea21b882999521f7d51bc11>
- Derechosinfronteras.pe (14 de junio del 2017). “¡Agua sí, plomo no!”: Pobladores de Cerro de Pasco se encadenan frente al Ministerio de Salud. Derechosinfronteras.pe. <https://derechosinfronteras.pe/agua-si-plomo-no-pobladores-de-cerro-de-pasco-se-encadenan-frente-al-minsa/>
- Espinoza Laus, Valeria (2014). *Eficiencia de bioacumulación de plomo por *Spyrogira sp.* a escala de laboratorio en la Universidad Nacional Agraria de la Selva*. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14292/351>
- Jimenez, C. (2017). Eficiencia en la remoción del tratamiento de aguas ácidas de mina, mediante neutralización activo con lechada de cal de la Unidad Minera Arasi – Puno [Universidad Peruana Unión]. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/856>
- Kesieme U. (2015). Mine waste water treatment and acid recovery using membrane distillation and solvent extraction [Tratamiento de aguas residuales mineras y recuperación de ácidos mediante destilación por membrana y extracción con disolventes]. Recuperado de https://vuir.vu.edu.au/29810/1/KESIEME%20Uchenna%20Kennedy-thesis_Redacted.pdf
- Moya K. (2018). Remoción de plomo en aguas residuales procedentes de actividades mineras mediante la utilización de cáscara de cacao. Recuperado de <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2794687>

- Orihuela Torres, Andrea. (2022). Evaluación de dos métodos para la remoción de plomo en las aguas del canal de irrigación Merys, Junín, 2022. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/12265>
- Oswaldo Aduvire (2018). Drenaje ácido de mina generación y tratamiento. http://info.igme.es/sidpdf/113000/258/113258_0000001.pdf
- Quispe, R. J. (2018). Diseño y operatividad de la planta de neutralización de aguas ácidas de mina paragsha cerro de pasco en minera volcan s.a.a. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-de-san-agustin-de-arequipa/metalurgia-fisica-1/universidad-nacional-de-san-agustin/26679696>
- Red Muqui (2015). Los pasivos ambientales mineros: diagnóstico y propuestas. <http://www.muqui.org/images/PUBLICACIONES/pasivosambientales2015.pdf>
- Rodríguez D. (2020). Análisis Integral Y Optimización De Un Proceso De Floculación-Coagulación Empleando Pectina De Nopal Para El Tratamiento De Aguas Contaminadas Con Metales De La Industria De La Galvanoplastia. Recuperado de <http://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1021/453>
- Russi, D. & Martinez, Joan. (2002). Los pasivos ambientales. Iconos. Revista de Ciencias Sociales, (15),123-131. <https://www.redalyc.org/pdf/509/50901513.pdf>
- Seongchul R. (2021). Selective Resource Recovery From Acid Mine Drainage By Membrane Distillation And Adsorption Process [Recuperación selectiva de recursos del drenaje ácido de minas mediante procesos de destilación y adsorción por membranas]. Recuperado de https://vuir.vu.edu.au/29810/1/KESIEME%20Uchenna%20Kennedy-thesis_Redacted.pdf
- Stakeholders. (2022,13 de enero). Laguna de 600 mil metros cúbicos de residuos mineros contaminantes en Pasco corre riesgo de desbordarse <https://stakeholders.com.pe/noticias-sh/laguna-de-600-mil-metros-cubicos-de-residuos-mineros-contaminantes-en-pasco-corre-riesgo-de-desbordarse/>
- Vizarreta Luna GA (2021). Evaluación de riesgo tóxico y ecotoxicológico de la laguna Quiulacocha en el distrito Simón Bolívar, departamento de Pasco, Perú. Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4696>

ANEXOS

Anexo 1 : Instrumentos de Recolección de datos

ID MUESTRAS	FECHA DE RECOLECCION	UBICACION	PH INICIAL	CONCENTRACION PLOMO (mg/L)	OBSERVACIONES
1	15/04/23	Laguna Quiilacocha	3	0.73	Muestra muy contaminada
2	15/04/23	Laguna Quiilacocha	3	0.76	Ligeramente más clara
3	15/04/23	Laguna Quiilacocha	3	0.81	Sedimentos visibles
4	15/04/23	Laguna Quiilacocha	3	0.87	Olores

Anexo 2: Validación de instrumento



INFORME N° 011620 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y VERIFICACION OPERACIONAL

Cliente:
Contacto responsable:

LAB PERU MINERALS S.R.L.
LEONARDO HUAMANI

I. INFORMACION DEL SISTEMA

☐ Marque esta casilla si se adjunta un reporte con la configuración del sistema en lugar de esta lista de verificación.

NOMBRE DEL SISTEMA O DEL INSTRUMENTO	LOCALIZACION
ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATÓMICA AA 280FS / ELP-101	TRUJILLO
COMPONENTES DEL SISTEMA	NUMEROS DE SERIE
AA 280 FS	MY2220AB14

II. PREPARACION.

- ☒ Consultar sobre cualquier problema específico al cliente antes de empezar
- ☐ Para aplicaciones de HF, si el sistema estándar no fue instalado, consultar al cliente si desea que éste se instale
- ☒ Revisar el historial del sistema (fallas, repuestos recomendados en anteriores servicios, etc.)
- ☒ Guardar y registrar cualquier configuración actual del sistema antes de iniciar.
- ☒ Realizar una inspección general de la limpieza del sistema.
- ☒ Verificar la correcta instalación de las partes relacionadas a seguridad, sensores, etc.
- ☒ Verificar si el sistema requiere la instalación de algún componente producto de alguna Service Note
- ☒ Verificar si se necesitan actualizaciones de firmware y consultar con el cliente si desea la instalación.
- ☒ Realizar test de ruido inicial (imprimir)
- ☒ Realizar test de absorbancia inicial (imprimir evidencia como estado inicial)

O-ring PSD rinse bottle	6910025900		
OTROS REPUESTOS Y CONSUMIBLES			
Screw Nebulizer capillary adjuste	1510226800		
Bearing bush Nebulizer	310046600		
spring adjusting screw	4610003300	16	
Assy igniter nozzle	110630190		1

XXII. COMENTARIOS DEL INGENIERO DE SERVICIO (OPCIONAL).

El equipo se encontró operativo
Se realizó mantenimiento de la cámara de nebulización (cambio de orings y Glass Impact) y se verificó el desempeño de la tarjeta principal-parte óptica del equipo-cámara de gases-bloque de ajuste del quemador-sockets de lamparas).
Se realizó el cambio de los resortes de todos los sockets (spring adjusting. screw)
Se realizaron pruebas finales con solución de cobre de 5 ppm ABSORBANCIA FINAL:0.78
Se recomienda cambio de Nozzle.
del Mantenimiento el equipo quedó optimizado y operativo.

Se
Luego

XXIII. DATOS DEL SERVICIO.
Número de solicitud del servicio.

245IA1072

Fecha del servicio

28/8/2024

Firma Equanti

EQUANTI

RODRIGO CARRELLI CURA
WELD NOZZLE SPECIALIST

Firma cliente

Anexo: 3 Matriz de consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Influencia del proceso de destilación simple en aguas contaminadas con plomo en la Laguna Quiiulacocha - Distrito De Simón Bolívar	Problema: ¿Cuál es la influencia del proceso de destilación simple en aguas contaminadas con plomo en la Laguna Quiiulacocha - Distrito De Simón Bolívar	Hipótesis El proceso de destilación simple reduce los niveles de plomo presente en el agua contaminada de la Laguna Quiiulacocha, 2024 de manera significativa.	Objetivo general: Hallar la influencia del proceso de destilación simple en aguas contaminadas con plomo en la Laguna Quiiulacocha - Distrito De Simón Bolívar	Destilación Agua contaminada con plomo	Destilación	Tipo: Cuantitativo Métodos: PRE Experimental Diseño: Antes y después de un grupo modelo experimental modelo siguiente formato

						GE1: O1 X1 O2
						X: tratamientos
					Cantidad de plomo en agua	O1: observación antes
						O2: observación después
						Población
						Se utilizará como población total el distrito de Simón Bolívar- Pasco
	Problemas específicos:	Hipótesis específicas	Objetivos específicos:			Técnicas e instrumentos de recolección de datos
		Existe una diferencia significativa en la concentración de plomo entre las diferentes muestras de agua	Analizar la concentración de plomo en las muestras de agua de la Laguna Quiquilacocha antes de aplicar el proceso de			Análisis de documentos y Tabla de datos

	tomadas de la Laguna Quiiulacocha antes del proceso de destilación. La concentración de plomo en las muestras de agua después del proceso de destilación simple es significativamente menor que la concentración promedio de plomo en aguas tratadas que se consideran adecuadas según estándares de calidad. Los resultados obtenidos del proceso de destilación simple estarán dentro de los límites permisibles, Estándar de Calidad Ambiental categoría y la Organización Mundial de la salud.	destilación simple. • Evaluar la efectividad del proceso de destilación simple en la reducción de la concentración de plomo en el agua tratada. Analizar las concentraciones de plomo en las muestras de antes y después del proceso de destilación, así mismo los resultados obtenidos comparar con los Estándares establecidos como Los Límites Permisibles, Eca (4) y OMS.			
--	---	---	--	--	--

Anexo 4: Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de Medición
Destilación Agua contaminada con plomo	Esta variable se medirá mediante el porcentaje de eficiencia al tratamiento indicado (Álvarez,2016) “Altos niveles de sulfatos y metales disueltos, como cobre, plomo, cadmio y zinc, con grandes cantidades de sólidos en suspensión”. (Aduvire, 2006).	Se asume la definición de Reutilización donde permitirá medir los resultados. Los efectos de pasivos ambientales minero donde afectara en la salud humana, animal y marina. también provocando enfermedades al no tomar las medidas necesarias para evitar estos desastres)	destilación Cantidad de agua con plomo	60–100% Destilación Alta 5–59% Destilación Media 0–5% Destilación Baja Porcentaje de plomo	Análisis de documentos Tabla de datos Destilador	De razón Nominal

Anexo:6 Resultado de laboratorio

Muestra numero uno



INFORME DE ENSAYO N° 218712

Cliente: : NUÑEZ SALDAÑA JOEL ELIUD

Cantidad de Muestras: : 1

Fecha de Recepción: : 29/06/2024

Fecha de Inicio de Ensayo: : 29/06/2024

Fecha de Término de Ensayo: : 29/06/2024

Lugar de ejecución del ensayo: : Lab Perú Minerals S.R.L., Mz. N19, Lote 1C, Parque Industrial, La Esperanza, La Libertad, Perú

Código de Método	Descripción
MLP-002 / Ver. 01	Determinación de Ag y Au por Absorción Atómica en Soluciones líquidas

N°	Cód. Cliente	Ensayo	Tipo	Presentación	Cód. Laboratorio	Método Elemento		MLP-002
						Elemento	Plomo (Pb)	
						Unidad	ppm	
1	MUESTRA 1	Lote (Duplicado)	Solución	Botella	JLN24-4733-002	Ley	0.810	

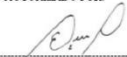
Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurrido el tiempo de almacenamiento que es de 14 días calendario a partir de la fecha de recepción para Contramuestras, rechazos o gruesos, caso contrario se procederá a desecharlas.

Cantidad mínima de ingreso para solicitud de contramuestra: Muestras por análisis newmont 1500 g | Otros análisis 800 g | Soluciones 300 ml

Emitido en Trujillo - Perú, 29 de junio del 2024



AUTORIZADO POR:



Edgar Joab Mirfano Vasquez
Ing. Metalurgista
R.C.P. N°: 225104

FLP-099, Ver.02

Muestra Numero dos



INFORME DE ENSAYO N° 218713

Cliente: : NUÑEZ SALDAÑA JOEL ELIUD

Cantidad de Muestras: : 1

Fecha de Recepción: : 29/06/2024

Fecha de Inicio de Ensayo: : 29/06/2024

Fecha de Término de Ensayo: : 29/06/2024

Lugar de ejecución del ensayo: : Lab Perú Minerals S.R.L., Mz. N19, Lote 1C, Parque Industrial, La Esperanza, La Libertad, Perú

Código de Método	Descripción
MLP-002 / Ver. 01	Determinación de Ag y Au por Absorción Atómica en Soluciones líquidas

N°	Cód. Cliente	Ensayo	Tipo	Presentación	Cód. Laboratorio	Método Elemento		MLP-002
						Elemento	Plomo (Pb)	
						Unidad	ppm	
1	MUESTRA 2	Lote (Duplicado)	Solución	Botella	JLN24-4733-003	Ley	0.870	

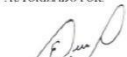
Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurrido el tiempo de almacenamiento que es de 14 días calendario a partir de la fecha de recepción para Contramuestras, rechazos o gruesos, caso contrario se procederá a desecharlas.

Cantidad mínima de ingreso para solicitud de contramuestra: Muestras por análisis newmont 1500 g | Otros análisis 800 g | Soluciones 300 ml

Emitido en Trujillo - Perú, 29 de junio del 2024



AUTORIZADO POR:



Edgar Joab Mirfano Vasquez
Ing. Metalurgista
R.C.P. N°: 225104

FLP-099, Ver.02

Muestra Número tres



INFORME DE ENSAYO N° 218711

Cliente : NUÑEZ SALDAÑA JOEL ELIUD

Cantidad de Muestras : 1

Fecha de Recepción : 29/06/2024

Fecha de Inicio de Ensayo : 29/06/2024

Fecha de Término de Ensayo : 29/06/2024

Lugar de ejecución del ensayo : Lab Perú Minerals S.R.L., Mz. N19, Lote 1C, Parque Industrial, La Esperanza, La Libertad, Perú

Código de Método	Descripción
MLP-002 / Ver. 01	Determinación de Ag y Au por Absorción Atómica en Soluciones líquidas

Método Flotante		MLP-002	MLP-002	MLP-002
Elemento	Cobre (Cu)	Plomo (Pb)	Arsénico (As)	
Unidad	ppm	ppm	ppm	
Ley	3.780	0.760	3.750	

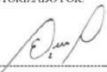
N°	Cód. Cliente	Ensayo	Tipo	Presentación	Cód. Laboratorio
1	MUE/STRA.3	Lote (Duplicado)	Solución	Botella	JLN24-4733-001

Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurrido el tiempo de almacenamiento que es de 14 días calendario a partir de la fecha de recepción para Contramuestras, rechazos o gruesos, caso contrario se procederá a descartarlas.
Cantidad mínima de ingreso para solicitud de contramuestra: Muestras por análisis newmont 1500 g | Otros análisis 800 g | Soluciones 300 ml

Emitido en Trujillo - Perú, 29 de junio del 2024



AUTORIZADO POR:



Edgardo Juan Mirano Vásquez
Ing. Metalurgista
R CIP N°: 225104

MLP-099, Ver.02

Muestra Número cuatro



INFORME DE ENSAYO N° 218715

Cliente : NUÑEZ SALDAÑA JOEL ELIUD

Cantidad de Muestras : 1

Fecha de Recepción : 29/06/2024

Fecha de Inicio de Ensayo : 29/06/2024

Fecha de Término de Ensayo : 29/06/2024

Lugar de ejecución del ensayo : Lab Perú Minerals S.R.L., Mz. N19, Lote 1C, Parque Industrial, La Esperanza, La Libertad, Perú

Código de Método	Descripción
MLP-002 / Ver. 01	Determinación de Ag y Au por Absorción Atómica en Soluciones líquidas

Método Flotante		MLP-002
Elemento	Plomo (Pb)	
Unidad	ppm	
Ley	0.750	

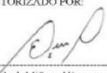
N°	Cód. Cliente	Ensayo	Tipo	Presentación	Cód. Laboratorio
1	MUE/STRA.4	Lote (Duplicado)	Solución	Botella	JLN24-4733-004

Las muestras podrán ser retiradas por los interesados transcurrido el tiempo de almacenamiento que es de 14 días calendario a partir de la fecha de recepción para Contramuestras, rechazos o gruesos, caso contrario se procederá a descartarlas.
Cantidad mínima de ingreso para solicitud de contramuestra: Muestras por análisis newmont 1500 g | Otros análisis 800 g | Soluciones 300 ml

Emitido en Trujillo - Perú, 29 de junio del 2024



AUTORIZADO POR:



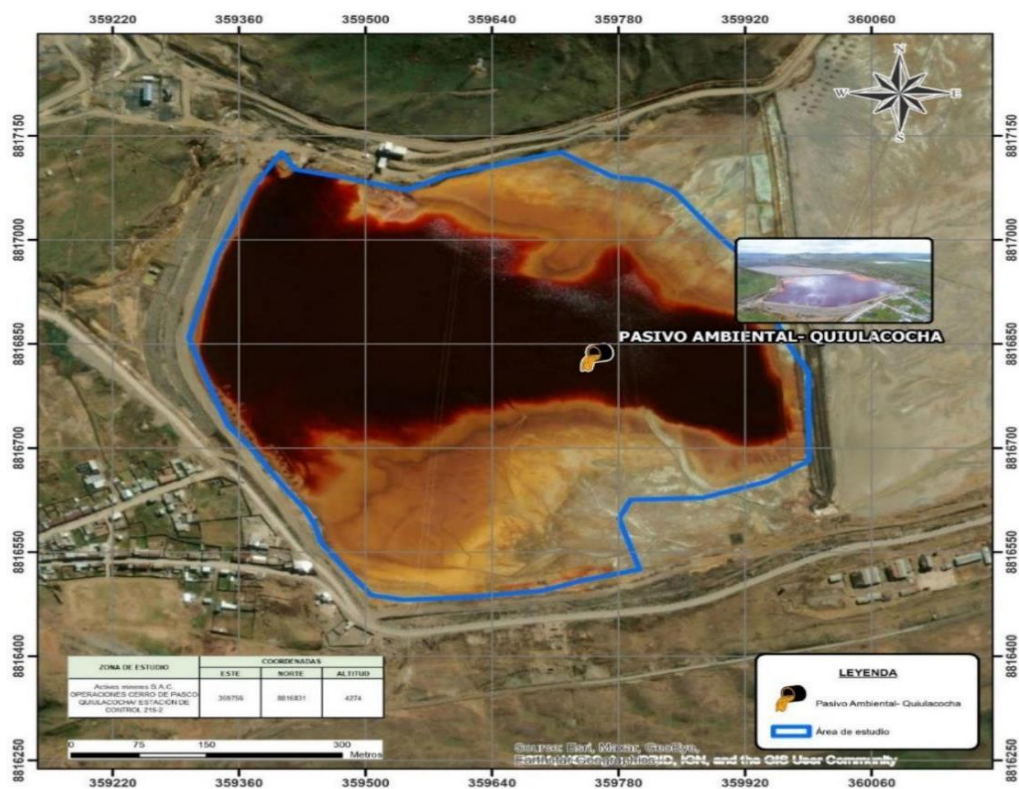
Edgardo Juan Mirano Vásquez
Ing. Metalurgista
R CIP N°: 225104

MLP-099, Ver.02

14

Anexo 7: Evidencias fotográficas del proceso

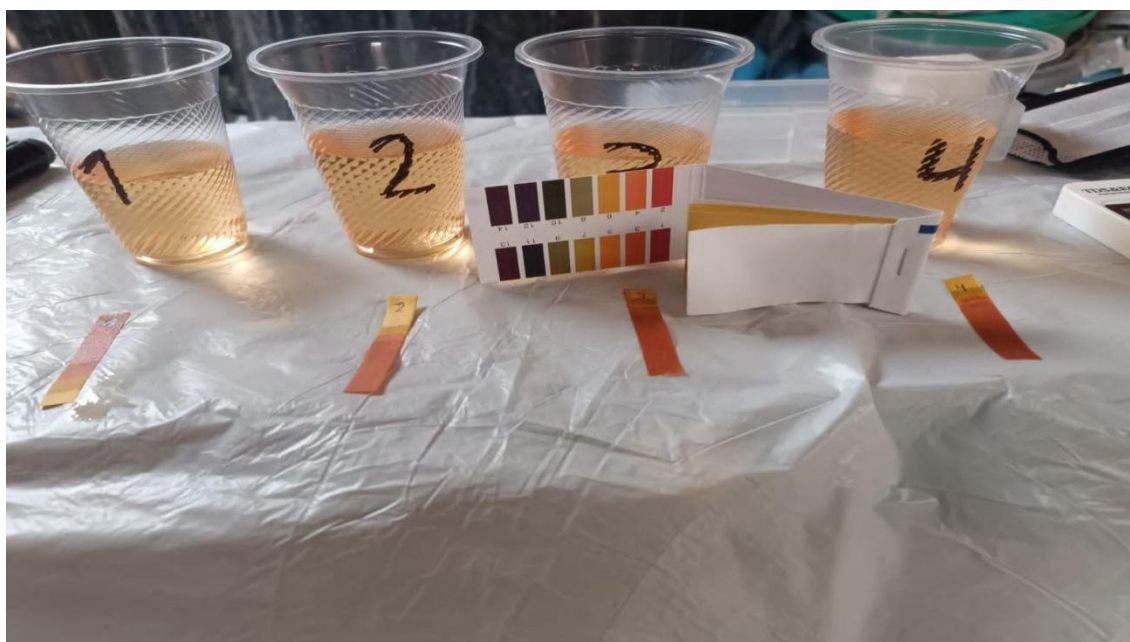
Maapeo geográfico de la zona de estudio.



Tomas de Muestras en la Laguna Quiulacocha



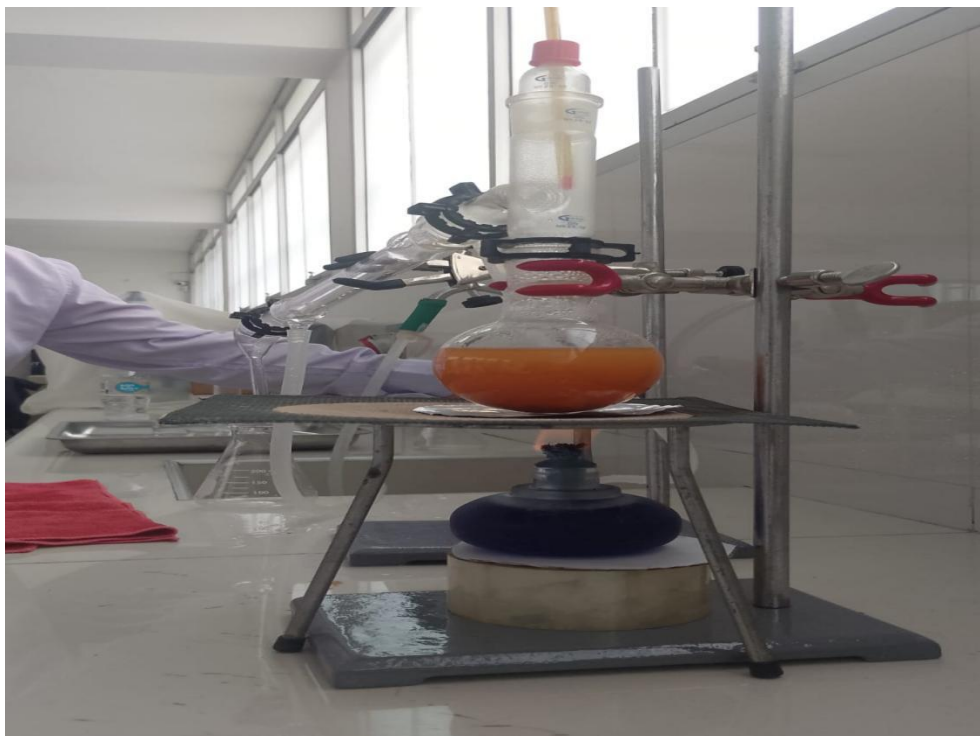
Análisis de PH del agua tomada antes del proceso de Destilación



Análisis del TDS del agua tomada antes del proceso de Destilación



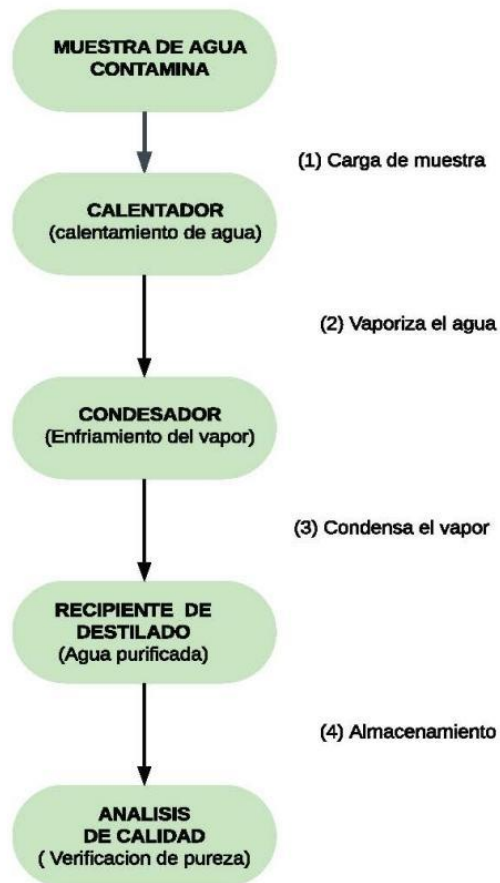
Proceso de Destilación de Agua contaminada con Plomo



Decantación del agua destilada



DIAGRAMA DE PROCESOS DE DESTILACION DE AGUA CONTAMINADA



INFORME DE TESIS - NUÑEZ SALDAÑA JOEL

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uct.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

nanopdf.com

Fuente de Internet

2%

3

edoc.pub

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.untels.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

www.scribd.com

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias < 1%