



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y PROPUESTAS DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS DE LAS ACTIVIDADES MINERAS DEL PROYECTO CRUZ PATA CHAQUIMINAS - ANANEA – 2023

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. RICARDO BRANDON RAMOS HUISA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2024



NOMBRE DEL TRABAJO

**IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIEN
TALES Y PROPUESTAS DE TECNOLOGÍA
S LIMPIAS DE LAS ACTIVIDADES MINER
A**

AUTOR

Ricardo Brandon Ramos Huisa

RECuento DE PALABRAS

14319 Words

RECuento DE CARACTERES

84524 Characters

RECuento DE PÁGINAS

90 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.4MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 25, 2024 1:17 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 25, 2024 1:18 PM GMT-5


● **19% de similitud general**

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

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 14% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


D. Sc. Ing. FIDEL HUISA MAMANI
INGENIERO DE MINAS
CIP: 58768
CONSULTOR AMBIENTAL Y SEG. MINERA


D. Sc. Gerardo Arizaca Avalos
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería de Minas

Resumen



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a las personas que siempre han estado a mi lado y que han sido mi pilar de apoyo incondicional: a mi mamá Doris, por su amor infinito y sabiduría; a mi papá Ricardo, por su fortaleza y constante apoyo; a mi hermano Jean, por su camaradería y comprensión; y a mi enamorada Majhoome, por su amor y paciencia. Gracias a todos ustedes por ser mi inspiración y mi fuerza. Sin ustedes, nada de esto sería posible.

Ricardo Brandon Ramos Huisa



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de alguna manera en la realización de esta tesis. En primer lugar, A la Universidad Nacional del altiplano, Facultad de Ingeniería de Minas, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas por su formación profesional. Agradecer a mi asesor de tesis, Fidel Huisa Mamani, por su orientación, paciencia y apoyo constante a lo largo de todo el proceso de investigación. Sus valiosas sugerencias y comentarios han sido fundamentales para lograr los objetivos propuestos. También quiero agradecer a Ing. Gary Terroba Valdivia, por su colaboración en la realización de esta investigación, finalmente a Sr. Agustín Pachari Flores que ha permitido obtener datos valiosos para el desarrollo de esta investigación.

Ricardo Brandon Ramos Huisa



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. PREGUNTAS DEL PROBLEMA	16
1.2.1. Problema general	16
1.2.2. Problemas específicos	16
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.3.1. Hipótesis general	16
1.3.2. Hipótesis específicas	16
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. Objetivo general	17
1.4.2. Objetivos específicos.....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	18
2.1.1. A nivel internacional	18
2.1.2. A nivel nacional.....	22
2.2. MARCO TEÓRICO	23
2.2.1. Evaluación de impacto ambiental.....	23
2.2.2. Estudio de impacto ambiental	24
2.2.3. Identificación de impacto ambiental	26
2.2.4. Hidrocarburos	27
2.2.5. Mercurio	29
2.2.6. Estrategias de manejo ambiental	30
2.2.7. Producción limpia.....	32
2.2.8. Matriz de Leopold	32
2.2.9. Tecnologías limpias.....	36
2.2.10. Componentes medio ambientales	40

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE ESTUDIO	45
3.1.1. Geología local.....	45
3.1.2. Geología regional	46
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	46
3.3. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	48
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	48
3.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN	50



3.6. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	50
3.7. ANÁLISIS DE VARIABLES	51
3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	51
3.8.1. Técnicas	51
3.8.2. Instrumentos	52
3.8.3. Análisis de datos	52
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS.....	54
4.1.1. Mapa de identificación de impactos ambientales	54
4.1.2. Aplicación de la matriz de Leopold para las actividades con más impacto	57
4.2 PROPUESTAS DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS	63
4.2.1. Check list en la aplicación de la matriz de Leopold para las tecnologías limpias	63
4.2.2. Matriz de Leopold para uso de electrobombas.....	64
4.2.3. Matriz de Leopold para uso de mesa gravimétrica.....	65
4.2.4. Matriz de Leopold para disposición de arenilla sin valor económico	66
4.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	68
V. CONCLUSIONES.....	70
VI. RECOMENDACIONES.....	71
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS.....	76



ÁREA: Ingeniería de Minas

TEMA: Monitoreo y Evaluación del Impacto Ambiental en Minería

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 28 de octubre del

2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Matriz de Leopold.....	33
Tabla 2 Impactos negativos magnitud e importancia.....	34
Tabla 3 Impactos positivos magnitud e importancia	35
Tabla 4 Valorización de impacto positivo	36
Tabla 5 Valorización de impacto negativo	36
Tabla 6 Coordenadas del área del proyecto Cruz Pata Chaquiminas	47
Tabla 7 Área de impacto directo del proyecto Cruz pata Chaquiminas	47
Tabla 8 Estadística de consumo de combustible.....	54
Tabla 9 Estadística consumo de mercurio.....	55
Tabla 10 Estadística del mercurio recuperado	56
Tabla 11 Valorización de impactos negativa uso de motobombas y monitores de agua	59
Tabla 12 Valorización de impactos negativa amalgamación de la arena concentrada	60
Tabla 13 Valorización de impactos negativa quemado o refogado de la amalgama ..	61
Tabla 14 Valorización de impactos negativa disposición de arenilla impactada con mercurio	62
Tabla 15 Valorización de impactos positiva uso de electrobombas	65
Tabla 16 Valorización de impactos positiva uso de mesa gravimétrica	66
Tabla 17 Valorización de impacto negativa disposición de arenilla.....	67



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ciclo de evaluación ambiental	24
Figura 2 Estudios de impacto ambiental y los proyectos de desarrollo.	25
Figura 3 Aplicación del estudio de impacto ambiental	26
Figura 4 Establecimiento de medidas según la jerarquía de mitigación	31
Figura 5 Bomba de drenaje autocebantes	38
Figura 6 Clasificación de partículas según su tamaño	40
Figura 7 Ubicación del proyecto Cruz Pata Chaquiminas	45
Figura 8 Flujograma de proceso de identificación de impactos	49
Figura 9 Check list de la matriz de Leopold	58
Figura 10 Resultados de la valorización negativa de la matriz de Leopold	63
Figura 11 Check list de la matriz de Leopold aplicando propuesta de tecnologías limpias	64
Figura 12 Resultados de la valorización de la matriz de Leopold aplicando las tecnologías limpias.....	68



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1 Ubicación política del proyecto Cruz Pata Chaquiminas	77
ANEXO 2 Ubicación geología local y regional del proyecto Cruz Para Chaquiminas	78
ANEXO 3 Mapa de identificación de los impactos ambientales del proyecto Cruz Pata Chaquiminas	79
ANEXO 4 Identificación de actividades y componentes ambientales (matriz de Leopold)	80
ANEXO 5 Motobomba a diesel	81
ANEXO 6 Flowsheet del proceso productivo de minería aluvial	82
ANEXO 7 Electrobomba autocebante.....	83
ANEXO 8 Función de la mesa gravimétrica.....	84
ANEXO 9 Identificación de actividades y componentes ambientales (matriz de Leopold) para uso de electrobombas y uso de la mesa gravimétrica	85
ANEXO 10 Vista de la canaleta/rifle	86
ANEXO 11 Vista de shutes (mellizos).....	86
ANEXO 12 Vista ambiente de amalgamación	87
ANEXO 13 Vista ambiente de procesos metalúrgicos.....	87
ANEXO 14 Vista ambiente de refogado	88
ANEXO 15 Vista ambiente de refinado	88



ACRÓNIMOS

EIA:	Estudio de Impacto Ambiental
SIG:	Sistema de Información Geográfica
pH:	potencial de hidrógeno
Hg:	mercurio
Au:	oro
HNO₃:	ácido nítrico
Kw:	kilowatts
CO₂:	dióxido de carbono
NO_x:	óxidos de nitrógeno
MAPE:	Minería Artesanal y de Pequeña Escala
ATSRD:	Asistencia Técnica y Social para la Reducción del Uso de Mercurio en la Minería Artesanal y de Pequeña Escala
HIDROMECA:	Hidromecánica
PAMA:	Programa de Adecuación y Manejo Ambiental



RESUMEN

El proyecto Cruz Pata Chaquiminas durante sus actividades ha contribuido un impacto en el ambiente y en la población de Ananea debido al uso de algunos contaminantes tóxicos, que han afectado el ambiente; el objetivo es identificar los impactos ambientales causados por las actividades mineras del proyecto y proponer alternativas de tecnologías limpias que mitiguen estos efectos negativos; la metodología adoptada en esta investigación tendrá un enfoque cualitativo, con un diseño de investigación no experimental, así mismo el tipo de investigación es descriptivo y se llevó a cabo mediante una combinación de investigación de campo y documental. Esto permitió una comprensión integral de los impactos ambientales y la identificación de posibles soluciones tecnológicas; los resultados obtenidos al identificar los impactos de las actividades del proyecto mediante la matriz de Leopold, mostraron que, el uso de motobombas y monitores de agua tuvo un impacto crítico negativo; y en la actividad de amalgamación tuvo un impacto crítico negativo; para el quemado o refogado tuvo un impacto severo negativo; para la disposición de la arenilla con mercurio tuvo un impacto severo negativo, finalmente al proponer las tecnologías limpias con la matriz de Leopold tenemos que el uso de electrobombas tuvo un impacto severo positivo, el uso de mesa gravimétrica con un impacto medio positivo y para la arenilla un impacto bajo negativo; se concluye que este tipo de tecnologías limpias ayudan a reducir el impacto negativo para el ambiente.

Palabras Clave: Evaluación ambiental, Desarrollo sostenible, Impactos ambientales, Tecnologías limpias.



ABSTRACT

The Cruz Pata Chaquiminas project during its activities has contributed an impact on the environment and the population of Ananea due to the use of some toxic pollutants, which have affected the environment; the objective is to identify the environmental impacts caused by the mining activities of the project and to propose alternatives of clean technologies that mitigate these negative effects; the methodology adopted in this research will have a qualitative approach, with a non-experimental research design, likewise the type of research is descriptive and was carried out through a combination of field and documentary research. This allowed a comprehensive understanding of the environmental impacts and the identification of possible technological solutions; the results obtained by identifying the impacts of the project activities through the Leopold matrix, showed that the use of motor pumps and water monitors had a critical negative impact; and in the amalgamation activity it had a critical negative impact; for burning or re-smothering it had a severe negative impact; for the disposal of grit with mercury had a severe negative impact, finally when proposing clean technologies with the Leopold matrix we have that the use of electric pumps had a severe positive impact, the use of a gravimetric table with a medium positive impact and for grit a low negative impact; it is concluded that this type of clean technologies help reduce the negative impact on the environment.

KeyWords: Clean technologies, Environmental assessment, Environmental impacts, Sustainable development.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas – Ananea - 2023, ha causado un impacto significativo en el entorno natural y la comunidad local debido al uso de algunos insumos tóxicos. El titular minero realizó el esfuerzo de reducir los impactos ambientales a lo largo de los años para los componentes suelo, agua y aire, siendo muy insignificante los resultados. Estos mismos impactos se dan en otros lugares, Caicedo (2014) afirma sobre el estado actual de la minería en Colombia es crucial, ya que esta actividad genera conflictos socio-ambientales y especialmente tiene impactos negativos significativos en el ambiente y los recursos naturales. También con mayor énfasis, se analiza cómo la población local percibe los impactos ambientales de la minería de oro y su disposición a implementar medidas para reducir estos impactos (Moschella, 2019).

Aunque la minería es crucial para la economía de la región, es imperativo abordar los daños ambientales y buscar soluciones sostenibles, Moschella (2011) explica en su investigación que en la actualidad, la actividad minera es la fuente de ingresos, tanto directa como indirectamente, para cientos de habitantes en la zona de influencia de la quebrada, creando una economía que atrae a un número creciente de personas de diversas provincias. Por ello, se tiene ideas sobre los impactos específicos y las posibles tecnologías limpias que podrían implementarse para reducir estos efectos adversos. Según Rodríguez (2017) comenta que estos proyectos se han centrado en fomentar e implementar el uso de buenas prácticas y tecnologías limpias a través de programas de capacitación, asesoría técnica y campañas demostrativas de procesos. Sin una intervención adecuada, la degradación ambiental y los problemas de salud pública



seguirán empeorando, poniendo en peligro el bienestar de la comunidad y la viabilidad futura del proyecto minero.

1.2. PREGUNTAS DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son los impactos ambientales negativos y las alternativas de tecnologías limpias de las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas - Ananea – 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son los impactos ambientales identificados negativos de las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas - Ananea – 2023?
- ¿Cuáles son las propuestas alternativas de tecnologías limpias de las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas - Ananea – 2023?

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis general

Identificando los impactos ambientales con la matriz de Leopold se propondrá alternativas de tecnologías limpias de las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas - Ananea – 2023.

1.3.2. Hipótesis específicas

- Se identificó los principales impactos ambientales negativos en los componentes ambientales de las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas - Ananea – 2023.



- Las tecnologías limpias como las electrobombas y la mesa gravimétrica redujeron los impactos ambientales de las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas - Ananea – 2023.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.4.1. Objetivo general

Identificar los impactos ambientales y proponer alternativas de tecnologías limpias de las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas - Ananea – 2023.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar los impactos ambientales negativos de las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas - Ananea – 2023.
- Proponer alternativas de tecnologías limpias de las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas - Ananea – 2023.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Es esencial para reducir los impactos ambientales negativos asociados con algunas actividades mineras, cumplir con las normativas ambientales vigentes a nivel nacional e internacional, mejorar la imagen corporativa y las relaciones comunitarias, y generar beneficios económicos y sociales a largo plazo. ¿Para qué? estas tecnologías ayudarán a reducir la contaminación del aire, suelo y agua, así como la degradación del área, promoviendo prácticas más sostenibles y respetuosas con el ambiente. ¿Por qué? la adopción de tecnologías limpias puede aumentar la eficiencia y rentabilidad de las operaciones mineras, crear empleos y oportunidades de desarrollo local, y contribuir al crecimiento económico y al desarrollo sostenible de la región.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A nivel internacional

Como objetivo es, analizar la transferencia de tecnológica, para la producción limpia en la minería aluvial; donde se concluye que todo esto revela que aún hay muchos elementos que no se consideran en el proceso de transferencia tecnológica realizado por organizaciones. Esto provoca que los procesos sigan siendo mayoritariamente convencionales, dejando de lado la inclusión de nuevas tecnologías y acentuando las barreras organizativas y tecnológicas dentro de la organización (Polo *et al.*, 2020).

El estudio concluyó que hay diversos modelos de tecnologías limpias que se aplican en el ámbito empresarial según las necesidades específicas de cada compañía. Es crucial identificar las demandas del entorno, las interacciones con los actores sociales y las dinámicas del mercado para seleccionar el modelo más adecuado a las condiciones tanto internas como externas de las empresas dedicadas a la minería de sal en el departamento. El análisis reveló la existencia de distintos modelos de tecnologías limpias, los cuales varían en función de las necesidades empresariales y están orientados hacia el control y la reducción de los impactos ambientales asociados a las actividades productivas (Sánchez y López, 2020).

Como objetivo se identificaron y evaluaron los impactos ambientales en componentes del entorno se llevó a cabo mediante la matriz de Leopold (causa-



efecto), donde se calificaron aspectos como el carácter, extensión, duración, reversibilidad, magnitud, importancia, valor y significancia de los impactos. La mayoría de los impactos en la mina resultaron ser significativos o moderados, por lo que se propondrá un plan de manejo ambiental con medidas orientadas a mitigar, reducir y controlar dichos impactos. Con la implementación de estas medidas, se espera mejorar las operaciones de la mina Pazmiño y promover un enfoque más amigable con el ambiente (Rojas, 2020).

Las investigaciones realizadas demuestran que es posible realizar el reemplazo de las actividades que causan impactos ambientales por las nuevas tecnologías ya que ofrecen un mejor rendimiento, mayor rentabilidad económica y una significativa reducción de los impactos ambientales. No obstante, la implementación de estas tecnologías presenta grandes desafíos que deben ser abordados de manera coherente por el gobierno, los investigadores y las comunidades dedicadas a la minería (Amaya, 2018).

La adopción de buenas prácticas ambientales en la extracción y compra de oro juega un papel fundamental en la reducción del uso de mercurio y en la optimización de los procesos. Es importante destacar que la mayoría de estas prácticas no implican grandes inversiones. La introducción de tecnologías limpias, especialmente en las instalaciones de procesamiento, tiene un impacto significativo en la reducción del uso de mercurio, mejora la recuperación del oro y, en consecuencia, minimiza los efectos negativos en la salud y el ambiente (Rodríguez, 2017).

Como objetivo del tipo de mina (aluvial y de filón), se propuso implementar nuevas tecnologías para el beneficio del oro, alineadas con las



alternativas de producción más limpia. Concluyendo que promover el desarrollo de programas y proyectos que planteen estrategias de producción limpia y fomenten la investigación para alcanzar las metas propuestas. En relación a esto, este trabajo de investigación recopiló posibles tecnologías limpias en los procesos de beneficio del oro, como punto de partida a nivel piloto. Estas tecnologías requieren una etapa de prueba a mayor escala para garantizar la eficiencia de los procesos propuestos (Luna y Soto, 2016).

El estudio se llevó a cabo mediante una descripción y el análisis de los impactos socioculturales, ambientales y económicos identificados a través de visitas técnicas, entrevistas, encuestas y observaciones. Consecuentemente, todas estas técnicas fueron evaluadas usando métodos cuantitativos como listas de verificación, diagramas de redes, la matriz de Leopold y una matriz de valoración, relacionándolas con cada una de las actividades realizadas en las diferentes fases del proyecto minero. El objetivo principal del estudio fue crear un plan de manejo ambiental que incluya medidas para prevenir, mitigar, corregir o compensar los daños causados a los recursos naturales por la actividad minera (López y Salazar, 2016).

Uno de los objetivos es determinar las medidas a implementar para gestionar los impactos altamente significativos, así como los indicadores para su seguimiento y monitoreo, así mismo teniendo como resultado que los planes y programas actuales implementados por las industrias mineras legalmente establecidas en el área de influencia no tienen un alcance que incluya actividades de preservación o reducción de los impactos generados (Pérez y Sabogal, 2015).



El estudio tuvo como objetivo evaluar los impactos ambientales generados para la implementación a escala industrial de la tecnología de lixiviación con cianuro, utilizando el proceso de adsorción de oro con carbón en pulpa, para el procesamiento de una mena aurífera cuarzosa. Se identificaron las actividades a realizar en las fases de construcción, operación y cierre o abandono de la planta, que podrían causar impactos ambientales, y se resumieron para crear una matriz de identificación y evaluación de los componentes ambientales (aire, agua, suelos, flora y fauna, paisaje, salud) y socioeconómicos. Para esta evaluación se empleó la matriz de Leopold. Luego, se desarrolló una matriz de importancia, lo que permitió realizar una valoración cualitativa de los impactos, identificando 27 en total: 14 positivos, 12 negativos y 1 previsible (Delgado y García, 2015).

Se propone el uso, de una tecnología limpia en el proceso de beneficio del oro, con la correspondiente reducción y/o eliminación del mercurio. Teniendo como conclusión que la producción más limpia en los procesos de extracción de oro debe asumirse como una prioridad y necesidad para el estado, dado que la minería aurífera es actualmente una de las actividades importantes para el desarrollo del país. Por lo tanto, estas tecnologías deben incorporarse en los entables de pequeña y mediana escala para que el desarrollo de esta actividad sea más amigable con el ambiente (Caicedo, 2014).

El estudio permitió identificar y describir los principales problemas ambientales presentes en la región, derivados de la actividad minera y metalúrgica. Además, se plantean acciones y medidas de monitoreo para reducir los efectos negativos en el ambiente, tanto en el área de estudio como en la comunidad. Se realizó un diagnóstico para reconocer los impactos geoambientales ocasionados a lo largo de todas las fases del proceso minero-

metalúrgico, utilizando la matriz causa-efecto (matriz de Leopold) y herramientas de análisis cuantitativos para medir los niveles de contaminación de las variables ambientales examinadas (Gallardo *et al.*, 2013).

2.1.2. A nivel nacional

Los resultados mostraron que los factores más influyentes en la percepción de los impactos ambientales son la capacidad de observar directamente el impacto, la capacidad de comprender las causas y procesos asociados al mismo y la disponibilidad de información; a manera de conclusión la mayoría de los residentes reconocieron el gran impacto de la minería y expresaron su voluntad de tomar medidas para reducirlo, por lo que recomendaron aprovechar esa actitud de la población mediante orientación técnica, incentivos y controles según el trabajo de investigación realizado (Moschella, 2019).

El objetivo de este trabajo fue analizar cómo es la implementación de tecnologías limpias en la minería. Actualmente, existen tecnologías que permiten una gestión ambiental en una empresa minera, principalmente si se desea abordar los problemas en sus causas, no solo en sus consecuencias finales. Sin embargo, todavía se carece de un procedimiento adecuado que contribuya plenamente a la adopción de tecnologías más limpias, ya que aún hay mucha incertidumbre sobre cómo las empresas mineras desean llevar a cabo sus operaciones (Orihuela, 2018).

El objetivo planteado es llevar a cabo una actividad minera formal y sostenible del oro que sea rentable y no contamine el ambiente, aplicando correctamente tecnologías de proceso de recuperación del oro, como la tecnología limpia. Así mismo la tecnología limpia planteado tiene una respuesta positiva en la recuperación de oro, logrando un proceso limpio en la recuperación del mismo



en el procesamiento de los minerales auríferos en la minería informal del Perú (Candía, 2017).

Los objetivos específicos son determinar los impactos ambientales durante fases de operación y beneficio en los procesos de extracción; y comparar la percepción de la zona con la identificación objetiva de dichos impactos, Concluyendo que, durante la fase de beneficio del mineral, el mercurio se libera al ambiente por evaporación durante su uso y quema, así como por vertidos y derrames accidentales al suelo y al agua. En relación con la percepción local de los impactos ambientales en esta fase, se observa que la mayoría identifica los principales efectos negativos en la salud y el entorno. En este sentido, dos tercios de los encuestados reconocen que el uso del mercurio es un problema (Moschella, 2011).

2.2. MARCO TEÓRICO

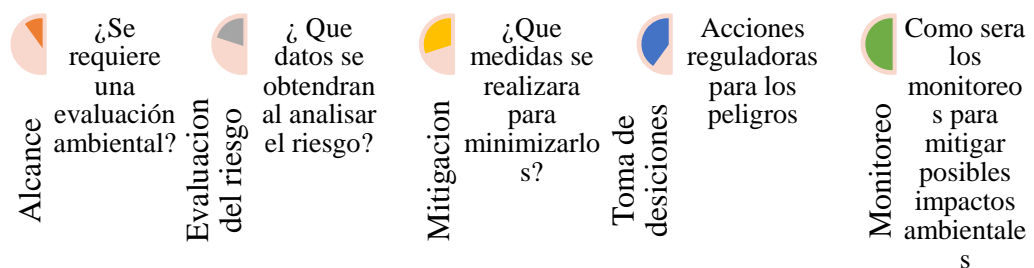
2.2.1. Evaluación de impacto ambiental

Una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un proceso técnico y administrativo que busca identificar, predecir y evaluar los efectos ambientales de proyectos antes de su ejecución. Su objetivo es asegurar que las actividades humanas se realicen de una manera sostenible, reduciendo los impactos negativos en el aire, agua, suelo, flora, fauna y comunidades humanas. La EIA incluye la identificación y predicción de impactos, evaluación de su significancia, propuesta de medidas mitigadoras, consulta pública, elaboración de un informe y programas de monitoreo y seguimiento para asegurar la efectividad de las medidas implementadas.

La EIA es una herramienta de gestión que incorpora la dimensión ambiental en la toma de decisiones para la ejecución de actividades, abarcando desde proyectos individuales y programas hasta planes generales de desarrollo, donde se desarrolló como un proceso para evaluar proyectos antes de su construcción, aunque este procedimiento puede aplicarse en una amplia variedad de circunstancias (Weitzenfeld, 1996).

Figura 1

Ciclo de evaluación ambiental



En una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es crucial considerar el marco legal y normativo específico, garantizar la transparencia y participación de todas las partes interesadas, e involucrar a expertos de diversas disciplinas para una evaluación completa. También es importante analizar diferentes alternativas al proyecto, implementar un enfoque de gestión adaptativa para ajustar medidas según los resultados y condiciones cambiantes, e integrar la EIA en las etapas tempranas de la planificación para identificar y mitigar problemas desde el inicio, asegurando así un proceso exhaustivo y efectivo que promueva el desarrollo sostenible y la protección ambiental.

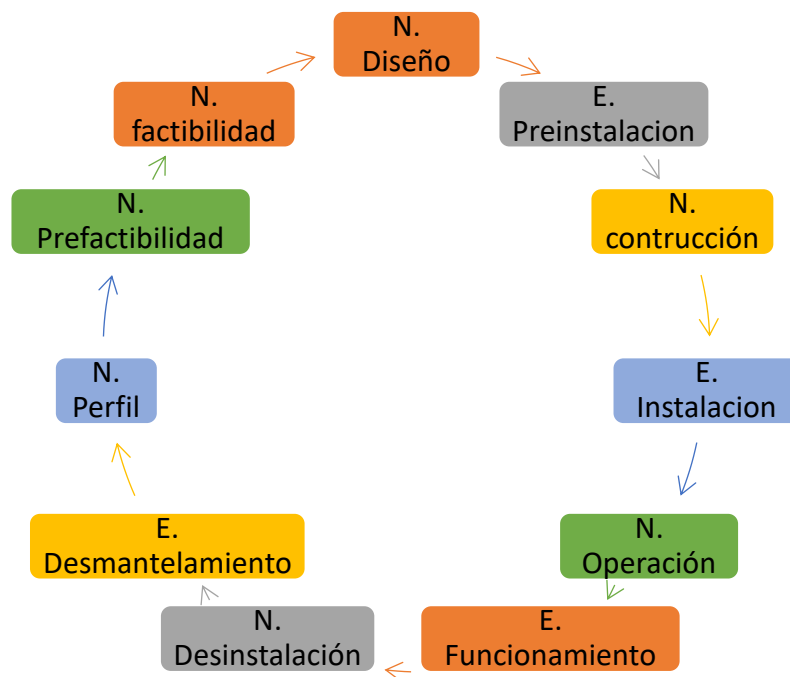
2.2.2. Estudio de impacto ambiental

Los estudios determinan mediante la identificación, caracterización y análisis del entorno natural y las áreas sensibles del lugar donde se desarrolla el

proyecto. Además, se consideran los elementos y recursos disponibles que podrían verse afectados directa o indirectamente por la ejecución del proyecto. El objetivo específico de estos estudios se centra en las áreas de conservación, buscando prevenir, evitar, mitigar o compensar los posibles impactos (Zúñiga, 2009).

Figura 2

Estudios de impacto ambiental y los proyectos de desarrollo.



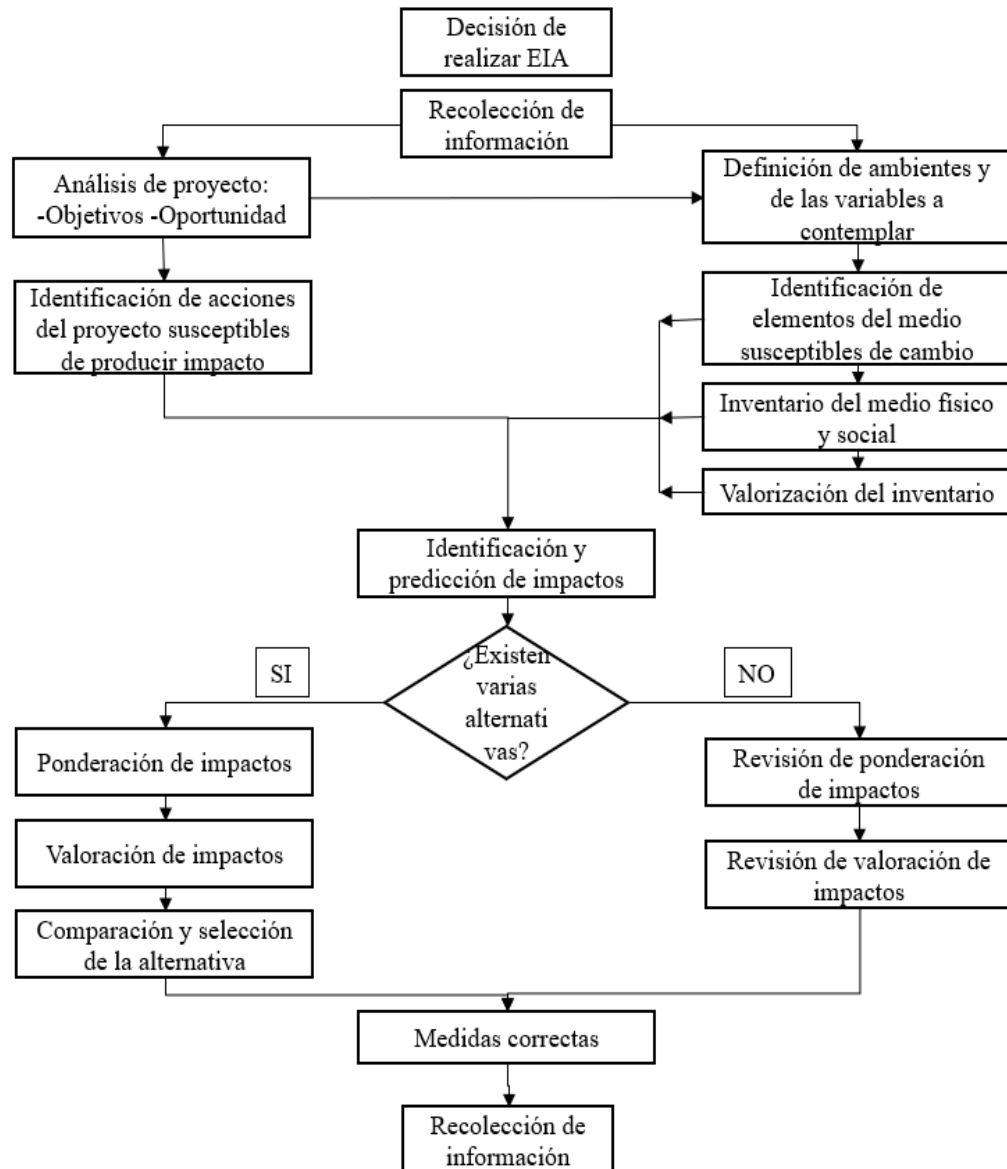
Nota: N=Nivel E=Etapa. Fuente: Zúñiga, 2004

El EIA es un proceso que evalúa los posibles efectos ambientales de un proyecto o actividad antes de su ejecución, con el objetivo de identificar, prever y mitigar sus impactos negativos. Este estudio incluye la descripción del proyecto, la evaluación del estado ambiental actual del área afectada, el análisis de los impactos potenciales sobre diversos aspectos ambientales, la propuesta de medidas para reducir o evitar dichos impactos, y la implementación de planes de monitoreo y seguimiento. Además, el EIA involucra la participación pública para

recoger opiniones y preocupaciones de las comunidades locales y otras partes interesadas.

Figura 3

Aplicación del estudio de impacto ambiental



Nota: Adaptado de MOPU, 1995a.

2.2.3. Identificación de impacto ambiental

La identificación de impactos consiste principalmente en detectar cuáles actividades asociadas al proyecto afectan las características de los factores,



componentes y atributos específicos. El objetivo principal es proporcionar una primera información, mayormente indicativa y, en su mayoría, cualitativa. Esta información sirve como marco básico de referencia para avanzar a las siguientes fases de las EIAs, como la descripción de la situación inicial y la predicción de impactos. (Weitzenfeld, 1996)

La identificación de impacto ambiental es una fase esencial del proceso de EIA, cuyo propósito es reconocer y describir los posibles efectos, tanto negativos como positivos, que un proyecto o actividad puede tener sobre el ambiente. Este análisis abarca la evaluación de las diferentes etapas del proyecto y su influencia en diversos factores ambientales como aire, agua, suelo, flora, fauna y comunidades humanas.

Se caracteriza la naturaleza de los impactos en términos de su magnitud, duración, frecuencia y reversibilidad, utilizando herramientas y métodos como matrices, listas de verificación, modelos matemáticos y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este proceso es clave para desarrollar medidas de mitigación adecuadas y tomar decisiones informadas que minimicen los efectos adversos sobre el entorno.

2.2.4. Hidrocarburos

Son compuestos químicos constituidos por carbono e hidrógeno, siendo los principales componentes del petróleo y del gas natural. Se utilizan ampliamente como fuentes de energía y en la industria petroquímica para producir plásticos, fertilizantes, detergentes, y otros productos químicos.

Los hidrocarburos pueden clasificarse en alifáticos (alcanos, alquenos, alquinos) y aromáticos. En el contexto de la historia del petróleo en Perú, estos



compuestos han sido esenciales para el desarrollo económico y energético del país, con una larga trayectoria en exploración y explotación petrolera (Guerra, 2008).

- Contaminación por hidrocarburo y normatividad

Los hidrocarburos tienen un gran potencial de contaminación, y hasta una sola gota puede causar un impacto considerable. Por ejemplo, se calcula que una gota de petróleo puede contaminar hasta 25 litros de agua. Esto ocurre porque los hidrocarburos se propagan rápidamente en la superficie del agua, formando una fina capa que impide el intercambio de oxígeno y perjudica a la vida acuática (Pascucci, 2011).

Según el artículo N° 59 de la ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales (2021), estable las funciones en materia de energía, minas e hidrocarburos a nivel regional incluyen formular, ejecutar y fiscalizar planes y políticas en estos sectores, en concordancia con las políticas nacionales. También promueven inversiones, supervisan la pequeña minería y minería artesanal, e impulsan proyectos de generación de energía y electrificación rural. Además, otorgan concesiones para minicentrales eléctricas y minería artesanal, inventarían los recursos mineros y de hidrocarburos, y supervisan los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), aplicando sanciones cuando sea necesario.

Así mismo, O.R. N° 004-2010, Gobierno Regional Puno, (2010) donde toda persona que emplee hidrocarburos en actividades mineras deberá respetar el derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado ante el desarrollo de la vida del ser humano y a participar con



acciones, para mitigar y reducir los impactos ambientales; internalización de externalidades, que implica responsabilidad el costo que generen las acciones de prevención; y finalmente mejora continua donde el uso de hidrocarburo en la actividad minera debe orientarse, al cabal cumplimiento del dispositivo constitucional y normas ambientales.

2.2.5. Mercurio

En el ambiente, el mercurio se presenta de varias formas naturales. Las formas más comunes incluyen el mercurio metálico, el sulfuro de mercurio (conocido como cinabrio), el cloruro mercúrico y el metilmercurio. El metilmercurio, un compuesto orgánico generado a partir de otras formas de mercurio, es especialmente problemático porque tiende a acumularse en niveles mucho más altos en partes comestibles de peces de agua dulce y salada, así como en mamíferos acuáticos, en comparación con los niveles presentes en el agua circundante (ATSRD, 1999).

- Contaminación por mercurio y normatividad

La contaminación por mercurio ocurre cuando este metal pesado, tóxico por naturaleza, se libera en el ambiente a través de actividades humanas como la minería, la quema de carbón y ciertos procesos industriales. La minería de oro artesanal y a pequeña escala es una fuente importante de contaminación, ya que utiliza mercurio para extraer el oro, liberándolo en cuerpos de agua y el aire, con graves consecuencias para la salud y el ambiente.

Según el artículo 7 del convenio de Minamata aprobado bajo D. S. 004-2019-MINAN, Normas Legales Perú (2019), prohíbe el uso de



mercurio en nuevas operaciones mineras y promueve la reducción de su uso en minas existentes, especialmente en la Minería Artesanal y en Pequeña Escala (MAPE). Establece medidas para eliminar progresivamente el mercurio, fomentando la adopción de tecnologías alternativas y prácticas más limpias.

En 2017, la Dirección General de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente llevó a cabo dos talleres, en marzo y noviembre, en los que reunió a las instituciones responsables de implementar los objetivos del plan mencionado.

En 2019, se aprobó el Plan Nacional de Aplicación del Convenio a través del Decreto Supremo N° 004-2019-MINAM, Normas Legales Perú, (2019) que establece un cronograma de actividades, las cuales siguen en agenda. La más destacada de estas actividades es la aprobación del plan de acción nacional para la minería de oro artesanal y a pequeña escala, cuya fase de socialización finalizó en marzo de 2020. Además, cabe mencionar que la Ley N° 31388 prorrogó la vigencia de la formalización minera hasta 2024.

2.2.6. Estrategias de manejo ambiental

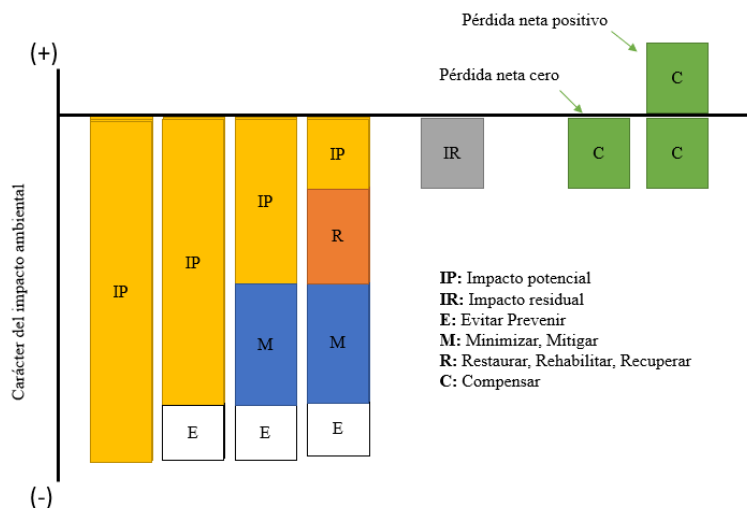
Las estrategias de manejo ambiental son acciones y políticas que buscan minimizar y controlar los impactos negativos de las actividades humanas sobre el ambiente, promoviendo el uso sostenible de recursos naturales, la protección de ecosistemas y la mejora de la calidad de vida. Estas estrategias incluyen la prevención de la contaminación mediante prácticas y tecnologías adecuadas, la conservación eficiente de recursos como agua y energía, y la gestión integral de

residuos. Además, se enfocan en la restauración ecológica de áreas degradadas, la protección de la biodiversidad, el monitoreo continuo del estado ambiental y la educación para sensibilizar a la comunidad.

Las estrategias de manejo ambiental comprenden un conjunto de métodos y prácticas destinados a gestionar y reducir los impactos negativos de las actividades humanas sobre el ambiente. Estas estrategias buscan un uso sostenible de los recursos naturales, la protección de los ecosistemas y la mejora de la calidad de vida de las comunidades. Incluyen la EIA para prever los efectos de los proyectos antes de su implementación, la planificación y zonificación para guiar el uso del suelo, la adopción de tecnologías limpias, y el monitoreo para evaluar la efectividad de las medidas de mitigación. Conjunto de acciones y medidas destinadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales y sociales del proyecto (SENACE, 2019).

Figura 4

Establecimiento de medidas según la jerarquía de mitigación



Nota: Anexo RM. 267-2203-MINAM



2.2.7. Producción limpia

La producción limpia es una estrategia ambiental que se enfoca en la mejora continua de los procesos productivos para reducir el uso de recursos naturales y la generación de residuos y emisiones contaminantes. Su objetivo es aumentar la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones industriales, promoviendo la adopción de prácticas y tecnologías que minimicen el impacto ambiental y mejoren la competitividad económica.

El concepto de producción más limpia surge en la agenda 21, que se originó en la cumbre de Río, donde se enfatizó el desarrollo sostenible e incluyó patrones de producción y consumo como parte de la adopción de nuevas tecnologías para prevenir y reciclar. Se define como una estrategia que busca evitar la contaminación desde su origen, en lugar de controlarla al final del proceso (Van *et al.*, 2007).

2.2.8. Matriz de Leopold

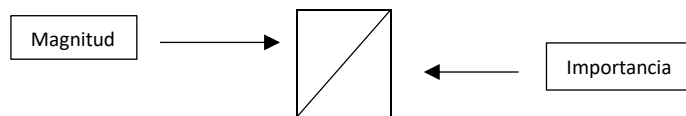
La matriz de Leopold fue el primer método creado para las evaluaciones de impacto ambiental, desarrollado para el servicio geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos con el fin de evaluar el impacto de una mina de fosfatos. Más que un sistema de evaluación, es un sistema de información e identificación. Su base es una matriz donde las columnas representan las acciones humanas que pueden alterar el ambiente y las filas representan las características del medio o factores ambientales que pueden verse afectados (Verd, 2000).

Tabla 1

Matriz de Leopold

Aspectos ambientales	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad n	Afectaciones	Sumatoria de impacto
Aspectos ambientales 1	/	/	/	/	/	/	/
Aspectos ambientales 2	/	/	/	/	/	/	/
.....	/	/	/	/	/	/	/
Aspectos ambientales n	/	/	/	/	/	/	/

Nota: Silva e Moraes (2012)



La matriz de Leopold es una herramienta utilizada en la evaluación de impacto ambiental para identificar y evaluar los efectos ambientales de un proyecto, facilitando el análisis sistemático de las interacciones entre las acciones del proyecto y los componentes ambientales. Esta matriz permite identificar exhaustivamente los posibles impactos, organizar la información de manera clara, evaluar cualitativa y cuantitativamente la magnitud e importancia de los impactos, Además, proporciona una base para diseñar medidas de mitigación y apoya la toma de decisiones informadas, mejorando la calidad de la planificación ambiental.

- **Magnitud**

Hace referencia a la intensidad o nivel del impacto que una acción tiene sobre un elemento ambiental. Usualmente, se evalúa en una escala numérica, como del 1 al 10, donde 1 indica un impacto mínimo y 10 señala un impacto máximo. Esta magnitud determina la fuerza o debilidad del efecto causado.

- **Importancia**

Se refiere a la relevancia del impacto de una acción sobre un componente ambiental. Esta medida considera factores cualitativos, como la sensibilidad del medio afectado, su capacidad de recuperación y el valor ecológico, social o económico del componente.

Tabla 2

Impactos negativos magnitud e importancia

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	+4
Media	Media	-5	Media	Local	+5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	-8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Nacional	+10

Nota: Silva e Moraes (2012)

Tabla 3

Impactos positivos magnitud e importancia

Magnitud			Importancia		
Intensidad	Afectación	Calificación	Duración	Influencia	Calificación
Baja	Baja	+1	Temporal	Puntual	+1
Baja	Media	+2	Media	Puntual	+2
Baja	Alta	+3	Permanente	Puntual	+3
Media	Baja	+4	Temporal	Local	+4
Media	Media	+5	Media	Local	+5
Media	Alta	+6	Permanente	Local	+6
Alta	Baja	+7	Temporal	Regional	+7
Alta	Media	+8	Media	Regional	+8
Alta	Alta	+9	Permanente	Regional	+9
Muy Alta	Alta	+10	Permanente	Nacional	+10

Nota: Silva e Moraes (2012)

- Valorización de impactos

Este proceso consiste en medir y evaluar los impactos ambientales de una acción o proyecto sobre diferentes componentes del entorno. Abarca tanto la magnitud como la relevancia de cada impacto, proporcionando una visión detallada de cómo las actividades afectarán el ambiente.

La valorización permite identificar los impactos más significativos que requieren una gestión más rigurosa, facilitando la priorización de medidas de mitigación, así mismo respaldando la toma de decisiones informadas.

Tabla 4

Valorización de impacto positivo

Valorización de impactos	
Impacto Bajo	1 – 30
Impacto Medio	31 – 61
Impacto Severo	61 – 92
Impacto Crítico	> 93

Nota: Silva e Moraes (2012)

Tabla 5

Valorización de impacto negativo

Valorización de impactos	
Impacto Bajo	-1 – -30
Impacto Medio	-31 – -61
Impacto Severo	-61 – -92
Impacto Crítico	> -93

Nota: Silva e Moraes (2012)

2.2.9. Tecnologías limpias

Las tecnologías limpias son innovaciones diseñadas para reducir o eliminar el impacto ambiental negativo de las actividades humanas. Estas tecnologías buscan optimizar el uso de recursos naturales, minimizar la generación de residuos y emisiones contaminantes, y promover la eficiencia energética. Su objetivo principal es fomentar un desarrollo sostenible que permita el crecimiento económico sin comprometer la salud del ambiente y las generaciones futuras.



Se refieren a tácticas empresariales anticipativas utilizadas en la gestión de productos, procedimientos y la estructura laboral. Su finalidad es disminuir las emisiones y vertidos desde su origen, disminuir los riesgos para la salud humana y el ambiente, y aumentar la competitividad. Estas metodologías están orientadas hacia la preservación de recursos naturales y energía, la eliminación de sustancias nocivas, y la disminución tanto en cantidad como en toxicidad de las emisiones contaminantes y los residuos (Mendoza *et al.*, 2016).

- Electrobombas (motobombas eléctricas)

Son dispositivos empleados para la transferencia de agua u otros líquidos de un punto a otro, ya sea en entornos comerciales, industriales o domésticos. Su versatilidad les permite manejar tanto agua limpia como agua sucia, así como otros fluidos, dependiendo del contexto de uso. Su principio de funcionamiento implica que el fluido ingrese al cuerpo de la bomba, donde la energía cinética se convierte en presión. Posteriormente, este fluido es canalizado hacia su destino mediante tuberías o mangueras (HIDROMECA, 2023).

En la industria minera peruana, las electrobombas desempeñan un papel crucial en el manejo del agua y la prevención de inundaciones en las operaciones mineras. Estas bombas eléctricas son indispensables para la extracción de agua de las minas y para mantener niveles óptimos en los tajos y áreas de trabajo, lo que ayuda a prevenir problemas derivados del exceso de agua y los riesgos de inundaciones (HIDROMECA, 2023).

- Bomba de drenaje autocebante:

Son dispositivos diseñados para extraer líquidos de lugares específicos, como sótanos, áreas inundadas, tanques o pozos, sin necesidad de llenarlas manualmente con agua antes de su uso. Su capacidad autocebante permite eliminar automáticamente el aire de la línea de succión, facilitando el flujo del líquido hacia la bomba para iniciar el bombeo. Estas bombas son esenciales en aplicaciones donde la fuente de líquido está por debajo del nivel de la bomba y puede haber burbujas de aire en la tubería. Se utilizan comúnmente en desagües de sótanos, transferencia de líquidos en industrias, sistemas de irrigación y mantenimiento de piscinas, ofreciendo una solución más conveniente y eficiente al reducir la necesidad de intervención manual.

Figura 5

Bomba de drenaje autocebante



Nota: Equipos de bombas y dragados

Las bombas Radford son valoradas por su facilidad de uso y mantenimiento. Su diseño sencillo asegura un autocebado efectivo, una



gestión eficiente de aguas residuales, un rendimiento superior y un notable ahorro de energía.

- Mesas gravimétricas

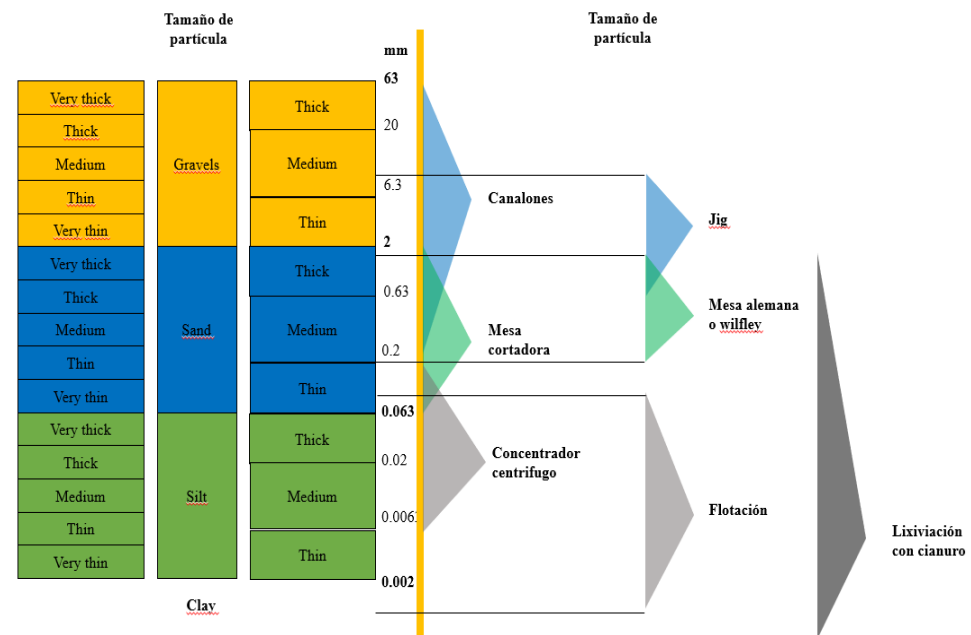
Una mesa gravimétrica es un equipo de separación que utiliza el movimiento oscilante y la acción de una corriente de agua para clasificar partículas minerales según su densidad. Las partículas más densas se asientan en el fondo, mientras que las más ligeras son llevadas hacia la superficie y removidas.

La mesa de concentración gravimétrica se compone de una superficie plana en la que se disponen listones de madera o fibra de vidrio reforzada de distintas alturas. Un motor ubicado en uno de los extremos del equipo, genera un movimiento de sacudidas a lo largo de la mesa. Los listones, colocados en el tablero, suelen tener un tamaño inferior a una pulgada y ocupan aproximadamente la mitad del espacio. El diseño de los listones varía, y cada fabricante selecciona un modelo según el diseño y la aplicación específica del equipo (911 Metallurgist, 2024).

El empleo de estas tecnologías no solo eleva la recuperación del oro por encima del 69% (comparado con el 52% de recuperación obtenido con el mercurio), sino que también disminuye los riesgos para la salud humana y la contaminación ambiental (Proyecto prevenir, 2021).

Figura 6

Clasificación de partículas según su tamaño



Nota: Planet GOLD, Colombia

El proceso de las mesas gravimétricas consiste en separar partículas minerales basándose en sus diferentes densidades. Estas mesas utilizan un movimiento oscilante y una corriente de agua para estratificar y mover las partículas, permitiendo que las más densas se depositen en el fondo y las más ligeras se desplacen hacia la superficie y sean arrastradas.

2.2.10. Componentes medio ambientales

- Componente físico-químico

Los componentes físico-químicos son aquellos elementos que combinan propiedades físicas y químicas para determinar las características de una sustancia o un ambiente, incluyendo aspectos como la temperatura, la presión, la composición química y el pH.



Estos componentes físicos son fundamentales para el funcionamiento de los ecosistemas y tienen un impacto significativo en la biodiversidad, la distribución de las especies y los procesos ambientales. Además, son considerados en la planificación y gestión ambiental, ya que influyen en la calidad del aire, del agua y del suelo, así como en la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios ambientales como la regulación del clima, la purificación del agua y la prevención de la erosión del suelo (Quintero, 2014).

- Agua

El agua, esencial tanto para la existencia humana como para la vida en nuestro planeta, representa un recurso de vital importancia que requiere de un manejo cuidadoso y prioritario debido a su carácter crítico (Costeau, 1992).

- Suelo

El suelo, que cubre la mayor parte de la superficie terrestre, se destaca como uno de los recursos naturales fundamentales, tan esencial para la vida como lo son el aire y el agua. Actúa como un vínculo crucial entre los componentes bióticos y abióticos, proporcionando el entorno necesario para el desarrollo de las plantas. Además de ser el hábitat primordial para la flora, es también la fuente principal de los alimentos que sustentan nuestras vidas, subrayando así la importancia de su preservación y salud (Sánchez *et al.*, 2016).



- Aire

El aire constituye una amalgama de gases que rodea nuestro planeta. Se distribuye por todas partes, sin ser perceptible a simple vista, careciendo de olor u sonido distintivo (Sánchez *et al.*, 2016).

- Componente biológico

El componente biológico se refiere a los elementos vivos de un ecosistema, como plantas, animales, microorganismos y otros organismos, que interactúan entre sí y con su entorno, influyendo en la biodiversidad y el equilibrio ecológico.

Los componentes biológicos son fundamentales para el funcionamiento de los ecosistemas y proporcionan servicios ecosistémicos vitales, como la producción de alimentos, la regulación del clima, la polinización de cultivos, la purificación del agua y la protección contra desastres naturales. Por lo tanto, su conservación y gestión adecuada son fundamentales para la salud y la sostenibilidad del ambiente y la sociedad (Quintero, 2014).

- Flora

El término "flora" se refiere a la totalidad de las plantas, árboles, arbustos y otros organismos vegetales que se encuentran en una zona geográfica específica, que puede ser desde una montaña o una sierra hasta una región, península o incluso un continente completo (Juste, 2020).



- Fauna

La fauna comprende todos los animales presentes en una región específica durante un período determinado. Por lo tanto, cuando hablamos de flora y fauna, nos referimos a todos los seres vivos, tanto animales como plantas, incluyendo árboles, arbustos y demás, que forman parte del mundo vegetal y animal de una zona particular en un momento específico (Juste, 2020).

- Componente socioeconómico

El componente socioeconómico abarca los factores relacionados con las condiciones sociales y económicas de una población, incluyendo aspectos como la educación, el empleo, los ingresos, la infraestructura y el acceso a servicios, que afectan el bienestar y la calidad de vida de las personas.

El componente socioeconómico abarca una amplia gama de factores interrelacionados que afectan el desarrollo y el bienestar de una sociedad, combinando aspectos económicos y sociales en su análisis y comprensión.

La actividad minera ha contribuido con recursos que han estimulado el progreso económico y el desarrollo de las comunidades que se encuentran en las áreas cercanas a los yacimientos mineros. Según lo establecido en la ley N° 27056, la mitad de los ingresos y rentas generados por la explotación de los recursos minerales por parte de los titulares de la actividad minera se distribuye entre los gobiernos regionales y locales (Villegas, 2017).



- Interés humano

Se refiere a la inquietud y el enfoque que las personas tienen sobre cuestiones ambientales debido a su influencia directa en la vida y el bienestar humano. Esto abarca cómo el cambio climático, la conservación de los recursos naturales y la protección de los ecosistemas influyen en la salud, la calidad de vida y el futuro de las comunidades. El interés humano en el ambiente destaca la relación entre el bienestar de las personas y la salud del planeta, enfatizando la importancia de proteger y mantener el entorno natural para las generaciones actuales y futuras (MacGill, 1980).

- Desarrollo social

El desarrollo social es un proceso que busca mejorar el bienestar de las personas, ligado a un desarrollo económico dinámico que, con el tiempo, eleva las condiciones de vida de toda la población en aspectos como salud, educación, nutrición, vivienda, vulnerabilidad, seguridad social, empleo y salarios. También conlleva la reducción de la pobreza y la desigualdad en los ingresos. En este proceso, el gobierno juega un papel crucial como promotor y coordinador, con la participación activa de actores sociales, tanto públicos como privados (Galindo, 2010).

CAPÍTULO III

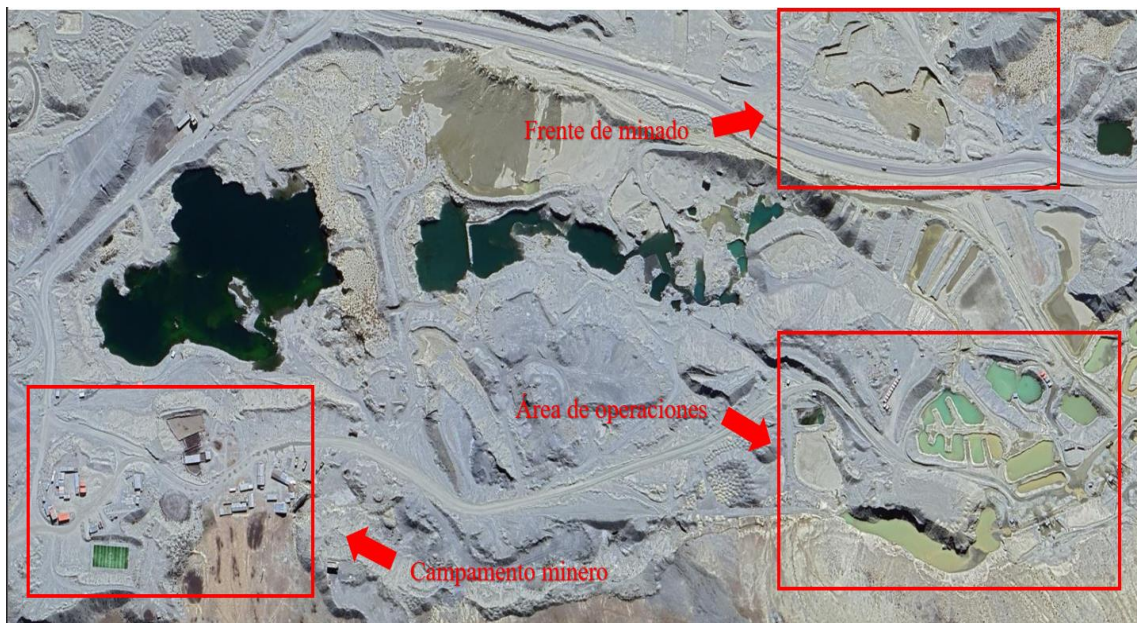
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE ESTUDIO

El proyecto Cruz Pata Chaquiminas está ubicado en la región de Puno, en la provincia de San Antonio de Putina y en el distrito de Ananea a una latitud de 14.912560° y longitud -69.874893° . Se ubica a 1,5 kilómetros del distrito de Ananea, a 4610 metros sobre el nivel del mar, cerca de la cordillera de los Andes.

Figura 7

Ubicación del proyecto Cruz Pata Chaquiminas



Nota: Imagen satelital del proyecto Cruz Pata Chaquiminas

3.1.1. Geología local

La geología de Ananea, Puno, se destaca por depósitos de oro orogénico en sedimentos metamorfizados distribuidos a lo largo de una franja tectónica NW-SE. Estas formaciones incluyen pizarras, siltitas y metareniscas de las formaciones Purumpata, Sandia y Ananea. La región es rica en minería artesanal



y de pequeña escala, con operaciones notables en minas como La Rinconada. Los depósitos se encuentran en una zona de intensa actividad tectónica y metamorfismo, lo que facilita la mineralización aurífera (Valdivieso y Mc Iver, 2019).

3.1.2. Geología regional

La geología regional de Ananea, en la región de Puno, se caracteriza por la presencia de depósitos de oro orogénico distribuidos en una franja tectónica de orientación NW-SE. Esta franja incluye formaciones geológicas como las formaciones Purumpata, Sandía y Ananea, compuestas principalmente por pizarras, siltitas y metareniscas. La región ha sido intensamente afectada por procesos tectónicos y metamórficos, lo que ha facilitado la mineralización aurífera. Además, la minería artesanal y de pequeña escala es prominente en la zona, con importantes operaciones en minas como La Rinconada (Valdivieso y Mc Iver, 2019).

Se saco de archivos el mapa de la geología local y regional ver anexo 2, el cual detalla sobre la geología del proyecto y las diferentes capas presentes tanto en el campamento, operaciones y frente de minado.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

- Población: “Un conjunto que abarca todos los casos que cumplen con ciertas especificaciones” (Hernández, 2014). Sera la concesión minera del proyecto Cruz Pata Chaquiminas.

Tabla 6

Coordenadas del área de proyecto Cruz Pata Chaquiminas

Vértice	Norte	Este	Área
1	8 376 315.61	441 597.56	
2	8 376 169.39	441 593.26	
3	8 376 316.08	436 600.88	
4	8 378 313.04	436 659.56	997.8191
5	8 378 313.04	441 651.94	
6	8 377 266.75	441 625.51	
7	8 376 320.90	441 539.4	

Nota: GEOCATMIN, 2023

- Muestra: “Un subconjunto de la población o universo del cual se recopilan los datos, y que debe ser representativo de toda la población” (Hernández, 2014). Sera el área de impacto directo del proyecto Cruz pata Chaquiminas

Tabla 7

Área de impacto directo del proyecto Cruz pata Chaquiminas

Áreas auxiliares	Norte	Este	Observación
Grifo	8377520.902	439431.961	Derrame de combustible
Planta de beneficio	8377554.058	439393.919	Derrame de mercurio
Mantenimiento	8377536.248	439453.652	Derrame de grasas
Áreas de bombeo	8377241.42	440433.172	Derrame de combustible
Áreas de bombeo intermedio	8377463.600	440078.999	
Almacén de temporal de residuos industriales peligroso	8377543.305	439489.599	Derrame de residuos industriales
Poza de aguas residuales de cocina	8377472.136	439653.334	Derrame de grasas

Nota: ABR Grupo consultor, 2022



3.3. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de enfoque cualitativo al explorar y comprender fenómenos complejos a través de la recolección de datos.

Teniendo en cuenta que, mediante la recolección y análisis de datos, es posible afinar las preguntas de investigación existentes o incluso descubrir nuevas interrogantes durante el proceso de interpretación (Hernández, 2014).

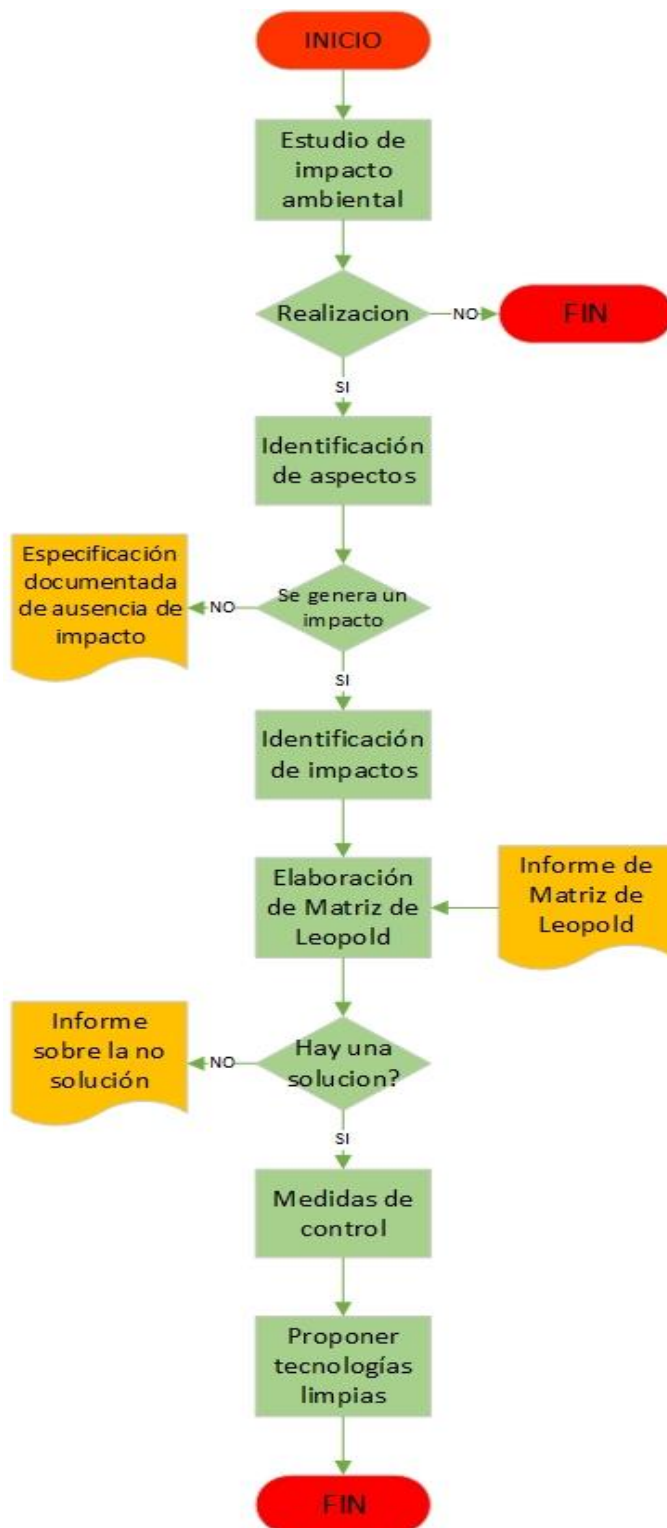
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

En esta investigación se adoptó un diseño no experimental, ya que no se manipuló ninguna variable. En lugar de intervenir en los fenómenos estudiados, se observó y analizó su comportamiento en su entorno natural. Este enfoque permitió identificar relaciones entre variables sin alterar las condiciones originales, lo que resultó ideal para estudiar el fenómeno en su contexto real. Así, se obtuvo información valiosa sobre tendencias y comportamientos sin influir en los factores que podrían haber modificado los resultados.

Se establece en función del tipo de investigación que se llevará a cabo y de la hipótesis que se va a poner a prueba durante el proceso de investigación. Se hace referencia a los diseños cuando se trata de investigación experimental, la cual busca demostrar que la modificación de una variable independiente provoca un cambio predecible en otra variable dependiente (Bernal, 2010).

Figura 8

Flujograma de proceso de identificación de impactos





3.5. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Es de tipo descriptivo porque busca detallar y caracterizar los impactos ambientales derivados de las actividades mineras en dicho proyecto. Este enfoque permite documentar de manera sistemática y precisa los efectos ambientales observados y proponer tecnologías limpias específicas para reducir estos impactos. Al centrarse en describir los fenómenos tal como ocurren en el contexto del proyecto, esta investigación proporciona una base sólida para comprender la situación actual y desarrollar estrategias de intervención adecuadas.

Se puede describir como una investigación en la que no se manipulan variables de manera intencional. En estos estudios, no se modifican deliberadamente las variables independientes para evaluar su impacto sobre otras variables. En la investigación no experimental, simplemente se observan los fenómenos tal como ocurren en su entorno natural con el fin de analizarlos (Hernández, 2014).

3.6. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

Utiliza una modalidad de investigación de campo y documental porque combina la recolección de datos directamente en el lugar donde se desarrollan las actividades mineras con la revisión exhaustiva de documentos y fuentes bibliográficas relevantes. La investigación de campo permite observar y medir los impactos ambientales in situ, así como recoger testimonios y experiencias de los actores involucrados. Por otro lado, la investigación documental proporciona el marco teórico y contextual necesario, apoyando la identificación de tecnologías limpias y estrategias basadas en estudios previos y normativas existentes. Esta combinación de enfoques garantiza una comprensión integral y bien fundamentada de los problemas y soluciones.



El progreso en investigación cualitativa ha sido notable, ya que ofrece una variedad de opciones para su ejecución, lo que no sucede con la recopilación de datos matemáticos, cada enfoque experimental considera los elementos más adecuados para su aplicación (Hernández , 2014).

3.7. ANÁLISIS DE VARIABLES

- Variable independiente

La variable independiente es la identificación de los impactos ambientales en las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas.

- Variable dependiente:

Las variables dependientes es proponer alternativas de tecnologías limpias en las actividades mineras del proyecto Cruz Pata Chaquiminas.

3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

3.8.1. Técnicas

- Evaluación de impacto ambiental:

Realizar evaluaciones de impacto ambiental antes y después de la implementación de tecnologías limpias para evaluar su efectividad en la reducción de los impactos ambientales. Esto podría incluir la comparación de datos ambientales recopilados antes y después de la implementación de las tecnologías limpias.



3.8.2. Instrumentos

- Lista de verificación con matriz de Leopold:

Se desarrollaron listas de verificación para evaluar la implementación y el funcionamiento de las tecnologías limpias en diferentes áreas de la operación minera, como el los componentes afectos y las actividades en el proyecto Cruz Pata Chaquiminas.

- Registros operativos y documentación técnica:

Se revisaron registros operativos y documentación técnica relacionada con la implementación y el mantenimiento de las tecnologías limpias en el proyecto minero, como registros de mantenimiento de equipos, informes de desempeño ambiental y manuales de operación.

3.8.3. Análisis de datos

- Identificación de impactos:

Se inicia detectando todas las interacciones potenciales entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales, completando las celdas correspondientes con la magnitud e importancia de cada impacto.

- Evaluación y clasificación:

Cada impacto se evalúa según su magnitud e importancia. Aquellos con valores altos en ambas dimensiones se consideran críticos y necesitan atención especial. Los valores pueden sumarse o promediarse para calcular un índice global de impacto para cada actividad o componente ambiental.



$$I_{Total} = \sum (M_{ij} \times I_{ij})$$

Donde:

I_{Total} : Impacto total para una actividad o factor ambiental.

M_{ij} : Magnitud del impacto para la interacción i, j .

I_{ij} : Importancia del impacto para la interacción i, j .

- Categorización del impacto:

Basado en la evaluación y clasificación del impacto, se pueden valorizar los impactos en niveles como bajo, medio, severo, o crítico. Los umbrales para estas categorías se deben definir previamente según las actividades del proyecto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS

4.1.1. Mapa de identificación de impactos ambientales

Al realizar el monitoreo e inspecciones de los impactos ambientales a través del mapa de identificación ver anexo 3, se aprecia la presencia de impactos relacionadas al uso de hidrocarburos en la parte de motobombas, así mismo la inexistente presencia de una plataforma para evitar derrames de aceites y/o grasas ver anexo 5, y la presencia de varias motobombas distribuidas con el fin de la reutilización del agua por las pozas de sedimentación.

- Consumo de combustible de motobombas a diesel

Tabla 8

Estadística de consumo de combustible

Equipos mecánicos	unid/turno	horas/turno	turnos/días	Días/mes	gl/Horas	gl/turno	gl/día	g/mes	total
electrobombas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
motobombas diesel	6	4	2	25	1,2	4,8	9,6	240	1440

El consumo de galones (gl) en equipos como las motobombas diésel representa el uso de hidrocarburos, lo que implica la emisión de gases contaminantes como el (CO₂) y otros compuestos dañinos al quemarse el



diésel. Estas emisiones contribuyen al cambio climático y a la contaminación del aire, afectando la calidad del aire y contribuyendo al calentamiento global. Además, la filtración o derrame del combustible contamina el suelo y los cuerpos de agua cercanos, dañando el ambiente y poniendo en riesgo la biodiversidad.

Por otra parte, otro de los impactos ambientales observados fue la parte del área metalúrgica, ya que se hace uso del mercurio en el proceso de amalgamación, ya que al separar la grava aurífera el consumo de mercurio es proporcional, se evidencia el área con claros signos de contaminación, así mismo en el área de refogado se evidencia las paredes impregnadas con residuos de antiguo quemado por la operación de refogado, claramente signos de contaminación por parte y uso del mercurio.

- Amalgamación de la arena concentrada

Consiste en mezclar el mineral que contiene oro con mercurio, formando una amalgama. Este proceso se realiza después de triturar y moler el mineral para liberar las partículas de oro. La amalgama resultante se separa del material restante y luego se calienta para vaporizar el mercurio, dejando el oro puro.

Tabla 9

Estadística consumo de mercurio

(Hg)	(Au)
1 a 3 g	1g Au recuperado

Esta relación sugiere que, por cada gramo de oro extraído, se necesita una cantidad variable de mercurio, lo cual es preocupante desde un punto de vista ambiental, ya que el mercurio es altamente tóxico. Su uso, particularmente en la extracción de oro, puede contaminar cuerpos de agua, suelos y afectar a los ecosistemas y la salud humana debido a su capacidad de bioacumulación en la cadena alimentaria.

- Quemado o refogado de la amalgama

Implica calentar el mineral que contiene oro junto con mercurio en un recipiente cerrado. Durante el calentamiento, el mercurio se vaporiza y se condensa en un área separada, mientras que el oro se queda en el recipiente original. Este proceso permite recuperar el oro y el mercurio para su reutilización, pero requiere precauciones rigurosas debido a la toxicidad del mercurio y el riesgo de exposición a sus vapores.

Tabla 10

Estadística del mercurio recuperado

Proporción de Hg	Recuperación estimada de Hg
2 g de Hg por 1 g de Au	80%: 1,8 g de Hg por 1 g de Au

Esto implica que, incluso con los métodos de recuperación más eficientes, una parte del mercurio utilizado no se recupera, lo que puede terminar liberado en el ambiente, causando contaminación. Un bajo porcentaje de recuperación implica un mayor riesgo de contaminación,



mientras que una mayor eficiencia reduce, pero no elimina, la posibilidad de liberación de mercurio.

4.1.2. Aplicación de la matriz de Leopold para las actividades con más impacto

Conforme al mapa de identificación de impactos se aplicó la matriz de Leopold ver anexo 4 donde se tuvo que, las actividades que tuvieron mayor impacto ambiental fueron: uso de motobombas para el transporte de agua, proceso de amalgamación y proceso de refogado.

- Check list para la aplicación de la matriz de Leopold

El uso de un check list para aplicar la matriz de Leopold nos permitirá organizar y evaluar de manera sistemática las actividades que tenga más impacto, así mismo a través de una lista estructurada, se asegura que no se omitan actividades clave ni componentes ambientales relevantes. Esto facilita la identificación de cada actividad podría tener en la fase de operación, permitiendo evaluar de forma clara la magnitud y relevancia de dichos impactos como muestra la siguiente figura.

Figura 9

Check list de la matriz de Leopold

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS ACTIVIDADES MINERAS- PROYECTO MINERO CRUZ PATA CHAQUIMINAS												
Componente Ambientales			FASE DE OPERACIÓN									
			Extracción de material aurífero en seco	Acarreo y transporte de material	Uso de motobombas y monitores de agua para la separación de material aurífero	Acarreo y transporte de grava lavada y arena gruesa	Disposición de grava lavada y arena gruesa	Recirculación de agua mediante motobombas	Disposición de concentrado aurífero	Amalgamación de la arena concentrada	Quemado o relgado de la amalgama	Disposición de arenilla impactada con mercurio
Componente Físico - Químico	SUELO	Suelo superficial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Gravas auríferas	-							-	-	
	Agua	Calidad de aguas superficiales			-				-			
		Calidad de aguas subterráneas			-				-	-	-	-
	Aire	Material particulado	-	-		-				-		
		Gases en el aire	-	-	-	-			-		-	
Componente Biológico	Flora	Terrestre	-					-	-	-	-	
		Acuático			-			-				
	Fauna	Terrestre	-					-	-	-	-	
		Acuático			-			-				
Componente Socioeconómico	Intereses humanos	Paisaje	-	-	-	-	-		-		-	
		Aspectos culturales			-				+		-	-
	Desarrollo social	Calidad de vida	-		-				-		-	
		Salud y seguridad			-				-		-	-
		Generación de Empleos	+	+	-				-	+	-	-
		Accesos de Transporte	-	-	-							

- Uso de motobombas y monitores de agua para la separación de material aurífero:

El uso de motobombas a diesel genera un impacto ambiental del cual se puede evidenciar el derrame de hidrocarburos por no contar con una plataforma afectando al suelo superficial, el uso del agua para bombear hacia las tolvas con una recirculación del mismo agua pero no al 100%, también teniendo un impacto por los gases contaminantes producidos por la combustión afectando el componente biológico, asimismo el interés estético conjuntamente la ética cultural, poniendo en riesgo la calidad de

vida de los trabajadores como su seguridad, y teniendo como único punto positivo la generación de empleo.

$$I_{Total} = \sum (M_{ij} \times I_{ij})$$

$$I_{Total} = -128$$

Clasificado como impacto crítico tal como lo especifica la siguiente tabla:

Tabla 11

Valorización de impactos negativa uso de motobombas y monitores de agua

Valorización de impactos	
Impacto Bajo	-1 – -30
Impacto Medio	-31 – -61
Impacto Severo	-61 – -92
Impacto Crítico	> -93

Nota: Silva e Moraes (2012)

- Amalgamación de la arena concentrada:

En esta actividad se evidencia el uso del mercurio, para la mejor obtención del mineral (oro), por ende, se evidencia que al estar en un cuarto de concreto hay exposición de mercurio al ambiente, esto afectando a las gravas auríferas, así mismo se produce el material particulado dentro del cuarto, afectando la flora y fauna terrestre, con una calidad de vida y seguridad baja y por la contaminación tan latente poca probabilidad de generar empleos.

$$I_{Total} = \sum (M_{ij} \times I_{ij})$$

$$I_{Total} = -140$$

Clasificado como impacto critico tal como lo especifica la siguiente tabla:

Tabla 12

Valorización de impactos negativa amalgamación de la arena concentrada

Valorización de impactos	
Impacto Bajo	-1 – -30
Impacto Medio	-31 – -61
Impacto Severo	-61 – -92
Impacto Critico	> -93

Nota: Silva e Moraes (2012)

- Quemado o refogado de la amalgama:

Al querer recuperar mercurio por el proceso de refogado no todo es recuperado, teniendo una fuga por los gases generados teniendo un impacto ambiental al aire, así mismo a los animales terrestres cercanos, por consecuente una calidad vida y seguridad baja haciendo que haya una probabilidad que no genere empleos para este tipo de trabajo.

$$I_{Total} = \sum (M_{ij} \times I_{ij})$$

$$I_{Total} = -89$$

Clasificado como impacto severo tal como lo especifica la siguiente tabla:

Tabla 13*Valorización de impactos negativa quemado o refogado de la amalgama*

Valorización de impactos	
Impacto Bajo	-1 – -30
Impacto Medio	-31 – -61
Impacto Severo	-61 – -92
Impacto Critico	> -93

Nota: Silva e Moraes (2012)

- Disposición de arenilla impactada con mercurio

Se refiere al tratamiento de sedimentos afectados por este metal, generalmente debido a prácticas mineras que lo emplean para la extracción de oro. Si no se maneja correctamente, la arenilla puede liberar mercurio al entorno, contaminando suelos y cuerpos de agua, afectando la fauna acuática y la salud humana mediante la acumulación de metilmercurio en la cadena alimentaria. Debido a la persistencia y toxicidad del mercurio, sus efectos ambientales y de salud pueden ser duraderos.

$$I_{Total} = \sum (M_{ij} \times I_{ij})$$

$$I_{Total} = -84$$

Clasificado como impacto severo tal como lo especifica la siguiente tabla:

Tabla 14

Valorización de impactos negativa disposición de arenilla impactada con mercurio

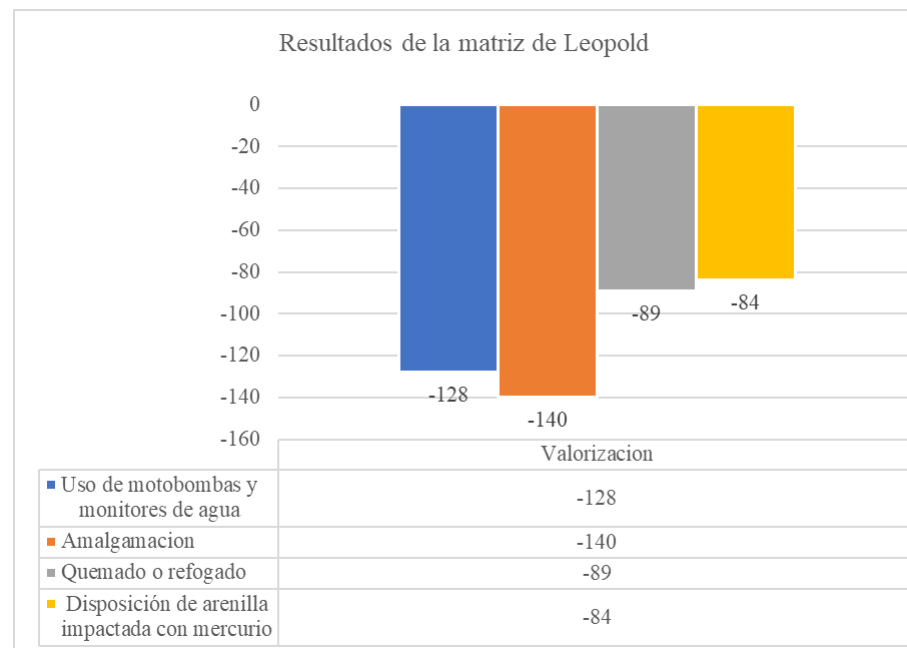
Valorización de impactos	
Impacto Bajo	-1 – -30
Impacto Medio	-31 – -61
Impacto Severo	-61 – -92
Impacto Critico	> -93

Nota: Silva e Moraes (2012)

Los resultados de la matriz de Leopold revelan impactos ambientales negativos significativos en varias actividades del proyecto. El uso de motobombas y monitores de agua presenta un impacto considerable con una valoración de -128, mientras que la amalgamación, con una valoración de -140, es la actividad más perjudicial debido a la liberación de mercurio. El quemado o refogado tiene un impacto severo de -89, relacionado con la emisión de gases y partículas tóxicas, y la disposición de la arenilla con mercurio muestra un impacto similar -84 por la contaminación del suelo y agua.

Figura 10

Resultados de la valorización negativa de la matriz de Leopold



4.2 PROPUESTAS DE TECNOLOGIAS LIMPIAS

4.2.1. Check list en la aplicación de la matriz de Leopold para las tecnologías limpias

Aplicando la matriz de Leopold al uso electrobombas y la mesa gravimétrica para verificar el impacto en los componentes ambientales, y como se tiene un cambio positivo para el ambiente ver anexo 7, así mismo se realizó la lista de check list para las tecnologías limpia como en la siguiente figura.

Figura 11

Check list de la matriz de Leopold aplicando propuesta de tecnologías limpias

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS ACTIVIDADES MINERAS- PROYECTO MINERO CRUZ PATA											
CHAQUIMINAS											
Componente Ambientales			FASE DE OPERACIÓN								
			Extracción de material aurífero en seco	Acarreo y transporte de material	Uso de electrobombas monitores de agua para la separación de	Acarreo y transporte de grava lavada y arena gruesa	Disposición de grava lavada y arena gruesa	Recirculación de agua mediante electrobombas	Disposición de concentrado aurífero	Uso de mesa gravimétrica	Disposición de arenilla sin valor económico
Componente Físico - Químico	SUELO	Suelo superficial	-	-		-	-		-		
		Gravas auríferas	-						-		
	Agua	Calidad de aguas superficiales			+			+		+	
		Calidad de aguas subterráneas			+			+	-		+
	Aire	Material particulado	-	-		-					
		Gases en el aire	-	-		-					
Componente Biológico	Flora	Terrestre	-					-	-	-	
		Acuático								+	
	Fauna	Terrestre	-					-	-	-	
		Acuático								+	
Componente Socioeconómico	Intereses humanos	Interés estético	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Aspectos culturales			+			+		+	-
	Estatus cultural	Calidad de vida	-		+			+		+	
		Salud y seguridad			+			+		+	+
		Generación de empleos directos e indirectos	+	+	+			+	+	+	
		Accesos de transporte	-	-	-						

4.2.2. Matriz de Leopold para uso de electrobombas

Las electrobombas ofrecen varios beneficios, entre ellos un menor consumo energético, alta eficiencia y bajo costo de mantenimiento. Al usar electricidad como fuente de energía, reducen la emisión de gases contaminantes. Además, su diseño permite extraer y trasladar agua de manera más sostenible, optimizando la calidad del agua sin causar un impacto ambiental significativo. En general, su implementación contribuye a la reducción de la huella de carbono y apoya un manejo más eficiente y ecológico de los recursos naturales ver Anexo 5.

$$I_{Total} = \sum (M_{ij} \times I_{ij})$$

$$I_{Total} = 29$$

Clasificado como impacto bajo tal como lo especifica la siguiente tabla:

Tabla 15

Valorización de impactos positiva uso de electrobombas

Valorización de impactos	
Impacto Bajo	1 – 30
Impacto Medio	31 – 61
Impacto Severo	61 – 92
Impacto Critico	> 93

Nota: Silva e Moraes (2012)

4.2.3. Matriz de Leopold para uso de mesa gravimétrica

Las mesas gravimétricas ofrecen ventajas importantes, como alta eficiencia en la separación de minerales y bajo consumo energético. Al utilizar la gravedad como método de separación, se evitan el uso de productos químicos y procesos contaminantes, lo que reduce significativamente el impacto ambiental. Además, su operación permite recuperar minerales valiosos de manera precisa y sostenible, minimizando la pérdida de recursos ver anexo 6. En general, su uso promueve una minería más responsable, reduciendo la contaminación y mejorando la gestión de los residuos.

$$I_{Total} = \sum (M_{ij} \times I_{ij})$$

$$I_{Total} = 37$$

Clasificado como impacto medio tal como lo especifica la siguiente tabla:

Tabla 16

Valorización de impactos positiva uso de mesa gravimétrica

Valorización de impactos	
Impacto Bajo	1 – 30
Impacto Medio	31 – 61
Impacto Severo	61 – 92
Impacto Critico	> 93

Nota: Silva e Moraes (2012)

4.2.4. Matriz de Leopold para disposición de arenilla sin valor económico.

La disposición de arenilla sin valor económico presenta beneficios ambientales importantes, ya que al gestionar adecuadamente estos residuos se evita la contaminación del suelo y del agua. Al no contener componentes valiosos, su correcta disposición reduce el riesgo de impactos negativos en los ecosistemas cercanos y contribuye a mantener la estabilidad de las áreas afectadas por la extracción de minerales. Además, un manejo responsable de estos desechos minimiza la alteración del paisaje y favorece la rehabilitación de las zonas explotadas, promoviendo una minería más sostenible y respetuosa con el entorno natural.

$$I_{Total} = \sum (M_{ij} \times I_{ij})$$

$$I_{Total} = -14$$

Clasificado como impacto bajo tal como lo especifica la siguiente tabla:

Tabla 17

Valorización de impacto negativa disposición de arenilla

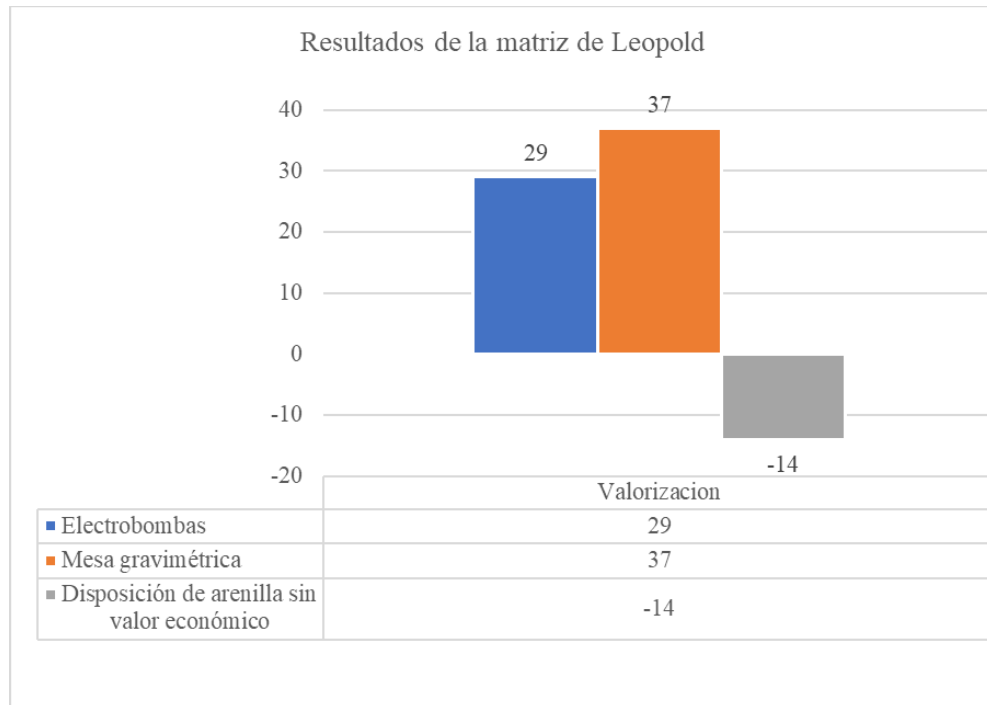
Valorización de impactos	
Impacto Bajo	-1 – -30
Impacto Medio	-31 – -61
Impacto Severo	-61 – -92
Impacto Critico	> -93

Nota: Silva e Moraes (2012)

La comparación de los resultados con tecnologías limpias propuestas mediante la matriz de Leopold muestra una mejora significativa en los impactos ambientales en comparación con los resultados anteriores. El uso de electrobombas obtuvo una valorización positiva de 29, lo que indica el no uso de los hidrocarburos y menor contaminación en comparación con las motobombas a diesel. El uso de la mesa gravimétrica, con una valorización positiva de 37, refleja un impacto favorable, al reducir la necesidad de mercurio en el proceso de extracción de oro. Aunque la disposición de la arenilla sigue teniendo una valorización negativa de -14, es notablemente inferior a los -84 registrados antes, lo que sugiere que las tecnologías limpias mitigan, aunque no eliminan por completo, los impactos negativos en el ambiente. En general, las tecnologías limpias reducen significativamente los efectos adversos, y mejoraran la sostenibilidad del proyecto.

Figura 12

Resultados de la valorización de la matriz de Leopold aplicando las tecnologías limpias



4.3 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Al aplicar la matriz de Leopold para identificar los impactos ambientales en las actividades del proyecto Cruz Pata Chaquiminas, se observaron impactos negativos relacionados con el uso de hidrocarburos y mercurio, los cuales afectan significativamente los componentes ambientales, Caicedo (2014) afirma que “los procesos de beneficio del mineral provocan impactos ambientales de gran relevancia, ya que afectan diversos recursos naturales, como el agua, el aire, la fauna y la flora. Además, influyen en la salud de la población minera y de las comunidades cercanas, debido al uso de sustancias como el mercurio. Entre los principales efectos negativos se incluyen la pérdida de biodiversidad, la degradación de los suelos, la deforestación y la contaminación de cuerpos de agua”. Esto resalta la necesidad de proponer alternativas de tecnologías limpias que mantengan los niveles de producción, minimizando y evitando



los impactos ambientales negativos, como dijo Rodríguez (2017) “la adopción de tecnologías limpias, contribuye significativamente a reducir el uso de mercurio y aumentar la recuperación de oro, lo que a su vez disminuye los impactos negativos en la salud y el ambiente”. Afirmamos las actividades en el proyecto tienen un impacto negativo en el medio ambiente, pero con uso bueno de instrumentos de identificación de impactos ambiental, como la matriz de Leopold y adecuada implementación de tecnologías limpias, permitirán obtener una visión más clara y detallada de estos impactos adversos.

La confianza en las antiguas tecnologías, debido a su rentabilidad y larga trayectoria, plantea desafíos para la adopción de tecnologías limpias. La implementación y aceptación de estas nuevas tecnologías se convierte en una cuestión crucial, ya que deben demostrar ser tan eficaces y rentables como las anteriores, por ejemplo, Polo *et al.*, (2020) afirma que “actualmente existen tecnologías que permiten una gestión ambiental eficaz en la minería al abordar las causas de los problemas, sin embargo aunque las tecnologías de producción limpia pueden mejorar la calidad y eficiencia de la producción, suelen quedar en segundo plano debido al elevado costo de implementación en comparación con las tecnologías convencionales”. Una buena gestión ambiental depende de la adopción de tecnologías de producción más limpia. Se aprecia que se debe adoptar buenas prácticas en gestión y administración para optar la implementación de las tecnologías limpias.



V. CONCLUSIONES

- Se identificaron los impactos ambientales y se propuso alternativas de tecnologías limpias para el proyecto Cruz Pata Chaquiminas – 2023, mediante el mapa de identificación de impactos ambientales y la matriz de Leopold. Esto permitió reconocer las actividades con más impacto negativo, como el uso de motobombas y monitores de agua para la separación de material aurífero, amalgamación de la arena concentrada, quemado o refogado de la amalgama y disposición de arenilla impactada con mercurio. Finalmente se propuso la aplicación de tecnologías limpias como las electrobombas y mesa gravimétrica, para la mitigación de los impactos.
- Se han identificado actividades con alto impacto ambiental, las fueron el uso de motobombas y monitores de agua para la separación de material aurífero con una valorización total de -128 “impacto crítico negativo”; para la amalgamación de la arena concentrada con una valorización de -140 “impacto crítico negativo”; para el quemado o refogado de la amalgama con una valorización total de -89 “impacto severo negativo”, y finalmente para la disposición de arenilla impactada con mercurio con una valorización total de -84 “impacto severo negativo”; estas son las actividades con un gran impacto negativo para el ambiente.
- Se propuso alternativas de tecnologías limpias como el uso de electrobombas y la mesa gravimétrica, así mismo se aplicó la matriz de Leopold para verificar su impacto positivo para el ambiente teniendo que; el uso de electrobombas y monitores de agua para la separación de material aurífero con una valorización total de 29 “impacto bajo positivo”, para el uso de mesa gravimétrica con una valorización total de 37 “impacto medio positivo”; donde se puede apreciar que se tendrá impactos positivos para el ambiente y la población cercana de Ananea.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar diferentes tipos de evaluaciones de impacto ambiental con el fin de identificar y demostrar tanto los impactos beneficiosos como los posibles impactos negativos de las actividades mineras. Estas evaluaciones permitirán una comprensión integral de cómo las operaciones mineras afectan el entorno, facilitando la toma de decisiones informada y la implementación de medidas adecuadas para maximizar los beneficios y minimizar los efectos adversos.
- Para garantizar la aplicación efectiva de las tecnologías limpias, se recomienda llevar a cabo monitoreos continuos del impacto ambiental, realizar inspecciones regulares de los equipos utilizados y asegurar un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado de dichos equipos. Esto permitirá identificar y corregir rápidamente cualquier desviación o problema, asegurando el cumplimiento de los estándares ambientales y la eficiencia de las tecnologías implementadas.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 911 Metallurgist. (2024). *Mesa de Concentración Gravimétrica – Uso y Funcionamiento*.
<https://www.911metallurgist.com/metalurgia/mesas-gravimetrica/>
- Amaya Ladino, D. L. (2018). *Alternativas de tecnologías limpias para el reemplazo del mercurio en la minería aurífera*. Fundación universidad de américa.
<https://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/7137>
- ATSRD. (1999). *Resumen de Salud Pública: Mercurio*.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.pdf
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación* (3.^a ed.). Pearson Educación.
<https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigación-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Caicedo González, S. L. (2014). Planteamiento de una tecnología de producción más limpia para el proceso de beneficio de oro sin mercurio. *Universidad Militar Nueva Granada*, 22.
- Candia Palomino, V. A. (2017). *Tecnología limpia como alternativa a la técnica de la cianuración de oro con cianuro de sodio que impacta al medio ambiente en el procesamiento de minerales de oro en la actividad minera informal en el peru* [Universidad Nacional «San Luis Gonzaga de Ica»].
<https://repositorio.unica.edu.pe/items/edd84c74-9afc-4b41-9a01-6ff2bd1e2960>
- Costeau, J. Y. (1992). Impacto ambiental. El planeta herido. *Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, 132-162.
- Delgado Díez, B., & García Fernández, I. (2015). Evaluación del impacto ambiental de la tecnología para el procesamiento de una mena cuarzosa de oro. *Geociencias*.
http://www.redciencia.cu/geobiblio/paper/2015_Delgado%20Diez.pdf
- Galindo López, L. B. (2010). El Desarrollo Social sus orígenes y definición conceptual. *Savia: Revista de investigación e intervención social*, 9, 6-10.
<https://doi.org/10.36794/savia.vi9.37>



- Gallardo Martínez, D., Cabrera Díaz, I., Bruguera Amaran, N., & Madrazo Escalona, F. (2013). Evaluación de impactos ambientales provocados por la actividad minera en la localidad de Santa Lucía, Pinar del Río. *Avances*, 15(1), 98-116.
- Gobierno regional Puno. (2010). *Ordenanza regional regule el uso de hidrocarburos en las actividades mineras desarrolladas en el ambito regional* [Comunicación personal].
- Guerra, M. (2008). *Historia del Petróleo en el Perú* (Primera). Ediciones Copé. <https://cultura.petroperu.com.pe/biblioteca-cope/historia-del-petroleo-en-el-peru/>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). Mc Graw Hill Education. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista- Metodología%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- HIDROMECA Ingenieros s.a.c. (2023). *Electrobombas en Perú: Soluciones eficientes*. <https://hidromecingenieros.com/electrobombas-en-peru-soluciones-eficientes/>
- Juste, I. (2020). *Qué es la flora y fauna*. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-flora-y-fauna-1618.html>
- Ley Orgánica de Gobiernos Regionales. (2021). *Ley Orgánica establece y norma la estructura, organización, competencias y funciones de los gobiernos regionales* [Ley N° 27867].
- López Juvinao, D. D., & Salazar Morrón, M. M. (2016). Evaluación de impacto ambiental en la mina artesanal de arcilla, santa cruz en el municipio de manaure, la guajira. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 4(2), 72-118. <https://doi.org/10.17081/invinno.4.2.2486>
- Luna Arcilla, M. M., & Soto Hoyos, E. J. (2016). *Consideraciones ambientales por el uso de mercurio en minería aurífera en el municipio de el bagre, antioquia: Estrategias de producción limpia* [Universidad de Córdoba]. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/eeb4f57e-64e3-4f73-83d3-032177e6abcf>



- MacGill Hughes, H. (1980). *News and the Human Interest Story* (1st Edition). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9781315125299>
- Mendoza Estrada, J., González Monroy, L., & Ruiz Lázaro, A. (2016). Tecnologías de producción más limpias: Una revisión del estado del arte. *Investigación y Desarrollo en TIC*, 7(1), 29-33.
- Moschella Miloslavich, P. (2011). *Impactos ambientales de la minería aurífera y percepción local en la microcuenca Huacamayo, madre de dios*. [Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1195#:~:text=En%20la%20fase%20de%20explotación,al%2031%25%20de%20la%20microcuenca>.
- Moschella, P. (2019). ¿Es posible una minería aurífera en pequeña escala responsable con el ambiente?: Impactos ambientales y percepción en una microcuenca de la Amazonía del sur peruana. *Espacio y Desarrollo*, 33, 117-141.
<https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201901.006>
- Normas Legales Perú. (2019). *Aprueban el Plan Nacional de Aplicación del Convenio de Minamata sobre el Mercurio* [D. S. N° 004-2019-MINAN].
- Orihuela Verano, R. (2018). *Análisis de la implementación de tecnologías limpias en el sector minero de Cajamarca durante los años 2008- 2018: Una revisión de la literatura científica* [Universidad Privada del Norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24723>
- Pascucci, S. (2011). *Soil Contamination*. InTech.
<https://www.intechopen.com/books/411>
- Pérez Flórez, T. M., & Sabogal Arias, M. A. (2015). *Formulación de estrategias de manejo ambiental para los impactos ambientales generados por procesos de minería a cielo abierto en el humedal laguna de la herrera* [Universidad Libre de Colombia].
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8118/PROYECTO%20ODE%20GRADO%20TANIA%20PEREZ-ALEJANDRA%20SABOGAL%20PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



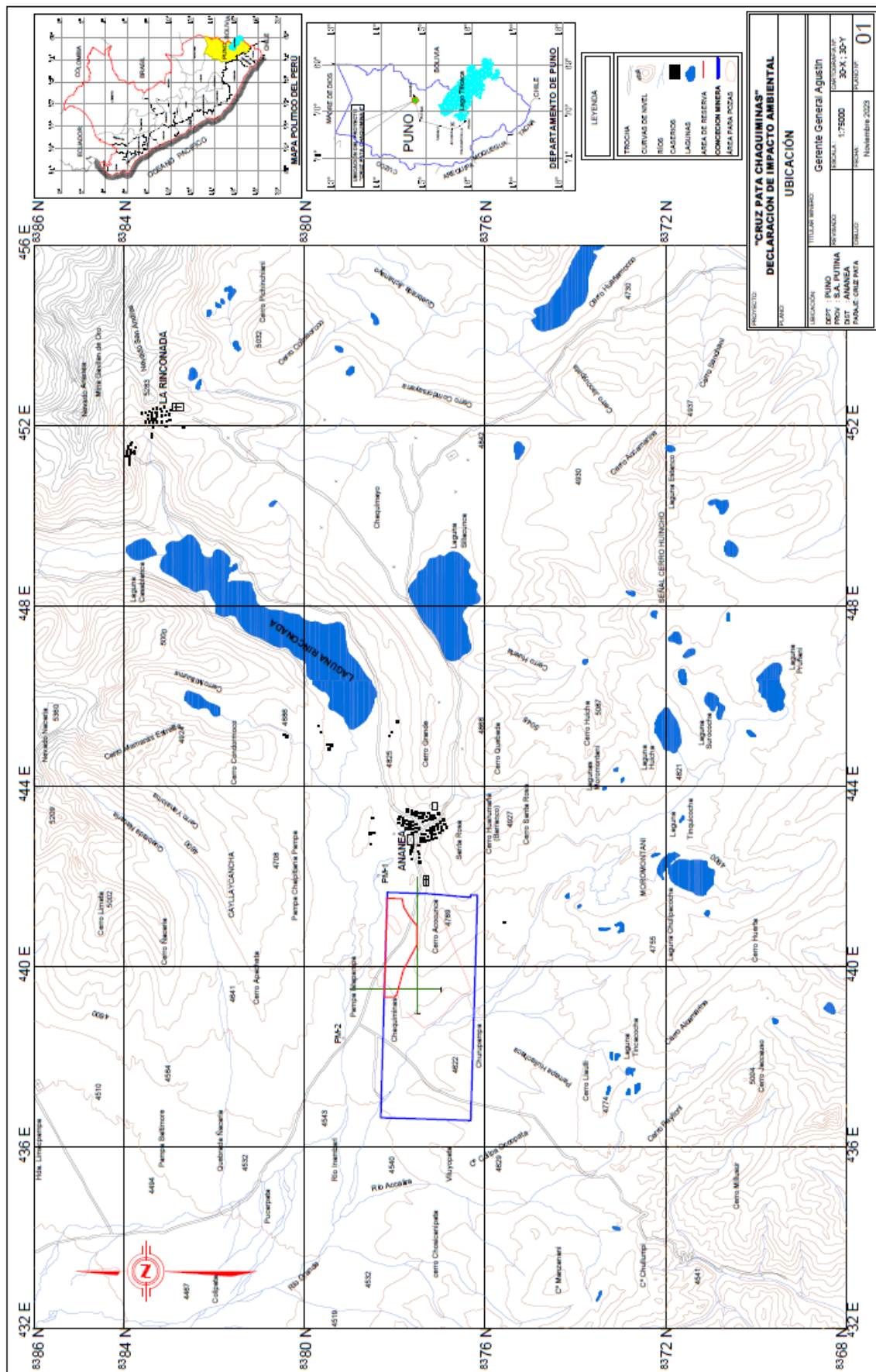
- Polo Bornachera, K., López Juvinao, D. D., & Henríquez Jaramillo, A. (2020). Transferencia tecnológica para la producción limpia en la minería de materiales aluviales en La Guajira, Colombia. *Investigación e Innovación en Ingenierías*, 8(1), 6-20. <https://doi.org/10.17081/invinno.8.1.3535>
- Proyecto Prevenir. (2021). *Mesas gravimétricas: Una tecnología sostenible para la pequeña minería de oro en el Perú*. <https://preveniramazonia.pe/mesas-gravimetricas-mercurio/>
- Quintero, A. (2014). *Componentes físicos químicos y biológicos*. https://prezi.com/_chmcmdc-y1c/componentes-fisicos-quimicos-y-biologicos/
- Rodríguez Mur, I. C. (2017). Implementación tecnologías limpias en unidades mineras ubicadas en la zona aurífera del departamento de Antioquia. *Teknos revista científica*, 17(1), 30. <https://doi.org/10.25044/25392190.887>
- Rojas Guano, N. (2020). *Control operativo de los impactos ambientales generados por la Operación de Concesión Minera Pazmiño Código 1090012, Parroquia Tocachi, Cantón Pedro Moncayo, Provincia Pichincha* [Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/847>
- Sánchez Londoño, Y. E., & López Juviano, D. D. (2020). Tecnologías limpias para la mejora de la gestión ambiental de la minería de sal en La Guajira, Colombia. *Prospectiva*, 18(2).
- Sánchez Salinas, E., Ortiz Hernández, L., & Sánchez Ortiz, K. (2016). *Con-Ciencia Ambiental* (Universidad Autónoma del Estado de Morelos). <https://www.uaem.mx/dgds/files/libros/UAEM%20libro%20conciencia.pdf>
- SENACE. (2019). *Estrategia de Manejo Ambiental (EMA)*. <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2019/06/evento-9-Estrategia-de-Manejo-Ambiental.pdf>
- Valdivieso, Y., & Mc Iver, D. (2019). *Exploración de yacimientos de oro orogénico en la región puno*. BTM Ingeniería & Proyectos. <https://btmingeneria.blogspot.com/2019/11/exploracion-de-yacimientos-de-oro.html>



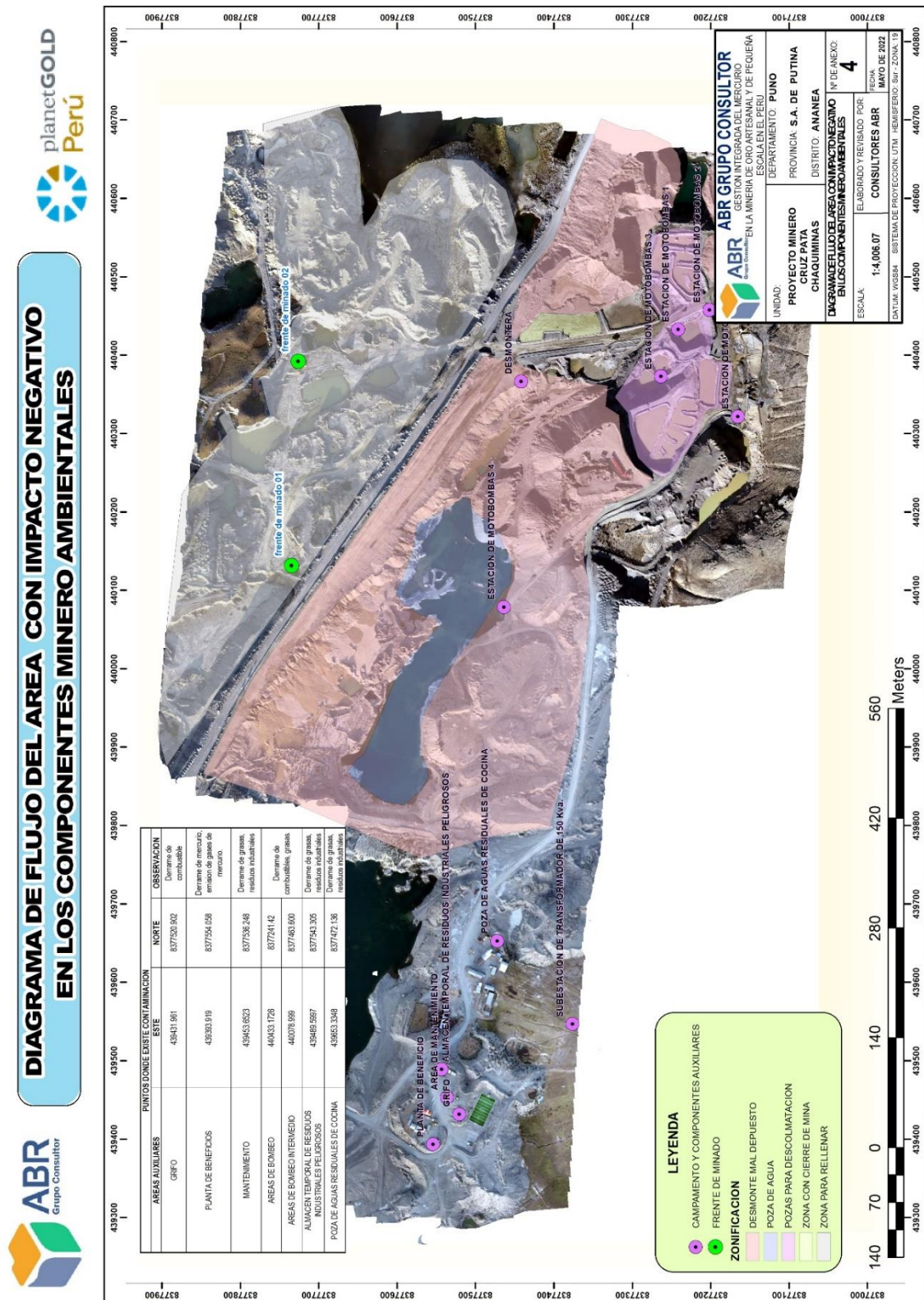
- Van Hoof, B., Monroy, N., & Saer, A. (2007). *Producción más limpia: Paradigma de gestión ambiental*. Universidad de los Andes.
- Verd, J. (2000). Recursos para las ctma: La matriz de Leopold, un instrumento para analizar noticias de prensa de temática ambiental. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 8(3), 239-246.
- Villegas, M. C. (2017). *El Impacto de la Minería en la Economía y el Desarrollo Social*. <https://dev.focoeconomico.org/2017/01/06/el-impacto-de-la-mineria-en-la-economia-y-el-desarrollo-social-parte-1/>
- Weitzenfeld, H. (1996). *Manual básico sobre Evaluación del impacto ambiental en el ambiente y la salud* (Segunda). Metepec. <https://www.binasss.sa.cr/opac-ms/media/digitales/Manual%20básico%20sobre%20evaluación%20del%20impacto%20en%20el%20ambiente%20y%20la%20salud%20de%20acciones%20proyectadas.pdf>
- Zúñiga Palma, H. (2009). *Elaboremos un estudio de impacto ambiental*. https://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2012/06/elaboremos_un_estudio_de_impacto_ambiental.pdf

ANEXOS

ANEXO 1. Ubicación política del proyecto Cruz Pata Chaquiminas



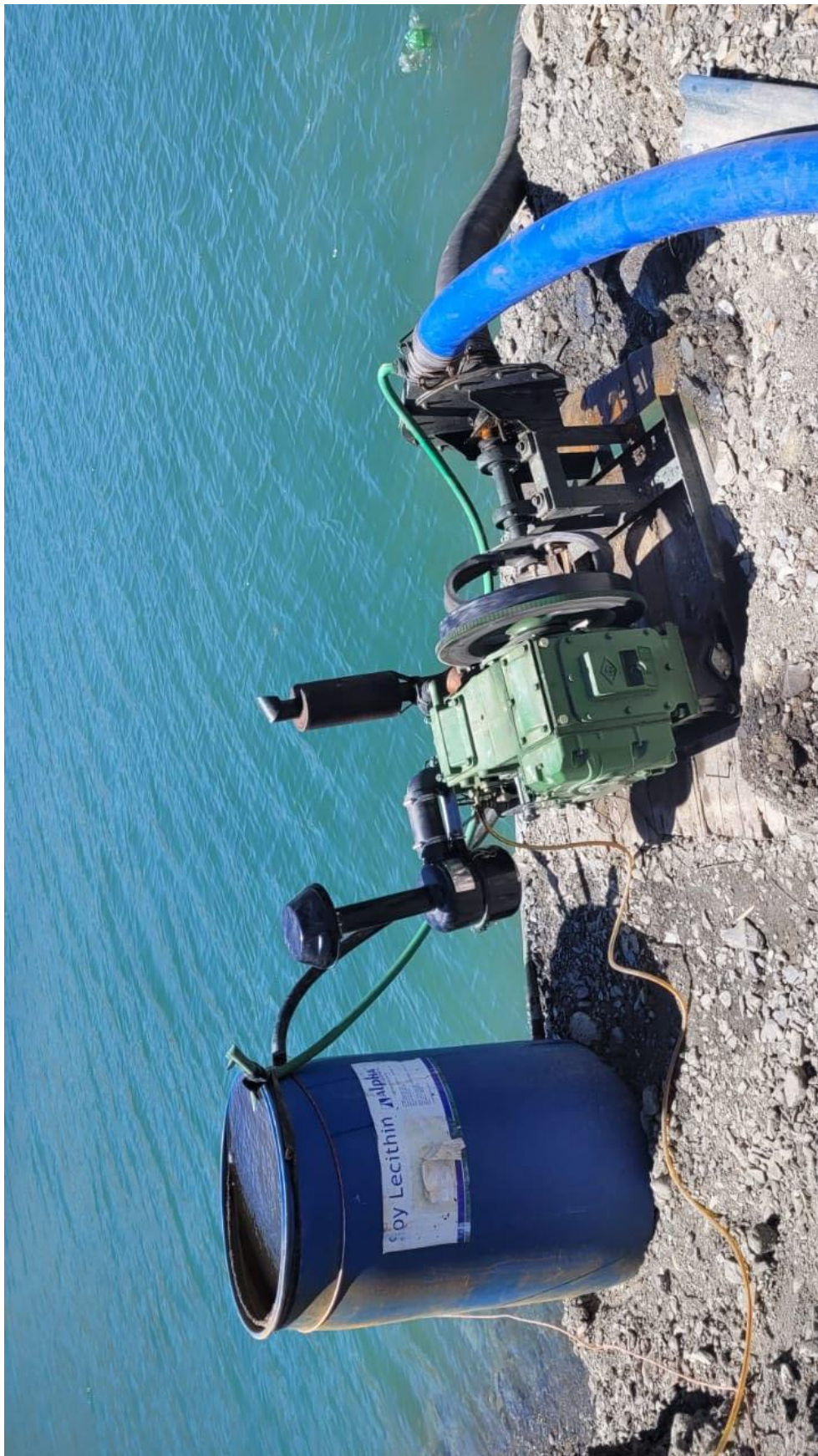
ANEXO 3. Mapa de identificación de los impactos ambientales del proyecto Cruz Pata Chaquiminas



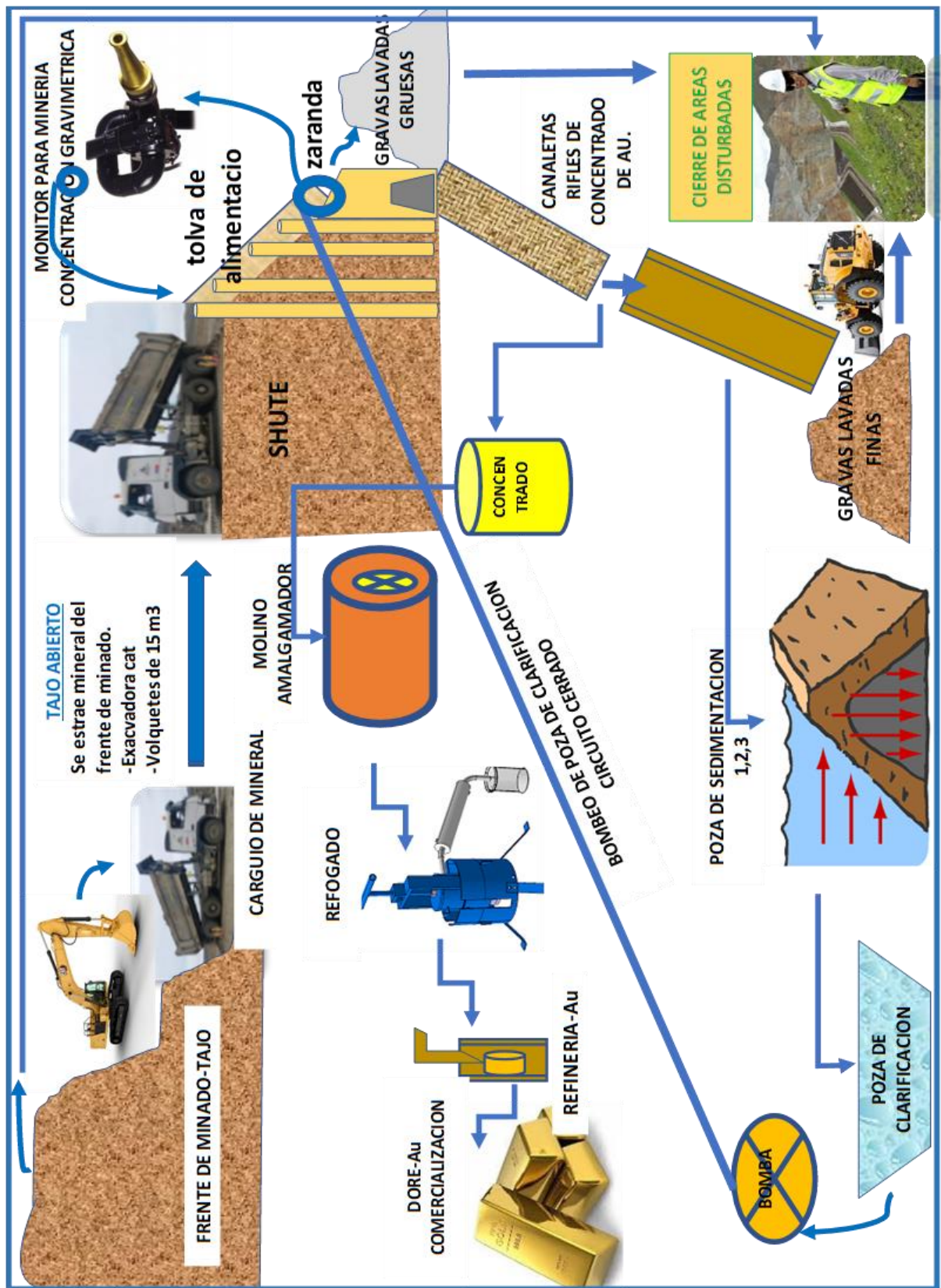
ANEXO 4. Identificación de actividades y componentes ambientales (matriz de Leopold)

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LAS ACTIVIDADES MINERAS- PROYECTO MINERO CRUZ PATA CHAQUIMINAS														
Componente ambientales		FASE DE OPERACIÓN										Afectaciones		
		Extracción de material aurífero en seco	Acarreo y transporte de material	Uso de motobombas y monitores de agua para la separación de material aurífero	Acarreo y transporte de grava lavada y arena gruesa	Disposición de grava lavada y arena gruesa	Recirculación de agua mediante motobombas	Disposición de concentrado aurífero	Amalgamación de la arena concentrada	Quemado o refogado de la amalgama	Disposición de arenilla impactada con mercurio	Positivas	Negativas	Sumatoria de la magnitud por la importancia
Componente Físico - Químico	SUELO	Suelo superficial	-3	-3	-6	-3	-1	-6	-1	-6	-6	0	9	-83
		Gravas auríferas	-1						-1	-9		0	3	-47
	Agua	Calidad de aguas superficiales			-7			-7				0	2	-28
		Calidad de aguas subterráneas			-6			-6	-3	-3	-6	0	5	-60
	Aire	Material particulado	-3	-3		-3				-9		0	4	-54
		Gases en el aire			-9			-9			-9	0	3	-135
Componente Biológico	Flora	Terrestre	-2				-2	-2	-2	-2	-2	0	5	-30
		Acuático			-3			-1				0	2	-4
	Fauna	Terrestre	-2				-2	-2	-2	-2	-2	0	6	-32
		Acuático			-3			-1				0	2	-4
Componente Socioeconómico	Intereses humanos	Paisaje	-3	-2	-2	-2	-3	-3	-3		-3	0	7	-54
		Aspectos culturales			-2			3			-3	1	2	7
	Desarrollo social	Calidad de vida	-3		-4			-4		-6	-6	0	5	-66
		Salud y seguridad			-5			-5		-6	-6	0	5	-64
		Generación de Empleos	6	6	-2			-2	6	-2	-2	3	4	64
		Accesos de Transporte	-2	-2	-2							0	3	-18
Afectaciones	Positivas	1	1	0	0	0	1	1	0	0				
Negativas	8	4	12	3	4	9	6	9	5	7				
Sumatoria de la magnitud por la importancia		-21	-3	-128	-21	-22	-92	-8	-140	-89			-608	

ANEXO 5. Motobomba a diesel



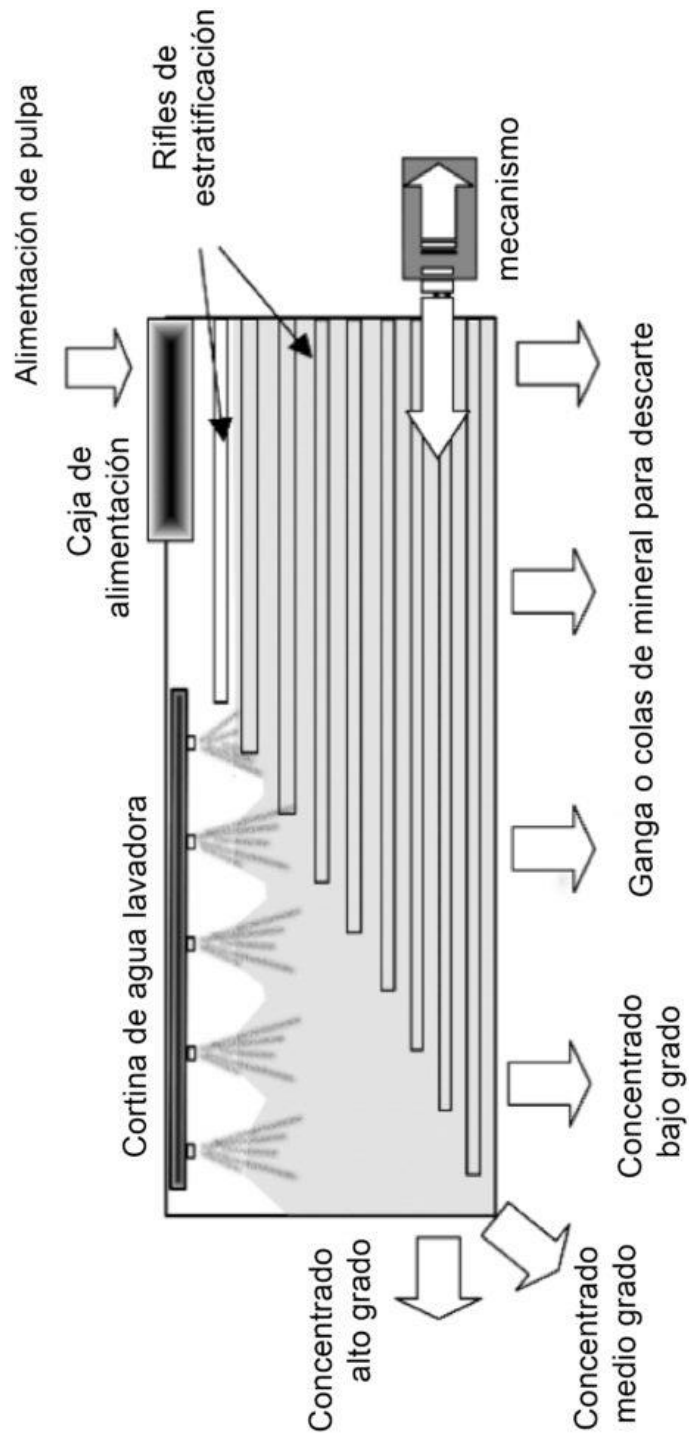
ANEXO 6. Flowsheet del proceso productivo de minería aluvial



ANEXO 7. Electrobomba autocebante



ANEXO 8. Función de la mesa gravimétrica



ANEXO 10. Vista de la canaleta/rifle



ANEXO 11. Vista de shutes (mellizos)



ANEXO 12. Vista ambiente de amalgamación



ANEXO 13. Vista ambiente de procesos metalúrgicos



ANEXO 14. Vista ambiente de refogado



ANEXO 15. Vista ambiente de refinado





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

Por el presente documento, Yo RICARDO BRANDON RAMOS HUÍSA identificado con DNI 73040283 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA DE MINAS

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

" IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y PROPUESTAS DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS DE LAS ACTIVIDADES MINERAS DEL PROYECTO CDR BATA CHAQUÍMINAS - ANAHEA - 2023 "

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 22 de OCTUBRE del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo RICARDO BRANDON RAMOS MUÑA
identificado con DNI 73040383 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA DE MINAS

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

" IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y PROPUESTAS DE TECNOLOGÍAS
LIMPIAS DE LAS ACTIVIDADES MINERAS DEL PROYECTO CRUZ PATA
CHAQUÍMINAS - ANANEA - 2023 "

Es un tema original.

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

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

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

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

Puno 22 de OCTUBRE del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella