



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN ACUMULACIÓN MAGNETITA SANTA LUCIA - PUNO

TESIS

PRESENTADA POR:

CRISTIAN RUELAS FLORES

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

PUNO – PERÚ

2024



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO DE EX
PLOTACIÓN ACUMULACIÓN MAGNETIT
A SANTA LUCIA - PUNO**

AUTOR

Cristian Ruelas Flores

RECuento DE PALABRAS

17971 Words

RECuento DE CARACTERES

99543 Characters

RECuento DE PÁGINAS

100 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.2MB

FECHA DE ENTREGA

Jan 29, 2024 9:04 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 29, 2024 9:07 AM GMT-5

● 19% de similitud general

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

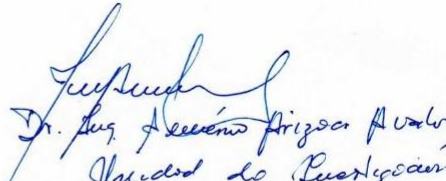
- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 8% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

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



ING. FIDEL HUISA MAMANI
INGENIERO DE MINAS
CIP 58788
CONSULTOR AMBIENTAL Y SEG. MINERA



Dr. Luz Arcenio Frizosa Flores
Unidad de Investigación

Resumen



DEDICATORIA

*A Dios por estar siempre conmigo por
ser mi luz que alumbra mi camino y
siempre estar en cada tropiezo y
ayudarme a levantarme con tu gran
amor, tú sabes lo mucho que te necesito,
sigue dándome fortaleza para lograr mis
metas y objetivos.*

*A mi madre Alicia y a mi mama grande Lucia
por estar siempre impulsándome a ser mejor y
brindándome su apoyo incondicional.*

Cristian Ruelas Flores.



AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, y específicamente a los profesores de la Facultad de Ingeniería de Minas, quienes, a través de su enseñanza de inestimables conocimientos, contribuyeron a mi crecimiento profesional diario. Mi profundo agradecimiento a todos ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo constante y sólida formación en el campo de la minería.

Deseo expresar mi gratitud al M.Sc Fidel Huisa Mamani, mi asesor de tesis, por brindarme la oportunidad de beneficiarme de su valioso conocimiento científico para alcanzar esta meta. Agradezco su motivación constante y su paciencia en el proceso.

A la Empresa Mecaminas E.I.R.L. por su confianza y las facilidades proporcionadas durante la elaboración de este proyecto de investigación.

Finalmente, agradezco a los miembros del jurado de tesis, por brindarme sus conocimientos y sus rigurosas observaciones que alinearon y orientaron la presente investigación.

Cristian Ruelas Flores.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ACRÓNIMOS	
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.2.1 Problema general.....	19
1.2.2 Problema específico	19
1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.3.1 Hipótesis general	20
1.3.2 Hipótesis específicas	20
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.4.1 Objetivo general	20
1.4.2 Objetivos específicos	21
1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	21



1.5.1	Impactos en ciencia y tecnología	22
1.5.2	Impactos sociales	23
1.5.3	Impactos ambientales	23

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.2	BASES TEÓRICAS	33
2.2.1	Política de conservación ambiental	33
2.2.2	Desarrollo sostenible	34
2.2.3	Minería sostenible	35
2.2.4	Método de Evaluación Rápida del Impacto Ambiental (RIAM)	37
2.2.4.1	Significatividad de los impactos ambientales evaluados	42
2.2.4.2	Codificación e identificación de las actividades del proyecto ..	43
2.2.4.3	Preparación del terreno superficial y construcción	44
2.2.4.4	Etapas de explotación	46
2.2.4.5	Identificación de los componentes ambientales del proyecto ...	47
2.2.4.6	Ambiente físico	48
2.2.4.7	Ambiente biológico.....	50
2.2.4.8	Ambiente Social.....	51
2.2.4.9	Ambiente Económico.....	53
2.2.5	Modelo matemático de sostenibilidad de Phillips.....	54
2.2.5.1	Definición del Ambiente (E).....	56
2.2.5.2	Definición de las necesidades e intereses humanos (H _{NI}).....	56
2.2.5.3	Determinación del nivel y naturaleza del desarrollo sostenible	57
2.2.5.4	Determinación de componentes S.....	58



2.3	MARCO LEGAL	62
2.3.1	Constitución Política del Perú	62
2.3.2	Ley general del ambiente	63
2.3.3	Ley del sistema nacional de evaluación y fiscalización ambiental	63
2.3.4	Ley del sistema nacional de evaluación del impacto ambiental.....	64
2.3.5	Decreto Supremo N° 019 – 2009 MINAM.....	64
2.3.6	Decreto Supremo N° 012 – 2009 MINAM.....	65
2.4	MARCO CONCEPTUAL	65
2.4.1	Impactos ambientales	65
2.4.2	Aspecto ambiental	66
2.4.3	Medio ambiente.....	66
2.4.4	Contaminación ambiental.....	66
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1	UBICACIÓN DEL ESTUDIO	67
3.1.1	Ubicación política	67
3.1.2	Ubicación geográfica	67
3.1.3	Accesibilidad.....	68
3.2	PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO	68
3.3	PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO.....	69
3.4	MÉTODO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	69
3.4.1	Método	69
3.4.2	Tipo de investigación	69
3.4.3	Diseño de la investigación	70
3.5	TÉCNICA	70



3.6	POBLACIÓN	70
3.7	MUESTRA.....	71
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1	VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL CON EL MÉTODO	
	RIAM.....	72
4.1.1	Identificación de los impactos ambientales.....	72
4.1.2	Matriz de calificación y valoración de los impactos ambientales	74
4.1.3	Jerarquización de los impactos ambientales	75
	4.1.3.1 Ambiente físico	75
	4.1.3.2 Ambiente biológico.....	76
	4.1.3.3 Ambiente socio cultural	77
	4.1.3.4 Ambiente económico	77
	4.1.3.5 Ambiente total.....	78
4.2	VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE EL MODELO	
	MATEMÁTICO DE PHILLIPS.....	81
4.2.1	Determinación de componentes de S	81
4.3	DISCUSIÓN	83
V.	CONCLUSIONES.....	85
VI.	RECOMENDACIONES	86
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
	ANEXOS.....	93

Área: Ingeniería de minas.

Tema: Monitoreo y evaluación del impacto ambiental en minería.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 19 de abril del 2024



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Escala de la importancia del componente.....	40
Tabla 2 Escala de la magnitud del cambio.....	41
Tabla 3 Escala de la permanencia del impacto	41
Tabla 4 Escala de la reversibilidad del impacto.....	42
Tabla 5 Escala de valoración de la acumulación del impacto	42
Tabla 6 Conversión de puntuaciones ambientales a bandas de rango	43
Tabla 7 Codificación de las actividades del proyecto de acumulación magnetita.....	44
Tabla 8 Identificación de los componentes ambientales.....	47
Tabla 9 Componentes de E primarios	58
Tabla 10 Coordenadas de concesión minera.....	67
Tabla 11 Accesibilidad	68
Tabla 12 Identificación de impactos ambientales en el proyecto	72
Tabla 13 Matriz de calificación y valoración de los impactos ambientales	74
Tabla 14 Jerarquización de los impactos ambientales	75
Tabla 15 Puntaje ambiental.....	79
Tabla 16 Escore relativo	82



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Las tres dimensiones del concepto de sostenibilidad	35
Figura 2 Diagrama de flujo de los procesos escalonados	61
Figura 3 Impactos y ambiente físico.....	76
Figura 4 Impactos y ambiente biológico	76
Figura 5 Impactos y ambiente socio cultural.....	77
Figura 6 Impactos y ambiente económico	78
Figura 7 Impactos y ambiente total	79
Figura 8 Puntaje ambiental y componentes ambientales.....	80



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Matriz de consistencia	93
ANEXO 2. Reporte de ensayos de suelos	94
ANEXO 3. Declaración jurada de autenticidad de tesis.	99
ANEXO 4. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional.....	100



ACRÓNIMOS

DIA:	Declaración de Impacto Ambiental.
EIA:	Evaluación de Impacto Ambiental.
UPL:	Ultimate Pit Limit.
PMA:	Plan de Manejo Ambiental.
ICMM:	Consejo Internacional de Minería y Metales.
MCEP:	Proyecto de Evaluación de la Certificación Minera.
RIAM:	Matriz de Evaluación Rápida de Impactos.
S:	Desarrollo Sostenible.
E:	El medio ambiente.
H _{NI} :	Necesidades e intereses humanos.
t:	Tiempo.
ES:	Escore (puntaje ambiental).
ESR:	Escore relativo.
CEPAL:	Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
ONU:	Organización de las Naciones Unidas.
DREM:	Dirección Regional de Energía y Minas.
ODS:	Objetivos del desarrollo sostenible.
Comm:	Comunidad.
Soc:	Sociedad.
Sp:	Especies.
NI:	Necesidades e intereses.
QL:	Calidad de Vida.
Ec:	Económico.



So:	Social.
BN:	Necesidades básicas
ud:	Unidades.
Sh:	Refugio
F:	Alimentos / agua
En:	Energía.
Rep:	Reproducción de especies.
SD:	Desarrollo Social.
T:	Tecnología.
K:	Conocimiento.
SD:	Desarrollo social.
F:	Función de (notación matemática).
A _i :	Actividades del proyecto.
C _i :	Componentes del proyecto.



RESUMEN

Las actividades mineras traen consigo diferentes cambios dentro de la sociedad a nivel ambiental y social lo que genera incertidumbre y preocupación de los impactos ambientales físico y biológico es así que la presente investigación tuvo por objetivo valorar la evaluación de los impactos ambientales y la sostenibilidad de las actividades mineras aplicando RIAM y el modelo Phillips, fue desarrollado bajo un método hipotético deductivo el cual tiene un enfoque cualitativo, tipo descriptivo - correlacional y cuenta con un diseño no experimental de corte transversal. A su vez la población estuvo constituida por 12 concesiones en el área de estudio y la muestra es el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita. Asimismo, el procesamiento de datos y cálculos se realizó con el software Microsoft Excel. Los resultados de la valoración de los impactos ambientales a las actividades mineras con el método RIAM, fueron evaluados en 16 componentes ambientales tales como en el componente físico-químico se encontraron con una mayor afectación negativa al componente topográfico con -27 ud, la calidad de suelo -18 ud, en el componente biológico con -7 ud, asimismo, una mayor afectación positiva en el componente sociocultural, componente socioeconómico tales como son las actividades productivas con +42 ud, como también el componente empleo con +28 ud, se concluye que el manejo ambiental en el proyecto es ligeramente bajo. Asimismo, la valoración con el modelo matemático de Phillips se obtuvo que el valor de E es de 0.444 el cual es mayor que el valor de H_{NI} de 0.432, es sostenible en un rango de 0.001- 0.250 y en un nivel sosteniblemente muy débil.

Palabras clave: Impacto ambiental, Minería, Modelo Matemático Phillips, RIAM, Sostenibilidad, Valoración.



ABSTRACT

Mining activities bring about different changes within society at the environmental and social level, which generates uncertainty and concern about the physical and biological environmental impacts. Thus, the present research had the objective of assessing the evaluation of the environmental impacts and sustainability of mining activities by applying RIAM and the Phillips model; it was developed under a hypothetical deductive method which has a qualitative approach, descriptive-correlational type and has a non-experimental cross-sectional design. The population consisted of 12 concessions in the study area and the sample was the Magnetite Accumulation Exploitation Project. Likewise, data processing and calculations were carried out with Microsoft Excel software. The results of the evaluation of the environmental impacts of mining activities with the RIAM method were evaluated in 16 environmental components such as the physical-chemical component with a greater negative impact on the topographic component with -27 ud, the soil quality -18 ud, the biological component with -7 ud, and the socio-cultural component with +42 ud, a greater positive affectation in the socio-cultural component, socioeconomic component such as productive activities with +42 ud, as well as the employment component with +28 ud, it is concluded that the environmental management in the project is slightly low. Likewise, the valuation with the Phillips mathematical model showed that the E value is 0.444, which is higher than the H_{NI} value of 0.432, it is sustainable in a range of 0.001- 0.250 in a very weak sustainable level.

Key words: Environmental impact, Mining, Phillips Mathematical Model, RIAM, Sustainability, Valuation.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se ha diseñado con el propósito de alcanzar los óptimos resultados en el aporte para el desarrollo sostenible, tomando en cuenta al proyecto denominado Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita, siendo un tema de gran importancia dentro del sector minero y en particular para la población que se encuentra estrechamente relacionada con el proyecto.

Las actividades mineras traen consigo diferentes cambios dentro de la sociedad a nivel ambiental y social lo que genera incertidumbre y preocupación en el impacto ambiental físico y biológico, asimismo, la sostenibilidad que presentan los diferentes proyectos mineros dentro de una determina zona o área de trabajo producen cambios tanto positivos como negativos en las comunidades aledañas y/o locales de acuerdo al plan de manejo ambiental.

El abordaje de la sostenibilidad en la actividad minera es muy amplio y de gran magnitud es por ello que es necesario hacer un recorte en el mismo, centrándonos en la sostenibilidad del proyecto minero que está situada en la región noroeste de Puno, cuya actividad minera es la extracción del mineral magnetita, asimismo, para la valoración del impacto ambiental se empleó el método de Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) y para la valoración de la sostenibilidad se utilizó el modelo matemático de Philips.

El contenido siguiente se organiza en capítulos, los cuales abordan los siguientes aspectos:



En el primer apartado, se expone la introducción de la investigación, donde se plantea y describe la problemática que se abordará. Además, se presenta la hipótesis de investigación y los objetivos planteados. Asimismo, se justifica la relevancia y necesidad de llevar a cabo esta investigación.

En el siguiente apartado, se realiza una revisión exhaustiva de la literatura existente que respalda y refuerza la investigación, lo cual aporta mayor credibilidad a los resultados obtenidos. Se desarrolla un marco teórico que relaciona las variables y se establece un marco conceptual para la investigación. Las teorías presentadas permiten analizar e interpretar el tema de investigación, generando así discusión en base a los hallazgos obtenidos.

Posteriormente, se detallan los materiales y métodos utilizados en la investigación en función de los objetivos planteados. Se aborda la ubicación geográfica, la población y la muestra de estudio, así como el diseño estadístico, el tipo de investigación, el diseño de investigación y las técnicas utilizados para la recolección, procesamiento y su respectivo análisis de datos.

En el siguiente apartado, se exponen los resultados y se lleva a cabo una discusión detallada de la investigación. Estos resultados se respaldan mediante la presentación de tablas acompañadas de su correspondiente interpretación.

A continuación, se presentan las conclusiones obtenidas en relación con los objetivos planteados y la hipótesis planteada en la investigación.

Posteriormente, se brindan recomendaciones derivadas de la investigación, dirigidas a las empresas mineras e instituciones involucradas, con el objetivo de contribuir a la realidad abordada en la investigación.



Por último, se incluyen las referencias bibliográficas utilizadas en la investigación, las cuales orientaron y respaldaron el estudio realizado. También se proporcionan los anexos correspondientes.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La minería es necesaria para proporcionar los minerales y metales que requiere la humanidad. Sin embargo, mientras la minería puede traer considerables beneficios económicos a un área, a menudo resulta en impactos ambientales y sociales a la comunidad, la contaminación resultante e impactos de un solo proyecto minero trae efectos a largo plazo en el desarrollo de un área para siglos.

De acuerdo con la CEPAL (2015), los países miembros de las Naciones Unidas respaldaron la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, la cual se basa en un enfoque de derechos y tiene como objetivo lograr un desarrollo sostenible a través de tres pilares fundamentales: económico, social y medioambiental.

En los últimos tiempos, se ha observado y desarrollado en el Perú la aparición de una serie de conflictos sociales y ambientales en diversas áreas del país. Estos conflictos surgen como consecuencia del no cumplimiento de las responsabilidades sociales e instrumentos ambientales por parte de las compañías mineras, lo que genera inseguridad y inquietud en relación a la contaminación del agua, el suelo y el aire.

Puno tiene el 60% de su territorio con un alto potencial minero, ingentes cantidades de recursos mineros como son la plata, oro, zinc, plomo, tungsteno, magnesio, estaño y uranio. La actividad minera ilícita genera mucha contaminación y más de 100 mil mineros vieron como opción de trabajo la extracción del oro a costa de la contaminación del ambiente, el gobierno central conjuntamente con el gobierno



regional para un mayor control de la actividad minera ilícita implemento el proceso de formalización que en la actualidad anda muy lento y con ciertas limitaciones.

Las empresas mineras, incluyendo los productores mineros, se organizaron según su nivel de producción el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita se clasifica en el estrato como un pequeño productor minero y se encuentra debidamente formalizado. Además, está ubicado en el distrito de Santa Lucía de la provincia de Lampa del departamento de Puno, el proyecto realiza sus actividades en una zona disturbada por la extracción del mineral de magnetita y óxido de hierro, la explotación es a tajo abierto, la extracción se realiza con maquinarias de línea amarilla y el correspondiente proceso de acumulación de mineral, durante las actividades mineras en las etapas de exploración, construcción y operación se originan impactos, incidentes en los componentes ambientales físicos, biológicos, culturales y económicos, situándose en áreas puntuales y en ambientes alejados dentro del área de influencia.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Cuál es la valoración de los impactos ambientales y la sostenibilidad en las actividades mineras aplicando la evaluación RIAM y el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno?

1.2.2 Problema específico

¿Cuál es la valoración de la evaluación del impacto ambiental por el método RIAM en las actividades mineras en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno?



¿Cuál es la valoración la sostenibilidad de las actividades mineras aplicando el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno?

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Hipótesis general

Es favorable la valoración de los impactos ambientales y la sostenibilidad en las actividades mineras aplicando la evaluación RIAM y el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.

1.3.2 Hipótesis específicas

Es favorable la valoración de la evaluación del impacto ambiental por el método RIAM en las actividades mineras en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.

La valoración de la sostenibilidad es favorable en las actividades mineras aplicando el modelo de Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo general

Valorar la evaluación de los impactos ambientales y la sostenibilidad de las actividades mineras aplicando RIAM y el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.



1.4.2 Objetivos específicos

Valorar la evaluación de los impactos ambientales por el método RIAM de las actividades mineras en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.

Valorar la sostenibilidad de las actividades mineras aplicando el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo sostenible es la capacidad de una sociedad para cubrir las necesidades básicas de las personas sin perjudicar el ecosistema ni ocasionar daños en el medio ambiente (Brundtland, 1987). De este modo el propósito principal es asegurar la continuidad de la especie humana al satisfacer sus necesidades actuales y futuras a través de la utilización responsable de los recursos naturales.

Según lo establecido por la ONU (2015) cada país enfrenta desafíos particulares en su búsqueda de un desarrollo sostenible. Los gobiernos tienen plena autoridad sobre sus recursos, riquezas y actividades económicas. En el caso del estado peruano se encuentra alineado con los objetivos del desarrollo sostenible (ODS).

La minería sostenible comúnmente se refiere a la evaluación y gestión de las incertidumbres y los riesgos asociados con el desarrollo de los recursos de la tierra, sin embargo, la industria minera necesita un marco claro para establecer la gestión del desarrollo sostenible con respecto a las cuestiones ambientales, sociales, económicas y políticas pertinentes asociado a la minería.



Horowitz (2006) afirma que la minería sostenible no es necesariamente antitética ya que existe un fuerte argumento comercial para llevar a cabo una buena gestión ambiental y social como un medio para hacer más eficiente las operaciones. Por lo tanto, se requiere una evaluación y una gestión eficaz de los problemas de sostenibilidad.

En este trabajo de investigación, se ha focalizado en la valoración de la sostenibilidad del Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita. Para este propósito, se ha utilizado el modelo matemático desarrollado por J. Phillips, basado en el método RIAM. La finalidad principal es obtener una comprensión integral acerca de la sostenibilidad o insostenibilidad del proyecto, a través de una fórmula matemática que brinde una visión general. Esto permitirá identificar, prevenir, controlar y mitigar los impactos negativos que puedan surgir durante las diversas etapas del proyecto. Así, se busca fomentar un enfoque más sostenible y responsable en su desarrollo.

1.5.1 Impactos en ciencia y tecnología

La presente investigación conlleva la verificación del modelo matemático de Phillips en los demás proyectos mineros existentes en la región de Puno y el país, así también se busca examinar y analizar exhaustivamente la aplicabilidad y efectividad de este modelo en diferentes contextos mineros de la región. Esto permitirá obtener una visión más amplia y precisa de su utilidad y contribución en la valoración de impactos ambientales y sostenibilidad en proyectos mineros. Además, esta investigación también se considera como un valioso aporte de conocimientos y experiencia para futuras investigaciones que aborden problemáticas similares.



1.5.2 Impactos sociales

La presente investigación tendrá un impacto positivo en los pobladores del distrito de Santa Lucía al promover y desarrollar la conciencia ambiental en torno al desarrollo sostenible responsable para futuros proyectos mineros. asimismo les permitirá comprender la importancia de preservar y proteger el entorno natural, así como adoptar prácticas y medidas que minimicen los impactos negativos en su comunidad, se espera una mejora significativa en su calidad de vida, ya que se promoverá un ambiente más saludable, seguro y equilibrado con acceso a recursos naturales sostenibles y oportunidades de desarrollo económico y social.

1.5.3 Impactos ambientales

La evaluación de la sostenibilidad del Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita desempeñará un papel crucial al proponer alternativas para mejorar el plan de manejo ambiental anual en sus diferentes etapas (operación, cierre y post cierre) en las áreas directamente afectadas. Esto garantizará la implementación de medidas efectivas para minimizar los impactos negativos, promoviendo así un desarrollo responsable y sostenible en el entorno y mejorando la calidad de vida de las comunidades involucradas.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Mohsin et al. (2021) sostiene que el aumento de la explotación y utilización del carbón es una sustancial fuente de energía renovable y viable con 185.175 mil millones de depósitos, las exploraciones de yacimientos de carbón contribuyen al desarrollo económico y también ejercen una presión sobre la sostenibilidad ambiental. El estudio investigo el impacto de la minería de Sindh Engro en el desierto de Thar la sostenibilidad ambiental y las necesidades e interés humanos. El método de modelos matemáticos de sostenibilidad medioambiental de Folchi y Phillips se emplea para medir la sostenibilidad medioambiental, los resultados de su investigación realizada en la mina de carbón de Sindh Engro revelan que las actividades operativas de esta mina tienen un potencial insostenible para el medio ambiente. Durante estas operaciones, se generan gases tóxicos como son metano, dióxido de carbono y azufre, entre otros. Además, las cuatro esferas ambientales significativas que son la atmósfera, la hidrosfera, la biosfera y la litosfera se ven negativamente afectadas por la actividad minera de carbón en Thar. Otra parte de los resultados del análisis muestra que existe una relación positiva y significativa con las necesidades e interés humano a excepción de la salud y la seguridad humanas con la minería de carbón de Sindh Engro, también la contaminación se puede controlar utilizando operaciones y tecnologías de extracción de carbón que no dañen el medio ambiente y las especies se pueden proteger con la plantación y la normalización ecológica, la flora y la fauna del desierto de Thar.



Choque (2019) en su investigación llevó a cabo una evaluación de la sostenibilidad del Proyecto Estela utilizando el modelo matemático de Phillips, que se basa en el método RIAM. En su evaluación del impacto ambiental se tomaron en cuenta cuatro aspectos fundamentales: el biológico, el físico, el socio-cultural y el económico. El análisis del proyecto minero reveló que hubo impactos negativos en los aspectos biológicos y físicos debido a las perturbaciones causadas por la actividad minera. No obstante, se identificaron impactos positivos en los aspectos socio-culturales y económicos gracias a la generación de empleo y flujo económico derivado del proyecto. Los resultados obtenidos mediante el modelo matemático de Phillips arrojaron un valor E de 0.431 ligeramente superior al valor HNI de 0.424. Estos resultados indican que se ha llevado a cabo una gestión ambiental con un nivel de sostenibilidad razonable. La investigación concluye que, a pesar de los impactos negativos en los componentes biológico y físico, el Proyecto Estela ha implementado una gestión ambiental que muestra un grado aceptable de sostenibilidad gracias a los efectos positivos en los aspectos socio cultural y económico.

Rahmanpour y Osanloo (2016) nos indica que existe una tarea compleja para abordar aspectos de conflictos del desarrollo sostenible, en la actualidad los minerales que se extraen mediante el método Open pit tienen impactos que están relacionados con Ultimate Pit Limit (UPL) como son los impactos sociales, económicos y ambientales de estas operaciones, UPL determina los límites económicos de excavación más allá de los cuales el valor de la mercancía no cubrirá los costos. El UPL activa la cantidad de reservas explotables la relación de desmonte, la ubicación del vertedero de desechos, la presa de relaves y el área de tierras que serán perturbadas al final de una operación minera. Su trabajo aplica un sistema de apoyo a la decisión para determinar la UPL con base en los requerimientos de la minería sustentable, el sistema tiene como objetivo seleccionar un diseño de mina que proporcione un balance entre los aspectos



económicos, sociales y ambientales de la industria minera. En este sistema se utiliza un método matricial para evaluar la sostenibilidad de opciones de UPL, los factores seleccionados pueden no incluir todos los elementos necesarios para el análisis de cada proyecto. Sin embargo, la estructura del método es fácil de expandir para incluir los elementos requeridos. La determinación de UPL es una decisión estratégica y requiere un Sistema de Soporte de Decisiones (DSS) para evaluar y comprender el resultado de cada alternativa de diseño para una toma de decisiones óptima. El DSS reconoce los indicadores los cuales se benefician de un método matricial. Los datos de la mina de cobre Sungun se utilizan para mostrar el efecto de considerar los problemas de sostenibilidad en la determinación de UPL, así mismo, cambia el valor actual neto (VAN) y la vida útil de la mina en un 7% y 13 años respectivamente en comparación con el caso en el que se consideran solo cuestiones económicas. Muchos temas conflictivos deben ser analizados en una operación minera sostenible. Desde un punto de vista económico, el cierre de minas, la recuperación y aquellas operaciones relacionadas con la protección ambiental son costosas y las empresas mineras pueden negarse a realizar un plan de cierre y recuperación. Sin embargo, cabe señalar que lograr un desarrollo sostenible en una operación generaría beneficios a largo plazo para la empresa y los grupos de interés.

Castilla y Herrera (2015) en su investigación refiere que para tener una alta producción de minerales se tiene que proteger el medio ambiente esto requiere de varias perspectivas dentro de un marco minero suponiendo que la minería pueda alcanzar la sostenibilidad, el desarrollo sostenible en la minería debe basarse en consideraciones fundamentales como el medio ambiente, la economía, la sociedad, su eficiencia y la seguridad, para garantizar una protección ambiental eficaz se han desarrollado diferentes herramientas y técnicas, uno de los más extendidos es la denominada



Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), las técnicas basadas en la EIA se desarrollan centrándose en el efecto medio ambiental que tiene un proyecto, esta técnica es sumamente útil pero también presenta inconvenientes, empleó una metodología que permite llevar a cabo un análisis con especial atención a los avances de los impactos ambientales en lapso de tiempo, es importante destacar que esta metodología propuesta no pretende reemplazar ningún método estándar basado en la evaluación de impacto ambiental (EIA), sino que se presenta como una herramienta complementaria para la evaluación del impacto regional. Esto implica considerar los impactos acumulativos que surgen de diversas fuentes, brindando así una perspectiva más completa de los efectos ambientales en la región.

Claro (2015) en su investigación indica que la empresa se dedica al diseño y construcción de la ampliación urbana e infraestructura vial, el objetivo fue formular e implementar el plan de manejo ambiental, realizar una caracterización ambiental del área de influencia directa e indirecta, definir impactos ambientales valorarlos y establecer los programas para el plan de manejo ambiental. La conclusión del estudio señala que en el inicio de las actividades de construcción de parques industriales no se consideraban adecuadamente los impactos ambientales que afectaban extensas áreas de terreno con el fin de abordar esta problemática, la implementación de un plan de manejo ambiental que analice los recursos susceptibles de ser afectados por las actividades constructivas con base en esta información, se establecieron medidas preventivas y correctivas a través de 11 programas detallados en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) para cada actividad y etapa del proyecto, se proporcionan directrices específicas con el objetivo de mitigar los impactos ambientales y garantizar una gestión responsable del proyecto.



Rodríguez y Alvarado (2015) afirma que los ecosistemas de estuarios, se han identificado concentraciones de metales pesados, siendo las principales fuentes de contaminación los residuos sólidos, las aguas residuales domésticas, los desechos de aceites y lubricantes usados y los residuos de combustible. Para determinar los niveles de metales pesados, se empleó la metodología del Anodic Stripping Voltammetry utilizando un equipo de voltametría específicamente un polarógrafo. En el análisis de los sedimentos marinos del Estero Huayla, se evaluaron los metales pesados Zn, Cd, Pb y Cu y se construyó una base de datos a partir de las muestras analizadas. Los resultados revelaron la presencia de concentraciones de metales pesados (Zn, Cd, Pb, Cu) en los sedimentos marinos del Estero Huayla. Estos datos se sometieron a un análisis estadístico para obtener una comprensión más detallada de la situación. Con base en estos hallazgos, se propuso un plan de manejo ambiental que incluye programas, campañas y actividades específicas para abordar la problemática. Es importante destacar que según la normativa ecuatoriana el 100% de las muestras analizadas cumplió con los límites máximos permisibles establecidos. Este estudio resalta la necesidad de implementar medidas de control y gestión ambiental para prevenir y mitigar la contaminación por metales pesados en los ecosistemas de estuario. El plan de manejo propuesto busca proteger la salud ambiental y garantizar la subsistencia de los recursos naturales promoviendo prácticas sostenibles y el cumplimiento de las regulaciones pertinentes.

Acobo (2015) propuso la implementación de un plan de manejo ambiental para proyectos de carreteras cumpliendo con las normas y leyes vigentes en el Perú, su objetivo principal fue proponer la implementación de un plan de manejo ambiental, la metodología que utilizó fue una revisión de la legislación vigente en el Perú relacionada al medio ambiente, realizó un diagnóstico y proporcionó técnicas y herramientas para



realizar un correcto análisis proponiendo medidas correctivas y preventivas a partir de la información recabada. Las conclusiones alcanzadas son las siguientes: Mediante una correcta identificación y evaluación de los impactos ambientales derivados de las actividades, se ha logrado avanzar en la construcción y cumplir con la normativas ambientales y perspectivas de la comunidad en materia ambiental.

Phillips (2013) en su artículo describe la aplicación de un modelo matemático de sostenibilidad a una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de dos minas de mineral de hierro a cielo abierto en Irán, utilizó el modelo Folchi, que identifica los factores de impacto que son aquellos asociados a la minería que podrían modificar los componentes del entorno preexistente, esto se llevó a cabo con el propósito de indicar el nivel potencial y la naturaleza de la sostenibilidad correspondiente a las minas, los resultados indicaron que las minas de mineral de hierro Chogart y Gol-e-Gohar eran potencialmente insostenibles. El modelo y su aplicación suponen el reconocimiento de la naturaleza acoplada del mundo en que vivimos, por lo que una acción o actividad humana puede repercutir en el medio ambiente y las comunidades locales. Por consiguiente, los resultados sugieren el delicado equilibrio y la imposibilidad de lograr alguna forma de sostenibilidad con respecto a la minería en Irán debido a los impactos que tiene sobre el medio ambiente local y la comunidad afectada. se concluye para la esencia y equilibrio de una minería sostenible se debe garantizar el desarrollo de una relación coevolutiva entre el medio ambiente y los seres humanos.

Phillips (2012) en su investigación aplicó el modelo a la evaluación de impacto ambiental la investigación se llevó a cabo en la provincia de Andhara Pradesh, en India, se utilizó la matriz de evaluación rápida de impacto con el fin de establecer la magnitud y la naturaleza de la sostenibilidad del proyecto en términos de sus impactos



ambientales. Los resultados obtenidos indicaron en la evaluación del proyecto que se considera insostenible y esto se basa en valor de E obtenido de 0.249 siendo un valor inferior al valor de H_{NI} obtenido de 0.500, esto nos indica que hay impactos significativos en E y moderados en H_{NI} . La investigación ha indicado el valor potencial de la aplicación del modelo a una EIA para determinar y resolver cuestiones de sostenibilidad o insostenibilidad de un proyecto propuesto. La sostenibilidad implica gestión y comprensión de la relación mutua entre los organismos vivos y el medio ambiente, esta relación acoplada es muy evidente en la minería. Los impactos en las operaciones tanto positivos como negativos son de naturaleza ambiental y socioeconómica, esto ofrece un mayor potencial para una evaluación más temprana de un proyecto durante y después de su construcción con valores de S se puede evaluar diferentes diseños o ubicaciones del proyecto para comparar y contrastar la mejor opción para el proyecto y lograr el mejor resultado para la sostenibilidad local, esto nos ofrece la oportunidad de hacer un seguimiento cuantitativo de la sostenibilidad y proporciona la capacidad de realizar el proyecto más sostenible posible así llegamos a una relación coevolutiva entre los seres vivos y el medio ambiente que habitamos.

Quispe (2011) en su investigación utiliza la metodología RIAM para su evaluación e indica que los componentes ambientales como son el suelo, recurso hídrico, calidad del aire y medición de ruido están por muy debajo de los límites máximos permisibles y que los impactos ambientales identificados en la planta serán principalmente negativos pero mitigables, asimismo del total de componentes ambientales analizados el 49.33 % impactos negativos y 50.67 % son impactos positivos, las medidas de mitigación en el plan de manejo ambiental (PMA) y el plan de cierre deben contemplar una serie de acciones para evitar, mitigar y minimizar los impactos negativos y potencializar los impactos positivos.



Rojas (2010) afirma que la utilización de los recursos naturales de la tierra está estrechamente relacionada al desarrollo sostenible, ya que implica considerar las necesidades y derechos de las futuras generaciones. Es fundamental tener en cuenta que los recursos extraídos en el presente pueden agotarse dejando solo minerales estériles y contaminantes generados por las actividades extractivas. Esta problemática se agrava cuando los planes de cierre de minas no se ejecutan correctamente. En el proceso de valoración de un recurso minero es esencial evaluar los impactos reales que la extracción causa en los ámbitos social, económico y político de las áreas donde se lleva a cabo la actividad. Dentro del ámbito de la economía que se enfoca en el aprovechamiento de recursos naturales no renovables existen dos principios fundamentales que explican la manera en que se propone la extracción más eficiente y el manejo de las rentas generadas por esta actividad a largo plazo. La regla de Hotelling establece la tasa de extracción óptima, es decir, cómo debe gestionarse la extracción para maximizar el valor económico del recurso a lo largo del tiempo. Por otro lado, la regla de Hartwick dicta cómo se deben destinar las ganancias obtenidas de la extracción de recursos para garantizar un aumento del bienestar social a largo plazo, el manejo de los recursos naturales en el contexto de la minería plantea desafíos importantes en términos de desarrollo sostenible, requiriendo una evaluación exhaustiva de los impactos y la implementación de estrategias que aseguren la preservación de los recursos para las generaciones futuras.

Los proyectos mineros, al someterse a evaluaciones de impacto ambiental, buscan incorporar dentro del propio proyecto medidas de mitigación, prevención y compensación para contrarrestar los efectos resultantes de las acciones por las actividades desarrolladas en el proyecto. En este sentido, la dimensión social del desarrollo se enfoca en lograr la equidad intergeneracional, considerando tanto aspectos



ambientales como económicos dentro del marco del desarrollo sostenible. El estudio llega a la conclusión de que la sostenibilidad es un proceso en el cual se integra y fortalece la explotación de los recursos, la evolución tecnológica y la adaptación institucional, con el objetivo de satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas tanto en el presente como en el futuro. El valor unitario de un recurso evaluado depende de cómo se destine en el mercado, es decir, si en el futuro cambia su destino, también variarán los ingresos generados por dicho recurso.

Cuentas (2009) se adentró en el estudio exhaustivo de los impactos ambientales derivados de la actividad minera en la región Puno. Para llevar a cabo este análisis se utilizaron tres métodos de evaluación de impacto ambiental: el método de Criterios Relevantes Integrados (CRI), el método de Evaluación Rápida de Impacto Ambiental (RIAM) y el método propuesto por Vicente Conesa. Se identificaron un total de 21 componentes ambientales susceptibles de sufrir impactos debido a la actividad minera y se analizaron detalladamente 18 actividades mineras que podrían generar dichos impactos. A través de estos métodos de evaluación, se determinaron un total de 115 impactos ambientales asociados a la actividad minera en la zona. El análisis reveló que los componentes ambientales más afectados por la actividad minera en Rinconada son la topografía, la calidad de suelo y la calidad del agua. Estos componentes presentaron impactos negativos significativos, reflejando los efectos adversos de la actividad minera en la configuración del terreno, la salud de los suelos y la calidad del agua de superficie. Por otro lado, también identificó impactos positivos en el ámbito socioeconómico local, específicamente, se encontró que la dinamización del comercio local y la generación de empleo fueron aspectos que experimentaron un impacto positivo debido a la actividad minera en la región. El análisis de las actividades mineras reveló que los impactos más significativos, tanto positivos como negativos, fueron producidos por las siguientes: la



minería artesanal, manejo de residuos mineros como el desmonte y relave, infraestructura de múltiples servicios, la recuperación del oro de forma artesanal. Concluye que la actividad minera en la Rinconada, Puno, tiene consecuencias significativas en el medio ambiente y en el desarrollo socioeconómico local, estos hallazgos subrayan la importancia de implementar estrategias de mitigación y gestión ambiental adecuadas, así como de considerar cuidadosamente los impactos potenciales de la actividad minera en la planificación y toma de decisiones relacionadas con este sector.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Política de conservación ambiental

La política ambiental está orientada a cuidar y mejorar nuestro medio ambiente con objetivos claros de desarrollo sostenible para conservar los principios naturales de los humanos.

Zarza (2022) menciona que los “principios de las políticas ambientales para un desarrollo sostenible” en los que estableció los principios de responsabilidad, prevención y sustitución de sustancias contaminantes por otras más eficientes.

Massolo (2015) al elaborar un plan de gestión ambiental indica que es necesario considerar ciertos principios fundamentales de la política ambiental los cuales se mencionan: Dar prioridad a la prevención en lugar de la remediación o corrección; Ante la posibilidad de un daño grave o irreversible, la falta de certeza científica no justifica la omisión de políticas preventivas (Principio Precautorio); Desarrollar de manera gradual y dinámica políticas ambientales



que consideren las necesidades de la sociedad y los recursos naturales disponibles, teniendo en cuenta los avances científicos y tecnológicos para asegurar el suministro de recursos; Derecho soberano a utilizar recursos naturales propios sin perjudicar a otros estados. (Massolo, 2015, p. 12)

2.2.2 Desarrollo sostenible

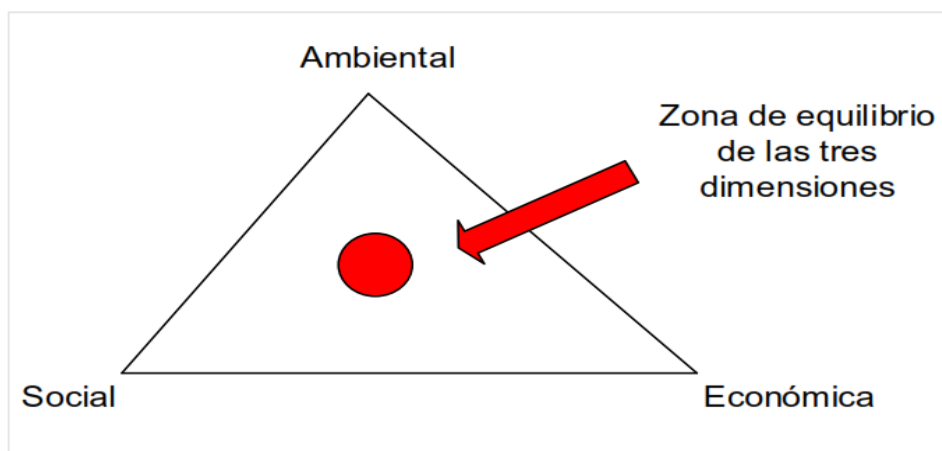
En el informe de la comisión mundial del medio ambiente y del desarrollo, establecida por la Asamblea de las Naciones Unidas y presidida por la primera ministra Noruega Gro Harlem Brundtland, conocida como el informe Brundtland, lo define como aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. (Brundtland, 1987)

Diversas definiciones de desarrollo sostenible han surgido para abordar la relación entre las ciencias y las acciones humanas, especialmente en términos de los efectos en el medio ambiente global, se reconoce que algunas actividades y sus impactos requieren un mayor consumo de recursos naturales, lo cual implica la necesidad de considerar los verdaderos costos asociados con la extracción y utilización de dichos recursos. Es así que el desarrollo sostenible se entiende como la habilidad de una sociedad para satisfacer las necesidades fundamentales de la población actual sin comprometer ni dañar el medio ambiente, teniendo como objetivo principal asegurar la satisfacción de las necesidades presentes y futuras de los seres humanos. Esto implica adoptar un enfoque responsable hacia el uso de los recursos naturales.

En su investigación Artaraz (2002) expone que los objetivos del desarrollo sostenible ofrecen una visión renovada y más amplia de la sostenibilidad como un desafío que abarca aspectos económicos, sociales y ambientales. De acuerdo con este autor, los objetivos se fundamentan sólidamente en el concepto de desarrollo sostenible, es decir “un desarrollo que satisfaga la necesidad del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades” (Brundtland, 1987). Asimismo Gómez (2014) afirma que el desarrollo sostenible implica un crecimiento social, desarrollo humano, desarrollo local y el desarrollo sustentable.

Figura 1

Las tres dimensiones del concepto de sostenibilidad



Fuente: Artaraz (2002).

2.2.3 Minería sostenible

Según Rojas (2010) enfatiza que la minería sostenible utiliza los materiales provenientes de la corteza terrestre en su análisis para las futuras generaciones, ya que no se beneficiaran de los recursos minerales extraídos en el presente (escases) y siendo la generación futura el principal perjudicados por los



problemas de contaminación en las actividades extractivas y de beneficio sin ejecutar un plan adecuado para el cierre de minas.

La disponibilidad y gestión de los recursos naturales y minerales plantean implicaciones significativas tanto para las generaciones presentes como futuras, dado que su explotación está sujeta a limitaciones, estas limitaciones no solo se refieren a la disponibilidad misma de los recursos, sino también a la gestión adecuada de los desechos y los residuos generados durante su extracción, es importante tener en cuenta que la extracción de recursos naturales y minerales tiene efectos que se extienden más allá de los aspectos individuales, afectando los sistemas en su conjunto. Asimismo (Rojas, 2010) indica que en los proyectos mineros es extraíble el mineral de alto valor económico lo cual posibilita ser valorado, teniendo presente que el proceso extractivo tiene implicaciones intergeneracionales e intrageneracionales en los componentes, es decir para valorar un recurso minero se deben tener en cuenta los impactos reales que causa el proceso extractivo en todos los ámbitos físicos, sociales, económicos, políticos y la manera de hacer esto es mediante una internalización de externalidades ya sean positivas o negativas. (p. 11)

De acuerdo a Phillips (2013) refiere que la minería sostenible es evaluación y gestión de las incertidumbres y los riesgos asociados con la extracción de los recursos de la tierra, el concepto y la implementación del desarrollo sostenible continua siendo debatido significativamente en la literatura internacional en consecuencia la industria minera necesitaba un marco claro para establecer la gestión del desarrollo sostenible con respecto a las cuestiones ambientales, sociales, económicas y políticas pertinentes asociado a la minería.



Asimismo (Starke, 2002) sostiene que la industria minera a partir de la década de 1990 inició un proceso para implementar el desarrollo sostenible en el que el proceso y publicación del informe fue el peldaño clave para que surgieran iniciativas en la minería entorno a la preocupación y el deseo de la industria de implementar el desarrollo sostenible incluyeron la formación del Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM) la iniciativa de informes globales y el Proyecto de Evaluación de la Certificación Minera (MCEP). Sin embargo, el término “minería sostenible” que ha pasado a primer plano en la industria minera, puede considerarse como de naturaleza oximorónica. (Kirsch, 2010)

Horowitz (2006) afirma que la minería sostenible no es necesariamente antitética, ya que existe un fuerte argumento comercial para llevar a cabo una buena gestión ambiental y social como un medio para hacer más eficiente las operaciones, por lo tanto, se requiere una evaluación y una gestión eficaz de los problemas de sostenibilidad.

2.2.4 Método de Evaluación Rápida del Impacto Ambiental (RIAM)

El método de Evaluación Rápida de Impacto Ambiental (RIAM), desarrollado por Christopher M.R. cumple con el reglamento de la ley del sistema de evaluación de impacto ambiental del Perú anexo IV (D.S. N° 019, 2009). Este método evalúa todo tipo de impactos generados, "es ideal garantizado una evaluación rápida, segura y objetiva de los impactos ambientales generados por el proyecto, todos los componentes y parámetros ambientales son integrados" (Cuentas, 2009, p. 24). Asimismo, se utiliza para evaluar los impactos generados por una amplia gama de proyectos, este enfoque



integral de investigación clasifica el ambiente natural en cuatro categorías ambientales principales para su evaluación. (Pastakia y Jensen, 1998)

a. El ambiente físico y químico que engloba los recursos naturales no renovables y la contaminación que afecta el medio ambiente en términos de relieve, suelos, agua (superficial y subterránea), aire, ruidos y vibraciones, estos elementos son cruciales para el equilibrio de los ecosistemas y el bienestar humano; evaluar y comprender estos aspectos nos permite tomar medidas para prevenir impactos negativos y promover la conservación ambiental.

b. El ambiente biológico abarca los elementos biológicos del entorno, como la preservación de la diversidad biológica, las interacciones entre las diferentes especies y los efectos adversos de la biosfera, es así que implica el estudio y la protección de la flora, la fauna y los ecosistemas, reconociendo su importancia para el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas y la preservación de las especies.

c. El ambiente social y cultural se refiere a los aspectos humanos y las interacciones sociales que afectan a las personas y comunidades, esto implica considerar aspectos culturales, como la conservación del patrimonio cultural de las comunidades, así como el desarrollo humano en general se incluyen elementos como los paisajes, los sitios arqueológicos, el uso de la tierra y el agua, los impactos en el aire, las expectativas de empleo y las percepciones y expectativas de desarrollo de la comunidad. Comprender y evaluar estos aspectos nos permite abordar las necesidades sociales y culturales de las personas promoviendo la equidad, la diversidad cultural y el bienestar comunitario.



d. El ambiente económico es el núcleo del contexto en la cual se desarrolla las actividades empresariales, identifica el poder adquisitivo de los individuos y sus necesidades alimentarias, vivienda, salud, informática, energética, educación, agua, transporte, desarrollo local, actividades comerciales, empleo, comunicaciones y de infraestructura en general (Pettinger, 2020). Asimismo, evalúa el impacto y las consecuencias económicas del cambio ambiental, temporal o permanente.

En el proceso de evaluación con el método RIAM se eligen los elementos del entorno ambiental que serán afectados y se clasifican en las cuatro categorías ambientales mencionadas anteriormente.

El valor atribuido se determina con las fórmulas proporcionadas, permiten calcular las puntuaciones de los diferentes componentes según una base definida; el sistema de puntuación utiliza la multiplicación de las puntuaciones asignadas a cada criterio del grupo (A) el uso de este multiplicador es importante ya que refleja de manera inmediata el peso de cada puntuación. (Pastakia y Jensen, 1998)

Por otro lado, las puntuaciones del grupo de criterios de valor (B) se suman para obtener una única suma, esto garantiza que las puntuaciones individuales de los valores no influyan en la puntuación global, sino que se tenga en cuenta plenamente la importancia colectiva de todos los valores del grupo (B). (Pastakia y Jensen, 1998)

Finalmente, la suma de las puntuaciones del grupo (B) se multiplica por el resultado de las puntuaciones del grupo (A) para obtener una puntuación de

evaluación final (ES) de la afectación. El proceso para la RIAM en su forma actual se puede resumir de la siguiente manera. (Pastakia y Jensen, 1998)

$$A_1 * A_2 = AT \dots\dots\dots (I)$$

$$B_1 + B_2 + B_3 = BT \dots\dots\dots (II)$$

$$AT \times BT = ES \dots\dots\dots (III)$$

Donde A_1 , A_2 son las puntuaciones de los criterios individuales del grupo A; B_1 , B_2 , B_3 son las puntuaciones de los criterios individuales del grupo B; AT es el resultado de la multiplicación de todos los resultados de A; BT es el resultado de la suma de todos los resultados B; y ES la puntuación ambiental (Environmental score), los criterios de evaluación más relevantes se pueden dividir en dos grupos principales A y B. (Pastakia y Madsen, 1995)

Grupo A, se evalúa el grado de relevancia de la condición y que individualmente pueden modificar el resultado obtenido.

Importancia del componente ambiental (A_1) indica el nivel de relevancia de un componente ambiental específico en relación con su entorno, reflejado en términos de límites geográficos o de importancia para las personas involucradas.

Tabla 1

Escala de la importancia del componente

Escala	Descripción
4	Importante para el interés nacional/internacional
3	Importante para el interés regional/nacional
2	Importancia local y áreas inmediatas
1	Importancia solo local
0	Sin importancia

Fuente: Pastakia, 1998.

Magnitud del cambio/efecto (A_2) se refiere a la medida del beneficio o daño causado por un impacto específico.

Tabla 2

Escala de la magnitud del cambio

Escala	Descripción
+3	Grandes beneficios
+2	Mejora significativa del estado general
+1	Mejora del estado general
0	Sin cambio
-1	Cambio negativo del estado general
-2	Cambio negativo significativo del estado general
-3	Grandes impactos negativos

Fuente: Pastakia, 1998.

Grupo B, comprende criterios que están vinculados al desarrollo de la situación evaluada, pero cada uno de ellos por sí solo no tiene el poder de alterar el resultado obtenido.

Permanencia (B_1) se utiliza para determinar si una condición ambiental es de carácter temporal o permanente. Esta medida permite evaluar el estado temporal de los efectos generados por una acción o actividad en el medio ambiente, y ayuda a determinar la duración y persistencia de dichos impactos.

Tabla 3

Escala de la permanencia del impacto

Escala	Permanencia del Impacto
1	Sin cambio
2	Temporal
3	Permanente

Fuente: Pastakia, 1998.

Reversibilidad (B_2) se refiere a la capacidad de un componente ambiental para regresar a sus características originales o a un estado similar al

anterior. Esta medida evalúa la capacidad de recuperación o restauración de un componente una vez que ha sido afectado por un impacto. La reversibilidad es un factor importante a considerar en la evaluación de los impactos ambientales, ya que indica si los cambios generados son temporales o si tienen el potencial de ser revertidos a largo plazo.

Tabla 4

Escala de la reversibilidad del impacto

Escala	Reversibilidad del Impacto
1	Sin cambio o no aplicable
2	Reversible
3	Irreversible

Fuente: Pastakia, 1998.

Acumulación del impacto (B_3) es una medida que evalúa si los efectos generados por un impacto ambiental son simples y directos, o si hay una acumulación o sinergia de impactos que pueden intensificar sus consecuencias.

Tabla 5

Escala de valoración de la acumulación del impacto

Escala	Acumulación del Impacto
1	Sin cambio o no aplicable
2	Simple o no acumulativo
3	Acumulativo o sinérgico

Fuente: Pastakia, 1998.

2.2.4.1 Significatividad de los impactos ambientales evaluados

Para complementar la evaluación de los impactos ambientales, es necesario llevar a cabo una fase de caracterización cualitativa de dichos impactos, esta fase implica la elaboración de una matriz de significatividad de impactos, en la cual se describen de forma cualitativa

las características de cada impacto evaluado. La determinación de la significatividad de un impacto se basa en el Valor de la Evaluación Ambiental del Impacto (VEAI). Esta matriz permite identificar y clasificar los impactos según su grado de importancia y destacar aquellos que tienen una mayor relevancia en términos de su magnitud, alcance y duración.

Tabla 6

Conversión de puntuaciones ambientales a bandas de rango

Puntaje Ambiental	Rango Alfabético	Rango Numérico	Descripción
72 a 108	E	5	Impacto positivo importante
36 a 71	D	4	Impacto positivo significativo
19 a 35	C	3	Impacto positivo moderado
10 a 18	B	2	Impacto positivo menor
1 a 9	A	1	Impacto positivo leve
0	N	0	No hay impacto
-1 a -9	-A	-1	Impacto negativo leve
-10 a -18	-B	-2	Impacto negativo menor
-19 a -35	-C	-3	Impacto negativo moderado
-36 a -71	-D	-4	Impacto negativo significativo
-72 a -108	-E	-5	Impacto negativo importante

Fuente: Pastakia, 1998.

2.2.4.2 Codificación e identificación de las actividades del proyecto

Se presenta en la siguiente tabla 7 la codificación de las actividades del proyecto.



Tabla 7

Codificación de las actividades del proyecto de acumulación magnetita

Actividades del Proyecto	Ai
PREPARACIÓN DEL TERRENO SUPERFICIAL Y CONSTRUCCIÓN	
Habilitación de vías de acceso, cancha de desmonte, cancha de mineral y Top Soil	A1
Trinchera de residuos sólidos y almacenamiento temporal de residuos industriales	A2
Instalaciones Auxiliares	A3
Habilitación de estacionamiento de vehículos livianos y de maquinaria pesada	A4
ETAPA DE EXPLOTACIÓN	
Minado con excavadora (arranque)	A5
Acarreo	A6
Transporte de mineral	A7

2.2.4.3 Preparación del terreno superficial y construcción

La preparación de terreno superficial es uno de los aspectos importantes para la construcción de las instalaciones de mina, los siguientes apartados son sacados de la declaración de impacto ambiental de Mecaminas (2021).

a. Habilitación de vías de acceso, cancha de desmonte, cancha de mineral y Top Soil

El suelo superficial también conocido como Top Soil es la primera capa del suelo de la superficie en donde se desarrolló el proyecto, esta capa que es removida y preservada para poder utilizarlo a futuro en la etapa de cierre de mina. En la habilitación de vías de acceso, cancha de desmonte, cancha de mineral se realizó la remoción de Top



Soil, el cual cuidadosamente se excavo 20 a 30 centímetros para su preservación ambiental, se asignó depósitos en los cuales se depositó todo el Top Soil acumulado del área de intervención.

b. Trinchera de residuos sólidos y almacenamiento temporal de residuos industriales

Los residuos domésticos sólidos provinieron principalmente del campamento minero cuyo tratamiento comenzó con su clasificación utilizando cilindros de colores y ubicados en diferentes áreas de la mina se pesó y traslado a la trinchera de residuos sólidos de 18 m³ de capacidad. Los residuos industriales de sustancias peligrosas como son los trapos industriales impregnados con hidrocarburos, aceites y grasas fueron resguardados en recipientes cilíndricos especialmente diseñados con tapas selladas herméticamente y ubicados en un área de volatilización con flujo constante de aire fresco.

c. Instalaciones auxiliares

Para la gestión de los residuos líquidos y orgánicos generados por el personal, se implementó letrinas que funcionaron como pozos ciegos con tratamiento a base de cal.

d. Habilitación de estacionamiento de vehículos livianos y de maquinaria pesada

En el proyecto se realizó la construcción de estacionamiento de vehículos livianos y otro de maquinaria pesada en estas áreas se realizó el



retiro de Top Soil, se procedió a trazado y señalización de los estacionamientos que se ubicaron en lado oeste del campamento minero.

2.2.4.4 Etapa de explotación

Durante la etapa de explotación dentro de la concesión minera se consideró las condiciones topográficas y geológicas dentro del área los cuerpos mineralizados del yacimiento afloran principalmente en dos colinas de contornos arredondados que se elevan con pendientes moderados a 100 m y 10 m sobre el lecho de la quebrada en donde el mineral de hierro es homogéneo. El proceso de explotación comenzó en la parte más elevada de cada afloramiento y avanzo progresivamente hacia abajo, siguiendo un enfoque de explotación a cielo abierto. Se realizo cortes en banco para descender hacia los cuerpos mineralizados profundizando gradualmente hasta llegar a la parte inferior de los mismos.

a. Minado con excavadora (arranque)

Operación que consiste en el arranque del mineral de acuerdo con el diseño de extracción teniendo en cuenta las condiciones geométricas óptimas y las reservas de mineral presentes con la remoción y traslado de mineral de hierro se obtendrán una superficie relativamente plana a partir de la cual se inició el primer banco o grada, la forma del banco de explotación fue determinada en función de la geología del yacimiento.

b. Acarreo

Durante esta etapa del ciclo de minado se lleva a cabo la remoción del material acumulado, este proceso se realizó utilizando una excavadora que también se encarga de cargar el material en los volquetes.

c. Transporte de mineral

Se utilizo volquetes cuyo recorrido será por los accesos habilitados de una distancia aproximada de 2 Km de recorrido y un volumen promedio de 11 m³ de mineral que fue trasladado a la cancha de acumulación de mineral.

2.2.4.5 Identificación de los componentes ambientales del proyecto

Tabla 8

Identificación de los componentes ambientales

Ambiente	Componente del Proyecto	C_i
Ambiente Físico	Topografía	C ₁
	Riesgos naturales	C ₂
	Calidad de suelo	C ₃
	Calidad de agua	C ₄
	Calidad de aire	C ₅
Ambiente Biológico	Ruido	C ₆
	Flora	C ₇
	Fauna	C ₈
Ambiente Socioeconómico	Educación	C ₉
	Capacitación	C ₁₀
	Salud	C ₁₁
	Paisaje	C ₁₂
	Bienes y servicios	C ₁₃
	Nivel económico	C ₁₄
	Empleo	C ₁₅
	Actividades productivas	C ₁₆



2.2.4.6 Ambiente físico

a. Topografía

La topografía de la región tiene una variedad de características, se pueden observar pendientes que van desde 10° a 30° en dirección Este-Oeste, mientras que en dirección Sur-Norte las pendientes oscilan entre 4° y 8°, descendiendo luego a valores de 0° a -15°; para el levantamiento topográfico se tomaron como referencia dos puntos de categoría A, caracterizados por la presencia de cerros que conforman una zona montañosa con altitudes que varían entre 3800 y 4500 metros.

b. Calidad de Suelo

Los afloramientos predominantes en el área de trabajo corresponden a la actividad volcánica que tuvo lugar en el sur del Perú durante el Mioceno y el Plioceno. Estos afloramientos fueron acompañados por secuencias sedimentarias compuestas principalmente por calizas de la formación Ayabacas, las secuencias volcánicas están representadas por el volcánico Tacaza, el cual se compone de andesitas masivas con apariencia brechoide y flujos de lavas de textura fina en tonos gris rojizos; las cuales no presentan un rumbo o buzamiento definido en el área de interés en cambio se observa un desplazamiento aleatorio fracturado y diaclasado, se presenta el reporte de suelos ver ANEXO 2. (Mecaminas, 2021)



c. Calidad de Agua

El uso del agua es esencial en todas las actividades humanas incluyendo las relacionadas con el desarrollo minero como el uso doméstico y el control de partículas en suspensión. En el caso del proyecto se presta especial atención al uso del agua debido a su ubicación en las nacientes de la Quebrada Nuñupichu y Limon Verde los cuales son aportantes al rio santa lucia. Las aguas subterráneas en el área de estudio del Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita presentan características dinámicas, evidenciadas por la presencia de afloramientos en las laderas de los cerros, que dan origen a la formación de pequeños bofedales. Estos afloramientos son indicativos de la existencia de un flujo constante de agua subterránea en el subsuelo. Se estima que gran parte de esta agua proviene de las precipitaciones estacionales que se registran principalmente en los meses de diciembre a abril. Para el uso doméstico se ha considerado el abastecimiento de agua del manantial Padre Pujio que se ubica en la quebrada Limón Verde para dicho uso se determinó los parámetros físicos químicos.

d. Calidad de aire

Este apartado se refiere al análisis del viento promedio por hora en términos de velocidad y dirección a una altura de 10 metros sobre el suelo en el área amplia, el comportamiento del viento en una ubicación específica está influenciado en gran medida por la topografía local y otros factores, lo que resulta en una variabilidad más amplia en la velocidad e dirección del viento en comparación con los promedios por



hora a lo largo del año se observan variaciones estacionales leves en la velocidad promedio del viento por hora en Santa Lucía.

e. Ruido

En el proyecto se identificaron diversas actividades en las que se genera ruido tales como las operaciones en el área de trabajo, el transporte de mineral y las áreas destinadas a la acumulación de mineral y al desmonte. Estas actividades contribuyen al nivel de ruido presente en el entorno del proyecto es así que las actividades no ocasionan ruidos que originen decibeles superiores a los indicados bajo norma, así mismo, para la ejecución los trabajadores utilizaran equipos de protección auditiva que cumplan con estos estándares si el caso lo amerita, ya que la emisión de ruidos se limita a los motores de los vehículos menores que se ubicaran en el área de campamento que no excederán de los 80 dBA en el área de producción.

2.2.4.7 Ambiente biológico

En el área de estudio la biodiversidad del área de influencia indirecta y directa en el medio ambiente biológico los seres vivientes como los animales y plantas, se refiere a los elementos naturales presentes como son la flora y fauna, como la diversidad de plantas y animales, así como a los ecosistemas y áreas que son protegidas por el estado, estos elementos naturales desempeñan un papel crucial en el equilibrio y la conservación del medio ambiente, es importante tener en cuenta la presencia de estos componentes y tomar las medidas necesarias



para proteger y preservar su integridad durante el desarrollo del proyecto. En la declaración de impacto ambiental de Mecaminas (2021), las especies de flora silvestre evaluadas se identificaron un total de 10 órdenes, 15 familias y 31 especies. La fauna de la zona del proyecto la constituye la avifauna y especies silvestres, las mismas que se han visto mermadas debido al ruido provocado por la actividad minera, en algunos casos se ha visto afectados su hábitat, alimentación y refugio, por lo que posiblemente varias especies hayan migrado a otras zonas. Se ha identificado 5 órdenes, 5 familias.

2.2.4.8 Ambiente Social

a. Educación

En la región de Puno se analiza la situación educativa y el nivel de analfabetismo de la población de 15 años en adelante alcanzando un total de 880,419 personas. De este grupo, el 41.3% ha cursado algún grado de educación secundaria, el 25.4% ha alcanzado niveles superiores, el 23.8% ha completado la educación primaria y el 0.2% ha recibido educación inicial. Por otro lado, el 9.3% de la población no ha adquirido ningún nivel de educación. Se estima que 92,164 personas en Puno no saben leer ni escribir de las cuales 20,139 son hombres y 72,025 son mujeres.(INEI, 2017)



b. Capacitación

Se realizaron capacitaciones teórico prácticas con aspectos en seguridad y salud ocupacional y medio ambiente, que permitieron sensibilizar a todo el personal que trabaja en mina.

c. Salud

El mal estado de las vías de comunicación terrestre y la falta de medios de transporte regulares dificultan la atención eficiente de calidad y segura, se espera mejorar la calidad de atención de los servicios de salud especialmente en beneficio de la población más vulnerable que se encuentra en situación de pobreza y está excluida económica, social y culturalmente, enfrentando mayores riesgos de enfermedad y mortalidad.(Mecaminas, 2021)

El Centro de Salud Santa Lucia se encuentra ubicado a aproximadamente 62.9 kilómetros de la ciudad de Juliaca. Este centro atiende a pacientes asegurados de Santa Lucia, Cabanilla, Huataquita y Cabana, así como a pacientes de la misma población. Según el 50.50% de la población cuenta con el Seguro Integral de Salud (SIS), el 18.82% está afiliado al seguro EsSalud, y un 29.13% no tiene ningún tipo de seguro médico (INEI, 2017). Estos datos proporcionan una visión de la cobertura de seguro de salud en la región y permiten identificar áreas de atención prioritaria.



d. Paisaje

El paisaje en el área de intervención de influencia directa es modificado con las instalaciones operativas, excavaciones y taludes modificando el paisaje y cambiando características topográficas, se estableció programas adecuados para la etapa de cierre progresivo y la etapa de cierre del proyecto así recuperaremos las áreas verdes en las zonas de intervención.(Mecaminas, 2021)

2.2.4.9 Ambiente Económico

a. Bienes y servicios

Los proveedores locales proveen bienes y servicios al proyecto minero, la provincia de Santa Lucia es el pueblo más cercano a la actividad minera por la cual allí se genera desarrollo, proveen materiales para mina, insumos para la alimentación, personal de diferentes oficios y servicios en telecomunicación.(Mecaminas, 2021)

b. Nivel económico

El personal aprovechara los fines de semana con fines de esparcimiento, demandaran servicios de diversos tipos en el distrito de Santa Lucia y el impacto tendrá una magnitud parcial y una importancia alta durante el tiempo que dure la construcción de la Mina. Asimismo, para las actividades de refacción demandara bienes de diversas clases como mobiliario, Epps, herramientas entre otros.



c. Empleo

La demanda de servicios para algunos obreros de cierta especialización y mano de obra no calificada se incrementará durante la refacción del campamento, la construcción de la Mina y otras actividades; así mismo la presencia temporal del personal de obra foráneo en el distrito de Santa Lucia.

d.Actividades productivas

En el distrito de Santa Lucia las actividades económicas de esta zona son de agricultura y de ganadería en su mayoría, otras actividades que se dedican son el comercio y trabajadores de servicios entre otras actividades. El distrito de Santa Lucia recibió por canon minero y regalías mineras en el año 2018 1,269,374.28 nuevos soles y en el año 2019 462,487.51 nuevos soles respectivamente.(Mecaminas, 2021)

2.2.5 Modelo matemático de sostenibilidad de Phillips

Phillips (2009), como parte de su tesis doctoral en la Escuela de Minas de Camborne en la Universidad de Exeter, Inglaterra, desarrolló un modelo matemático para el análisis del desarrollo sostenible. Este modelo conocido como el Modelo Matemático de Desarrollo Sostenible de Phillips fue formulado con el objetivo de proporcionar un enfoque cualitativo y sistemático para evaluar la sostenibilidad en diversos ámbitos.

El modelo matemático de Phillips se basa en la integración de múltiples variables y factores relevantes para el desarrollo sostenible tales como aspectos económicos, sociales y ambientales. el cual el modelo permite cuantificar y



medir el grado de sostenibilidad de un proyecto, brinda una herramienta para tomar decisiones informadas y promover prácticas sostenibles. El modelo ha sido utilizado en diversos estudios y aplicaciones prácticas contribuyendo al avance de la investigación en desarrollo sostenible.

El modelo matemático propuesto establece los parámetros y las restricciones de los componentes clave, así como las condiciones necesarias para lograr la sostenibilidad o la insostenibilidad en el contexto del Sistema Tierra que engloba las interacciones y dinámicas entre el medio ambiente y los seres humano; este modelo utiliza ecuaciones matemáticas para describir estos conceptos, parámetros y las condiciones requeridas para alcanzar el desarrollo sostenible. (Phillips, 2010)

El modelo matemático presenta la ecuación general para el desarrollo sostenible en un momento dado es la siguiente:

$$S(t) = E(t) - H_{NI}(t)$$

Esto implica que para valores específicos del medio ambiente (E) y del nivel de satisfacción de las necesidades humanas (H_{NI}), el grado y la naturaleza del desarrollo sostenible (S) están directamente influenciados por el impacto que los seres humanos ejercen sobre el medio ambiente, este impacto puede llevar al agotamiento y la degradación de los recursos y servicios proporcionados por el entorno ambiental. En otras palabras, el desarrollo sostenible puede verse comprometido, por lo tanto, es esencial gestionar adecuadamente la interacción entre los seres humanos y el medio ambiente para garantizar la preservación y el uso responsable de los recursos naturales a fin de lograr un desarrollo sostenible a largo plazo.

2.2.5.1 Definición del Ambiente (E)

El ambiente (E) comprende los cuatro sistemas fundamentales que son indispensables para el funcionamiento del planeta en todas las escalas espaciales y temporales, estos sistemas incluyen la atmósfera (A), la biosfera (B), la hidrosfera (H) y la litosfera (L), entonces es posible describir matemáticamente el ambiente (E) en un momento determinado. (Phillips, 2010)

$$E(t) = (A + B + H + L)$$

No obstante, todos los sistemas ya sean naturales o de origen humano tienen un límite máximo preestablecido para su desempeño seguro, el ambiente (E) no es una excepción pues también cuenta con límites y niveles de tolerancias en su funcionamiento, si se superan estos límites se produciría un deterioro gradual del sistema, por lo tanto, esta idea puede expresarse de la siguiente manera:

$$E(t) = [E_0 \leq E \leq E_{\max}]$$

2.2.5.2 Definición de las necesidades e intereses humanos (H_{NI})

Desde una perspectiva darwiniana e incluso antropogénica los seres humanos se han desarrollado más que cualquier otra especie, esto se debe a que los humanos no solo satisfacen sus necesidades básicas, sino que también buscan satisfacer necesidades e intereses tangibles e intangibles en su naturaleza; las H_{NI} dependen de los recursos y servicios proporcionados por el ambiente (E) que garantizan condiciones adecuadas para la vida y supervivencia humana, sin embargo, si las H_{NI}

aumentan a un ritmo que perjudica el ambiente (E), se infiere que existe un límite máximo para el H_{NI} basado en los recursos y servicios disponibles del (E); esto significa que, en última instancia si el ambiente se degrada más allá de un punto de no retorno en cualquier escala espacial los seres humanos se verán obligados a buscar otro lugar para vivir, por lo tanto, esto sugiere que hay un límite para el potencial alcanzado o atribuido a las H_{NI} en un momento específico y esto puede ser caracterizado de la siguiente manera. (Phillips, 2010)

$$H_{NI}(t) = [H_{NI0} \leq H_{NI} \leq H_{NI\max}]$$

Los parámetros y factores que determinan el grado y el valor de las H_{NI} , y que informan el uso del E por las H_{NI} , se pueden describir como sigue:

$$H_{NI}(t) = [I(NI), \text{Comm}(NI), \text{Soc}(NI), \text{Sp}(NI)]$$

$$NI(t) = [QL, Ec, So, BN] \text{ y } BN(t) = [Sh, F, En, Rep]$$

El desarrollo humano y las necesidades e intereses que lo sustentan están influenciados por tres elementos clave de manera simultánea: el desarrollo social (SD), la tecnología (T) y el conocimiento (K).

$$H_{NI}(t) = f [SD, T, K] \rightarrow \infty$$

2.2.5.3 Determinación del nivel y naturaleza del desarrollo sostenible

Para que se logre un nivel de desarrollo sostenible (S) en cualquier momento y a una escala espacial específica, el valor atribuido

al ambiente (E) debe ser mayor que el valor atribuido a las necesidades humanas (H_{NI}). Esto se puede expresar de la siguiente manera:

$$E(t) \leq H_{NI}(t) \Leftrightarrow S(t) \leq 0$$

Si por otra parte el valor determinado o atribuido del E es menor o igual al valor determinado o atribuido de H_{NI} , entonces S no se produciría.

2.2.5.4 Determinación de componentes S

Se determinará los componentes de sostenibilidad (S) para lo cual utilizaremos la figura 2 diagrama de flujo de los procesos escalonados en donde se muestra los pasos a seguir que son los siguientes:

Paso 1

Se recopila los resultados del Método de Evaluación Rápida de Impacto Ambiental RIAM para ellos podemos ver en la tabla 15.

Pasó 2

Determinaremos el desarrollo sostenible partiremos de los parámetros evaluados, 2a-b determinaremos los componentes del medio ambiente (E) primarios.

Tabla 9

Componentes de E primarios

A	Atmosfera	Física /Químicas	PC
B	biosfera	Biológica/Ecológica	BE
H	Hidrosfera	Física /Químicas	PC
L	Litosfera	Física /Químicas	PC

Fuente: Phillips 2012.



Todos los componentes primarios A, B, H y L están presentes por ende utilizaremos la siguiente fórmula para el medio ambiente (E).

$$E = \sum(A+B+H+L) \dots \dots \dots (1)$$

Por lo tanto, el desarrollo sostenible (S) se considera con:

$$S = E - H_{NI} \dots \dots \dots (2)$$

La lista de los componentes H_{NI} socioeconómico y cultural (SEC)

Pasó 3

El proceso va evaluar la naturaleza y el nivel de sostenibilidad respecto a la flora y fauna.

Pasó 4

4a Determinamos la puntuación máxima del ES relativos de la siguiente forma: multiplicamos el número de parámetros por 216 de la siguiente manera:

$$PC_{max} = 6 \times 216; BE_{max} = 2 \times 216; SEC_{max} = 8 \times 216$$

Determinación de los totales relativos del escore (ES) relativo. 4b agregaremos 108 al total del escore (ES) original y así obtendremos los ES totales relativos de la siguiente forma (ES original + 108).

4c Realizamos la sumatoria de los ES relativos por parámetros de los siguientes: $\sum PC$, $\sum BE$ y $\sum SEC$

Pasó 5

Calcular E para satisfacer los límites dentro del rango $0 \leq E \leq 1$ para ello usaremos la siguiente formula:

$$E = \frac{\sum PC + \sum BE}{PC_{max} + BE_{max}} \dots \dots \dots (3)$$



Paso 6

Calcular H_{NI} para satisfacer los límites de H_{NI} los cuales deben estar dentro de $0 \leq H_{NI} \leq 1$ por lo cual usamos la siguiente formula:

$$H_{NI} = \frac{SEC_{max} - \sum SEC}{SEC_{max}} \dots \dots \dots (4)$$

Paso 7

Para el Proyecto tenemos los valores de E y H_{NI} ; Si el valor obtenido E es mayor que el valor obtenido para H_{NI} , entonces si es sostenible. $E > H_{NI} \Leftrightarrow S > 0$

Paso 8

Si es sostenible el proyecto calcular S:

$$S = E - H_{NI} \dots \dots \dots (5)$$

Paso 9

Determinar el nivel y la naturaleza de la sostenibilidad mediante el siguiente indicador de rango.

Rangos de valor S y nivel

0.751 - 1.000=Muy fuerte

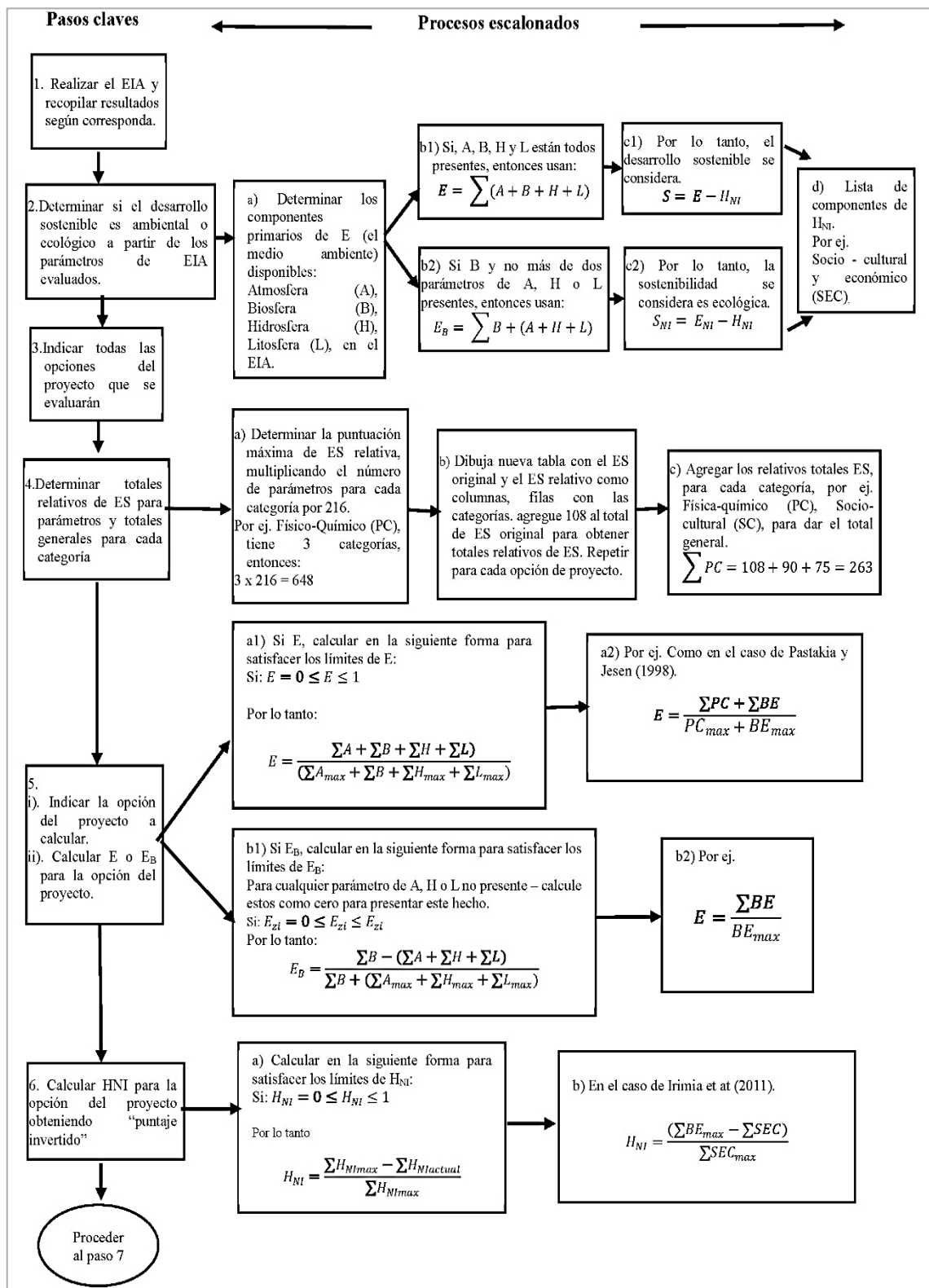
0.501 - 0.750=Fuerte

0.251 - 0.500=Débil

0.001 - 0.250=Muy débil

Figura 2

Diagrama de flujo de los procesos escalonados



Fuente: Jason Phillips 2012 (adaptado de J. Phillips 2009,2010c).



2.3 MARCO LEGAL

En la sección del marco legal, se aborda el conocimiento exhaustivo y actualizado de las regulaciones legales ambientales, especialmente aquellas emitidas por la autoridad ambiental competente. Es fundamental tener un entendimiento completo de la base legal que incluye los dispositivos legales relacionados con el medio ambiente. Esto implica estar al tanto de las leyes, decretos, reglamentos y normativas técnicas vigentes que afectan a la materia ambiental.

2.3.1 Constitución Política del Perú

Es el marco legal fundamental que establece los derechos, la justicia y las normas de un país. En el caso de nuestro país la Constitución vigente es la promulgada en 1993. Todos los demás cuerpos normativos de la República se derivan de los principios y disposiciones contenidos de la Constitución.

La constitución prima sobre toda ley, sus normas son inviolables y de cumplimiento obligatorio para todos los peruanos (Constitución Política, 1993). En el ámbito medioambiental existen algunos artículos de interés que vale la pena destacar: Artículo 67°, Artículo 68°, Artículo 123° estos artículos mencionados de la Constitución política del Perú son fundamentales para garantizar la preservación del medio ambiente y establecer los cimientos de las leyes ambientales en el país. Estos artículos respaldan la importancia de proteger y conservar el entorno natural, así como promover el desarrollo sostenible y la participación ciudadana en la gestión ambiental. Son pilares fundamentales que orientan las políticas y acciones en materia ambiental en el Perú.



2.3.2 Ley general del ambiente

La Ley N° 28611 promulgada el 13 de octubre de 2005 es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. (Ley N° 28611, 2005)

Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país. (Ley N° 28611, 2005)

2.3.3 Ley del sistema nacional de evaluación y fiscalización ambiental

La Ley N° 29325 conocida como la ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, fue promulgada el 4 de marzo de 2009, su principal objetivo es establecer el Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) como la autoridad competente en esta materia, esta ley tiene un alcance amplio y se aplica a todas las personas, tanto naturales como jurídicas ya sean de carácter público o privado; su ámbito de aplicación abarca principalmente a las entidades del gobierno nacional, regional y local que desempeñan funciones relacionadas con la evaluación, supervisión, fiscalización, control y sanción en temas ambientales. (Ley N° 29325, 2009)

El Sistema tiene por finalidad asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de todas las personas naturales o jurídicas, así como supervisar y garantizar que las funciones de evaluación, supervisión,



fiscalización, control y potestad sancionadora en materia ambiental, a cargo de las diversas entidades del Estado se realizan de forma independiente, imparcial, ágil y eficiente, de acuerdo en lo dispuesto en la Ley N° 28245 Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, en la Ley N° 28611 Ley General del Ambiente de la política nacional de ambiente y demás normas, políticas, planes, estrategias, programas y acciones destinados a coadyuvar a la existencia de ecosistemas saludables, viables y funcionales, al desarrollo de las actividades productivas y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales que contribuyan a una efectiva gestión y protección de ambiente. (Ley N° 29325, 2009)

2.3.4 Ley del sistema nacional de evaluación del impacto ambiental

Conocido como Ley N° 27446 publicado en el 23 de abril del año 2001, este dispositivo legal establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a través de los proyectos de inversión. (Ley N° 27446, 2001)

2.3.5 Decreto Supremo N° 019 – 2009 MINAM

El proceso de evaluación de impacto ambiental de proyectos de inversión está regulado por el Ministerio del Ambiente según lo establecido en el respectivo Decreto Supremo en el título II de dicho decreto específicamente en el artículo 14° se detallan las etapas y requisitos del proceso de evaluación de impacto ambiental, así mismo, señala que la evaluación de impacto ambiental es un proceso participativo técnico- administrativo, destinado a prevenir,



minimizar, corregir y/o mitigar e informar acerca de los potenciales impactos ambientales negativos que pudieran derivarse de las políticas, planes, programas y proyectos de inversión, así también, intensificar sus impactos positivos. (D.S. N° 019, 2009)

2.3.6 Decreto Supremo N° 012 – 2009 MINAM

El Ministerio del Ambiente en cumplimiento de las disposiciones establecidas en la Constitución Política del Perú y la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo tiene la responsabilidad de aprobar la política nacional del ambiente, de acuerdo, con el artículo 67 de la Constitución el Ministerio del Ambiente como órgano competente tiene la tarea de diseñar, supervisar y aprobar las políticas nacionales mediante decreto supremo previa aprobación del consejo de ministros, así mismo, en el marco de la política nacional del ambiente el Ministerio del Ambiente está encargado de desarrollar, dirigir, supervisar y ejecutar los planes, programas y normas necesarios para su implementación. (D.S. N° 012, 2009)

2.4 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1 Impactos ambientales

El impacto ambiental es la modificación negativa o positiva del medio ambiente provocada directa o indirectamente por obras, proyectos o actividades en un área determinada en cualquiera de sus fases. Como manifiesta Dellavedova (2011) estas pueden ser ocasionadas por acciones del hombre o de la naturaleza.



2.4.2 Aspecto ambiental

El aspecto ambiental se refiere a los elementos de las actividades humanas que interactúan con el medio ambiente y pueden generar un impacto ya sea positivo o negativo en la conservación de este último. Involucra aspectos como la emisión de contaminantes, la generación de residuos, el consumo de recursos naturales y la preservación de la biodiversidad. (Conesa, 2009)

2.4.3 Medio ambiente

El medio ambiente es el entorno en el cual tiene lugar la vida de los seres vivos y se encuentra influenciado y modificado por la actividad humana. Este sistema engloba tanto los organismos vivos como los elementos no vivos, abarcando aspectos bióticos y abióticos. Los seres humanos interactúan con este entorno a través de sus acciones y actividades, ejerciendo un impacto significativo en la calidad y equilibrio del medio ambiente. (Vernier, 1992)

2.4.4 Contaminación ambiental

Es la presencia de cualquier agente como es el físico, químico y biológico a una combinación de varios agentes en concentraciones, foras y lugares tales que sean nocivos para la vida, la seguridad y el bienestar de los seres humano y asimismo puedan ser perjudiciales para los seres vivos en general. (Anzules y Castro, 2022)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO

3.1.1 Ubicación política

El Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita está ubicado en el distrito de Santa Lucia, provincia de Lampa del departamento de Puno.

3.1.2 Ubicación geográfica

Geográficamente el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita se desarrolla dentro de la concesión minera ACUMULACIÓN MAGNETITA con código N° 010001401L, con una extensión de 856.57 hectáreas, cuenta con 11 vértices el título de concesión a favor de la empresa YURA S.A. la ubicación dentro de la carta nacional se encuentra en la hoja 32-U.

Tabla 10

Coordenadas de concesión minera

Vértice	Este	Norte	Concesión	Datum
1	328390.06	8267308.91	ACUMULACIÓN MAGNETITA	WGS84 Zona 19S
2	328366.12	8264311.01		
3	326394.06	8264326.77		
4	326418.28	8265067.01		
5	325151.84	8265111.94		
6	325194.34	8266310.34		
7	325693.68	8266292.62		
8	325746.81	8267790.64		
9	326745.47	8267755.21		
10	326730.11	8267322.19		
11	328390.06	8267308.91		

Fuente: Mecaminas, 2021.



3.1.3 Accesibilidad

El tiempo estimado de viaje desde la capital de la región Puno hasta el área del proyecto es de alrededor de 2 horas y 10 minutos. La ruta de acceso al proyecto se realiza a través de la carretera interoceánica y la carretera Panamericana Sur, las cuales se encuentran en buen estado y cuentan con tramos asfaltados, así como tramos de trocha carrozable.

Tabla 11

Accesibilidad

Tramos	Distancia (Km)	vía	Tiempo
Puno - Juliaca	45	Asfalto	00h 50 min.
Juliaca-Cabanillas	29	Asfalto	00h 25 min
Cabanillas-Santa Lucia	32	Asfalto	00h 35 min.
Santa Lucia - Mina	10	Asfalto-Trocha	00h 20 min.
			Total 02h 10 min.

Fuente: Mecaminas, 2021.

3.2 PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación se llevó a cabo de manera sistemática, abarcando desde la planificación del proyecto de investigación a principios del año 2021 a lo largo del mismo año se llevó a cabo la ejecución, que incluyó la valoración del Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita. Posteriormente, se procedió a redactar la investigación, la cual fue presentada de acuerdo con las normativas establecidas ante los responsables del área de investigación de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.



3.3 PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO

El material utilizado en esta investigación proviene de la Declaración de Impacto Ambiental del Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita presentado a la Dirección Regional de Energía y Minas (DREM). Además, se utilizaron estudios relacionados con el agua, el suelo, el aire, el ruido, la geotecnia, la topografía, la hidrología y el riesgo sísmico. Cabe destacar que esta investigación fue financiada por el responsable del estudio.

3.4 MÉTODO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.4.1 Método

Se utilizó en el presente estudio de investigación el método hipotético deductivo el cual tiene un enfoque cualitativo. Asimismo Sampieri & Mendoza (2018) indica que es naturista porque estudia casos en sus contextos o ambientes naturales y en su cotidianidad no hay manipulación de la realidad.

3.4.2 Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptivo- correlacional, donde se describe las actividades de los diferentes procesos como son en la etapa de preparación, etapa de explotación, carguío de mineral entre otros, se busca identificar los aspectos ambientales y evaluar los impactos generados. Para respaldar esta elección metodológica se ha considerado el criterio presentado por Sampieri y Mendoza donde menciona que los estudios descriptivos tienen que especificar las propiedades, las características y los perfiles grupos.(Sampieri & Mendoza, 2018, p. 108)



Así también los estudios correlacionales pretenden asociar conceptos, fenómenos, hechos o variables que miden las variables y su relación en términos estadísticos. (Sampieri & Mendoza, 2018, p. 109)

3.4.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental transversal, donde se analiza la realidad sin manipular las variables y se recopilan datos de un momento único (Hernandez et al., 2014, p. 152). Con el propósito de evaluar los impactos ambientales resultantes del proyecto minero y reducir los efectos negativos que surgen de la actividad minera.

3.5 TÉCNICA

La presente investigación se hicieron uso de diferentes técnicas como la revisión bibliográfica dando aportes teóricos, asimismo el uso del método de RIAM y el modelo matemático de Phillips para la sostenibilidad los mismo que permitieron realizar la interpretación en todos los impactos ambientales y el análisis de la investigación. “Ninguna técnica por sí misma es mejor que la otra, en ocasiones podemos utilizar una o varias para descubrir categorías y temas”.(Hernández Sampieri & Mendoza, 2018)

3.6 POBLACIÓN

La población de la investigación está conformada por un grupo de 12 concesiones mineras que se ubican en el distrito Santa Lucia. Según Hernández Sampieri & Mendoza, (2018) “Un estudio no será mejor por tener una población más grande, la calidad de un trabajo investigativo consiste en delimitar claramente la población con base en el planteamiento del problema”.



3.7 MUESTRA

La muestra de investigación se considera al Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita que está dentro de la concesión minera de nombre Acumulación Magnetita, el tipo de muestreo fue no probabilístico donde se realizó según los intereses del investigador. Según Hernández Sampieri & Mendoza (2018) los estudios no probabilísticos en la investigación cualitativa se caracterizan por los intereses de la investigación más que por los criterios que los generalicen.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL CON EL MÉTODO RIAM

4.1.1 Identificación de los impactos ambientales

Tabla 12

Identificación de impactos ambientales en el proyecto

Ambiente	Componente del Proyecto	C _{i/Ai}	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
Ambiente Físico	Topografía	C ₁	X	X	X	X	X		
	Riesgos naturales	C ₂							
	Calidad de suelo	C ₃	X	X	X	X	X		
	Calidad de agua	C ₄							
	Calidad de aire	C ₅	X					X	X
Ambiente Biológico	Ruido	C ₆					X	X	X
	Flora	C ₇		X	X				
	Fauna	C ₈							
	Educación	C ₉		X					
Ambiente Socioeconómico	Capacitación	C ₁₀					X	X	X
	Salud	C ₁₁							
	Paisaje	C ₁₂	X	X		X	X		
	Bienes y servicios	C ₁₃	X	X	X			X	
	Nivel económico	C ₁₄					X		X
	Empleo	C ₁₅				X	X	X	X
	Actividades productivas	C ₁₆	X		X				



De acuerdo a la tabla 12 se obtuvieron los impactos en los componentes ambientales en las diferentes actividades del proyecto, dentro de los impactos al ambiente físico se observa la estabilidad física del terreno natural con inestabilidad física de taludes con riesgo de accidentes por caída de rocas, asimismo, se hizo la remoción del Top Soil para actividades de construcción y nivelación de áreas, la calidad del agua es mínima solo producto de las épocas fluviales; la calidad del aire se encuentra afectada por la polución de partículas de polvo en suspensión debido al movimiento de maquinarias; la fauna existente es afectada por el impacto sonoro conllevando a la migración de las especies que se encuentra cerca al proyecto.

Los impactos al ambiente biológico se encuentran afectado tanto en la flora como en la fauna desde el retiro de la cobertura vegetal para los procesos de operaciones dentro del proyecto.

Así también en la presente tabla se demuestra un impacto positivo en cuanto al ambiente socioeconómico debido al compromiso minero con el ejercicio de la responsabilidad social, reforzado con un personal capacitado que garantiza el desarrollo de la educación y salud para la población,

El nivel económico y de empleo tuvo un impacto consideradamente positivo por la demanda de bienes u servicios el consumo local, el requerimiento de empleo en la etapa de construcción del proyecto cubiertas a su vez por la población del distrito de Santa Lucía y Juliaca.

4.1.2 Matriz de calificación y valoración de los impactos ambientales

Tabla 13

Matriz de calificación y valoración de los impactos ambientales del proyecto

Ambiente	Componente	C _i	Importancia	Magnitud	Permanencia	Reversibilidad	Acumulabilidad	Puntaje Ambiental	Impacto
Ambiente Físico	Topografía	C ₁	Importancia local	Grandes impactos negativos	Permanente	Irreversible	Acumulativo o sinérgico	-27	Impacto negativo moderado
	Riesgos naturales	C ₂	Importancia local	Cambio negativo significativo	Permanente	Reversible	Acumulativo o sinérgico	-16	Impacto negativo menor
	Calidad de suelo	C ₃	Importancia local	Cambio negativo significativo	Permanente	Irreversible	Acumulativo o sinérgico	-18	Impacto negativo menor
	Calidad de agua	C ₄	Importancia local	Cambio negativo	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	-7	Impacto negativo leve
	Calidad de aire	C ₅	Importancia local	Cambio negativo	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	-7	Impacto negativo leve
Ambiente Biológico	Ruido	C ₆	Importancia local	Cambio negativo	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	-7	Impacto negativo leve
	Flora	C ₇	Importancia local	Cambio negativo	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	-7	Impacto negativo leve
	Fauna	C ₈	Importancia local	Cambio negativo	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	-7	Impacto negativo leve
	Educación	C ₉	Importancia local	Mejora	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	7	Impacto positivo leve
Ambiente Socioeconómico	Capacitación	C ₁₀	Importancia local y alrededores	Mejora	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	14	Impacto positivo menor
	Salud	C ₁₁	Importancia local	Mejora	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	7	Impacto positivo leve
	Paisaje	C ₁₂	Importancia local	Cambio negativo	Permanente	Irreversible	Simple o no acumulativo	-8	Impacto negativo leve
	Bienes y servicios	C ₁₃	Importancia local y alrededores	Mejora	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	14	Impacto positivo menor
	Nivel económico	C ₁₄	Importancia local y alrededores	Mejora	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	14	Impacto positivo menor
	Empleo	C ₁₅	Importancia local y alrededores	Mejora significativa	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	28	Impacto positivo moderado
	Actividades productivas	C ₁₆	Importancia regional	Mejora significativa	Temporal	Reversible	Acumulativo o sinérgico	42	Impacto positivo significativo

4.1.3 Jerarquización de los impactos ambientales

Tabla 14

Jerarquización de los impactos ambientales

Impactos												
	Negativos					Neutro	Positivo					Total
Rango	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72	
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	106	
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E	
AF	0	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	6
AB	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
ASC	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	4
AE	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	4
Subtotal	0	0	1	2	6	0	2	3	1	1	0	16
Total	9					0	7					16

4.1.3.1 Ambiente físico

Dentro de la categoría del ambiente físico se evaluaron un total de 6 componentes ambientales, revelando la presencia de tres tipos de impactos. Se identificaron 3 impactos negativos de magnitud leve en los componentes de calidad de aire, ruido y agua. Además, se encontraron 2 impactos negativos de menor magnitud en los componentes de calidad de suelos y riesgos naturales. Por último, se detectó un impacto negativo de magnitud moderada en el componente de topografía.

Figura 3

Impactos y ambiente físico

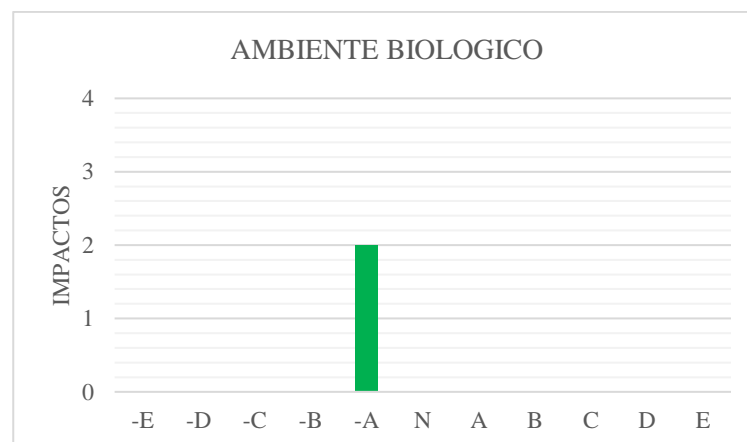


4.1.3.2 Ambiente biológico

Dentro de la categoría de ambiente biológico se evaluaron 2 componentes ambientales, revelando la presencia de dos tipos de impactos. Se identificaron 2 impactos negativos de magnitud leve en el componente de flora y fauna.

Figura 4

Impactos y ambiente biológico

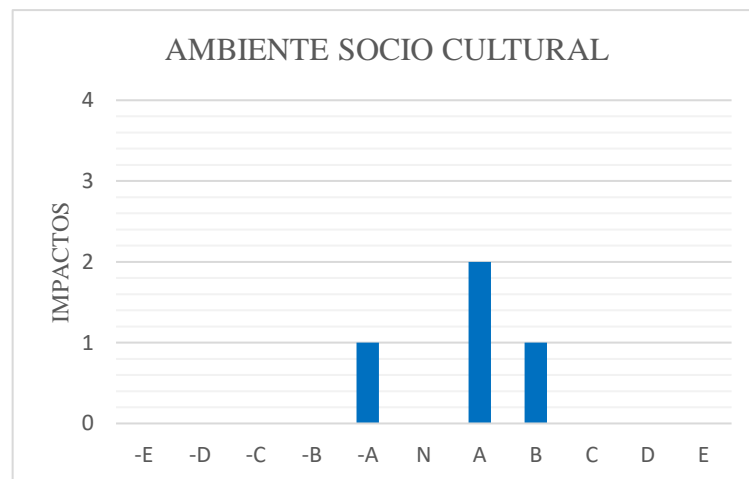


4.1.3.3 Ambiente socio cultural

Dentro de la categoría de ambiente socio-cultural se llevaron a cabo análisis de 4 componentes, revelando la presencia de dos tipos de impactos. Se identificaron 2 impactos positivos de magnitud leve en componentes como la educación y salud, así como 1 impacto positivo de menor magnitud en el componente de capacitación. Además, se encontró 1 impacto negativo de magnitud leve en el componente de paisaje.

Figura 5

Impactos y ambiente socio cultural

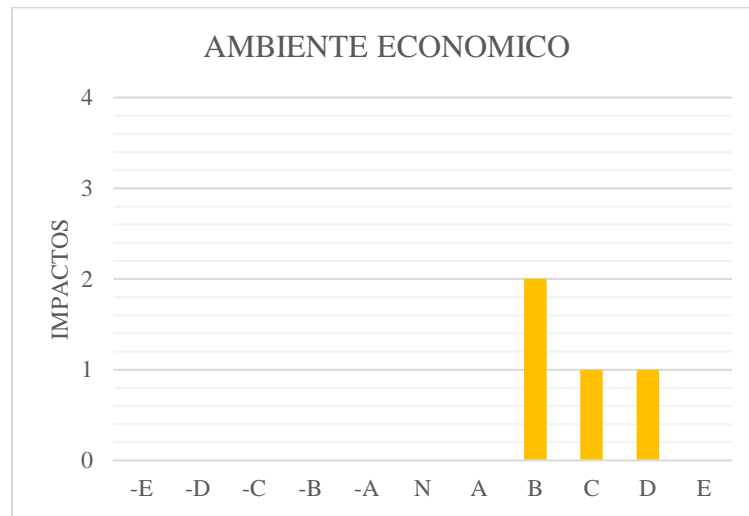


4.1.3.4 Ambiente económico

Durante el análisis de la categoría de ambiente económico, se evaluaron 4 componentes y se identificaron tres tipos de impactos. Se observaron 2 impactos positivos menores en componentes como la oferta de bienes y servicios y el nivel económico, así como 1 impacto positivo moderado en el componente de empleo, además, se identificó 1 impacto positivo significativo en el componente de actividades productivas.

Figura 6

Impactos y ambiente económico



4.1.3.5 Ambiente total

Del 100% del total de los componentes nombraremos en dos grupos los porcentajes: impactos negativos, el 19% presenta (-A) impactos negativos leves, el 15% (-B) refleja impactos negativos menores, el 12% (-C) impactos negativos moderados; impactos positivos, el 6% (A) presenta impactos positivos leves, el 18% (B) presenta impactos positivos menores, el 12% (C) impacto positivo moderado y el 18% (D) impactos positivos significantes sumados todos son el 100% así mismo se muestra en la siguiente figura 8 y tabla 15.

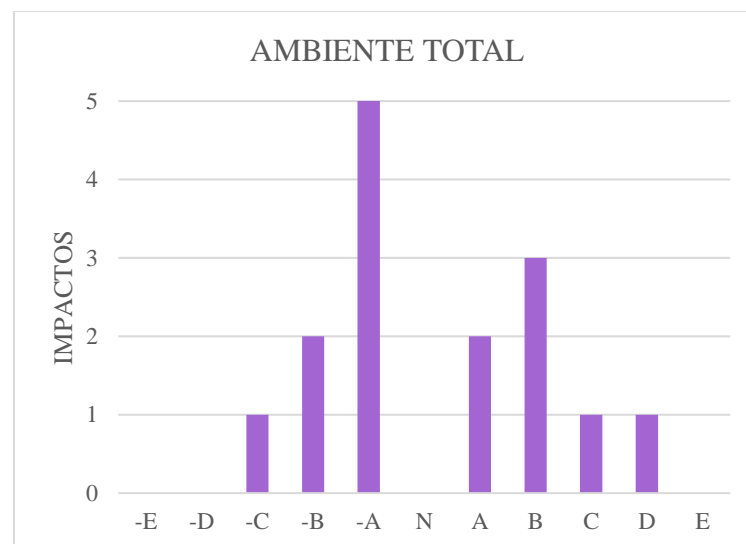
Tabla 15

Puntaje ambiental

Componente del Proyecto	Ci	Puntaje Ambiental	%
Topografía	C1	-27	11.74
Riesgos naturales	C2	-16	6.96
Calidad de suelo	C3	-18	7.83
Calidad de agua	C4	-7	3.04
Calidad de aire	C5	-7	3.04
Ruido	C6	-7	3.04
Flora	C7	-7	3.04
Fauna	C8	-7	3.04
Educación	C9	7	3.04
Capacitación	C10	14	6.09
Salud	C11	7	3.04
Paisaje	C12	-8	3.48
Bienes y servicios	C13	14	6.09
Nivel económico	C14	14	6.09
Empleo	C15	28	12.17
Actividades productivas	C16	42	18.26
TOTAL		230	100.00

Figura 7

Impactos y ambiente total

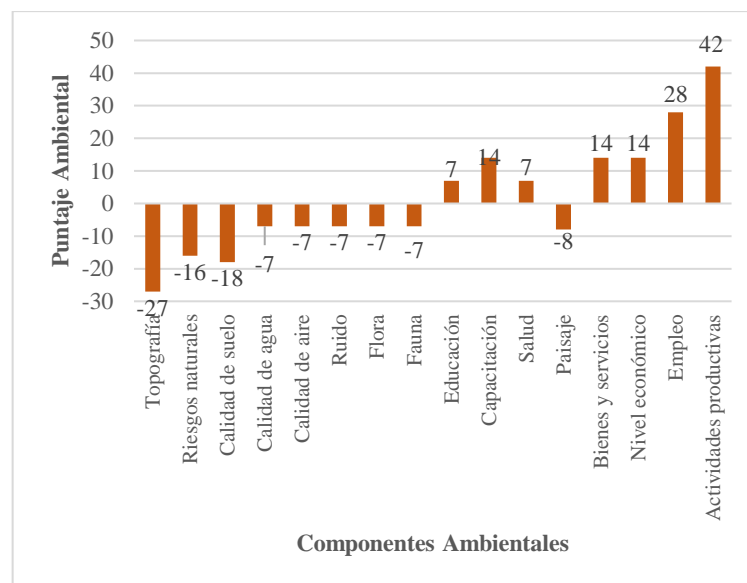


Se estudió con el método RIAM 16 componentes ambientales los cuales dentro de la actividad minera generan impactos tanto positivos

como negativos, dentro del método de RIAM se analiza bajo dos criterios A y B dentro de estos criterios están las variables que son: la importancia del componente, la magnitud del cambio, la permanencia, la reversibilidad y la acumulación del impacto, a continuación, se muestra en la tabla 15 componentes ambientales impactados

Figura 8

Puntaje ambiental y componentes ambientales



Los resultados muestran la valoración de los impactos ambientales con el método de RIAM, es así que la significancia de los 16 componentes ambientales y el puntaje ambiental en donde la mayor afectación es en el componente topográfico con -27 ud. la calidad de suelo -18 ud. y los componentes impactados positivamente son las actividades productivas con +42 ud. como también el componente empleo con +28 ud.

4.2 VALORACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE EL MODELO MATEMÁTICO DE PHILLIPS

Los resultados obtenidos con el uso del Método de Evaluación Rápida de Impacto Ambiental RIAM nos servirán como base para poder determinar la sostenibilidad con el modelo matemático de Phillips.

4.2.1 Determinación de componentes de S

Se determino los componentes de sostenibilidad (S) para lo cual se usó la figura 2 diagrama de flujo de los procesos escalonados en donde se muestra los pasos a seguir, recopilamos los resultados de la valoración con el método RIAM para ellos podemos ver en la tabla 13. Asimismo, determinamos los componentes primarios de E y se utilizó la formula (1) y (2).

Determinamos la puntuación máxima del ES relativos multiplicando el número de parámetros por 216.

$$PC_{\max} = 1296$$

$$BE_{\max} = 432$$

$$SEC_{\max} = 1728$$

Determinación de los totales relativos del escore (ES) relativo es igual a (ES original + 108) así como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16*Escore relativo*

Parámetros Ambientales	Componente	Puntaje Ambiental Original	ESCORE RELATIVO
PC	Topografía	-27	81
PC	Riesgos naturales	-16	92
PC	Calidad de suelo	-18	90
PC	Calidad de agua	-7	101
PC	Calidad de aire	-7	101
PC	Ruido	-7	101
		ΣPC	566
BE	Flora	-7	101
BE	Fauna	-7	101
		ΣBE	202
SEC	Educación	7	115
SEC	Capacitación	14	122
SEC	Salud	7	115
SEC	Paisaje	-8	100
SEC	Bienes y servicios	14	122
SEC	Nivel económico	14	122
SEC	Empleo	28	136
SEC	Actividades productivas	42	150
		ΣSEC	982

Para el cálculo de **E** para satisfacer los límites dentro del rango $0 \leq E \leq 1$ para ello se utilizó la formula (3).

$$E = \frac{566+202}{1296+432} \quad E = 0.444$$

Para el cálculo de **H_{NI}** para satisfacer los límites de **H_{NI}** los cuales deben estar dentro de $0 \leq H_{NI} \leq 1$ por lo cual usamos la siguiente formula (4).

$$H_{NI} = \frac{1728-982}{1728} \quad H_{NI} = 0.432$$

El valor obtenido **E** es mayor que el valor obtenido para **H_{NI}**, entonces si es sostenible el proyecto minero. $E > H_{NI} \Leftrightarrow S > 0$

La premisa anterior nos indica que si es sostenible el proyecto entonces se calculó S , se utilizó la fórmula (5) y para determinar el nivel y la naturaleza de la sostenibilidad se utilizó el indicador de rango y nivel.

$$S = 0.444 - 0.432; S = 0.012$$

Los resultados de la valoración de sostenibilidad con el método matemático de Phillips nos muestran que el valor calculado de E es mayor que el valor calculado de H_{NI} es así que si es sostenible en un rango de 0.001- 0.250 y en un nivel muy débil sosteniblemente.

4.3 DISCUSIÓN

La valoración de la sostenibilidad con el modelo matemático de Phillips basado en el método RIAM, se obtuvo que el valor de E es de 0.444 el cual es mayor que el valor de H_{NI} obtenido de 0.432. Lo que nos da a entender según las condiciones que rigen el modelo tal como se detalla en (Phillips, 2010), esto constituye las condiciones necesarias para que se considere que si existe una muy débil sostenibilidad del proyecto. Estos resultados son respaldados por Choque (2019) quien refiere que obtuvo el valor E que es de 0.431 el cual es mayor por 0.007 que el valor de $H_{NI} = 0.424$ donde demostró que se está llevando una gestión ambiental sostenible. Phillips (2012a) en su aplicación del modelo al vertedero de relave de la mina de carbón de Lupeni considera insostenible ya que el valor de E obtenido es de 0.464 es inferior a el valor de H_{NI} obtenido de 0.482. Asimismo, Philips (2013) en las minas de hierro de Irán, aplicando su modelo los resultados indicaron que eran potencialmente insostenibles. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al evaluar estos resultados, mientras mejor sea el manejo ambiental y el socioeconómico existirá una mejor sostenibilidad.



La valoración del impacto ambiental si es favorable aplicando el método de RIAM en donde se muestra que la significancia de los 16 componentes ambientales y el puntaje ambiental en donde la mayor afectación es en el componente topográfico y calidad de suelo, los componentes impactados positivamente son las actividades productivas y el componente de empleo. Esto se corrobora con la investigación de Choque (2019) quien identifico 54 impactos ambientales, los resultados revelaron que ciertos componentes ambientales se vieron afectados negativamente debido a las actividades del proyecto, se observó una mayor afectación en la topografía -27 ud, la calidad del agua -21 ud, la percepción de potenciales impactos ambientales negativos -21 ud, la percepción política del proyecto -21 ud y los suelos -18 ud, por otro lado se encontró impactos positivos como las actividades productivas +72 ud, el empleo +32 ud y el transporte y las vías +24 ud. Asimismo, Phillips (2013) en su investigación a las minas de hierro en Iran identifico que las puntuaciones más altas se dan en las vibraciones del suelo causadas por las voladuras indicando que es un problema importante, otra puntuación alta se da en la calidad del agua con los residuos de las voladuras y los subproductos del yacimiento de hierro. Bajo los referido anteriormente y al analizar estos resultados confirmamos que existe puntajes similares en algunos componentes ambientales y estos hallazgos proporcionan una visión detallada de los efectos ambientales asociados a las actividades mineras analizadas.

Valorando la sostenibilidad de las actividades aplicando la evaluación de RIAM y el modelo matemático de Phillips al proyecto minero es favorable la sostenibilidad en un rango y nivel muy débil asimismo Choque (2019) en sus resultados de su investigación concluye que la gestión ambiental que se lleva si es sostenible. Estos resultados se contradicen con Phillips (2012b) en su investigación a las minas de Iran y en Andhara Pradesh determino que son insostenibles.



V. CONCLUSIONES

Esta investigación ha determinado que valoración de la sostenibilidad de los impactos ambientales de las actividades mineras aplicando la evaluación RIAM y el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia-Puno es favorable, revelando así que si existe una muy débil sostenibilidad en el proyecto.

La valoración de los impactos ambientales a las actividades mineras con el método RIAM, fueron evaluados en 16 componentes ambientales tales como en el componente físico-químico se encontraron con una mayor afectación negativa al componente topográfico con -27 ud, la calidad de suelo -18 ud, en el componente biológico con -7 ud, asimismo, una mayor afectación positiva en el componente sociocultural, componente socioeconómico tales como son las actividades productivas con +42 ud, como también el componente empleo con +28 ud, el manejo ambiental en el proyecto es ligeramente bajo.

La valoración de la sostenibilidad aplicando el modelo matemático de Phillips a las actividades mineras en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita, se obtuvo que el valor de E es de 0.444 el cual es mayor que el valor de H_{NI} de 0.432, es sostenible en un rango de 0.001- 0.250 y en un nivel sosteniblemente muy débil.



VI. RECOMENDACIONES

Es muy importante realizar la valoración de los impactos ambientales con la metodología RIAM y cuanto más extenso y detallado sean en sus diferentes componentes los resultados será más precisos, por lo tanto, se recomienda aplicar a estudios como son IGAC, EIA, DIA y IGAFON donde podremos identificar rápidamente los impactos positivos y negativos.

Para una buena aplicación del modelo matemático de sostenibilidad de J. Phillips, realizar bien la valoración de impactos ambientales, cabe precisar que el método matemático nos dará la sostenibilidad o insostenibilidad de los múltiples proyectos que podremos evaluar en determinado tiempo, proponiendo una visión general para tomar mejores decisiones al momento de elaborar o reformular un programa medio ambiental y proporcionar más atención a componentes donde existen impactos negativos y darles tratamiento así como mitigarlos adecuadamente.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acobo Sarmiento, A. J. (2015). *Propuesta e implementación de un plan de manejo ambiental, basado en la norma iso 14001, Para una empresa de construcción de obras civiles: proyecto de carreteras, para la optimización de recursos.* Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Anzules, Í. del C. P., & Castro, D. W. M. (2022). Contaminación ambiental. *RECIMUNDO*, 6(2), 93–103.
[https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)
- Artaraz, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones de desarrollo sostenible. *Ecosistemas*, 11(2).
- Brundtland, G. (1987). Nuestro Futuro Común (Informe Brundtland). *Comisión Mundial Para El Medio Ambiente y El Desarrollo de La ONU.*
- Castilla Gómez, J., & Herrera Herbert, J. (2015). Environmental analysis of mining operations: Dynamic tools for impact assessment. *Minerals Engineering*, 76, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2014.10.024>
- CEPAL. (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.* Comisión Económica Para América Latina y El Caribe. <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible>
- Choque Quispe, E. D. (2019). *Evaluación de la sostenibilidad de la explotación minera del Proyecto Estela-CECOMSAP-Puno.*
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/12349>



- Claro Claro, J. F. (2015). *Formulacion e Implementacion del Plan de Manejo Ambiental para el Proyecto del Parque Industrial San Carlos III de la Organizacion Agrobotania S.A.* Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- Conesa Fernández-Vitoria, V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental.* Ediciones Mundi-Prensa.
- Constitución Política. (1993). *Constitución Política del Perú 1993. El Peruano.*
- Cuentas, M. (2009). Evaluación cualitativa del impacto ambiental generado por la actividad minera en la rinconada Puno [Universidad de Piura]. In *Universidad de Piura*. <http://goo.gl/Z7irA8>
- Dellavedova, M. (2011). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. *La Plata.*
- D.S. N° 012. (2009). *La Política Nacional del Ambiente.* https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_012-2009-minam.pdf
- D.S. N° 019. (2009). *Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.* <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds-019-2009-minam-a.pdf>
- Gómez Contreras, J. L. (2014). Del desarrollo sostenible a la sustentabilidad ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 22(1), 115–136.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodologia de la Investigacion* (S. A. D. C. V. E. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, Ed.; 6ta edición).



- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. In *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. shorturl.at/mwS39
- Horowitz, L. (2006). Section 2: mining and sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 3(14), 307–308. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.03.005>
- INEI, C. (2017). *Base de Datos de los Censos Nacionales 2017*. Obtenido de <http://m.inei.gob.pe/>: <http://m.inei.gob.pe/prensa>
- Kirsch, S. (2010). Sustainable Mining. *Dialectical Anthropology*, 34(1), 87–93. <https://doi.org/10.1007/s10624-009-9113-x>
- Ley N° 28611. (2005). Ley General del Ambiente. Lima, Perú. Octubre. <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/NAG-2-02-Ley-28611.pdf>
- Ley N° 29325. (2009). Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental. Obtenido En [Https://Www.Oefa.Gob.Pe](https://www.Oefa.Gob.Pe).
- Ley N°27446. (2001). *Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N°-27446.pdf>
- Massolo, L. A. (2015). Introducción a las herramientas de gestión ambiental. *Series: Libros de Cátedra*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/46750>
- Mecaminas E.I.R.L. (2021). *Declaracion de Impacto Ambiental Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita*.
- Mohsin, M., Zhu, Q., Naseem, S., Sarfraz, M., & Ivascu, L. (2021). Mining Industry Impact on Environmental Sustainability, Economic Growth, Social Interaction, and



- Public Health: An Application of Semi-Quantitative Mathematical Approach. *Processes*, 9(6), 972. <https://doi.org/10.3390/pr9060972>
- ONU. (2015). *La Asamblea General adopta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS. <https://news.un.org/es/story/2015/09/1340191>
- Pastakia, C. M. R., & Jensen, A. (1998). The rapid impact assessment matrix (RIAM) for EIA. *Environmental Impact Assessment Review*, 18(5), 461–482. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(98\)00018-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0195-9255(98)00018-3)
- Pastakia, C., & Madsen, K. N. (1995). A rapid assessment matrix for use in water related projects. *Stockholm Water Conference*, 12–15.
- Pettinger, R. (2020). *The Economic Environment BT - The Socio-Economic Foundations of Sustainable Business: Managing in the Fourth Industrial Revolution* (R. Pettinger, Ed.; pp. 45–55). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39274-1_5
- Phillips, J. (2010). The advancement of a mathematical model of sustainable development. *Sustainability Science*, 5(1), 127–142. <https://doi.org/10.1007/s11625-009-0103-3>
- Phillips, J. (2012a). Applying a mathematical model of sustainability to the Rapid Impact Assessment Matrix evaluation of the coal mining tailings dumps in the Jiului Valley, Romania. *Resources, Conservation and Recycling*, 63, 17–25. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.03.003>



- Phillips, J. (2012b). Using a mathematical model to assess the sustainability of proposed bauxite mining in Andhra Pradesh, India from a quantitative-based environmental impact assessment. *Environmental Earth Sciences*, 67. <https://doi.org/10.1007/s12665-012-1601-7>
- Phillips, J. (2013). The application of a mathematical model of sustainability to the results of a semi-quantitative Environmental Impact Assessment of two iron ore opencast mines in Iran. *Applied Mathematical Modelling*, 37, 7839–7854. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2013.03.029>
- Quispe, C. A. (2011). *Evaluación de impacto ambiental de la planta de beneficio aurífero “El Ampay” Auquibamba, Abancay - Apurímac* [Universidad San Antonio de Abad]. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2026564>
- Rahmanpour, M., & Osanloo, M. (2016). A decision support system for determination of a sustainable pit limit. *Journal of Cleaner Production*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.205>
- Rodríguez Aguilar, J. A., & Alvarado Siguencia, D. F. (2015). *Propuesta de un plan de manejo ambiental, en base a la presencia de metales pesados en el estero Huaylá, Pto. Bolívar*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Rojas, C. (2010). Valoración de Recursos Minerales Bajo la Teoría del Desarrollo Sostenible. *Revista EIA*, 13, 65–75.
- Starke, L. (2002). *Breaking new ground: mining, minerals, and sustainable development: the report of the MMSD project* (Vol. 1). Earthscan.
- Vernier, J. (1992). *El medio ambiente* (Vol. 23). Publicaciones Cruz O., SA.



Zarza, N. (2022). *Política ambiental: Qué es y Ejemplos*. Ecología Verde.

<https://www.ecologiaverde.com/politica-ambiental-que-es-y-ejemplos-42.html>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de consistencia

TITULO: SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO DE EXPLOTACIÓN ACUMULACIÓN MAGNETITA SANTA LUCIA - PUNO

PROBLEMA		OBJETIVOS		HIPÓTESIS		OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Criterio		
¿Cuál es la valoración de los impactos ambientales y la sostenibilidad en las actividades mineras aplicando la evaluación RIAM y el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno?	Valorar la evaluación de los impactos ambientales y la sostenibilidad de las actividades mineras aplicando RIAM y el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.	Es favorable la valoración de los impactos ambientales y la sostenibilidad en las actividades mineras aplicando la evaluación RIAM y el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.	Vx: Evaluación de los impactos ambientales de las actividades del Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita	Es un proceso sistemático para diseñado para identificar, anticipar y comprender posibles efectos e impactos ambientales de proyectos.	Componentes ambientales Físico-Químico Biológico Socio cultural Económico	Importancia del componente ambiental Magnitud del cambio/efecto Permanencia Reversibilidad Acumulación del impacto	A ₁ A ₂ B ₁ B ₂ B ₃	MÉTODO: Hipotético-Deductivo con Enfoque Cualitativo TIPO DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo correlacional	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	criterio	INVESTIGACIÓN: No Experimental de Corte Transversal POBLACIÓN DE ESTUDIO: 12 concesiones MUESTRA: Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita	
¿Cuál es la valoración de la evaluación del impacto ambiental por el método RIAM en las actividades mineras en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno?	Valorar la evaluación de los impactos ambientales de las actividades mineras por el método RIAM en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.	Es favorable la valoración de ambiental por el método RIAM en las actividades mineras en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.	Sostenibilidad de las actividades mineras del Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Vy: Sostenibilidad de las actividades mineras del Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita	Es la capacidad de llevar a cabo la extracción de minerales de manera que satisfaga las necesidades presentes sin comprometer las necesidades futuras, implica la gestión responsable de los recursos naturales.	Desarrollo sostenible	El ambiente Necesidades e intereses humanos Tiempo	E H _{RI} t		
¿Cuál es la valoración de la sostenibilidad de las actividades mineras aplicando el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno?	Valorar la sostenibilidad de las actividades mineras aplicando el modelo Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.	La valoración de la sostenibilidad es favorable en las actividades mineras aplicando el modelo de Phillips en el Proyecto de Explotación Acumulación Magnetita Santa Lucia- Puno.							



ANEXO 2. Reporte de ensayos de suelos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax: 381-3842 Central Telefónica: 481-1040 Anexo: 308

INFORME N° S15-368

SOLICITANTE : DIANOIA GROUP S.A.C.
 PROYECTO : EXPLOTACION DEL CUERPO 2 DE LA ZONA DE SANTA LUCIA
 UBICACIÓN : DEPARTAMENTO: PUNO, PROVINCIA: LAMPA, DISTRITO: SANTA LUCIA.
 FECHA : 29 DE MAYO DEL 2015

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D 422

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	3.0	3.0	97.0
3/8"	9.525	3.3	6.4	93.6
1/4"	6.350	2.8	9.2	90.8
N°4	4.760	1.6	10.8	89.2
N°10	2.000	4.7	15.6	84.4
N°20	0.840	3.8	19.4	80.6
N°30	0.590	1.6	21.0	79.0
N°40	0.426	1.8	22.8	77.2
N°60	0.250	3.3	26.1	73.9
N°100	0.149	5.3	31.4	68.6
N°200	0.074	7.6	39.0	61.0
FONDO		61.0		

% grava	: 10.8
% arena	: 28.1
% finos	: 61.0


LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318	
Limite Líquido (%)	: 48.7
Limite Plástico (%)	: 27.7
Índice Plástico (%)	: 21.0

Clasificación SUCS ASTM D 2487 : CL



CURVA GRANULOMÉTRICA

Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante
 Ejecución: Téc. R. Galán
 Revisión: Ing. Hector Espinoza Ccente




Ing. HECTOR ESPINOZA CCENTE
 Jefe (e) Laboratorio N° 02
 Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - EIC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax: 381-3842 Central Telefónica: 481-1040 Anexo: 308

INFORME N° S15-368

Solicitante : DIANOIA GROUP S.A.C.
Proyecto : EXPLOTACION DEL CUERPO 2 DE LA ZONA DE SANTA LUCIA
Lugar : DEPARTAMENTO: PUNO, PROVINCIA: LAMPA, DISTRITO: SANTA LUCIA.
Fecha : 29 DE MAYO DEL 2015

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

Estado : Remoldeado (con la matriz < Tamiz N° 4)
Calicata : C-1

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm.)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de la muestra (cm.)	2.16	2.16	2.16
Densidad húmeda inicial (gr/cm3.)	1.800	1.800	1.800
Densidad seca inicial (gr/cm3.)	1.486	1.486	1.486
Cont. de humedad inicial (%)	21.1	21.1	21.1
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm.)	2.07	2.04	2.01
Altura final de la muestra (cm.)	2.00	1.98	1.94
Densidad húmeda final (gr/cm3.)	2.151	2.144	2.170
Densidad seca final (gr/cm3.)	1.607	1.620	1.651
Cont. de humedad final (%)	33.8	32.4	31.4
Esfuerzo normal (kg/cm ² .)	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte máximo (kg/cm ² .)	0.265	0.476	0.683

Angulo de fricción interna : **22.7 °**
Cohesión (Kg/cm².): **0.06**

Nota : Los especímenes se remoldearon con la densidad del Peso Volumétrico.
Muestra remitida e identificada por el solicitante

Realizado por: Téc. R. Caidas N.
Revisado por: Ing. Hector Espinoza Ccente



Ing. HECTOR ESPINOZA CCENTE
Jefe (e) Laboratorio N° 02
Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - EIC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax: 381-3842 Central Telefónica: 481-1040 Anexo: 308

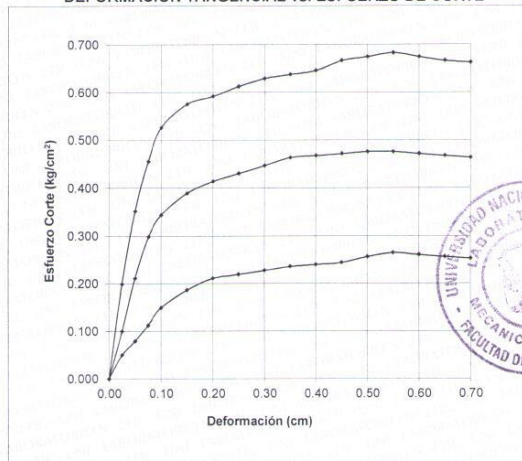
INFORME N° S15-368

Solicitante : DIANOIA GROUP S.A.C.
PROYECTO : EXPLOTACION DEL CUERPO 2 DE LA ZONA DE SANTA LUCIA
UBICACIÓN : DEPARTAMENTO: PUNO, PROVINCIA: LAMPA, DISTRITO: SANTA LUCIA.
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2015

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D 3080

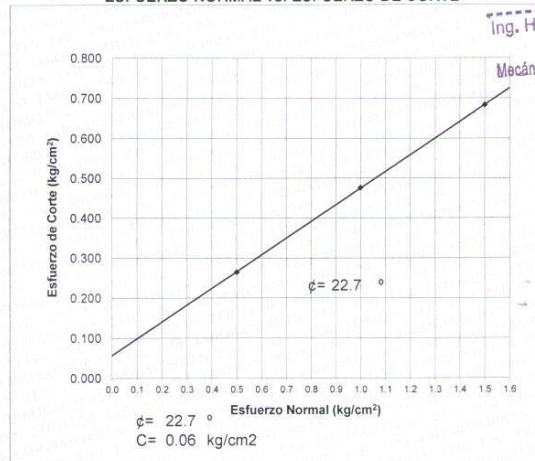
Estado : Remoldeado (con la matriz < Tamiz N° 4)
Calicata : C-1

DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE



J. Espinoza

ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE



Ing. HECTOR ESPINOZA CCENTE
Jefe (e) Laboratorio N° 02
Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - EIC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax: 381-3842 Central Telefónica: 481-1040 Anexo: 308

INFORME N° S15-368

SOLICITANTE : DIANOIA GROUP S.A.C.
PROYECTO : EXPLOTACION DEL CUERPO 2 DE LA ZONA DE SANTA LUCIA
UBICACIÓN : DEPARTAMENTO: PUNO, PROVINCIA: LAMPA, DISTRITO: SANTA LUCIA.
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2015

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS ASTM D 854

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SÓLIDOS : 2.73

Nota: Muestra remitida e identificada por el Solicitante

Ejecución : Téc. R. Caidas N.
Revisión : Ing. Hector Espinoza Ccente



Ing. HECTOR ESPINOZA CCENTE
Jefe (e) Laboratorio N° 02
Mecánica de Suelos y Pavimentos • UNI • EIC



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Civil Laboratorio N° 2 - Mecánica de Suelos y Pavimentos

Av. Túpac Amaru N° 210 - Lima 25 - Perú Telefax: 381-3842 Central Telefónica: 481-1040 Anexo: 308

INFORME N° S15-368

SOLICITANTE : DIANOIA GROUP S.A.C.
PROYECTO : EXPLOTACION DEL CUERPO 2 DE LA ZONA DE SANTA LUCIA
UBICACION : DEPARTAMENTO: PUNO, PROVINCIA: LAMPA, DISTRITO: SANTA LUCIA.
FECHA : 29 DE MAYO DEL 2015

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Calicata : C-1

ENSAYO DE PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS COHESIVOS NTP 339.139

Peso Volumétrico (gr/cm³) : 1.803

Nota.-

La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecución :

Téc. R. Caldas N.

Revisión :

Ing. Hector Espinoza Ccente




Ing. HECTOR ESPINOZA CCENTE
Jefe (e) Laboratorio N° 02
Mecánica de Suelos y Pavimentos - UNI - FIC



ANEXO 3. Declaración jurada de autenticidad de tesis.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo CRISTIAN RUELOS FLORES
identificado con DNI 71377448 en mi condición de egresado de:

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

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO DE EXPLOTACION
ACUMULACION MAGNETITA SANTA LUCIA - PUNO "

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 26 de enero del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



ANEXO 4. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional.



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

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

Por el presente documento, Yo CRISTIAN RUELAS FLORES,
identificado con DNI 71377448 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA DE MINDS

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

“ SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO DE EXPLOTACION
ACUMULACION MAGNETITA SANTO LUCAS - PUNO ”

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 26 de enero del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella