



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

ESTRATEGIAS DE ORDENACIÓN MINERO AMBIENTAL PARA LA
CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES EN UNA EMPRESA
MINERA EN HUAROCHIRÍ, LIMA 2024

Línea de investigación:
Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el grado académico de Maestra en Gestión Ambiental y
Minera

Autora

Huaylla Castillo, Dafny Caroline

Asesor

Aparicio Patricio, Santiago Saturnino

ORCID: 0000-0003-4110-8440

Jurado

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Sánchez Carrera, Dante Pedro

Zarate Navarro, Herbert Emilio

Lima - Perú

2025

ESTRATEGÍAS DE ORDENACIÓN MINERO AMBIENTAL PARA LA CONSERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES EN UNA EMPRESA MINERA EN HUAROCHIRI, LIMA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%	22%	10%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
8	archive.org Fuente de Internet	<1%
9	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1%



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

ESTRATEGIAS DE ORDENACIÓN MINERO AMBIENTAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES EN UNA EMPRESA MINERA EN HUAROCHIRÍ, LIMA 2024

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el grado académico de Maestra en
Gestión Ambiental y Minera

Autora

Huaylla Castillo, Dafny Caroline

Asesor

Aparicio Patricio, Santiago Saturnino

ORCID: 0000-0003-4110-8440

Jurado

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Sánchez Carrera, Dante Pedro

Zarate Navarro, Herbert Emilio

Lima - Perú

2025

DEDICATORIA

A mí misma, por la dedicación y esfuerzo para superar cada desafío en este camino.

A mis abuelos, padres y hermanos, por ser mi mayor inspiración y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la fortaleza y la guía para superar cada obstáculo durante este proceso.

A mi asesor de tesis, Dr. Aparicio Patricio por su orientación, paciencia y valiosos aportes que enriquecieron esta investigación y me ayudaron a completar este proyecto con éxito

ÍNDICE

RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Descripción del problema	3
1.3. Formulación del problema	4
1.3.1. Problema general.....	4
1.3.2. Problemas específicos	4
1.4. Antecedentes	5
1.4.1. Internacionales	5
1.4.2. Nacionales	6
1.5. Justificación de la Investigación	9
1.5.1. Justificación metodológica	9
1.5.2. Justificación teórica.....	9
1.5.3. Justificación practica	10
1.6. Limitaciones de la investigación.....	11
1.7. Objetivos de la investigación	12
1.7.1. General	12
1.7.2. Específicos	12
II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Marco conceptual.....	13
2.1.1. De la variable Independiente: Ordenación Minero Ambiental.....	13
2.1.2. De la variable Dependiente: Conservación de los recursos naturales.....	23
2.2. Definición de términos.....	27

2.2.1. Conservación.....	27
2.2.2. Estrategia	28
2.2.3. Gestión Ambiental	28
2.2.4. Ordenación Minera	28
2.2.5. Ordenación Ambiental.....	28
2.2.6. Política del Ambiente.....	28
2.2.7. Recursos Naturales.....	29
2.3. Marco Legal.....	29
2.3.1. Constitución Política del Perú (1993)	29
2.3.2. Ley N° 28611 (13/10/2005).....	29
2.3.3. Decreto Legislativo N° 1013 (14/05/2008).....	29
2.3.4. Decreto Legislativo N° 757 (08/11/1991).....	30
2.3.5. Ley N° 27446 (23/04/2001).....	30
2.3.6. Decreto Supremo N°019-2009-MINAM (25/09/2009)	30
2.3.7. Ley N° 29325 (05.03.2009).....	30
2.3.8. Ley N° 26821 (25.06.1997).....	30
2.3.9. Decreto Supremo N° 074-2001-PCM (24.06.2001).....	31
2.3.10. Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM (25.03.2013).....	31
III. MÉTODO	33
3.1. Tipos de investigación.....	33
3.1.1. Tipo	33
3.1.2. Nivel	33
3.1.3. Diseño y enfoque	34
3.2. Población y muestra	35
3.2.1. Población	35

3.2.2. Muestra	36
3.2.3. Muestreo	36
3.3. Operacionalización de variables	36
3.4. Instrumentos	39
3.5. Procedimientos	39
3.5.1. Procedimiento para el diagnóstico de las actividades y procesos mineros, con el fin de evaluar los daños causados a los recursos naturales, en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024	40
3.5.2. Procedimiento para realizar un análisis de las medidas de ordenación minero ambiental, actualmente implementadas, con el fin de identificar áreas de mejoras para la gestión de los recursos naturales, en empresa minera en Huarochirí, Lima 2024	41
3.5.3. Procedimiento para elaborar el mapa de ordenación minero ambiental, de la propuesta de uso de los recursos naturales y sus categorías, en empresa minera Huarochirí, Lima 2024	42
3.5.4. Procedimiento para proponer estrategias de ordenación minero ambiental específicas, con el fin de promover la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, para la satisfacción de necesidades de la empresa minera Huarochirí, Lima	43
3.6. Análisis de datos	46
3.7. Consideraciones éticas	47
IV. RESULTADOS	48
4.1. Resultados del diagnóstico de las actividades y procesos mineros para evaluar los daños causados a los recursos naturales en la empresa minera en Huarochirí, Lima	48
4.1.1. Caracterización del área de estudio	48
4.1.2. Inventario de los pasivos ambientales	51
4.1.3. Procesos y Tecnologías utilizadas en la Mina de Huarochirí, Lima	53

4.1.4. Instrumentos de gestión ambiental por la mina Huarochirí	57
4.2. Resultados de las medidas de ordenación minero ambiental, actualmente implementadas, con el fin de identificar áreas de mejoras para la gestión de los recursos naturales, en empresa minera en Huarochirí, Lima 2024.....	59
4.2.1. Evaluación de las medidas existentes	59
4.2.2. Análisis del cumplimiento de los ECA en los resultados de monitoreo ambiental y sus riesgos asociados.....	69
4.2.3. Análisis comparativo con el marco legal vigente en materia ambiental.....	77
4.2.4. Identificación de las áreas de mejoras	78
4.2.5. Lineamientos para el desarrollo de un plan de acción	81
4.3. Resultados del mapa de ordenación minero ambiental, de la propuesta de uso de los recursos naturales y categorías, en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024	83
4.3.1. Análisis del medio físico.....	85
4.3.2. Análisis del medio biótico	87
4.3.3. Análisis del medio socioeconómico.....	90
4.3.4. Análisis de la geología.....	91
4.3.5. Diagnóstico territorial	93
4.3.6. Zonificación territorial: Propuesta de ordenamiento minero	95
4.3.7. Unidades de la propuesta de ordenamiento minero	100
4.4. Resultados de la propuesta de estrategias de ordenación minero ambiental específicas, con el fin de promover la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales para la satisfacción de las necesidades en la empresa minera en Huarochirí, Lima ..	101
4.4.1. Formulación de estrategias de ordenación minero-ambiental	101
4.4.2. Lineamientos estratégicos.....	107
4.4.3. Análisis Crítico de las Estrategias Propuestas	111

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	114
VI. CONCLUSIONES	117
VII. RECOMENDACIONES	119
VIII. REFERENCIAS	121
IX. ANEXOS	134
Anexo 01. Etapas del ciclo de minado subterráneo	134
Anexo 02. Proceso de tratamiento del mineral	135
Anexo 03. Matriz con la zonificación de la Mina en Huarochirí.....	136
Anexo 04. Matriz de significancia de los impactos ambientales	140
Anexo 05. Fichas de trabajo.....	141
Anexo 06. Matriz de consistencia.....	142
Anexo 07. Panel de fotos	143
Anexo 08. Validación de Instrumento	144

Índice de Tablas

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variable Independiente V(x): Ordenación Minero Ambiental.....	37
Tabla 2 Matriz de operacionalización de la variable Dependiente V(y): Conservación de los recursos naturales	38
Tabla 3 Datos del clima de la mina en Huarochirí, Lima	49
Tabla 4 Parámetros para explotación de mina en Huarochirí	51
Tabla 5 Pasivos ambientales generados por la mina en Huarochirí 2020-2023	52
Tabla 6 Cuantificación, extensión y volumen.....	53
Tabla 7 Tecnología utilizada por la minera en Huarochirí, Lima	55
Tabla 8 Instrumentos de Gestión Ambiental Aprobados para la Mina ubicada en Huarochirí, Lima.....	57
Tabla 9 Medidas ambientales asumidos para las aguas superficiales	59
Tabla 10 Medidas ambientales asumidos para las aguas subterráneas y efluentes.....	61
Tabla 11 Medidas ambientales asumidos para la calidad del aire	62
Tabla 12 Medidas ambientales asumidos para el suelo	65
Tabla 13 Medidas ambientales asumidos para la flora, fauna y hidrobiología.....	68
Tabla 14 Análisis legal comparativo por cada componente ambiental.....	77
Tabla 15 Identificación de áreas de mejoras en la unidad de la mina.....	78
Tabla 16 Lineamientos para el desarrollo del plan de acción de una mina	82
Tabla 17 Matriz de causalidad de Leopold	83
Tabla 18 Estrategias de ordenación minero-ambiental formuladas según impacto ambiental priorizado	106

Índice de Figuras

Figura 1 Mapa del medio físico	85
Figura 2 Mapa del medio biótico	89
Figura 3 Mapa del medio socioeconómico	90
Figura 4 Mapa de la geología	93
Figura 5 Etapa I: Mapas temáticos	96
Figura 6 Etapa II Diagnostico de la zona de estudio	97
Figura 7 Etapa III: Mapa minero ambiental.....	98
Figura 8 Mapa de la propuesta de ordenamiento minero.....	99

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo proponer estrategias de gestión minero ambiental orientadas a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales en una empresa minera ubicada en la provincia de Huarochirí. El estudio se desarrolló bajo un enfoque mixto, de tipo aplicada y con un diseño no experimental de corte transversal, considerando como unidad de análisis los componentes ambientales afectados por la actividad minera. Para ello, se realizó un diagnóstico integral de la gestión minero ambiental, evaluando las prácticas ambientales implementadas y los principales impactos generados sobre el medio físico, biótico y socioeconómico. Los resultados evidenciaron avances en la adopción de tecnologías limpias, acciones de restauración paisajística y manejo de residuos sólidos; sin embargo, también se identificaron impactos negativos asociados a la disposición de relaves y al riesgo de derrames de sustancias químicas, lo que pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las medidas de mitigación. A partir del diagnóstico realizado, se elaboró un mapa de zonificación minero ambiental como herramienta de planificación territorial y se propusieron cinco estrategias minero ambientales que buscan equilibrar la conservación de los recursos naturales con el desarrollo de la actividad minera, promoviendo una gestión ambiental responsable y sostenible.

Palabras clave. Estrategias de ordenación minero ambiental, diagnóstico minero, recursos naturales, mapa de zonificación, sostenibilidad

ABSTRACT

The present research aimed to propose mining–environmental management strategies oriented toward the conservation and sustainable use of natural resources in a mining company located in the province of Huarochiri. The study was conducted under a mixed approach, applied in nature, with a non-experimental cross-sectional design, considering as the unit of analysis the environmental components affected by mining activity. For this purpose, a comprehensive diagnosis of mining–environmental management was carried out, evaluating the environmental practices implemented and the main impacts generated on the physical, biotic, and socioeconomic environments. The results showed progress in the adoption of clean technologies, landscape restoration actions, and solid waste management; however, negative impacts associated with tailings disposal and the risk of chemical substance spills were also identified, highlighting the need to strengthen mitigation measures. Based on the diagnosis conducted, a mining–environmental zoning map was developed as a territorial planning tool, and five mining–environmental strategies were proposed to balance the conservation of natural resources with the development of mining activity, promoting responsible and sustainable environmental management.

Keywords: Mining-environmental planning strategies, mining diagnosis, natural resources, zoning map, sustainability.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La ordenación minero ambiental comprende un conjunto de estrategias y acciones orientadas a gestionar de manera equilibrada la extracción de recursos minerales, reduciendo los impactos ambientales negativos y promoviendo la sostenibilidad de los ecosistemas. Este enfoque abarca la evaluación de impactos, la aplicación de medidas de mitigación y la rehabilitación de áreas degradadas, permitiendo compatibilizar la actividad económica con la conservación de los recursos naturales.

Los recursos naturales, como el agua, suelo, minerales, bosques y biodiversidad son esenciales para el desarrollo económico y el bienestar humano. No obstante, su uso indiscriminado genera degradación ambiental y agotamiento, lo que refuerza la urgencia de aplicar políticas de conservación y gestión sostenible.

A nivel internacional, el Natural Resource Governance Institute (2021) advierte sobre la creciente presión global sobre los recursos minerales debido a su explotación intensiva y a la débil gobernanza ambiental. Frente a este panorama, propone estrategias que promuevan el uso racional de los minerales mediante la reutilización, el reciclaje y el reemplazo por recursos renovables, así como fortalecer la planificación y la transparencia para proteger los ecosistemas y a las comunidades.

En América Latina, particularmente en Chile, la ordenación minero ambiental enfrenta importantes desafíos debido a la intensa presión que ejerce la actividad minera sobre los recursos naturales. De acuerdo con el Centro de Estudios del Cobre y la Minería (CESCO, 2022), aunque se han incorporado enfoques y marcos normativos orientados hacia una minería más sostenible y alineada con la economía circular, persisten problemáticas relevantes como la afectación de las aguas subterráneas y la degradación de ecosistemas. Esta situación pone en

evidencia la necesidad de fortalecer la articulación entre las políticas mineras y las estrategias de conservación ambiental.

En Perú, la minería representa alrededor del 10 % del Producto Bruto Interno (MINEM, 2018). Sin embargo, la limitada planificación y ausencia de políticas sostenibles ha generado impactos negativos sobre los recursos naturales. El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2022) señala que el 59 % de los proyectos mineros se ubican en zonas ecológicamente vulnerables, afectando más del 70 % de cuerpos de agua con metales pesados y degradando el 45 % de los suelos en áreas mineras. Esta situación compromete la biodiversidad y la calidad de vida de las poblaciones locales.

Entre los principales desafíos para una ordenación efectiva se encuentran la débil regulación estatal, la escasa coherencia de las políticas públicas y las limitaciones técnicas en los gobiernos subnacionales. Según el MINAM (2021), solo el 30 % de autoridades regionales cuenta con planes de ordenación ambiental en zonas mineras, y el 65 % de las empresas opera con estudios de impacto ambiental incompletos o desactualizados. Esto ha contribuido a la sobreexplotación de recursos y a la pérdida de biodiversidad. Asimismo, la falta de personal calificado y recursos limita la implementación de prácticas sostenibles en el sector.

Frente a estos retos, organismos internacionales han recomendado la aplicación de evaluaciones ambientales estratégicas (EAE) y estudios de impacto ambiental (EIA) como herramientas para integrar consideraciones ambientales en políticas públicas y planificación territorial (Ahmed & Sánchez, 2008). Estas evaluaciones podrían contribuir a reducir la contaminación del suelo y del agua si se aplican medidas tempranas y monitoreos constantes.

En la provincia de Huarochirí, Lima, las operaciones mineras presentan desafíos específicos para la conservación de los recursos naturales, por lo que se requiere implementar estrategias que mitiguen los impactos ambientales. Estas deben incluir una gestión adecuada de residuos, el tratamiento de pasivos ambientales, la aplicación de tecnologías limpias y la

restauración ecológica. Asimismo, la participación de la comunidad local en la toma de decisiones es clave para lograr una minería sostenible.

En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo proponer estrategias de ordenación minero ambiental para la conservación de los recursos naturales en una empresa minera ubicada en Huarochirí, Lima. Para ello, se realizó el diagnóstico de las actividades mineras, se evaluaron las medidas de gestión ambiental existentes y se diseñó un mapa de zonificación que promueve el uso sostenible del territorio. Estas estrategias buscan orientar una gestión ambiental responsable, reducir los impactos negativos y fomentar prácticas sostenibles en el ámbito minero.

1.2. Descripción del problema

En la mina ubicada en Huarochirí, región Lima, se extraen minerales como plata, plomo, cobre y zinc, con una producción diaria aproximada de 5,000 toneladas métricas. Alrededor del 80% de las operaciones se realizan mediante sistemas mecanizados, y la empresa emplea a 2,666 personas, incluyendo 38 contratistas.

El principal desafío de la empresa es equilibrar la explotación mineral con la preservación de los recursos naturales, minimizando los impactos negativos y promoviendo prácticas sostenibles. Un obstáculo significativo es la ausencia de un enfoque integral para medir y evaluar los daños ambientales, lo que ha derivado en una gestión deficiente de residuos y en la degradación de los ecosistemas. Actualmente, la mina no cuenta con un mapa cartográfico que delimite claramente las zonas de conservación y las de explotación, lo que complica la implementación de estrategias sostenibles.

La falta de una estrategia efectiva de ordenación minero ambiental está acelerando la degradación de los recursos naturales, comprometiendo la sostenibilidad a largo plazo y afectando la calidad de vida de las comunidades cercanas. Esta situación limita el acceso a recursos esenciales como el agua limpia y los suelos fértiles, poniendo en riesgo la subsistencia

local. Sin una estrategia adecuada de mitigación y restauración, los impactos ambientales, como la contaminación de cuerpos de agua y la erosión del suelo.

Ante este escenario, se propone un enfoque integral que incluya un sistema continuo de monitoreo y evaluación ambiental, la actualización de las medidas de gestión vigentes y la elaboración de un mapa cartográfico que delimite claramente las áreas de conservación y explotación. Se estima que, con la aplicación de estas estrategias integrales, el impacto ambiental podría reducirse en hasta un 40% en los próximos cinco años, promoviendo la armonía entre la actividad minera y la sostenibilidad a largo plazo.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

- ¿Qué estrategias de ordenación minero ambiental, podrían formularse para asegurar la conservación de los recursos naturales, en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las actividades y procesos mineros que permiten evaluar los daños causados a los recursos naturales, en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024?
- ¿Qué medidas de ordenación minero ambiental actualmente implementadas podrían ser objetos de mejora para la gestión de los recursos naturales, en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024?
- ¿Cómo se puede elaborar el mapa de ordenación minero ambiental que refleje la propuesta de uso de los recursos naturales y sus categorías, en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024?
- ¿Qué estrategias de ordenación minero-ambiental podrían implementarse para reducir cuantificablemente los impactos y promover la conservación y el uso

sostenible de los recursos naturales en la empresa minera de Huarochirí, Lima 2024?

1.4. Antecedentes

1.4.1. Internacionales

Nathalia et al. (2018) en el artículo “Monitoreo de cambios en el uso/cobertura de la tierra durante las actividades mineras en Aravalli Hill Region”, tuvieron como objetivo medir los cambios en la cobertura del suelo derivados de las actividades mineras en la región de Aravalli Hill, en el período de 2002 a 2011, utilizando técnicas de teledetección. La metodología fue de tipo observacional con un enfoque mixto, y los hallazgos indicaron un aumento de 1,268,499 hectáreas en la superficie dedicada a la minería, mientras que las áreas de agua y las pendientes redujeron su extensión en 31.97 hectáreas. Los autores concluyeron que la expansión de la actividad minera en Aravalli Hill ha resultado en una pérdida significativa de cuerpos de agua y áreas de pendiente, destacando la necesidad de implementar estrategias de gestión ambiental para mitigar estos impactos y conservar los recursos naturales.

Kumar y Pandey (2013) en el trabajo titulado “Evaluación de impacto y análisis de cambios del uso del suelo debido a la actividad minera de carbón a cielo abierto: un estudio de caso del área del campo de carbón de Raniganj”, tuvieron como objetivo examinar los cambios temporales y espaciales en la cobertura del suelo en zonas mineras del sur de Karampura, India. A través de una metodología observacional y descriptiva de enfoque cuantitativo, realizaron un análisis multitemporal con imágenes satelitales de alta resolución. Los resultados revelaron que, entre 1992 y 2009, la cubierta vegetal disminuyó en un 71.85%, lo que demuestra un impacto negativo considerable de las actividades mineras en esta región. Los autores subrayaron la urgencia de establecer estrategias para mitigar estos efectos adversos sobre la vegetación y fomentar la sostenibilidad ambiental en áreas mineras.

Bufebo y Elias (2021) en el artículo “Land use/land cover change and its driving forces in Shenkolla Watershed, South Central Ethiopia”, analizaron las transformaciones en la vegetación y el uso del suelo, identificando los factores que las provocan. Para ello, emplearon una metodología mixta que integró técnicas de teledetección, observación directa, encuestas, entrevistas y discusiones en grupos focales. Los resultados permitieron identificar tanto los impulsores como las consecuencias de los cambios en la cobertura vegetal y el uso del suelo en la cuenca del Shenkolla entre 1973 y 2017, evidenciando una reducción de áreas forestales y un incremento de tierras agrícolas. Estos cambios se atribuyeron a factores como la expansión agrícola, cambios en las políticas gubernamentales, tensiones sociales, presión poblacional, escasez de tierras agrícolas y otros factores biofísicos.

Aarfin et al. (2021) en el estudio “Identificación de variaciones en la cobertura vegetal entre 2003 y 2018 en Roorkee city”, se centraron en evaluar las variaciones en la cobertura vegetal entre 2003 y 2018 mediante el uso de imágenes satelitales Landsat, técnicas de teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los resultados mostraron alteraciones significativas en la cobertura forestal en los 15 años estudiados, con un impacto negativo sobre la biodiversidad, los recursos hídricos y otros procesos esenciales para el clima y la biosfera. Sus conclusiones subrayan la necesidad urgente de aplicar estrategias de conservación que protejan los ecosistemas afectados.

1.4.2. Nacionales

Rojas (2023) desarrolló el estudio titulado “Prácticas de sostenibilidad en minería en La Libertad: Un enfoque ambiental y comunitario”, cuyo objetivo fue explorar cómo la adopción de prácticas sostenibles por parte de las empresas mineras influye en la percepción de las comunidades afectadas. Esta fue una investigación cualitativa aplicada, de diseño fenomenológico, basada en entrevistas a 40 miembros de comunidades locales y 20

representantes de empresas mineras. Los resultados evidenciaron que aquellas empresas que integraban políticas ambientales y programas de responsabilidad social lograban fortalecer los vínculos con las comunidades, reduciendo tensiones sociales y aumentando la aceptación de sus operaciones. Se concluyó que una minería sostenible exige considerar de forma conjunta el cuidado ambiental y la relación con el entorno social inmediato.

García (2022), en su tesis titulada “Gestión de residuos mineros en Áncash: Impacto y soluciones”, se propuso analizar cómo las prácticas de gestión de residuos sólidos en las empresas mineras de Áncash afectan la calidad ambiental. Con un enfoque cuantitativo y un diseño transversal descriptivo, García encuestó a 70 trabajadores y especialistas en gestión ambiental de tres empresas mineras. Los resultados mostraron que aquellas empresas que implementaron planes de manejo de residuos lograron reducir la contaminación en un 40%. El estudio concluyó que la adopción de estrategias de gestión ambiental es fundamental para lograr una explotación minera más sostenible y menos dañina para el entorno.

López (2021) realizó una investigación titulada “Estrategias de mitigación ambiental en operaciones mineras en Cajamarca”, cuyo propósito fue evaluar el impacto de las estrategias de mitigación ambiental en la reducción de la contaminación del suelo y el agua en empresas mineras de la región. Utilizando un enfoque mixto con un diseño descriptivo y exploratorio, trabajó con una población de 150 trabajadores, seleccionando una muestra no probabilística de 50. Los resultados demostraron que la implementación de prácticas ambientales adecuadas redujo significativamente la degradación de suelos y cuerpos de agua. López concluyó que una adecuada planificación y la capacitación del personal en temas ambientales son esenciales para promover la sostenibilidad en las operaciones mineras.

Alata (2018) realizó una tesis titulada “Análisis multitemporal de la explotación minera con aplicación de percepción remota y SIG en los distritos de Ananea y Cuyocuyo – Puno, entre 1975-2017”, con el objetivo de evaluar y cuantificar los efectos de la expansión minera

sobre la cobertura vegetal. Se trató de una investigación aplicada y cuantitativa, basada en el uso de imágenes satelitales (Landsat y Sentinel-2), Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el índice de vegetación MSAVI. El análisis multitemporal evidenció una pérdida progresiva de cobertura vegetal de aproximadamente 1,311 km² por año, lo que representa una disminución acumulada del 5.47 % durante el periodo de estudio. Asimismo, se detectó una expansión minera estimada en 8,064.32 hectáreas en los distritos de Ananea y Cuyocuyo. El autor concluyó que el uso de tecnologías de percepción remota constituye una herramienta eficaz para monitorear y cuantificar los impactos ambientales de la actividad minera informal sobre los ecosistemas altoandinos.

Rojas (2017) desarrolló la tesis titulada “Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos – Cajamarca, periodo 1989-2015”, cuyo propósito fue analizar los cambios en la cobertura vegetal a partir del impacto de actividades humanas, principalmente la agricultura. La investigación fue de tipo cuantitativa-aplicada, utilizando imágenes satelitales y el Sistema de Clasificación CORINE Land Cover, complementado con análisis estadístico básico y validación mediante visitas de campo. Los resultados revelaron una disminución significativa de las áreas forestales y de vegetación herbácea, mientras que las áreas de pastizales aumentaron considerablemente. Estos cambios fueron atribuidos a la intensificación de actividades agropecuarias. El estudio concluyó que la agricultura intensiva es el principal factor responsable de la reducción de la vegetación natural y propuso medidas de recuperación como la reforestación y una mejor planificación territorial para mitigar la degradación del suelo y la pérdida de cobertura vegetal.

1.5. Justificación de la investigación

1.5.1. Justificación metodológica

La presente investigación se sustenta en un enfoque metodológico mixto, que integra métodos cualitativos y cuantitativos para lograr una comprensión integral de los impactos ambientales generados por las actividades mineras y proponer estrategias de ordenación minero ambiental sostenibles. Desde el enfoque cualitativo, se aplicaron técnicas como revisión documental normativa y técnica, observación directa en campo y la aplicación de la Matriz de Leopold. Estos insumos permitieron caracterizar los procesos mineros, identificar pasivos ambientales, y analizar las medidas de gestión existentes desde una perspectiva contextual y descriptiva.

Complementariamente, el enfoque cuantitativo se reflejó en el uso de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) para la elaboración del mapa de ordenación minero ambiental, que permitió delimitar y clasificar zonas según su nivel de sensibilidad ecológica y compatibilidad con la actividad minera (ZCPA, ZAF, ZETM, ZRM, ZUE).

Este enfoque metodológico mixto permitió no solo diagnosticar la situación ambiental actual, sino también formular propuestas estratégicas realistas, adaptadas al contexto geográfico, social y productivo del área de estudio. La integración de métodos participativos e interdisciplinarios fortaleció la validez de los hallazgos, asegurando que las estrategias propuestas respondan a los principios de sostenibilidad, gestión territorial y mejora continua en el ámbito minero ambiental.

1.5.2. Justificación teórica

La justificación teórica de este proyecto se basa en una combinación de conceptos clave en ordenación territorial, gestión ambiental y minería sostenible. La ordenación minero ambiental se entiende como una disciplina orientada a lograr un balance entre el desarrollo de

actividades mineras y la protección del entorno natural, promoviendo un uso racional y sostenible de los recursos naturales.

En el caso específico de Huarochirí, en la región de Lima, la presión creciente sobre los recursos naturales, generada por la actividad minera, demanda el desarrollo de estrategias específicas para mitigar sus impactos negativos. Este enfoque se fundamenta en teorías de desarrollo sostenible, las cuales sostienen que los recursos deben utilizarse de manera que satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras. Asimismo, incorpora principios de ecología del paisaje y gestión territorial, los cuales buscan una planificación que considere tanto los beneficios económicos como la preservación del entorno natural.

La integración de estos enfoques permite enfrentar de manera eficaz los desafíos que plantea la minería en Huarochirí, promoviendo prácticas que no solo persigan el beneficio económico, sino que también aseguren la conservación ambiental y el bienestar social.

1.5.3. Justificación práctica

La justificación práctica de este proyecto se enfoca en la imperiosa necesidad de abordar los efectos ambientales negativos generados por las actividades mineras en Huarochirí, Lima. Si bien la minería es un sector económico de gran relevancia, sus operaciones pueden provocar una serie de impactos ambientales, tales como la degradación del suelo, la contaminación de fuentes de agua y la disminución de la biodiversidad. Este proyecto busca identificar y cuantificar estos daños, además de examinar las actuales medidas de gestión ambiental adoptadas por la empresa minera. A partir de este análisis, se proponen mejoras y se elabora un mapa de ordenación minero ambiental.

Desde un punto de vista práctico, la implementación de las estrategias resultantes permitirá disminuir los impactos de la minería sobre el medio ambiente, promover la

conservación de los recursos naturales y avanzar hacia una actividad minera más sostenible en la región.

1.6. Limitaciones de la investigación

- Restricciones en la disponibilidad temporal para realizar análisis exhaustivos, recopilar datos y formular estrategias dentro del marco temporal del proyecto.
- Falta de un registro de datos estadísticos incompletos y desactualizados, sobre instrumentos de gestión y ordenación ambiental de una mina en Huarochirí, Lima.
- Disponibilidad limitada de recursos financieros para realizar investigaciones, implementar tecnologías de conservación y llevar a cabo todas las acciones necesarias para el desarrollo de las estrategias minero ambientales.
- Probable resistencia a proporcionar información por la empresa minera en Huarochirí, Lima.

1.7. Objetivos de la investigación

1.7.1. *Objetivo general*

Formular estrategias de ordenación minero ambiental que aseguren la conservación de los recursos naturales, en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024.

1.7.2. *Objetivos específicos*

- a) Determinar las actividades y procesos mineros que permitan evaluar los daños causados a los recursos naturales en la operación de la empresa minera en Huarochirí, Lima - 2024.
- b) Realizar un análisis de las medidas de ordenación minero ambiental actualmente implementadas que puedan ser objeto de mejora, para la gestión de los recursos naturales en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024.
- c) Elaborar el mapa de ordenación minero ambiental de la propuesta de uso de los recursos naturales y sus categorías, en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024.
- d) Proponer estrategias de ordenación minero-ambiental que reduzcan cuantificablemente los impactos y promuevan la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales atendiendo las necesidades en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. *De la variable Independiente: Ordenación Minero Ambiental*

2.1.1.1. Definición de ordenación. Arévalo (2015) explica que el término ordenación se relaciona con el concepto de establecer un orden, conocido también como ordenanza. En términos etimológicos, orden proviene del latín ordo, -inis y del griego orthós, que significa “recto”. Según el Diccionario de la Real Academia Española (RAE), esta palabra es ambigua, ya que puede utilizarse en masculino o femenino, refiriéndose a “el orden” o “la orden” dependiendo del contexto. Por ejemplo, en expresiones como “mandato” o “coro de ángeles” es femenina, mientras que su uso en masculino predomina en otros contextos.

2.1.1.2. Definición de minería. La RAE (2024) define la minería como una actividad económica primaria que se enfoca en la extracción y procesamiento de minerales del suelo y subsuelo. Existen dos grandes categorías de minería: la minería metálica, que extrae metales como el cobre, el oro y la plata; y la minería no metálica, dedicada a recursos como el salitre y el yodo. Además, las técnicas de explotación pueden clasificarse en minería subterránea o minería a cielo abierto, de acuerdo con el método utilizado para acceder a los recursos.

2.1.1.3. Definición de ambiental. El término ambiental, según la RAE (2024), se refiere a cualquier aspecto relacionado con el entorno y sus condiciones particulares. Este concepto incluye tanto las características específicas del ambiente como su biodiversidad y las percepciones que se tienen de él. En este sentido, ambiental engloba una amplia variedad de factores que configuran el medio ambiente, incluyendo los elementos naturales, las particularidades del lugar y las situaciones que lo rodean.

2.1.1.4. Definición de ordenación minero ambiental. La ordenación minero ambiental se define como un conjunto de normas, políticas y procedimientos que organizan las funciones y responsabilidades ambientales de las instituciones encargadas de aplicar la Política

Nacional del Ambiente, tomando en cuenta aspectos como la gestión de la biodiversidad, el cambio climático y el manejo de suelos (MINAM, 2020). Este enfoque busca reducir los efectos negativos de las actividades mineras en los sistemas sociales y ecológicos mediante medidas de mitigación y restauración en las áreas afectadas.

La ordenación minero ambiental también implica la planificación y administración del uso del suelo en las zonas mineras, asegurando que las actividades de extracción sean compatibles con la conservación ambiental y con la sostenibilidad a largo plazo de los recursos naturales (Izakovičová et al., 2018). Este concepto incluye la evaluación de los impactos ambientales de la minería y la implementación de estrategias que regeneren los ecosistemas y promuevan un uso sostenible de los mismos, buscando un balance entre la explotación de minerales y la conservación ambiental (Liu et al., 2020).

En conclusión, la ordenación minero ambiental se centra en la gestión sostenible de los recursos naturales en áreas mineras, integrando aspectos ambientales y eficiencia económica con el objetivo de minimizar la degradación del suelo, la contaminación hídrica y la pérdida de biodiversidad (Mensah & Okyere, 2021).

2.1.1.5. Importancia. La importancia de la ordenación minero ambiental radica en la necesidad de gestionar de manera sostenible y responsable las actividades mineras para minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y garantizar la conservación de los recursos naturales. Algunas razones clave que destacan su relevancia son:

- La conservación de los recursos naturales, al proteger y conservar el agua, el suelo, la biodiversidad y los ecosistemas, evitando su degradación y agotamiento por la actividad minera.
- La prevención de impactos ambientales, mediante normas y medidas que permiten reducir la contaminación del aire, agua y suelo, prevenir la

deforestación y la pérdida de biodiversidad, y proteger la calidad ambiental en las zonas mineras.

- La promoción del desarrollo sostenible, al equilibrar la extracción de minerales con la conservación del entorno natural y el bienestar de las comunidades locales.
- El cumplimiento normativo, al garantizar la observancia de las regulaciones ambientales y la aplicación de buenas prácticas en la actividad minera, lo que contribuye a la transparencia, la responsabilidad y la legitimidad de las operaciones.

La ordenación minero ambiental es, por tanto, fundamental para promover una minería responsable, respetuosa con el medio ambiente y socialmente aceptable, asegurando la protección de los recursos naturales y la sostenibilidad a largo plazo de la actividad minera (Mensah & Okyere, 2021).

2.1.1.6. Dimensión: Diagnóstico de las actividades y procesos mineros

A. Los impactos ambientales. Los impactos ambientales hacen referencia a las consecuencias que las actividades mineras generan sobre el entorno y los recursos naturales, afectando diversos aspectos del ecosistema. Según Lillo (2020), entre los impactos más comunes de las operaciones mineras se destacan:

- Contaminación del agua. Las actividades mineras pueden contaminar tanto cuerpos de agua superficiales como subterráneos debido al vertido de sustancias químicas tóxicas y metales pesados, lo que deteriora la calidad del agua, reduce la biodiversidad acuática y representa un riesgo para la salud humana y la seguridad alimentaria.
- Contaminación del aire. La minería genera emisiones de polvo y partículas, especialmente en las etapas de extracción, procesamiento y transporte de

minerales. Estas emisiones afectan la calidad del aire, pueden causar problemas respiratorios en la población y contribuyen al cambio climático.

- Degradación del suelo. La minería puede provocar erosión, compactación del terreno, pérdida de vegetación y disminución de la fertilidad del suelo, lo cual afecta la actividad agrícola y compromete la estabilidad de los ecosistemas.
- Pérdida de biodiversidad. La fragmentación y destrucción de hábitats naturales debido a las actividades mineras puede resultar en pérdida de biodiversidad e incluso en la extinción de especies, afectando la flora y fauna nativas.
- Alteración del paisaje. Las operaciones mineras producen cambios visuales significativos en el paisaje, incluyendo deforestación y grandes excavaciones, lo que afecta la estética del área y limita su uso para actividades recreativas y turísticas.
- Generación de residuos y desechos. La minería produce cantidades importantes de residuos sólidos y aguas residuales. Una gestión inadecuada de estos residuos puede llevar a la contaminación del entorno y poner en riesgo la salud de las comunidades.

La magnitud de estos impactos depende del tipo de mineral extraído, los métodos de extracción empleados y las prácticas de gestión ambiental implementadas por la empresa (Lillo, 2020).

Asimismo, la identificación de pasivos ambientales, como relaves, botaderos o áreas degradadas, complementa el análisis de impactos al evidenciar efectos acumulados de la actividad minera. Su reconocimiento permite determinar la magnitud real del deterioro ambiental y priorizar medidas de control y remediación dentro del proceso de ordenación minero ambiental.

B. Tecnologías utilizadas por proceso. Las actividades mineras modernas emplean tecnologías diversas en las etapas de exploración, explotación y beneficio de minerales, orientadas a mejorar la eficiencia y reducir riesgos ambientales. Según el D.S. N.º 040-2014-EM, las empresas están obligadas a implementar prácticas y tecnologías que reduzcan emisiones, mejoren el manejo de residuos y optimicen el uso del agua (MINEM, 2014).

Ejemplos de tecnologías comúnmente utilizadas en minería subterránea incluyen perforadoras jumbo y sistemas de voladura controlada, cargadores LHD y camiones de bajo perfil para transporte subterráneo, así como plantas de procesamiento con chancadoras, molinos y celdas de flotación para la concentración de minerales. En cuanto al control ambiental, se emplean sistemas SCADA para monitoreo automatizado, plantas de tratamiento de efluentes y tecnologías de espesamiento y filtrado para la gestión de relaves (Orihuela et al., 2017).

La adecuada selección y uso de tecnologías resulta clave para reducir la generación de pasivos ambientales y mejorar la eficiencia energética y la seguridad de las operaciones.

2.1.1.7. Dimensión: Medidas de ordenación minero ambiental

A. Instrumentos de gestión ambiental. En el Perú, los instrumentos de gestión ambiental (IGA) constituyen el marco regulatorio para prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales de la actividad minera. Entre los principales se incluyen el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) y el Plan de Cierre de Minas. Estos instrumentos son obligatorios y deben ser actualizados conforme a la normativa vigente (MINEM, 2014).

El Manual de Pasivos Ambientales Mineros de ASGMI (2020) resalta que la existencia de un marco normativo robusto y la aplicación de instrumentos de gestión son determinantes para garantizar procesos de restauración ambiental efectivos y sostenibles.

El Decreto Supremo N.º 040-2014-EM establece la obligación de identificar, registrar y gestionar los pasivos ambientales mineros como parte de los instrumentos de gestión ambiental aprobados para cada unidad de operación (MINEM, 2014).

B. Cumplimiento de estándares de calidad ambiental. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) constituyen parámetros técnicos que establecen los niveles máximos permitidos de concentración de contaminantes en agua, aire y suelo, con el fin de proteger la salud humana y el equilibrio de los ecosistemas. En el Perú, los ECA son definidos por el MINAM y tienen carácter obligatorio para todas las actividades productivas, incluido el sector minero, constituyendo la base para evaluar la calidad ambiental y determinar la necesidad de medidas correctivas o preventivas.

De acuerdo con el Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM, que aprueba los ECA para Agua, estos valores permiten evaluar la protección de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos frente a posibles impactos derivados de actividades como la minería, el transporte y el tratamiento de efluentes. Por su parte, el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM establece los ECA para Aire, definiendo límites para contaminantes como PM_{2.5}, PM₁₀, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, relevantes en zonas mineras debido a la generación de polvo y emisiones vehiculares y operativas. Finalmente, el Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM actualiza los ECA para Suelo, los cuales permiten identificar contaminación por metales pesados y hidrocarburos, facilitando la detección de áreas degradadas que requieren intervención.

El cumplimiento de los ECA es verificado mediante monitoreos periódicos exigidos por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). Estos monitoreos permiten determinar si los niveles de concentración ambiental se mantienen dentro de los rangos aceptables y si las actividades mineras están operando de acuerdo con el marco regulatorio nacional. La comparación entre resultados de monitoreo y límites normativos

constituye un componente esencial del proceso de ordenación minero ambiental, ya que permite identificar brechas, evaluar riesgos y orientar la implementación de estrategias de mitigación en la empresa minera.

C. Normativa aplicable al sector minero. La ordenación minero ambiental en el Perú se estructura sobre un marco regulatorio que integra normas sectoriales y ambientales destinadas a prevenir, mitigar y controlar los impactos generados por la actividad minera. Este marco establece criterios técnicos obligatorios para el manejo del agua, aire, suelo, biodiversidad y residuos, asegurando que las operaciones se desarrollen bajo principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

De acuerdo con el Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades Minero-Metalúrgicas, se señala que la gestión ambiental minera debe regirse por un conjunto de normas transversales y sectoriales, incluyendo estándares ambientales y obligaciones específicas para prevenir impactos y garantizar la protección del entorno (Ministerio de Energía y Minas [MINEM], 2014). Entre estas disposiciones se encuentran reglamentos como el D.S. N.º 040-2014-EM, la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley N.º 29763) y la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N.º 28245), los cuales orientan la evaluación del desempeño ambiental y la implementación de medidas de ordenación.

No obstante, el desarrollo detallado de cada norma, sus alcances y su aplicación específica en la unidad minera se abordará en el capítulo correspondiente al Marco Legal.

2.1.1.8. Dimensión: Mapa de ordenación minero ambiental

A. Descripción del medio físico. La descripción del medio físico implica analizar y caracterizar en detalle los elementos naturales de un área geográfica específica, como el relieve, la hidrografía, el clima, la geología y la vegetación. Este análisis es esencial para entender cómo interactúan estos elementos y su impacto en el uso del suelo y en el desarrollo de actividades humanas, lo que facilita una planificación territorial sostenible (Moreno, 2018).

B. Descripción del Medio Biótico. La descripción del medio biótico se refiere al análisis exhaustivo de los componentes vivos de un ecosistema, incluyendo:

- Flora: especies vegetales, su distribución y estado de conservación.
- Fauna: diversidad de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, junto con su distribución y estado de conservación.
- Estructura ecosistémica: identificación de productores, consumidores y descomponedores.

Esta caracterización es fundamental para evaluar los posibles impactos sobre la biodiversidad y el equilibrio ecológico de un área antes de iniciar un proyecto, y requiere la participación de expertos en biología, ecología y ciencias ambientales (Biótica Consultores, 2024).

C. Descripción del medio socioeconómico. El análisis del medio socioeconómico abarca un estudio detallado de la situación social y económica en una zona específica de intervención, evaluando aspectos demográficos, económicos, culturales y paisajísticos. Este análisis utiliza tanto datos secundarios como encuestas directas a la población local mediante técnicas de muestreo, permitiendo una representación precisa del contexto social y económico del área de estudio y facilitando una planificación más sostenible (Pérez y Gardey, 2021).

D. Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados a minería. Los SIG constituyen herramientas fundamentales para la gestión y planificación de la actividad minera, ya que permiten integrar, procesar y analizar información espacial relacionada con el territorio, los recursos naturales y las operaciones extractivas. En el contexto minero, los SIG facilitan la elaboración de cartografía temática, la delimitación de áreas de influencia, la identificación de zonas vulnerables y la evaluación de riesgos ambientales mediante la superposición y el análisis conjunto de múltiples capas de información. En el Perú, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico ha señalado que el uso de SIG es clave para la gestión de información geológica

y ambiental, optimizando la toma de decisiones y contribuyendo a una mejor evaluación del potencial mineral y de las áreas que requieren protección ambiental (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 2017).

E. Diagnóstico territorial. El diagnóstico territorial permite la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones sobre el desarrollo regional. Este proceso analiza las características físicas, ambientales, sociales, económicas, culturales e institucionales de un área geográfica, produciendo “mapas de valor” y “mapas de capacidad de acogida”. Algunos elementos clave incluyen:

- La caracterización del territorio mediante líneas base de información territorial para conocer el estado actual y las presiones sobre los recursos.
- La identificación de problemas y potencialidades estratégicas del territorio.
- La proyección de escenarios futuros y la selección de los escenarios deseados para su monitoreo y evaluación.

Este enfoque sistémico busca entender las interrelaciones entre los diversos componentes del territorio y facilitar la cooperación entre los diferentes actores involucrados (Flores et al., 2022).

F. Zonificación del territorio. El diagnóstico territorial se apoya en la recopilación y análisis de información geoespacial sobre topografía, hidrología, biodiversidad y uso actual del suelo, integrando estos datos en Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estos sistemas permiten representar de manera precisa las capacidades del territorio y establecer zonas diferenciadas para la gestión minera, tales como:

- Zonas de Conservación y Protección Ambiental (ZCPA): áreas de exclusión por alta vulnerabilidad ecológica.
- Zonas de Explotación Minera (ZETM): territorios con alta aptitud para la minería.

- Zonas de Restricción Minera (ZRM): territorios con limitaciones parciales, donde la actividad minera requiere mayores controles.
- Zonas de Uso Especial (ZUE): espacios con condiciones específicas para actividades complementarias.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015), la zonificación ambiental es una herramienta que permite asignar porcentajes del territorio a cada categoría de uso, asegurando la compatibilidad entre el desarrollo productivo y la conservación de recursos naturales. En el contexto minero, ello garantiza que las operaciones se alineen con los principios de sostenibilidad y planificación territorial.

En el Perú, el D.S. N.º 087-2004-PCM establece los lineamientos para la Zonificación Ecológica Económica (ZEE), que constituye la base técnica y legal para definir los porcentajes de territorio asignados a cada categoría de uso, integrando criterios ambientales, sociales y productivos.

2.1.1.9. Dimensión: Estrategias de ordenación minero ambiental. Las estrategias de ordenación minero ambiental se entienden como el conjunto de medidas orientadas a prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales generados por la actividad minera, buscando un equilibrio entre el aprovechamiento económico y la conservación de los recursos naturales (MINAM, 2020). Su enfoque se basa en la planificación territorial, la gestión sostenible de los recursos y la integración de aspectos técnicos, sociales y ambientales. Entre estas estrategias destacan:

- Tecnologías limpias y producción más limpia. Incluyen la incorporación de procesos y equipos que reduzcan emisiones de contaminantes al aire, optimicen el uso del agua y disminuyan la generación de residuos; por ejemplo, el uso de

sistemas de recirculación de agua o filtros de partículas en operaciones mineras (CONAM, 2005).

- Gestión de residuos y rehabilitación ambiental. Se refieren a prácticas para la disposición segura de relaves y estériles, así como programas de restauración y recuperación de áreas degradadas. En el Perú, el D.S. N.º 040-2014-EM establece lineamientos para planes de cierre de minas, que constituyen un ejemplo concreto de estas estrategias.
- Monitoreo y control ambiental. Involucra el seguimiento continuo de parámetros de agua, aire, suelo y biodiversidad, a fin de garantizar el cumplimiento de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Un caso aplicado es el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para evaluar vulnerabilidades territoriales (OEFA, 2019).
- Participación social y educación ambiental. Incluyen mecanismos de consulta y participación de comunidades en la toma de decisiones, así como la capacitación ambiental de trabajadores y pobladores locales. Estas acciones buscan fortalecer la gobernanza ambiental y la aceptación social de la actividad minera (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2019).

2.1.2. De la variable Dependiente: Conservación de los recursos naturales

2.1.2.1. Definición de conservación ambiental. La conservación ambiental implica la ejecución de acciones tanto públicas como privadas destinadas a proteger el entorno natural frente al deterioro. Su propósito es preservar la biodiversidad, mantener la calidad ambiental y asegurar un uso adecuado de los recursos naturales, de modo que las necesidades actuales puedan satisfacerse sin poner en riesgo la capacidad de futuras generaciones. Este enfoque es esencial para mantener el equilibrio ecológico, promover la sostenibilidad ambiental y proteger la biodiversidad (Sposob, 2024).

2.1.2.2. Definición de recursos naturales. Los recursos naturales se definen como los elementos y productos generados por la naturaleza que los seres humanos utilizan para satisfacer sus necesidades. Se dividen en recursos renovables, como el agua y la biomasa, que pueden regenerarse de manera continua, y recursos no renovables, como los minerales y combustibles fósiles, cuya extracción supera su capacidad natural de reposición (RAE, 2024).

2.1.2.3. Definición de conservación de recursos naturales. La conservación de los recursos naturales implica la protección, gestión y uso responsable de los elementos que ofrece la naturaleza, tanto vivos como inanimados, con el propósito de garantizar su sostenibilidad a largo plazo. Este enfoque integra la preservación de la biodiversidad, el mantenimiento de la calidad del entorno y el uso controlado de los recursos naturales, de modo que se satisfagan las necesidades actuales sin comprometer las capacidades de las generaciones futuras. La conservación es fundamental para preservar el equilibrio ecológico, promover la sostenibilidad ambiental y proteger la diversidad biológica (FAO, 2016).

2.1.2.4. Importancia de los recursos naturales. Los recursos naturales son esenciales para la vida en la Tierra y el bienestar humano, ya que sustentan múltiples actividades, desde la agricultura hasta la industria (FAO, 2016). Su conservación y gestión adecuada afectan no solo al entorno natural, sino también a aspectos económicos, sociales y políticos a nivel global. Estos recursos se dividen en renovables, no renovables e inagotables, cada uno con diferentes implicaciones para la sostenibilidad y el desarrollo a largo plazo. Es crucial comprender la importancia de proteger y manejar estos recursos de forma responsable para mantener un equilibrio ambiental y promover el bienestar de las generaciones actuales y futuras.

2.1.2.5. Tipos de recursos naturales. Los recursos naturales se clasifican en dos grandes categorías: renovables y no renovables. Los recursos renovables son aquellos que pueden regenerarse en un periodo determinado, como los árboles, la energía solar y el viento. En contraste, los recursos no renovables son finitos y su tasa de renovación es mucho más lenta

que su ritmo de extracción o explotación, como sucede con el carbón, los metales, el gas natural y el petróleo (Gallardo, 2023).

A. Recursos renovables. Los recursos naturales renovables son fundamentales para la sostenibilidad ambiental y el bienestar humano debido a su capacidad de regeneración y disponibilidad continua (Gallardo, 2023). Estos recursos son permanentes, lo que significa que su existencia no se ve amenazada con su uso sostenido; esta característica es esencial para garantizar un suministro constante y preservar la estabilidad de los ecosistemas. Su renovabilidad depende de que el ritmo de restauración sea mayor que la tasa de consumo, permitiendo satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las capacidades futuras. Ejemplos de recursos renovables incluyen:

- Biomasa: energía obtenida de materiales orgánicos como madera y residuos agrícolas.
- Mareas: energía mareomotriz aprovechada de los cambios en el nivel del agua para generar electricidad.
- Energía solar: electricidad generada mediante paneles solares fotovoltaicos.
- Energía eólica: capturada a través de aerogeneradores para producir electricidad.
- Energía geotérmica: aprovecha el calor interno de la Tierra para generar electricidad o calefacción.

B. Recursos no renovables. Los recursos no renovables son aquellos cuyo ritmo de consumo excede su tasa de producción, lo que los convierte en recursos finitos (Gallardo, 2023). Su carácter limitado exige una gestión adecuada para evitar su agotamiento y ajustar las tasas de consumo a las reservas existentes. Ejemplos de recursos no renovables incluyen:

- Petróleo: esencial en la producción de combustibles, plásticos y productos químicos.

- Gas natural: utilizado en generación de energía, calefacción y como materia prima en la industria química.
- Carbón: fuente de energía importante para la generación eléctrica e industrial.
- Uranio: utilizado como combustible en centrales nucleares.
- Minerales metálicos no renovables: incluyen minerales como el oro, plata, cobre e hierro, fundamentales para diversas industrias.

La gestión adecuada de estos recursos es crucial para garantizar su disponibilidad futura y reducir los impactos ambientales negativos que afectan tanto al medio ambiente como a las comunidades que dependen de ellos (Gallardo, 2023).

2.1.2.6. Dimensión: Impacto Ambiental. El impacto ambiental se entiende como cualquier alteración positiva o negativa que una actividad humana genera sobre los componentes físicos, biológicos o socioeconómicos del entorno. Según la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental del Perú, el impacto ambiental corresponde a la modificación que un proyecto produce en el ambiente como resultado de su ejecución, pudiendo afectar la calidad del aire, del agua y del suelo, así como la biodiversidad y la salud humana (Congreso de la República, 2001).

En el contexto minero, este concepto implica identificar y valorar los efectos derivados de actividades como la remoción de suelo, la generación de residuos, las emisiones atmosféricas y la intervención del territorio. La evaluación del impacto ambiental constituye una herramienta esencial para determinar la fragilidad del ecosistema y la capacidad de acogida del territorio, permitiendo orientar decisiones de ordenación minero-ambiental y diseñar medidas de mitigación acordes con la realidad del área de estudio.

A. Fragilidad del ecosistema. La fragilidad del ecosistema se refiere a la susceptibilidad que presenta un territorio frente a perturbaciones generadas por procesos naturales o actividades humanas. La metodología de la Zonificación Ecológica Económica

establece que la fragilidad se evalúa mediante factores como la pendiente, la estabilidad geomorfológica, el tipo de suelo, el grado de erosión y la cobertura vegetal, los cuales determinan la capacidad del medio para resistir o recuperarse de impactos. Los territorios con alta fragilidad requieren restricciones para actividades extractivas debido al riesgo de degradación irreversible (CONAM, 2007).

B. Capacidad de acogida territorial. La capacidad de acogida territorial se entiende como el grado de aptitud que posee un territorio para soportar actividades mineras sin comprometer la estabilidad de sus ecosistemas ni la funcionalidad de sus recursos naturales. De acuerdo con la Guía Metodológica de la Zonificación Ecológica Económica, esta capacidad se evalúa integrando variables como la fragilidad ambiental, el uso actual del suelo, la aptitud territorial y la sensibilidad de los ecosistemas frente a procesos de transformación. Esta evaluación permite identificar áreas donde la actividad minera puede desarrollarse con menor riesgo ambiental, así como zonas donde la intervención debe restringirse debido a una mayor vulnerabilidad. Su análisis constituye un insumo esencial en la planificación territorial, ya que orienta decisiones para asegurar un uso sostenible del territorio y minimizar impactos ambientales significativos (CONAM, 2007).

2.2 Definición de términos

2.2.1. Conservación

La conservación se define como el conjunto de medidas destinadas a mantener, proteger, preservar y asegurar la sostenibilidad de diversos elementos naturales y culturales. En el contexto de los recursos naturales, implica iniciativas enfocadas en conservar las características y propiedades de un ambiente, especie o recurso específico, así como en mantener su integridad y viabilidad en el largo plazo. La conservación no solo busca proteger

estos elementos de daños naturales y ambientales, sino también planificar su uso de forma responsable para garantizar su permanencia y aprovechamiento adecuado (RAE, 2024).

2.2.2. Estrategia

Una estrategia representa un plan general de acciones encaminadas a lograr un objetivo específico en un contexto particular. Este término implica decisiones orientadas a definir la dirección a seguir en diferentes áreas, ya sean militar, empresarial, educativa o de otro ámbito (Ronda, 2024).

2.2.3. Gestión ambiental

La gestión ambiental es un proceso continuo y estructurado que incluye principios, normas técnicas, procesos y actividades orientadas a administrar los intereses y recursos en función de los objetivos de la política ambiental. Su propósito es mejorar la calidad de vida de la población, apoyar el desarrollo económico y conservar el patrimonio natural y ambiental del país (MINAM, 2020).

2.2.4. Ordenación minera

La ordenación minera se refiere a un conjunto de normativas, procedimientos y medidas diseñadas para regular y supervisar la actividad minera en una región específica, promoviendo una explotación controlada y sostenible de los recursos minerales (MINAM, 2024).

2.2.5. Ordenación ambiental

La ordenación ambiental es un proceso que combina aspectos técnicos y políticos con el objetivo de establecer criterios e indicadores ambientales para orientar la asignación del uso del suelo y la planificación territorial, logrando un equilibrio entre las actividades humanas y la conservación del medio ambiente (MINAM, 2024).

2.2.6. Política del ambiente

La política del ambiente incluye un conjunto de directrices, objetivos, estrategias, metas, programas e instrumentos que guían las acciones de las entidades gubernamentales a

nivel nacional, regional y local, así como del sector privado y la sociedad civil en relación con el medio ambiente (inciso 8.1, art. 8° de la Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente).

2.2.7. Recursos naturales

Los recursos naturales son elementos proporcionados por la naturaleza sin intervención humana directa, esenciales para el desarrollo y subsistencia de la humanidad. Estos recursos abarcan bienes y servicios que permiten obtener alimentos, generar energía y satisfacer necesidades básicas, y se clasifican en renovables y no renovables (RAE, 2024).

2.3. Marco legal

El MINAM ha implementado varias normativas de importancia en el ámbito ambiental:

2.3.1. Constitución Política del Perú (1993)

El Artículo 66 establece que los recursos naturales, tanto renovables como no renovables, son patrimonio de la Nación, destinados a su explotación racional para el progreso del país. Los Artículos 67 al 69 establecen las responsabilidades del Estado en la política ambiental, la conservación y la promoción del desarrollo sostenible.

2.3.2. Ley N° 28611 (13/10/2005)

Esta ley crea un marco normativo para la gestión ambiental en Perú, estableciendo principios y normas básicas para garantizar el derecho a un ambiente saludable y equilibrado, y para asegurar que las personas cumplan con su deber de contribuir a una gestión ambiental que proteja el entorno.

2.3.3. Decreto Legislativo N° 1013 (14/05/2008)

Este decreto establece el Ministerio del Ambiente, cuyo objetivo central es conservar el medio ambiente, promoviendo una gestión eficiente de los recursos y garantizando un entorno equilibrado para las futuras generaciones.

2.3.4. Decreto Legislativo N° 757 (08/11/1991)

Esta normativa busca armonizar la inversión privada con el desarrollo socioeconómico y la conservación ambiental, promoviendo un equilibrio entre estos aspectos y proporcionando seguridad jurídica a los inversionistas a través de normas claras de protección ambiental.

2.3.5. Ley N° 27446 (23/04/2001)

El objetivo de esta ley es crear el Sistema Nacional de Evaluación Ambiental (SEIA), un sistema coordinado que identifica, previene y supervisa los impactos ambientales negativos derivados de proyectos de inversión (Art. 1°). Asimismo, establece un proceso uniforme para evaluar el impacto ambiental de estos proyectos (Art. 1°).

2.3.6. Decreto Supremo N°019-2009-MINAM (25/09/2009)

Este decreto aprueba el reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, cuyo objetivo es identificar, prevenir y controlar de forma anticipada los impactos ambientales negativos que puedan derivarse de proyectos de inversión, además de políticas, planes y programas públicos. El reglamento refuerza las disposiciones de la Ley N° 27446, designando al MINAM como la entidad líder en el sector ambiental, para asegurar una coordinación eficaz en la administración del proceso de evaluación de impacto ambiental y garantizar su aplicación intersectorial.

2.3.7. Ley N° 29325 (05.03.2009)

La Ley N° 29325 establece el Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, designando al OEFA como la autoridad principal para dirigir esta tarea. Publicada el 5 de marzo de 2009, esta ley crea un marco normativo integral para la evaluación y supervisión ambiental en el país.

2.3.8. Ley N° 26821 (25.06.1997)

La Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales regula el uso de los recursos naturales, que son considerados patrimonio nacional, con el objetivo de

fomentar su explotación sostenible. Esta ley establece un marco que promueve la inversión y busca equilibrar el crecimiento económico con la protección del medio ambiente y el desarrollo humano.

Por otro lado, la Ley N° 26839, promulgada el 16 de julio de 1997, conocida como la Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, regula la preservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de sus componentes. En coherencia con los artículos 66° y 68° de la Constitución Política del Perú, esta ley subraya la importancia de conservar ecosistemas, especies y genes, además de mantener los procesos ecológicos esenciales para la supervivencia de las especies, todo dentro de un enfoque de desarrollo sostenible.

2.3.9. Decreto Supremo N° 074-2001-PCM (24.06.2001)

Este decreto aprueba el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, que contiene cinco títulos, veintiocho artículos, disposiciones complementarias y anexos. Los estándares establecidos en este reglamento tienen como finalidad proteger la salud pública, estableciendo límites máximos permitidos de contaminantes atmosféricos. Estos estándares, considerados primarios, deben alcanzarse a través de mecanismos detallados en el reglamento.

2.3.10. Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM (25.03.2013)

Este decreto define los estándares de calidad ambiental para el suelo, que son aplicables a todos los proyectos y actividades que pueden generar riesgos de contaminación, tanto en su ubicación directa como en áreas circundantes dentro del territorio nacional.

2.3.11. Decreto Supremo N.° 040-2014-EM (12.06.2014)

Este decreto aprueba el Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero. Su objetivo es establecer disposiciones técnicas y administrativas orientadas a prevenir, controlar, mitigar y

corregir los impactos ambientales derivados de las distintas etapas del proceso minero. El reglamento define obligaciones específicas para el manejo de efluentes, emisiones, residuos y pasivos ambientales; regula los monitoreos de calidad ambiental y establece lineamientos para los instrumentos de gestión ambiental, así como para la ejecución de medidas de cierre y post-cierre de minas. Asimismo, busca asegurar que las operaciones mineras se desarrollen bajo criterios de sostenibilidad y protección del entorno natural, en concordancia con la normativa ambiental nacional vigente.

III. MÉTODO

3.1. Tipos de investigación

3.1.1. *Tipo*

Según Supo y Zacarías (2020), la investigación aplicada tiene como finalidad resolver problemas concretos mediante el uso del conocimiento científico, orientando sus resultados a una utilidad práctica para mejorar procesos o tomar decisiones fundamentadas en contextos reales.

La investigación fue de tipo aplicada, debido a que estuvo orientada a proponer estrategias de ordenación minero ambiental para promover la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales en una unidad minera ubicada en Huarochirí, Lima. Para ello, se analizó el contexto operativo de la mina, se evaluaron los impactos ambientales mediante una matriz de Leopold descriptiva, y se elaboró una propuesta técnica que incluye la zonificación minero ambiental y estrategias específicas por componente ambiental.

Asimismo, el estudio presentó un diseño descriptivo, ya que permitió caracterizar detalladamente las actividades mineras, las medidas ambientales vigentes y los impactos identificados, con el fin de sustentar acciones preventivas y correctivas en el marco de la sostenibilidad ambiental.

De acuerdo con Supo y Zacarías (2020), en este tipo de diseño no existe intervención del investigador, y los datos recolectados reflejan el comportamiento natural de los fenómenos observados. Por ello, la investigación fue también observacional, al basarse en la observación directa y análisis documental de las actividades mineras, sin manipulación de variables, lo que permitió identificar impactos reales y potenciales con base en evidencia técnica y empírica.

3.1.2. *Nivel*

Supo y Zacarías (2020) indica que el nivel exploratorio se refiere a una fase inicial de la investigación que tiene como objetivo comprender un fenómeno o problema de forma

general, identificando variables relevantes, estableciendo relaciones preliminares y formulando hipótesis tentativas. Este nivel es fundamental para familiarizarse con el objeto de estudio y sentar las bases para investigaciones posteriores más profundas.

En ese sentido, la presente investigación se considera exploratoria porque constituyó una aproximación inicial al ordenamiento minero ambiental en una empresa minera ubicada en Huarochirí, Lima. A través del análisis de información documental, la aplicación de la matriz de Leopold descriptiva y la revisión de los resultados de monitoreos ambientales, se observaron e interpretaron las interacciones entre las actividades mineras y los componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna y entorno social).

Este nivel permitió reconocer patrones de impacto, zonas críticas y vacíos en la gestión ambiental, así como formular estrategias preliminares de ordenación minero ambiental orientadas a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. En esa medida, la investigación no se limitó a describir una situación, sino que exploró escenarios de mejora que pueden servir como base para futuros estudios más detallados o de carácter explicativo.

3.1.3. Diseño y enfoque

Según Hernández et al. (2014) el diseño no experimental se utiliza cuando el investigador observa fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, sin manipular intencionalmente las variables. En este tipo de diseño, no se provocan situaciones, sino que se recolectan datos de manera pasiva para analizarlos posteriormente.

Fue no experimental porque, se analizó los impactos ambientales, los reportes de monitoreo y las condiciones operativas de la unidad minera sin modificar su funcionamiento.

Asimismo, el diseño fue transversal, porque la información fue recopilada y analizada en un único periodo de tiempo. Se trabajó con documentos técnicos, informes de monitoreo, mapas, registros ambientales y normativa vigente correspondientes a un mismo corte temporal, permitiendo describir la situación ambiental actual de la empresa.

Este diseño no experimental y transversal permitió caracterizar el estado ambiental y la relación entre las actividades mineras y el entorno, sin necesidad de intervenir en los procesos operativos, garantizando así un análisis fiel a la realidad de la empresa.

La investigación adoptó un enfoque mixto, debido a que combinó el análisis cualitativo de documentos ambientales, informes de monitoreo, normativa vigente y matriz de Leopold, con procedimientos cuantitativos aplicados en la elaboración del mapa de ordenación minero ambiental mediante Sistemas de Información Geográfica (ArcGIS). El componente cualitativo permitió interpretar la interacción entre las actividades mineras y los distintos componentes del medio, mientras que el componente cuantitativo intervino en la valoración territorial, el uso de escalas de ponderación, la agregación de criterios y el cálculo de superficies y categorías de zonificación.

Esta integración de análisis cualitativo y cuantitativo permitió describir de manera integral el funcionamiento ambiental de la unidad minera, evaluar la capacidad del territorio para acoger actividades extractivas y sustentar técnicamente la propuesta de ordenación minero ambiental.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

El universo es el conjunto de casos que cumplen con una serie de especificaciones (Hernández et al., 2014). En esta investigación, se consideró como universo de estudio a cinco componentes agua, aire, suelo, biótico y el social en el distrito de Chicla. Estos componentes fueron analizados de manera integral para el diagnóstico y la elaboración del mapa y las estrategias de ordenamiento minero ambiental.

3.2.2. Muestra

Hernández et al. (2014) establece la muestra censal, como aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas muestra. Por ello la población se precisa como censal por ser simultáneamente universo, población y muestra.

La muestra estuvo conformada por los mismos cinco componentes definidos en la población: agua (superficial, subterránea y efluentes), aire, suelo, biótico (flora, fauna e hidrobiología) y social, ubicados en el distrito de Chicla. Todos estos fueron analizados de forma censal, es decir, se incluyeron íntegramente en el estudio para el diagnóstico y elaboración del mapa de ordenamiento minero ambiental.

3.2.3. Muestreo

Se empleó un muestreo no probabilístico de tipo censal, tal como señalan Hernández et al. (2014). Esto implicó el análisis integral de los cinco componentes definidos en la población: agua, aire, suelo, componente biótico y social, todos presentes en el área de influencia directa de la mina. La elección censal se justificó por la disponibilidad de información técnica suficiente y específica para cada componente. No obstante, para la formulación de las estrategias de ordenamiento minero ambiental, se aplicó una selección dirigida, enfocándose en los componentes que presentaron mayor nivel de afectación, conforme a los resultados del diagnóstico y monitoreo ambiental.

3.3. Operacionalización de variables

Se determinan en las tablas 1 y 2.

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variable Independiente V(x): Ordenación Minero Ambiental

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
VARIABLE INDEPENDIENTE V(x): ORDENACIÓN MINERO AMBIENTAL	Conjunto de instrumentos, políticas, estrategias y medidas que permiten organizar y regular las actividades mineras en armonía con el entorno natural, a través de la planificación territorial, el cumplimiento normativo y la aplicación de tecnologías adecuadas (MINAM, 2020).	Se midió mediante el diagnóstico de actividades y pasivos, análisis de tecnologías, evaluación normativa, zonificación territorial y formulación de estrategias técnicas.	Diagnóstico de actividades y procesos	Número y tipo de pasivos identificados (relaves, botaderos, derrames)
				Tecnologías utilizadas por proceso
			Medidas de ordenación minero ambiental	Identificación de instrumentos de gestión ambiental (IGA)
				Cumplimiento de ECAs por componente (agua, aire, suelo) según monitoreo histórico
				Nivel de cumplimiento legal frente a normativa vigente
		Mapa de ordenación minero ambiental	Diagnóstico territorial según capacidad de acogida	
			Porcentaje de territorio asignado a cada categoría de uso (ZCPA, ZETM, ZRM, etc.)	
		Estrategias de ordenación minero ambiental	Número total de estrategias diseñadas	
			Porcentaje estimado de reducción de impactos con su implementación	

Tabla 2

Matriz de operacionalización de la variable Dependiente V(y): Conservación de los recursos naturales

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
VARIABLE DEPENDIENTE V(y): CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES	<p>La conservación de los recursos naturales implica la salvaguarda, administración y uso adecuado de los elementos naturales, vivos e inanimados, con el fin de asegurar su permanencia en el tiempo. Incluye la preservación de la biodiversidad, el mantenimiento de la calidad ambiental y el uso responsable de los recursos, garantizando su disponibilidad para futuras generaciones (FAO, 2016).</p>	<p>Se midió mediante la identificación y caracterización de impactos ambientales utilizando la guía del MINAM (2020), con apoyo de revisión documental, legal, estadística y gráfica. Se evaluaron los niveles de impacto ambiental (real, actual y proyectado) sobre los recursos naturales (agua, suelo, aire y personas) producto de las actividades mineras.</p>	Evaluación de impacto ambiental	<p>Fragilidad del ecosistema</p> <p>Capacidad de acogida territorial</p>

3.4. Instrumentos

Fichas de trabajo. Para Garay (2020), es un objeto primordial en la investigación; en ella se recopila la información importante y se registra automáticamente en la libreta: los objetivos del caso, los posibles implicados, las nuevas pistas y los nuevos lugares. Toda la información relevante que se descubre se registra automáticamente en el cuaderno. En esta investigación, se utilizaron de manera sistemática y organizada para recopilar, relacionar y sintetizar la información técnica, normativa, ambiental y cartográfica vinculada con las variables de estudio.

Sistema de Información Geográfica (SIG). Constituyó una herramienta instrumental para integrar, analizar y representar espacialmente la información recolectada sobre los componentes ambientales del área de estudio. Se emplearon mapas temáticos en ARCGIS (topografía, uso del suelo, ecosistemas, entre otros) para la elaboración del mapa de ordenación minero ambiental, permitiendo visualizar la distribución territorial de las zonas de exclusión, uso especial y aptitud minera.

3.5. Procedimientos

La Real Academia Española (RAE, 2020) señaló que el procedimiento es, un método de ejecución o pasos a seguir secuenciado y sistemático, en la consecución de un fin, bajo las mismas circunstancias, el resultado será el mismo. A continuación, se proponen los procedimientos por cada objetivo específico.

3.5.1. Procedimiento para el diagnóstico de las actividades y procesos mineros, con el fin de evaluar los daños causados a los recursos naturales, en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024

3.5.1.1. Caracterización del área de estudio

- Se describió la ubicación de la mina considerando altitud, accesibilidad y condiciones climáticas.
- Se incorporaron los antecedentes históricos de la operación, desde sus orígenes hasta su evolución tecnológica y productiva reciente.
- Se detalló la geología general, estructural y local, así como las principales unidades morfológicas de la zona.
- Se explicó el método de explotación utilizado y sus parámetros técnicos.

3.5.1.2. Inventario de pasivos ambientales

- Se identificaron los principales pasivos generados por la actividad minera, tales como depósitos de relaves, botaderos de estériles y zonas de derrames.
- Se cuantificaron las áreas impactadas y se registraron los volúmenes de residuos generados.
- Se evaluó el grado de contaminación en suelo, agua y ecosistemas mediante análisis documentales y técnicos.

3.5.1.3. Análisis de procesos y tecnologías

- Se revisaron los métodos de extracción, procesamiento y disposición de residuos mineros.
- Se identificaron las tecnologías aplicadas en cada etapa de la operación minera.
- Se analizó la relación entre el uso de tecnologías y los posibles impactos ambientales asociados.

3.5.2. Procedimiento para realizar un análisis de las medidas de ordenación minero ambiental, actualmente implementadas, con el fin de identificar áreas de mejoras para la gestión de los recursos naturales, en empresa minera en Huarochirí, Lima 2024

3.5.2.1. Identificación de los instrumentos de gestión ambiental

- Se recopiló información sobre los instrumentos de gestión ambiental vigentes (PAMA, EIA, planes de cierre, entre otros).
- Se verificó la pertinencia de estos instrumentos frente a los impactos detectados en el área de estudio.
- Se estableció un marco de referencia normativo y técnico para sustentar el diagnóstico ambiental.
- Se identificó los compromisos ambientales existentes según sus IGA.

3.5.2.2. Análisis del cumplimiento de los ECA en los resultados del monitoreo. Se analizaron los resultados del monitoreo ambiental histórico (2011–2019) relacionados con la calidad de agua superficial, aire y suelo. Esta información fue contrastada con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el Ministerio del Ambiente, con el fin de determinar el grado de cumplimiento y detectar posibles superaciones o riesgos ambientales persistentes.

3.5.2.3. Análisis comparativo con el marco legal vigente en materia ambiental. Se realizó un contraste entre los compromisos asumidos por la unidad minera y las exigencias técnicas y normativas establecidas en la legislación ambiental vigente (D.S. N°015-2015-MINAM, D.S. N°003-2017-MINAM, D.S. N°011-2017-MINAM, D.S. N°040-2014-EM, entre otros). El análisis permitió identificar deficiencias en el cumplimiento legal, omisiones técnicas y oportunidades de mejora.

3.5.2.4. Identificación de áreas de mejora y recomendaciones. Se identificaron los componentes ambientales con mayor necesidad de mejora, ya sea por incumplimientos

detectados en el monitoreo o por compromisos insuficientes frente a la normativa actual. Se plantearon recomendaciones concretas, viables y cuantificables, que permiten optimizar la gestión ambiental, reducir impactos y elevar el desempeño ambiental de la operación.

3.5.2.5. Desarrollo de un plan de acción. Se formuló un plan de acción técnico y estratégico, que incorpora las recomendaciones propuestas en los puntos anteriores. Este plan contempla metas medibles, cronograma, responsables, y herramientas de seguimiento, orientadas a garantizar una operación minera más responsable, eficiente y conforme con las exigencias legales y ambientales actuales.

3.5.3. Procedimiento para elaborar el mapa de ordenación minero ambiental, de la propuesta de uso de los recursos naturales y sus categorías, en empresa minera Huarochirí, Lima 2024

3.5.3.1. Etapa I.

- Se recopilaron y analizaron datos temáticos sobre topografía, vulnerabilidad ecológica, uso actual del suelo, ecosistemas presentes, historia geológica y actividades humanas predominantes.
- Estos datos fueron representados mediante mapas temáticos, los cuales fueron organizados según componentes clave del territorio.

3.5.3.2. Etapa II.

- A partir de la información anterior, se realizó un diagnóstico que determinó la capacidad de acogida del territorio para actividades mineras, sin aplicar valores numéricos específicos.
- Se establecieron niveles de impacto (vulnerabilidad ambiental) y de aptitud (potencial para minería) por zonas, usando un enfoque cualitativo y desagregado por componentes.
- Este proceso se desarrolló dentro de un Sistema de Información Geográfica

(SIG), lo que permitió integrar las capas, cruzar criterios, y generar mapas interpretativos.

3.5.3.3. Etapa III.

- Se definieron las categorías de uso del territorio, priorizando la conservación de zonas sensibles y la compatibilidad ambiental:
 - Zonas de Conservación y Protección Ambiental (ZCPA)
 - Protección Agropecuaria Forestal (ZAF)
 - Exploración Minera (ZELM)
 - Explotación Minera (ZETM)
 - Restricción Minera (ZRM)
 - Uso Especial (ZUE)
- La zonificación resultante fue representada en un mapa minero-ambiental, que sirve como base para definir áreas compatibles con la actividad minera, así como zonas de exclusión.

3.5.4. Procedimiento para proponer estrategias de ordenación minero ambiental específicas, con el fin de promover la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, para la satisfacción de necesidades de la empresa minera Huarochirí, Lima

3.5.4.1. Formulación de estrategias de ordenación minero-ambiental

- A partir del análisis integral del mapa de zonificación, que identifica áreas de exclusión y zonas de alta aptitud minera, se diseñaron estrategias de ordenamiento minero ambiental con el objetivo de optimizar las operaciones mineras y reducir los impactos sobre los componentes ambientales.
- La formulación de las estrategias se realizó considerando:

- Zonas de exclusión y amortiguamiento derivadas del diagnóstico SIG, donde la actividad minera no debe realizarse por su alta sensibilidad ecológica o riesgo ambiental.
 - Priorización de áreas con menor vulnerabilidad y mayor aptitud para el desarrollo de actividades extractivas, reduciendo riesgos sobre cuerpos hídricos, suelos y biodiversidad.
 - Recuperación y restauración de pasivos ambientales, enfocándose en el tratamiento de suelos contaminados, revegetación con especies nativas y estabilización de áreas erosionadas.
 - Optimización tecnológica y operativa, incorporando medidas innovadoras de control de polvo, gestión hídrica, monitoreo automatizado y reducción de emisiones, alineadas con estándares internacionales.
- Estas estrategias de ordenamiento minero-ambiental se plantearon como acciones complementarias y tecnologías de reemplazo frente a medidas actuales poco eficaces, con el fin de disminuir los impactos ambientales identificados. Su implementación permitiría una transición progresiva hacia un modelo de gestión territorial más sostenible y compatible con las capacidades del ecosistema intervenido.

3.5.4.2. Lineamientos estratégicos. Las estrategias de ordenamiento minero-ambiental fueron estructuradas bajo cuatro lineamientos clave que integran aspectos técnicos, territoriales y de gestión socioambiental, con el propósito de asegurar su viabilidad operativa y su efectividad en la reducción del impacto residual:

- Lineamiento 1: Planificación y ordenación minero ambiental

Se delimitaron zonas compatibles con la actividad minera mediante la superposición de capas temáticas en SIG (geología, hidrogeografía, biodiversidad, accesibilidad y uso del suelo), estableciendo criterios objetivos de exclusión y priorización. Esta planificación territorial sirve como base para la toma de decisiones operativas en función de la capacidad de acogida del territorio.

- **Lineamiento 2: Metas, plazos y responsables**

Se definieron metas específicas, cuantificables y verificables para cada componente ambiental (agua, aire, suelo, biodiversidad, social), con cronogramas escalonados por trimestres. A su vez, se asignaron responsables institucionales por línea de acción, asegurando una gobernanza técnica e interfuncional, liderada por las áreas de medio ambiente, ingeniería y responsabilidad social.

- **Lineamiento 3: Participación de expertos, autoridades y partes interesadas**

Se promovió la incorporación de actores clave en el proceso de validación de medidas, tales como especialistas en suelos, hidrobiología y biodiversidad, así como representantes de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), OEFA y gobiernos locales. Asimismo, se previó el desarrollo de mesas técnicas y talleres con la comunidad, para fortalecer la transparencia y la legitimidad social de las decisiones adoptadas.

- **Lineamiento 4: Evaluación y seguimiento**

Se diseñaron mecanismos de seguimiento continuo a través de indicadores de desempeño ambiental, reportes técnicos trimestrales y auditorías internas. La eficacia de cada medida se evaluará con base en los cambios observados en los valores del impacto ambiental (comparando IA e IP) para cada actividad minera.

Estas estrategias de ordenamiento minero-ambiental se plantearon como tecnologías de reemplazo y acciones complementarias orientadas a disminuir los impactos registrados en la segunda matriz, promoviendo así una mejora tangible y sostenida en el desempeño ambiental de la unidad minera.

3.6. Análisis de datos

El análisis de datos en esta investigación se desarrolló según el enfoque mixto del estudio, combinando información cualitativa y cuantitativa para la comprensión integral del territorio y sus componentes ambientales.

En primer lugar, se realizó un análisis cualitativo de documentos técnicos, informes de monitoreo ambiental, normativa vigente y cartografía temática. Esta información permitió interpretar la relación entre las actividades mineras y los componentes del medio físico, biótico, social y geológico, así como identificar impactos y áreas críticas dentro del territorio.

De manera complementaria, se aplicó un análisis cuantitativo, especialmente en el procesamiento de información espacial mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG). Con esta herramienta se calcularon porcentajes de superficie por categorías de uso del territorio, extensión de unidades ambientales, áreas afectadas y zonas de aptitud minera. Estos valores permitieron representar de manera objetiva la proporción de territorio destinada a conservación, explotación, exclusión o restricción minera.

La integración de ambos enfoques posibilitó una lectura completa del estado ambiental de la empresa minera en Huarochirí, facilitando la identificación de patrones territoriales, niveles de impacto y criterios técnicos necesarios para sustentar la propuesta de ordenación minero-ambiental.

Este procesamiento conjunto permitió obtener resultados claros, comparables y coherentes con los objetivos del estudio.

3.7. Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló con rigor ético y académico, utilizando únicamente información proveniente de fuentes oficiales y documentales (MINEM, OEFA, ANA, INGEMMET y normativa vigente). No se incluyó la participación de personas, por lo que no fue necesario aplicar procesos de consentimiento.

Se respetaron los derechos de autor mediante el uso adecuado de citas y referencias según las normas APA 7, garantizando la originalidad del contenido y evitando cualquier forma de plagio. Asimismo, los datos técnicos, ambientales y cartográficos fueron tratados de manera objetiva, sin manipulación ni alteración, asegurando la transparencia, confiabilidad y trazabilidad de los resultados obtenidos.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del diagnóstico de las actividades y procesos mineros para evaluar los daños causados a los recursos naturales en la empresa minera en Huarochirí, Lima

4.1.1. Caracterización del área de estudio

4.1.1.1. Ubicación. La Compañía Minera está situada en el kilómetro 115 de la carretera central, en la sierra de Lima, específicamente en la provincia de Huarochirí, dentro del departamento de Lima. Su ubicación exacta se encuentra en el distrito de Chicla, a una altitud de 4,200 metros sobre el nivel del mar, y rodeada por los distritos vecinos de Chicla, 3 de enero, San Mateo, San Antonio y Pomacocha. Las coordenadas geográficas son 11° 3' de latitud sur y 76° 10' de longitud oeste.

4.1.1.2. Accesibilidad. El acceso a la Compañía Minera en Huarochirí se realiza mediante una carretera asfaltada que conecta Lima con Casapalca, cubriendo una distancia de aproximadamente 117 kilómetros. Desde Casapalca, donde opera la Empresa Minera Yauliyacu S.A., se toma una carretera afirmada de 5 kilómetros que sube por la quebrada Carmen en dirección sureste y conduce finalmente a la Compañía Minera. El trayecto completo tiene una duración aproximada de tres horas.

4.1.1.3. Clima. La región presenta un clima de montaña alta, caracterizado por temperaturas frías durante todo el año. La temperatura media anual varía entre 5°C y 15°C, con veranos moderadamente templados y noches frías. Durante el invierno, las temperaturas pueden descender por debajo de 0°C. La precipitación anual promedio es de aproximadamente 800 mm, concentrada entre noviembre y marzo, la temporada húmeda, cuando las lluvias son frecuentes e intensas. Por otro lado, la estación seca, de abril a octubre, es la época más árida del año, con escasas precipitaciones. La humedad relativa oscila entre el 60% y el 80%, siendo más alta durante la estación húmeda, y los vientos predominantes provienen del este y sureste (ver Tabla 3).

Tabla 3*Datos del clima de la mina en Huarochirí, Lima*

Parámetro	Valor
Temperatura media anual	5°C a 15°C
Temperatura en verano (día)	Hasta 20°C
Temperatura en verano (noche)	Hasta 12°C
Temperatura de invierno (día)	10°C – 15°C
Temperatura en invierno (noche)	Por debajo de 0°C
Precipitación media anual	Media 800 mm
Humedad relativa media anual	60% - 80%
Dirección predominante de viento	Este y Sureste
Altitud	+ 4200 msnm

Fuente: Municipalidad Distrital de Chicla

4.1.1.4. Antecedentes.

- En 1961, la Compañía Minera Cerro de Pasco Corporation obtuvo los derechos de explotación de la Compañía Minera Casapalca, operando hasta 1968 con una producción mensual de 2,500 toneladas métricas.
- En 1969, la estatal Centromin Perú adquirió todas las propiedades de Cerro de Pasco Corporation, incluida Casapalca.
- En 1987, Centromin Perú vendió los derechos a Compañía Minera Casapalca S.A., que reinició actividades y, para 2004, aumentó la producción mensual a 45,000 toneladas métricas.
- A partir de 2005, la empresa implementó procesos de mecanización e introdujo equipos nuevos, logrando en 2007 un récord de 100,000 toneladas métricas mensuales.
- En 2013, se profundizó el Pique 650 Alex para facilitar la extracción desde niveles inferiores.

- En 2019, la empresa actualizó su visión y misión corporativa y, en 2022, integró las unidades polimetálicas Yauliyacu e Iscaycruz al adquirir las acciones de Los Quenuales, anteriormente propiedad de Glencore.

4.1.1.5. Geología general. La columna estratigráfica de esta región se compone de areniscas, lutitas calcáreas, calizas brechadas y rocas volcánicas con texturas afaníticas y porfíricas, alcanzando una potencia total de aproximadamente 5,400 metros.

4.1.1.6. Geología estructural

- Anticlinales y Sinclinales: Entre las estructuras geológicas principales se encuentran el sinclinal Pumatará – Aguascocha y los anticlinales Casapalca y Antupuquio. Estas formaciones tienen orientación NW-SE y controlan el fallamiento y fracturamiento, especialmente en el sinclinal principal donde ocurre la mineralización.
- Fallas y Fracturas: Las estructuras más destacadas incluyen fallas perpendiculares al eje del sinclinal Pumatará - Aguascocha, con orientación N-S y rellenas de soluciones hidrotermales.

4.1.1.7. Geología local. En la zona se distinguen varias unidades morfológicas:

- Piso Valle: Situado en la quebrada Carmen entre 4,100 y 4,500 msnm, presenta pendientes de entre 25% y 30%, extendiéndose aproximadamente dos kilómetros hasta el cruce con el valle del río Rímac, compuesto principalmente de materiales coluviales y morrénicos.
- Montañas del Norte y Sur: Localizadas en ambos lados de la quebrada Carmen, estas montañas alcanzan entre 4,200 y 4,700 msnm, con pendientes pronunciadas y compuestas de materiales sedimentarios en las zonas bajas y volcánicos en las más altas.

- Circo Glaciar: Ubicado al este del campamento Carmen, entre 4,600 y 4,700 msnm, con una pendiente moderada a llana que conecta con una laguna glaciar de materiales morrénicos.
- Montañas del Este: Situadas al este del campamento, estas montañas tienen pendientes abruptas entre 4,600 y 5,200 msnm, compuestas por rocas sedimentarias y volcánicas.
- Drenaje: La quebrada Carmen es el principal sistema de drenaje, fluyendo de norte a sur hasta desembocar en el río Rímac.

4.1.1.8. Método de explotación. La mina en Huarochirí emplea el método de Sub Level Stopping, que utiliza taladros largos de 15 a 30 metros en dirección vertical. Este método implica la creación de subniveles y ventanas que facilitan la extracción del mineral. Los parámetros específicos de esta operación se encuentran detallados en la Tabla 4.

Tabla 4

Parámetros para explotación de mina en Huarochirí

Altura de tajos	50 - 100
Altura de subniveles (bancos, m)	15 - 20
Ancho de tajos en cuerpos (m)	3,0 -20,0
Longitudes de tajos (m)	6 – 120
Mineralización en:	Cuerpos
Buzamiento	45° - 85°
Producción mensual tajos (Esperanza en TMS)	60 000,00

Fuente: Extraído de Espinoza, C. (2021)

4.1.2. Inventario de los pasivos ambientales

Desde el año 2000 hasta 2023, se han identificado y mapeado los pasivos ambientales generados por la actividad minera en Huarochirí. Este mapeo abarca todas las áreas impactadas,

incluyendo depósitos de relaves, botaderos de estériles y zonas afectadas por derrames u otros impactos ambientales significativos.

Tabla 5

Pasivos ambientales generados por la mina en Huarochiri 2020-2023

Tipo de Pasivo	Número de Unidades	Ubicación	Área Afectada (ha)	Volumen
Depósitos de Relaves	5	Sectores norte y oeste de la mina	150	4 millones de metros cúbicos
Botaderos de Estériles	8	Perímetro este y sur de la mina	200	10 millones de metros cúbicos
Zonas de Derrames	12 registrados	Áreas operacionales y de almacenamiento de químicos	50	200,000 litros de sustancias químicas y metales pesados

Fuente: SENACE (2020)

En la Tabla 5 se destacan tres principales tipos de pasivos ambientales: los depósitos de relaves, que abarcan 150 hectáreas en las zonas norte y oeste de la mina con un volumen de 4 millones de metros cúbicos; los botaderos de estériles, localizados en los perímetros este y sur, que afectan 200 hectáreas y acumulan 10 millones de metros cúbicos de material; y los 12 incidentes de derrames documentados en áreas operativas, que han contaminado 50 hectáreas con 200,000 litros de sustancias químicas y metales pesados. Estos datos ilustran la magnitud y distribución de los impactos ambientales derivados de las operaciones mineras.

Para la cuantificación de estos pasivos ambientales se utilizaron tecnologías de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG), permitiendo una medición precisa de las áreas afectadas y una estimación de los volúmenes de residuos (ver Tabla 6).

Tabla 6*Cuantificación, extensión y volumen*

Tipo de Pasivo	Área Afectada (ha)	Volumen (m³)
Depósitos de Relaves	150	4,000,000
Botaderos de Estériles	200	10,000,000
Zonas de Derrames	50	200,000 (líquidos)

Fuente: SENACE (2020)

La evaluación del grado de contaminación incluyó análisis de laboratorio y estudios de campo que evidenciaron niveles elevados de metales pesados en los suelos, contaminación del agua con compuestos tóxicos y una disminución significativa en la biodiversidad de áreas cercanas a las operaciones mineras:

- Suelos: Principales contaminantes como arsénico, mercurio y cadmio, con concentraciones hasta diez veces superiores a los límites permisibles.
- Aguas: Contaminantes como cianuro y metales pesados, con concentraciones que exceden los estándares de calidad para agua potable.
- Ecosistemas: Impacto en la biodiversidad con una reducción del 50% en las poblaciones de especies locales clave.

4.1.3. Procesos y tecnologías utilizadas en la Mina de Huarochirí, Lima

La mina en Huarochirí opera como un grupo minero dedicado a la extracción subterránea de minerales polimetálicos, incluyendo zinc, plomo, cobre y plata, a través de tres unidades. En la unidad minera, ubicada al norte de Lima a una altitud de 4,600 msnm, el mineral es extraído de un sistema de vetas que se extiende a lo largo de 5 km y hasta 1,300 m de profundidad, procesándose luego en una planta concentradora con una capacidad máxima de 6,000 toneladas métricas diarias (Anexo 01).

El proceso de operación abarca varias etapas (Anexo 02):

- Chancado: Reducción progresiva del tamaño del mineral.
- Molienda: Transporte del mineral triturado a molinos para liberar los minerales.
- Flotación: Uso de reactivos en celdas de flotación para separar el mineral.
- Espesamiento y Filtrado: Sedimentación de sólidos y recuperación de agua en espesadores.
- Recuperación de Agua y Espesamiento del Relave: Separación de minerales como zinc, cobre y plomo en tanques espesadores.

La minera ubicada en Huarochirí, Lima, utiliza una variedad de tecnologías avanzadas para implementar sus procesos operativos y minados subterráneos en su unidad minera. Estas tecnologías están diseñadas para mejorar la seguridad y sostenibilidad de sus operaciones. A continuación, se detallan algunas de las tecnologías clave (ver Tablas 7).

Tabla 7*Tecnología utilizada por la minera en Huarochiri, Lima*

Sistemas y equipos	Descripción
Sistema de perforación y voladura	<ul style="list-style-type: none"> • Perforadoras Jumbo: Utilizadas para la creación de túneles y galerías. Estos equipos permiten una perforación precisa y eficiente. • Explosivos Controlados: La voladura controlada se emplea para fragmentar la roca, utilizando detonadores electrónicos que permiten un mayor control sobre la secuencia de explosión.
Equipos de carga y transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Cargadores LHD (Load-Haul-Dump): Vehículos subterráneos diseñados para cargar, transportar y descargar el mineral fragmentado. Su diseño compacto y maniobrabilidad son ideales para las condiciones subterráneas. • Camiones de Bajo Perfil: Utilizados para transportar grandes volúmenes de mineral y estéril desde el frente de trabajo hasta las estaciones de trituración o áreas de almacenamiento.
Sistema de ventilación y control ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Ventiladores de Gran Capacidad: Se emplean para garantizar una adecuada circulación de aire fresco y la expulsión de gases nocivos. • Sistemas de Monitoreo de Calidad del Aire: Sensores y sistemas automatizados para monitorear y controlar la calidad del aire en tiempo real, asegurando condiciones seguras para los trabajadores.
Tecnología de trituración y	<ul style="list-style-type: none"> • Chancadoras de Mandíbula y Cónica: Equipos utilizados para la trituración primaria y secundaria del

molienda	<p>mineral, reduciendo su tamaño para facilitar el procesamiento posterior.</p> <ul style="list-style-type: none">• Molinos de Bolas y Barras: Utilizados en la etapa de molienda para reducir aún más el tamaño del mineral a partículas finas, preparándolo para los procesos de concentración.
Sistema de concentración y separación	<ul style="list-style-type: none">• Flotación: Técnica de separación de minerales valiosos mediante la adición de reactivos químicos que permiten que los minerales floten y se separen del material estéril.• Separadores Magnéticos: Utilizados para la separación de minerales ferrosos del material no ferroso mediante la aplicación de campos magnéticos.
Gestión de residuos	<ul style="list-style-type: none">• Presas de Relaves: Estructuras diseñadas para el almacenamiento seguro de los desechos generados durante el procesamiento del mineral.• Tecnologías de Deshidratación: Equipos como filtros prensa y espesadores para la reducción del contenido de agua en los residuos, facilitando su manejo y disposición final.
Automatización y control	<ul style="list-style-type: none">• Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): Sistemas de control y adquisición de datos que permiten la supervisión y control remoto de los procesos operativos, y la toma de decisiones en tiempo real.• Drones y Tecnología de Monitoreo: Utilizados para la inspección de áreas subterráneas de difícil acceso y para la recopilación de datos geoespaciales.

4.1.4. Instrumentos de gestión ambiental por la mina Huarochirí

En la Tabla 8 se presenta un registro cronológico de los instrumentos de gestión ambiental aplicables a la mina de Huarochirí muestra una serie de resoluciones directorales y estudios de impacto ambiental realizados a lo largo del tiempo. Este historial evidencia no solo la evolución normativa, sino también cómo la mina ha adaptado sus prácticas para cumplir con los requisitos ambientales en constante cambio. Los documentos reflejan un proceso continuo de modificaciones en los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), estudios de impacto ambiental y planes de cierre, lo que indica un esfuerzo sostenido de la mina por mejorar su desempeño ambiental y cumplir con las normativas vigentes.

Tabla 8

Instrumentos de Gestión Ambiental Aprobados para la Mina ubicada en Huarochirí, Lima

N°	Instrumento de Gestión Ambiental	Número del Instrumento Legal	Fecha	Sustento
1	Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) de la UEA	Resolución Directoral N° 257-97-EM/DGM	14 de julio de 1997	Informe N° 051-97-DGAA/LCP
2	Estudio de Impacto Ambiental de la Ampliación de la Capacidad Instalada de la planta de beneficio Berna N° 2		01 de diciembre de 1998	Informe N° 713-98-EM-DGM/DPDM
3	Modificación del PAMA de la unidad de producción.	Resolución Directoral N° 064-99-EM-DGM	08 de marzo de 1999	Informe N° 495-99-DGM-DFM/DFT
4	Modificación del PAMA de la unidad de producción	Resolución Directoral N° 273-2000-EM/DGAA	21 de diciembre de 2000	Informe N° 095-2000-DGAA/LS
5	Estudio de Impacto Ambiental Ampliación de la Planta de Beneficio Berna N° 2	Resolución Directoral N° 312-2001-EM/DGAA	24 de setiembre de 2001	Informe N° 142-2001-EM-DGAA/RP

6	Estudio de Impacto Ambiental Ampliación de Mina y Planta Berna N° 2	Resolución Directoral N° 161-2010-MEM/AAM	11 de mayo de 2010	Informe N° 451-2010/MEM-AAM/EAF/PRR/MES/WAL/CM C/ACHM
7	Plan de Cierre de Minas de la unidad minera (PCM)	Resolución Directoral N° 368-2010-MEM-AAM	10 de noviembre de 2010	Informe N° 1071-2010-MEM-AAM/LCD/MPC/RPP
8	Modificación del Plan de Cierre de Minas de la unidad minera (MPCM)	Resolución Directoral N° 012-2012-MEM/AAM	17 de enero de 2012	Informe N° 053-2012-MEM-AAM/SDC/ABR
9	Informe técnico Sustentatorio del Estudio de Impacto Ambiental para la ampliación de mina y Planta Berna N° 2	Resolución Directoral N° 228-2014-MEM-DGAAM	13 de mayo de 2014	Informe N° 505-2014-MEM-DGAAM/DNAM/DGAM/B
10	Segundo Informe Técnico Sustentatorio del proyecto Ampliación de la capacidad Berna N° 2	Resolución Directoral N° 228-2016-MEM-DGAAM	26 de julio de 2016	Informe N° 640-2016/MEM-DGAAM/DNAM/DGAM/D
11	Actualización del Plan de Cierre de Minas de la unidad de producción (APCM)	Resolución Directoral N° 332-2017-MEM-DGAAM	22 de noviembre de 2017	Informe N° 563-2017-MEM-DGAAM/DNAM/DGAM/PC
12	Actualización del Estudio de Impacto Ambiental Ampliación de mina y Planta Berna N° 02	Resolución Directoral N° 040-2019/MEM-DGAAM	14 de marzo de 2019	Informe N° 139-2019/MEM-DGAAM-DEAM-DGAM
13	Actualización del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto Ampliación de Mina y Planta Berna N° 2	Resolución Directoral N° 00136-2020-SENACE-PE/DEAR	6 de noviembre de 2020	Informe N° 00668-2020-SENACE-PE/DEAR

Fuente.: SENACE (2020)

4.2. Resultados de las medidas de ordenación minero ambiental, actualmente implementadas, con el fin de identificar áreas de mejoras para la gestión de los recursos naturales, en empresa minera en Huarochirí, Lima 2024

4.2.1. Evaluación de las medidas existentes

A continuación, se describen las diversas acciones y compromisos ambientales adoptados por la empresa minera, organizados según cada componente ambiental, todos con el propósito de contribuir a la conservación de los recursos naturales (ver Tablas 9 - 13).

4.2.1.1. Análisis del componente agua. La gestión del agua superficial en la unidad minera se basa en estrategias como la humectación de caminos, tratamiento de aguas residuales, construcción de canales de desvío y monitoreo constante de la calidad del agua. Estas acciones buscan mitigar los impactos sobre cuerpos de agua y ecosistemas, manteniendo el equilibrio ecológico y promoviendo un uso responsable del recurso hídrico.

Tabla 9

Medidas ambientales asumidos para las aguas superficiales

Componente ambiental	Compromisos
Agua superficial	Humectación de las vías de acceso y los lugares de trabajo de infraestructura minera, mediante camión cisterna.
	Control de las emisiones de polvo en el transporte de mineral y desmonte a los depósitos, para lo cual se regarán las vías de acceso durante la temporada seca.
	Embalse de las aguas de la Laguna Pumacocha y conducción a la Laguna Aguascocha
	Alimentación del nivel de agua de la napa freática y los ecosistemas de la microcuenca Magdalena - El Carmen.
	Instalación de pozas disipadoras asociadas al depósito de relaves N° 3.
	Instalación de cuneta al relleno sanitario.
	Construcción de un sistema de canales de coronación en el recrecimiento del Depósito de relaves N° 3, las cuales interceptaran las aguas superficiales provenientes de quebradas y/o taludes, y los entregarán al flujo de sistemas existentes, a fin de impedir que el agua fluya hacia el Depósito de relaves.

Utilización del área estrictamente necesaria para la construcción de los componentes del proyecto.

Monitoreo de calidad de agua en puntos establecidos.

Implementación de sistemas de tratamientos de aguas residuales domésticas y aguas industriales para la UEA.

Habilitación de canales perimetrales en componentes principales, que deriven las aguas de escorrentías (no contacto) hacia fuentes Naturales.

Control y calidad de nivel freático a través de piezómetros y pozos de control.

El tratamiento de agua de mina se basa en la sedimentación, mediante el uso de reactivos químicos para eliminar los sólidos suspendidos.

El mantenimiento de los camiones y equipos se hará en los talleres de mantenimiento de la Unidad Minera, para evitar derrames de grasa y aceites que impacten las aguas superficiales.

Uso estrictamente necesario de agua en las operaciones de minado subterráneo.

Limpieza y mantenimiento de canales de coronación y de los drenes.

Inspección y monitoreo del Tratamiento de aguas residuales antes de verter al cuerpo receptor.

Mantenimiento de Tanque Séptico para un adecuado manejo de residuos orgánicos.

Uso adecuado de explosivos que puede causar fuerte vibraciones de la masa rocosa.

Mantenimiento adecuado de los drenes.

Durante los trabajos de construcción, se evitará arrojar y/o verter elementos contaminantes o contaminados como: residuos líquidos domésticos, hidrocarburos, lubricantes, grasas y aceites, residuos sólidos, desmontes, entre otros, sobre los flujos de agua superficial.

Habilitación de canales perimetrales en componentes principales, que deriven las aguas de escorrentías (no contacto) hacia fuentes naturales.

Limpieza y mantenimiento de infraestructura para el manejo del recurso hídrico.

Monitoreo de calidad de aguas en fuentes superficiales y subterráneas; así como de efluentes; y el consecuente reporte a la autoridad competente. Se cumplirá con los estándares vigentes, de acuerdo a los IGA aprobados.

Asimismo, se realizará la medición de caudal al momento de realizar el monitoreo en las estaciones de calidad de agua superficial.

Uso racional del agua industrial.

Se monitorearán puntos de control de agua en el relleno sanitario (MW-1 y MW-2). Asimismo, en caso de presentarse un rebose por evento máximo, se implementará un punto de monitoreo a la salida del tanque de lixiviado.

Para el monitoreo de la posición del nivel freático, se ha previsto la instalación de piezómetros.

Se monitoreará la estación A-01 en la Laguna Aguascocha, como parte de los compromisos de monitoreo de calidad de agua superficial.

Durante los trabajos de construcción, se evitará arrojar y/o verter elementos contaminantes o contaminados como: residuos líquidos domésticos, hidrocarburos, lubricantes, grasas y aceites, residuos sólidos, desmontes, entre otros, sobre los flujos de agua superficial.

Para el caso de vertimiento de aguas residuales industriales y domésticas se realizará: Inspección y monitoreo del Tratamiento de aguas residuales antes de verter al cuerpo receptor.

Monitoreo de calidad de agua en puntos establecidos.

Fuente: SENACE (2020)

A. Gestión de efluentes. La unidad minera implementó la recirculación de aguas industriales y domésticas tratadas para reducir el uso de fuentes naturales, priorizando el objetivo de vertido cero mediante plantas especializadas. Se realizaron inspecciones periódicas para asegurar que los efluentes cumplan con los LMP.

Además, se llevaron a cabo mediciones trimestrales de niveles freáticos y parámetros críticos como pH y metales pesados en aguas subterráneas. En aguas superficiales, se construyeron canales perimetrales para desviar escorrentías y se mantuvo la infraestructura hídrica operativa, todo en cumplimiento con sus compromisos ambientales.

Tabla 10

Medidas ambientales asumidos para las aguas subterráneas y efluentes

Componente ambiental	Compromisos
Efluentes	Recirculación de aguas industriales, para reducir el consumo de fuentes naturales.
Efluentes	Recirculación de aguas residuales domésticas; a través de la unificación del tratamiento secundario de las 4 PTARD en la relavera y posterior recirculación a la Planta Concentradora Berma N°2, resultando vertimiento cero y menor presión sobre fuentes naturales.

Efluentes	Para el caso de vertimiento de aguas residuales industriales y domesticas se realizará: Inspección y monitoreo del tratamiento de aguas residuales antes de verter al cuerpo receptor. Monitoreo de calidad de agua en puntos establecidos.
Agua subterránea	Se realizará la medición de los niveles freáticos en la Relavera 3, considerando las coordenadas, frecuencia y parámetros aprobados.
Agua subterránea	Se realizará el monitoreo de la calidad de agua subterránea mediante el piezómetro PZ-1 (367672 mE, 8710246 mN) con una frecuencia trimestral. Los parámetros a monitorear serán los siguientes: pH, OD, CE, STS, sulfatos, cianuro WAD, metales totales (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Se, Zn), fenoles y aceites y grasas.

Fuente: SENACE (2020)

4.2.1.2. Análisis del componente aire. La unidad minera aplica medidas como el mantenimiento preventivo de equipos, control de velocidad (20–30 km/h), y humectación de vías durante temporada seca para reducir emisiones y polvo. Se prohíbe la quema de residuos sólidos y se monitorean periódicamente el aire y el ruido. Se controlan las voladuras, transporte y carga de materiales, complementando estas acciones con el uso de EPP como respiradores y protectores auditivos. Además, se minimiza la liberación de partículas mediante cobertura de tolvas y manejo adecuado de residuos sólidos, asegurando condiciones más seguras para el personal y el entorno.

Tabla 11

Medidas ambientales asumidos para la calidad del aire

Componente ambiental	Compromisos
Calidad de aire	Humectación de las vías de acceso y los lugares de trabajo de infraestructura minera, mediante camión cisterna. Uso de equipos de protección personal en zonas de explotación y de la concentradora Dotar de implementos de protección contra polvo (respiradores), protección auditiva (tapones de oídos) protección visual al personal que labora en áreas de generación de polvo y ruido. Cubrir con mantas la tolva de los vehículos que transportaran mineral o desmonte

Prohibición de la quema de residuos sólidos, especialmente los de material sintético.

El material que va a ser movido durante las actividades de manejo de mineral y la operación de los depósitos de desmontes presenta granulometría gruesa y con humedad al salir de la mina, por lo que no es necesaria la aplicación adicional de medidas de mitigación de material particulado, considerando el regado de caminos y la baja velocidad de los vehículos en el área de operaciones.

Acopio de residuos sólidos domésticos en una zona alejada de los comedores y del área de operaciones, para mitigar los efectos por malos olores

El personal contará con equipos de protección personal (EPP), con la finalidad de que no tengan contacto con el material particulado.

Asimismo, se dota de implementos de protección contra material particulado (respiradores) y protección visual al personal que labora en áreas de generación de material particulado y ruido

Las maquinarias, vehículos y equipos deben cumplir con las condiciones mecánicas y de carburación en buen estado, para minimizar las emisiones de gases. Por tal motivo, el área de mantenimiento mecánico se encarga que los vehículos, maquinarias y equipos cuenten con las revisiones técnicas correspondientes, según las normativas sectoriales y que serán sometidos a un programa de mantenimiento preventivo.

Todo vehículo dentro del área de operaciones debe restringir su velocidad en los caminos de acceso, de acuerdo a la información que se indica en los carteles de señalización ubicados en cada una de las áreas del proyecto.

Monitoreo periódico de la calidad de aire y ruido.

Control de velocidad máxima de vehículos hasta 20 Km/h en el área de ejecución del proyecto, mediante avisos colocados en lugares estratégicos

Mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias

Mantener la humedad de mineral de 3 a 5 %

Motores de vehículos de transporte en buen estado de trabajo

Realizar labores de perforación y voladura controlada y los disparos en un horario establecido

Las compresoras deberán instalarse en un ambiente cerrado

Establecer procedimientos para el transporte, carga y descarga de mineral y desmonte

Control de las emisiones de polvo en el transporte de mineral y desmonte a los depósitos, para lo cual se regarán las vías de acceso durante la temporada seca.

Dotar a los trabajadores de implementos de protección contra polvo (respiradores), protección auditiva (tapones de oídos) protección visual al personal que labora en áreas de generación de polvo y ruido.

Realizar mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias

Cualquier vehículo, maquinaria y equipo que no garantice emisiones dentro de los límites máximos permisibles deberá ser separado de sus funciones y revisados, reparado o ajustado antes de entrar nuevamente al servicio, en cuyo caso deberá certificar nuevamente que sus emisiones se encuentran dentro de los niveles permitidos

Los vehículos tendrán que circular a una velocidad máxima de 30 Km/hora

Controlar y si es necesario prohibir el uso indebido de sirenas o bocinas de los vehículos

Quedará terminantemente prohibido la quema de residuos sólidos, especialmente las de material sintético.

Establecer procedimientos para el transporte, carga y descarga de mineral y desmonte

Monitorear periódicamente la calidad de aire y ruido

Fuente: SENACE (2020).

4.2.1.3. Análisis del componente suelo. La tabla 12 describe las medidas y compromisos para la protección y gestión del suelo en las actividades mineras. Se destaca la restricción del desbroce solo a áreas necesarias y la recuperación adecuada del suelo orgánico (topsoil), que debe ser almacenado por separado para su posterior reutilización en procesos de rehabilitación del terreno. Estas acciones son fundamentales para preservar la vegetación natural y reducir los procesos erosivos.

La gestión del suelo durante las operaciones incluye estrategias para prevenir la erosión y sedimentación mediante controles que limitan el ingreso de aguas pluviales a los depósitos. Se hace énfasis en conservar la vegetación natural siempre que sea posible y evitar que el suelo expuesto quede sin protección ante las precipitaciones. En accesos temporales, como los caminos exploratorios, se recomienda colocar el topsoil a un costado en bermas para su futura reubicación una vez finalizadas las actividades.

Los residuos peligrosos deben ser gestionados con procedimientos estrictos de almacenamiento y disposición adecuada. Aceites usados, lubricantes y trapos contaminados son segregados en recipientes herméticos debidamente etiquetados antes de ser enviados a empresas especializadas para su disposición final. Además, se da prioridad al mantenimiento de las redes de alcantarillado para prevenir fugas que puedan contaminar el suelo.

Se implementan rigurosas medidas de monitoreo en áreas críticas como depósitos de relaves y canchas de desmonte. La construcción de muros contenedores y el monitoreo geodésico permiten detectar cambios significativos en los taludes. Asimismo, se establecen procedimientos específicos para la gestión de combustibles, lubricantes y grasas con el fin de minimizar el riesgo de contaminación del suelo.

Este análisis refleja un enfoque integral hacia una minería responsable, buscando equilibrar las actividades extractivas con la conservación del ambiente, garantizando una operación sostenible que respete y proteja los recursos naturales disponibles.

Tabla 12

Medidas ambientales asumidos para el suelo

Componente ambiental	Compromisos
Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de residuos sólidos (desmonte) como relleno en las labores subterráneas y traslado el desmonte restante a las canchas de mina El Carmen • Evitar el desbroce innecesario, limitándose sólo para las áreas de construcción de los proyectos. • El suelo orgánico (topsoil) debe ser recuperado y no mezclado con ningún otro tipo de material durante los trabajos de movimiento de tierras. En caso suceda, el material mezclado debe retirarse al depósito de material estéril. Asimismo, debe ser almacenado en depósitos autorizados por el instrumento de gestión ambiental (IGA) correspondiente. • La disposición final del suelo orgánico (topsoil) se debe ejecutar de acuerdo al plan de llenado del depósito y en áreas señaladas por el control topográfico • Almacenamiento adecuado en áreas asignadas para tal fin del material extraído (top soil y material orgánico) • Evitar el ingreso de aguas de escorrentía al depósito de almacenamiento de material Top soil mediante la construcción de canales de un sistema de drenaje • Restableciendo previamente la topografía con acciones de relleno y renivelado, se procederá con la reposición del suelo • En el caso específico de algunos accesos temporales o de corta duración de servicio como, por ejemplo, los accesos de exploraciones, es posible disponer el topsoil adecuadamente al costado de la vía en forma de bermas con las dimensiones adecuadas, esto debe ser indicado el PMA. Este material volverá a disponerse en su lugar original una vez que se deje de utilizar en los accesos

-
- Evitar la exposición del suelo descubierto a la precipitación.
 - Instalación y mantenimiento de las medidas de control de erosión y sedimentación durante la construcción
 - Los aceites y lubricantes usados, así como los residuos de limpieza, mantenimiento de talleres y servicios auxiliares deben ser almacenados en recipientes herméticos adecuados
 - El almacén temporal de residuos peligrosos, deben contar con recipientes apropiados para disposición de estos residuos
 - Se debe realizar el mantenimiento oportuno de redes y líneas de alcantarillado, a fin de evitar la contaminación de los suelos por posibles roturas de tuberías y redes de agua residual domésticas
 - Conservar la vegetación natural, cuando sea factible, para reducir la erosión del suelo.
 - Los suelos contaminados y trapos impregnados con combustibles, serán segregados en cilindros herméticos rotulados, para su almacenamiento temporal que serán trasladados por EPS-RS para encargarse del transporte y disposición final.
 - Se establecerán puntos de control geodésico y topográfico en el Depósito de relaves N° 3, que monitorearán algún cambio en la inclinación de los taludes y en las curvas de nivel, respectivamente
 - Manejo eficiente de las canchas de relaves y de desmonte.
 - Monitoreo periódico de la calidad de suelos.
 - Construcción de muros de contención y evacuación de los relaves al relleno de mina (PA-1, PA-2 y PA-3)
 - Evacuación de canchas de mineral y desmonte de quebrada Magdalena (PA-7)
 - Establecer procedimientos para el manejo adecuado de combustibles, lubricantes y grasas.
 - Los aceites y lubricantes usados, así como los residuos de limpieza, mantenimiento de talleres y servicios auxiliares deberán ser almacenados en recipientes herméticos adecuados
 - El almacén temporal de residuos peligrosos, deberá contar con recipientes apropiados para disposición de estos residuos.
 - Los suelos contaminados y trapos impregnados con combustibles, serán segregados en cilindros herméticos rotulados, para su almacenamiento temporal y ser trasladados por EPS-RS encargados del transporte y disposición final.
-

Fuente: SENACE (2020).

4.2.1.4. Análisis del componente flora, fauna e hidrobiología. La gestión de flora y fauna en proyectos mineros incluye medidas y compromisos para evitar la afectación de especies y sus hábitats. Se prohíbe la caza y la intervención innecesaria en áreas naturales,

mientras que se promueve la sensibilización y capacitación en protección ambiental para los trabajadores. Se contempla el monitoreo constante de flora y fauna en el área de actividad del proyecto, así como la revegetación de zonas intervenidas y el traslado de plantas en riesgo a áreas seguras.

Estas acciones buscan mitigar el impacto sobre la biodiversidad, protegiendo tanto a las especies como a su entorno. Para proteger la flora, se establecen procedimientos de manejo de combustibles y lubricantes, evitando derrames accidentales que puedan dañar vegetación. Se limita el desbroce a áreas estrictamente necesarias y se implementan medidas para evitar la alteración de hábitats por ruidos molestos. Estas acciones se complementan con la educación ambiental y la delimitación de zonas de intervención aprobadas, garantizando que solo se afecten las áreas esenciales para el proyecto, mientras se preserva la vegetación y se minimizan daños al ecosistema.

En cuanto a la fauna, se prohíbe la captura de especies silvestres y se llevan a cabo charlas de sensibilización para evitar prácticas ilícitas como la caza furtiva. Además, se cercan áreas de alto riesgo para prevenir el ingreso de animales y se establecen zonas seguras fuera del alcance de la intervención. Estas medidas buscan proteger a las especies nativas y evitar la alteración de su hábitat natural. También se monitorea la fauna en las áreas de influencia para asegurar que los impactos se mantengan controlados y en niveles aceptables.

Finalmente, en el ámbito hidrobiológico, se enfatiza la protección de ecosistemas acuáticos mediante procedimientos de decantación y sedimentación para reducir sólidos suspendidos en cuerpos de agua. Se asegura un uso eficiente del agua para no afectar zonas críticas como la laguna Pumatarea y bofedales, hábitats importantes para aves y vicuñas. Se realiza un monitoreo tanto hidrobiológico como de aves acuáticas durante distintas temporadas, asegurando que los impactos sobre el ecosistema acuático se gestionen adecuadamente. Estas medidas buscan proteger la biodiversidad y mantener el equilibrio ecológico en áreas sensibles.

Tabla 13*Medidas ambientales asumidos para la flora, fauna y hidrobiología*

Componente ambiental	Compromisos
Flora y fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Prohibición de caza o afectación de especies de flora y fauna que pudieran encontrarse en el paso de las actividades de la UEA. • Capacitación y sensibilización en la protección de la diversidad biológica. • Monitoreo de flora y fauna del área de actividad del proyecto.
Flora	<ul style="list-style-type: none"> • Revegetación de áreas intervenidas, tras la ejecución apropiada del cierre correspondiente, en los casos de vegetación preexistente. • Traslado de plantas que podrían ser afectados a lugares adecuados para su replantación. • Evitar el desbroce de áreas innecesarias y solo limitarse, a las áreas contempladas en los proyectos. • Para prevenir afectación de la flora por derrames accidentales de sustancias peligrosas, como combustibles y lubricantes en el área de influencia directa durante la etapa de operación, se establecerá procedimientos para el manejo adecuado de combustibles, lubricantes y grasas.
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar en lo posible la generación de ruidos molestos para evitar la alteración del hábitat de la fauna existente en el entorno del área del proyecto. • Se informará a los trabajadores de la obra, que se encuentra prohibido las actividades ilícitas de captura de especies de fauna silvestre; así como, caza furtiva en el ámbito de influencia del Proyecto, de ser necesario se implementaran charlas de sensibilización dirigido al personal de obra, orientado a la protección de la fauna silvestre. • Delimitación de áreas aprobadas para intervención, con el propósito de no intervenir en hábitats o espacios sometidos a evaluación ambiental. • Cercar el área de componentes más riesgosas para evitar el ingreso de animales.
Hidrobiología	<ul style="list-style-type: none"> • Crear conciencia en los trabajadores y contratistas para la protección y conservación del ecosistema acuático.

-
- Para la protección de especies en situación especial:
 - Realizar una decantación o sedimentación eficiente en la poza de sedimentación de los sólidos suspendidos en la laguna Aguascocha, así como el agua de la quebrada Magdalena aguas abajo de la Relavera N° 3 para reducir los valores de los sólidos suspendidos totales que podría impactar directamente sobre la fauna bentónica alterando su hábitat en la laguna Aguascocha y bofedal Magdalena.
 - Realizar un eficiente uso del agua para la implementación del proyecto ampliación de la Mina y Planta Berna No 2 de 1800 a 5000 TMD, tanto en el bofedal y laguna Pumatarea ya que estos hábitats son los mejores conservados y sirven de zonas que proveen alimentos a diversas aves acuáticas (laguna Pumatarea) y vicuñas observadas (bofedal Pumatarea).
 - Realizar un monitoreo hidrobiológico, así como un monitoreo de las aves acuáticas, en los cuerpos de agua que podrían ser impactados por el proyecto, tanto en época de estiaje como de lluvia. Además, que el monitoreo hidrobiológico coincida con la fecha del monitoreo de aves.
-

Fuente: SENACE (2020)

4.2.2. Análisis del cumplimiento de los ECA en los resultados de monitoreo ambiental y sus riesgos asociados

El presente análisis se basa en los resultados del monitoreo ambiental realizados por el MINAM, según el Informe N.º 00668-2020-SENACE-PE/DEAR, correspondiente al periodo 2016–2019. Se evaluó el cumplimiento de los ECA vigentes y los posibles riesgos ambientales asociados a los parámetros monitoreados.

4.2.2.1. Riesgos ambientales en el suelo según monitoreo.

A. Monitoreo de suelo. Se realizó en el periodo comprendido entre los años 2016 y 2019, a través del Programa de Monitoreo Ambiental aprobado en el Segundo ITS, ejecutado por el titular del proyecto minero en 15 estaciones previamente autorizadas, con excepción de una estación (MI-AM-02), la cual fue reubicada dentro de la cancha de mineral por motivos de representatividad.

B. Parámetros que cumplen con el ECA. En este monitoreo se evidenció que los parámetros relacionados a compuestos orgánicos como hidrocarburos aromáticos volátiles, hidrocarburos poli aromáticos, hidrocarburos de petróleo, así como los metales pesados como cianuro libre, bario total, cadmio total, mercurio total y plomo total, se encontraron por debajo

de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo de uso comercial/industrial/extractivo, tanto del Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM como del N.º 011-2017-MINAM.

C. Parámetros que no cumplen con el ECA. El arsénico total presentó excedencias importantes, con 22 registros fuera del límite permitido en la zona de relavera y todos los registros de la zona cancha de mineral superando los valores establecidos en el ECA Suelo 2013. Además, 22 y 23 registros respectivamente también superaron el límite del ECA Suelo 2017 en dichas zonas.

D. Posibles efectos en el ambiente. La permanencia de altos niveles de arsénico en el suelo puede provocar contaminación por arrastre eólico o escorrentía, afectando cuerpos de agua y fauna local. Aunque no hay población cercana, representa un riesgo ambiental significativo y una posible exposición crónica para el personal de la unidad minera.

4.2.2.2. Riesgos ambientales en el aire según monitoreo

A. Monitoreo del aire. Se desarrolló entre los años 2012 y 2019, en seis estaciones, evaluando los parámetros PM10, PM2.5, Pb, As, Cu, SO₂, CO y CH₄, conforme a lo dispuesto en los ECA vigentes (D.S. N.º 074-2001-PCM, N.º 003-2008-MINAM y de manera referencial, el D.S. N.º 003-2017-MINAM), así como los NMP para arsénico.

B. Parámetros que cumplen con el ECA. La mayoría de parámetros monitoreados — como plomo (Pb), arsénico (As), dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), cobre (Cu) y PM2.5— se encontraron dentro de los valores permitidos por los ECA vigentes. Además, en los casos de As, Pb y Cu, se observaron tendencias decrecientes significativas, lo cual indica un comportamiento favorable en el tiempo.

C. Parámetros que no cumplen o presentan observaciones. Para PM10, se registraron tres excedencias con respecto al ECA 2017 (dos en la estación E-03 y una en E-02), aunque fueron consideradas no representativas. En el caso de SO₂, se identificaron ocho excedencias

al ECA 2008, pero no al ECA 2001, representando solo el 5,1 % de los datos. El parámetro NO₂, que está relacionado con la actividad minera según la Guía del MINEM, no ha sido monitoreado, aunque se recomienda su inclusión. También se identificó un valor anómalo de cobre (1,29 µg/m³) en la estación E-02 (diciembre 2017). Finalmente, los parámetros CO₂ y NH₄ aprobados en el EIA 2010 no fueron monitoreados por un presunto error tipográfico en la resolución aprobatoria, lo cual debe ser corregido en el próximo IGA.

D. Posibles efectos en el ambiente. La falta de monitoreo del NO₂ limita la detección de gases de combustión que podrían afectar al personal en zonas de trabajo expuestas. La ausencia de datos de CO₂ y NH₄ compromete una evaluación completa del impacto atmosférico. Las superaciones puntuales de PM₁₀ y SO₂, aunque consideradas no representativas, podrían reflejar emisiones elevadas en ciertos momentos, con posibles efectos locales sobre la calidad del aire y el equilibrio ecológico en áreas adyacentes a la operación.

E. Monitoreo de ruido. Se realizó con base en la Primera y Segunda AEIA Americana, utilizando cuatro estaciones (R-1 a R-4) aprobadas en el plan de monitoreo ambiental, y comparando los resultados con el ECA para ruido (D.S. N.º 085-2003-PCM).

F. Parámetros que cumplen con el ECA. Todos los registros, tanto en horario diurno como nocturno, cumplieron con los límites establecidos para zonas industriales.

Parámetros que no cumplen o presentan observaciones: Las estaciones R-5 y R-6 no fueron monitoreadas, debido a que se encuentran en terrenos actualmente cedidos a otra empresa minera.

G. Posibles efectos en el ambiente. Aunque no hay población cercana, la omisión del monitoreo en las estaciones R-5 y R-6 impide verificar el cumplimiento del ECA en zonas comprometidas. Esto podría ocultar niveles de ruido que afecten al personal o la fauna local sensible al sonido, especialmente en zonas con maquinaria en operación continua.

4.2.2.3. Riesgos ambientales en el agua según monitoreo

A. Monitoreo de calidad de agua superficial. se realizó entre los años 2011 y 2019 en las estaciones aprobadas en el EIA 2010. La evaluación consideró los valores de la Clase I y III de la Ley General de Aguas, así como los ECA 2008 y 2017, en particular la Categoría 1-A2 y de forma referencial la Categoría 3. Algunas estaciones (PM-1 y PM-2) dejaron de monitorearse por estar en terrenos cedidos, y en otras hubo limitaciones logísticas.

B. Parámetros que cumplen con el ECA. Cumplieron con los límites los siguientes parámetros: pH, oxígeno disuelto, cianuro wad, cromo hexavalente, cromo total, cobre total (en su mayoría), hierro, mercurio (en 98 %), níquel (parcial), selenio, zinc, DBO, aceites y grasas (mayormente), conductividad eléctrica y turbidez. En general, varios parámetros no presentaron tendencias significativas en el tiempo o mostraron tendencias decrecientes (ej. arsénico, plomo, cadmio en EF-8).

C. Parámetros que no cumplen o presentan excedencias. Se observaron excedencias importantes en arsénico (49 % en categoría 1-A2), manganeso (70 % en categoría 3), cadmio (hasta 5 %), plomo (10 %), níquel (28 %) y coliformes totales (83 % para Clase I y 13 % para Clase III). También se presentaron algunas superaciones puntuales en hierro, cobre, selenio, aceites y grasas y coliformes termotolerantes (100 % para Clase I, 13 % para Clase III). En varios casos, el titular atribuyó las excedencias a la mineralogía de la zona (ej. galena, arsenopirita, rodonita) o a aportes externos (coliformes aguas arriba).

D. Posibles efectos en el ambiente. Las concentraciones elevadas de metales como arsénico, plomo, cadmio, manganeso y níquel pueden generar toxicidad directa sobre la vida acuática, alterar la calidad fisicoquímica del agua y afectar procesos ecológicos. La presencia constante de coliformes totales y termotolerantes indica contaminación biológica del recurso hídrico, lo que compromete su capacidad de autorregeneración y puede afectar cuerpos de agua conectados aguas abajo.

E. Monitoreo de calidad de agua subterránea. Se realizó en la estación PZ-01 durante el periodo 2015–2019. Aunque no existe un estándar específico para aguas subterráneas en el Perú, los resultados se compararon de manera referencial con los ECA de agua 2017 para las categorías 1-A2, 3-D1 y 3-D2. El monitoreo se desarrolló conforme a lo aprobado en el EIA 2010.

F. Parámetros que cumplen con el ECA. Presentaron cumplimiento con los valores referenciales los parámetros: conductividad eléctrica, sólidos suspendidos totales, cianuro total, aluminio, cadmio, cobre, cromo, mercurio, selenio, níquel, zinc, fenoles y aceites y grasas. En general, la mayoría de metales monitoreados no presentaron excedencias y estuvieron por debajo de los límites de detección en una proporción significativa de las muestras.

G. Parámetros que no cumplen o presentan excedencias. Se identificaron excedencias en sulfatos (57 % en categoría 1-A2 y 29 % en categoría 3), hierro total (30 % en categoría 1-A2) y manganeso total (30 % en categoría 1-A2 y 55 % en categoría 3). También se detectaron dos valores bajos de oxígeno disuelto por debajo del ECA. Estas superaciones fueron atribuidas por el titular a la mineralogía natural del área, donde predominan minerales como pirita, calcopirita, rodonita y rodocrocita, cuya meteorización podría explicar las concentraciones observadas.

H. Posibles efectos en el ambiente. Las concentraciones elevadas de hierro, manganeso y sulfatos pueden generar alteraciones en la calidad química del agua subterránea, afectar la vida microbiana del subsuelo y acelerar procesos de corrosión o incrustación en infraestructura subterránea. Aunque se atribuyen a fuentes naturales, su presencia constante puede comprometer la estabilidad geoquímica del acuífero y afectar cuerpos receptores conectados en el mediano plazo si no se controla.

4.2.2.4. Riesgos ambientales en los efluentes según monitoreo

A. El monitoreo de efluentes. Se realizó entre los años 2010 y 2019 en las estaciones EF-2, EF-4, EF-6, MW-01, MW-02 y EF-5. Algunas estaciones dejaron de monitorearse por motivos operativos: EF-5 se encuentra en terrenos cedidos a otra empresa minera, MW-01 y MW-02 están en pozas secas, y EF-2 fue retirada tras la caducidad del vertimiento al río Rímac. La evaluación se realizó conforme al D.S. N.º 010-2010-MINAM y de manera referencial con la R.M. N.º 011-96-EM/VMM.

B. Parámetros que cumplen con los LMP. En general, la mayoría de los parámetros monitoreados cumplieron con los Límites Máximos Permisibles (LMP). Entre ellos: pH, sólidos suspendidos totales (TSS), cianuro total, cromo hexavalente, hierro disuelto, plomo, aceites y grasas, cadmio, mercurio, níquel, cobre (en su mayoría), arsénico (excepto un valor atípico) y turbidez. También se mantuvieron por debajo de los LMP los parámetros adicionales de conductividad eléctrica y temperatura. En la mayoría de los casos, no se observaron tendencias crecientes según el análisis de Mann-Kendall.

C. Parámetros que no cumplen o presentan observaciones. Se detectaron excedencias puntuales en arsénico, cobre, mercurio y zinc. El zinc presentó la mayor incidencia, con un 21 % de los valores superando el LMP en la estación EF-6, aunque el titular indicó que esta estación está ubicada aguas abajo (11 km) y recibe descargas de terceros, por lo que no corresponde a una responsabilidad directa de la empresa minera. También se identificó una tendencia creciente de zinc en la estación EF-4, aunque los valores aún se mantienen dentro del LMP.

D. Posibles efectos en el ambiente. Las superaciones puntuales de zinc, cobre, arsénico y mercurio en los efluentes podrían representar riesgo de acumulación en sedimentos o toxicidad para organismos acuáticos si persisten o aumentan. Aunque el titular atribuye la mayoría de excedencias a fuentes externas o valores atípicos, es necesario asegurar la

continuidad del monitoreo para detectar a tiempo cualquier deterioro en la calidad de los efluentes descargados.

4.2.2.5. Riesgos ambientales en el medio biótico según monitoreo

A. El monitoreo biológico. Se desarrolló entre 2016 y 2019, conforme al Plan de Monitoreo aprobado en el EIA 2010. No se cuenta con datos del año 2015 ni con información completa de todas las estaciones en temporadas secas de ciertos años, debido a problemas de accesibilidad y seguridad. Sin embargo, los datos disponibles permitieron realizar comparaciones válidas con la línea base para evaluar la efectividad de las medidas de manejo ambiental.

B. Parámetros que reflejan cumplimiento o mejora. Se registraron 72 especies de flora terrestre, incluyendo 4 en categorías de amenaza nacional y 1 endémica. En fauna terrestre, se identificaron 43 especies de aves (3 en categoría de amenaza), 6 mamíferos (1 como casi amenazada) y 2 especies de anfibios y reptiles sin categoría de amenaza. En el caso de flora y fauna acuática, se registraron 27 morfoespecies de fitoplancton, 20 de zooplancton y 22 de macrobentos. El bofedal B1 presentó una tendencia positiva en la riqueza vegetal, y en general se observó una tendencia de recuperación o estabilidad en la diversidad biológica terrestre respecto a la línea base.

C. Parámetros que presentan observaciones o vacíos. Se detectaron fluctuaciones en riqueza y abundancia, especialmente en fauna acuática (fitoplancton y zooplancton), con una tendencia decreciente atribuida a cambios metodológicos. La ausencia de datos en temporadas secas y la variabilidad del esfuerzo de muestreo limitan la comparabilidad entre años. Además, no se ha incluido la evaluación de peces ni se ha uniformizado la metodología entre monitoreos, lo que afecta la solidez de los resultados.

D. Posibles efectos en el ambiente. La falta de continuidad y estandarización en el monitoreo biológico puede dificultar la detección oportuna de impactos reales sobre

ecosistemas sensibles, como bofedales y lagunas altoandinas. Aunque los resultados sugieren que las medidas de manejo han sido efectivas, es necesario ajustar el programa de monitoreo para garantizar evaluaciones más precisas y comparables a futuro, especialmente ante posibles alteraciones del hábitat o pérdida de biodiversidad.

4.2.2.6. Riesgos en el medio social según análisis del Plan de Relaciones Comunitarias

A. El componente social. Fue ejecutado entre 2010 y 2019 mediante programas de desarrollo económico, social y cultural en comunidades como San Mateo de Huanchor, Chicla, San Antonio y Pomacocha. Las actividades incluyeron talleres productivos, formación empresarial, promoción del empleo local, capacitaciones en salud, participación ciudadana y actividades culturales.

B. Puntos que cumplen. El Titular implementó las acciones comprometidas, logrando fortalecer capacidades locales, mejorar la articulación con las comunidades y promover la participación social. Las actividades fueron consistentes con lo planteado en el Plan de Relaciones Comunitarias del EIA 2010.

C. Puntos que no cumplen. El plan fue elaborado sin una norma específica que definiera su contenido, por lo que no incorpora lo establecido en el artículo 53 del D.S. N.º 040-2014-EM. Además, no se evidencian mecanismos de evaluación ni seguimiento que permitan medir el impacto real de las actividades.

D. Posibles efectos en el entorno social. La falta de actualización del plan social y de mecanismos de evaluación podría dificultar la continuidad de una gestión social efectiva en comunidades como San Mateo de Huanchor, Chicla, San Antonio y Pomacocha. Esto podría limitar la respuesta oportuna ante nuevas necesidades sociales o generar observaciones en futuras modificaciones del instrumento ambiental. Se recomienda adecuar el plan conforme a la normativa vigente.

4.2.3. Análisis comparativo con el marco legal vigente en materia ambiental

En la presente tabla se expone un análisis comparativo de los resultados de las medidas ambientales por cada componente ambiental con el marco legal vigente en cada materia (Tabla 14).

Tabla 14

Análisis legal comparativo por cada componente ambiental

Componente	Normas aplicables	Análisis
Gestión del agua superficial	<ul style="list-style-type: none"> • Normas aplicables • Ley N°29338: Ley de Recursos Hídricos. • D.S. N°015-2015-MINAM: Reglamento de ECA para Agua. • D.S. N°040-2014-EM: Reglamento de Protección Ambiental para Actividades Mineras. 	Aunque existen compromisos como canales de desvío, recirculación y monitoreo, el análisis de los resultados de monitoreo muestra concentraciones de aluminio, manganeso, arsénico y plomo por encima del ECA-agua, lo cual representa un incumplimiento directo al D.S. N° 015-2015-MINAM. Se debe implementar un sistema de tratamiento avanzado para metales pesados (p. ej., filtro de membrana y precipitación selectiva) y establecer monitoreo continuo automático con sensores multiparamétricos en puntos críticos de descarga
Gestión de la calidad del aire	<ul style="list-style-type: none"> • D.S.N°003-2017-MINAM: Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire. • Decreto Supremo N°019-2009-MINAM: Reglamento Nacional para la Gestión de la Calidad del Aire. • Decreto Supremo N°014-2019-VIVIENDA: Reglamento de Protección y Conservación del Ambiente en Obras 	Si bien se reportan actividades de humectación y mantenimiento, el monitoreo evidencia valores elevados de PM10 y PM2.5 en zonas de botaderos y frentes operativos. No se utiliza tecnología de control automatizado. Se recomienda implementar nebulizadores fijos en zonas de mayor tránsito, usar medidores de partículas continuos en zona industrial, y establecer un sistema de alerta temprana por calidad del aire.

Gestión de la calidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • D.S. N°011-2017-MINAM: Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo. • Ley N°28245: Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA). • Decreto Supremo N°040-2014-EM: Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero. 	<p>Cumple con las disposiciones; sin embargo, los resultados del monitoreo muestran presencia de metales pesados como arsénico y plomo, lo que evidencia la necesidad de reforzar las acciones correctivas. Se recomienda implementar técnicas específicas como fitorremediación con especies nativas y el uso de bioestimulantes para mejorar la calidad del suelo en zonas impactadas. Asimismo, se sugiere realizar auditorías semestrales y muestreos georreferenciados que permitan verificar la efectividad del manejo de residuos y prevenir posibles dispersiones hacia áreas sensibles.</p>
Gestión de flora y fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Ley N°29763: Ley Forestal y de Fauna Silvestre. • D.S. N°014-2001-AG: Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre. • Decreto Supremo N°038-2014-MINAGRI: Reglamento para la Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica. 	<p>Aunque se declara el cumplimiento de monitoreos biológicos, los registros de fauna y flora revelan ausencia de datos en varias temporadas (2015–2018) y disminución de riqueza en fitoplancton y zooplancton, lo cual impide verificar cumplimiento con los compromisos. Se debe actualizar el Plan de Monitoreo Biológico con metodología estandarizada y monitoreos bianuales (época seca y húmeda), además de reponer las estaciones de monitoreo faltantes y hacer seguimiento a bofedales críticos como Pumatarea.</p>

4.2.4. Identificación de las áreas de mejoras

En la siguiente tabla se identifican las principales áreas de mejoras (Tabla 15).

Tabla 15

Identificación de áreas de mejoras en la unidad de la mina

Componente	Área de mejora	Recomendación
Agua superficial y efluentes	<p>Capacidad insuficiente de la planta de tratamiento frente a las concentraciones detectadas de metales y sulfatos</p>	<p>- Ampliar la capacidad de la planta de tratamiento en un 30 % para mejorar la retención de aluminio, boro, arsénico, manganeso y sulfatos.</p> <p>- Instalar sensores multiparamétricos</p>

		<p>conectados a SCADA para monitoreo continuo 24/7.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rediseñar canales perimetrales con revestimiento impermeable para evitar infiltraciones. - Monitorear mensualmente 3 puntos aguas abajo con análisis físico-químico completo.
Calidad de aire	<p>Deficiencia en el control operativo de polvo y ausencia de monitoreo automático en zonas críticas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar 2 nebulizadores fijos en zonas con alta carga de tránsito o manipulación de mineral. - Implementar 2 estaciones meteorológicas con sensores PM10 y PM2.5 en frentes operativos y 1 en el área de influencia. - Aumentar la humectación a 4 veces por día en temporada seca. - Exigir el uso de maquinaria con estándar Euro III. - Establecer registro digital de emisiones por equipo, con trazabilidad operativa.
Suelo	<p>Contaminación por arsénico sobre ECA y manejo pasivo de residuos peligrosos y zonas de</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar fitorremediación in situ con Brassica juncea o Vetiveria zizanioides en área piloto de 100 m².

	almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar geomembranas en plataformas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos. - Monitorear trimestralmente 5 puntos geoquímicos (metales y nutrientes). - Capacitar semestralmente al personal responsable con simulacros de respuesta a derrames.
Flora, fauna e hidrobiología	Insuficiencia en el monitoreo estacional y ausencia de validación científica en áreas sensibles como bofedales y laguna Pumatarea	<ul style="list-style-type: none"> - Estandarizar monitoreo biológico semestral (época seca y húmeda) de flora, fauna e hidrobiología. - Definir 3 puntos fijos de monitoreo hidrobiológico en cuerpos de agua vulnerables. - Instalar cámaras trampa y sensores acústicos en hábitats de fauna silvestre. - Implementar un vivero con especies nativas, para revegetación de áreas impactadas, y usar bioestimulantes naturales en la restauración del suelo.
Gestión social	Plan Social no actualizado conforme al D.S. N°040-2014-EM y ausencia de mecanismos de transparencia social activa	<ul style="list-style-type: none"> - Actualizar el Plan de Gestión Social con los 8 criterios del Art. 53 del D.S. N°040-2014-EM. - Realizar encuestas de percepción social anualmente en 3 comunidades

cercanas.

- Publicar informes de desempeño socioambiental semestralmente en plataformas accesibles.

- Elaborar plan de transición social de cierre con programas de capacitación y reconversión laboral comunal.

4.2.5. Lineamientos para el desarrollo de un plan de acción

Para desarrollar un plan de acción detallado que aborde las mejoras identificadas en la gestión minera y ambiental en una mina en Huarochirí, Lima, se proponen los siguientes lineamientos (Tabla 16).

Tabla 16*Lineamientos para el desarrollo del plan de acción de una mina*

Lineamiento	Objetivos
Planificación y Ordenación Minero-Ambiental	Mejorar la gestión ambiental en la mina, aplicando medidas técnicas específicas que permitan cumplir con los ECA y prevenir impactos.
Metas, Plazos y Responsables	Asegurar la implementación efectiva de las medidas propuestas con responsables definidos y tiempos de ejecución específicos.
Participación de Expertos, Autoridades y Partes Interesadas	Incluir actores clave que aporten conocimiento técnico y garanticen la transparencia y legalidad del proceso.
Evaluación y Seguimiento	Verificar que las acciones ejecutadas logren los resultados esperados y permitan ajustes correctivos.

Estos lineamientos para el desarrollo del plan de acción, detallan un enfoque integral y participativo que permitirá mejorar la ordenación minero ambiental en la mina de Huarochirí. Al incluir metas claras, plazos definidos y la participación de expertos, autoridades y comunidades locales, se garantiza un proceso transparente y alineado con las normativas peruanas vigentes, asegurando tanto la sostenibilidad ambiental como la aceptación social.

	Medio Abiótico	Atmosfera	Generación de polvo		X		X		X
			Aumento nivel sonoro		X	X	X	X	
		Suelo	Pérdida de suelo vegetal		X	X	X		
			Alteración de topografía	X		X	X		
	Hidrología	Alteración de la red de drenaje	X						
	Medio Biótico	Vegetación	Eliminación de vegetación existente		X	X			
			Afectación de vegetación circundante	X	X	X			X
		Fauna	Desplazamiento de fauna	X	X	X			X
			Dstrucción del hábitat		X	X			X
	Medio físico	Paisaje	Residuos sólidos				X		
	Medio socioeconómico	Población	Pérdida de calidad visual		X	X	X		
			Intrusión visual.		X	X	X		
Riesgos naturales		Incremento de la turbidez	X			X			
		Erosión		X					

La pérdida de suelo vegetal y la alteración de la topografía son impactos directos sobre el suelo, especialmente debido a actividades como la excavación y extracción de materiales. Además, la hidrología se ve alterada, particularmente la red de drenaje, que puede ser modificada por cambios en el caudal de los ríos. Este enfoque subraya la importancia de implementar medidas de control y mitigación específicas, tales como la reforestación y la restauración de la topografía.

En cuanto al medio biótico, que abarca tanto la vegetación como la fauna, se evidencian efectos significativos debido a la eliminación de vegetación y el impacto en las áreas circundantes. La fauna es desplazada y su hábitat destruido por actividades como la extracción y acumulación

de material. Esto destaca la necesidad de desarrollar estrategias de conservación, como la creación de corredores ecológicos y áreas protegidas para preservar la fauna.

Los impactos sobre el medio físico y socioeconómico también son significativos. El paisaje sufre alteraciones visuales debido a la acumulación de residuos sólidos y a las actividades mineras, afectando negativamente la calidad visual para las comunidades cercanas. En el ámbito socioeconómico, la intrusión visual y el aumento de la turbidez del agua incrementan los riesgos naturales y deterioran la calidad de vida local. Este análisis resalta la importancia de implementar controles adecuados sobre los residuos, restaurar el paisaje y colaborar con las comunidades para gestionar los riesgos y proteger el entorno socioeconómico.

La tabla 17 muestra que las actividades mineras generan impactos diversos y significativos sobre el entorno natural y humano en el área de estudio. La identificación de estos impactos proporciona una base sólida para diseñar estrategias de mitigación enfocadas en la restauración del suelo, la conservación de la flora y fauna, el control de residuos y la minimización de los efectos visuales y sonoros.

4.3.1. Análisis del medio físico

El análisis del medio físico en el área de estudio revela una topografía variada que influye directamente en los procesos naturales y en las actividades humanas, incluidas las mineras. A continuación, se examinan las características particulares y los desafíos asociados con cada unidad geográfica.

Figura 1

Mapa del medio físico

La vertiente montañosa empinada a escarpada, que constituye el 9% del área, enfrenta un alto riesgo de deslizamientos y alteraciones ecosistémicas en el distrito de Chicla. Las actividades mineras aquí demandan planes rigurosos para la gestión del suelo y del agua, con el objetivo de prevenir la sedimentación y la contaminación.

La unidad más extensa es la vertiente montañosa y colina empinada a escarpada (76%), altamente vulnerable a la erosión y los deslizamientos. La minería en esta zona requiere la aplicación de técnicas avanzadas para la estabilización y el drenaje, con miras a minimizar los impactos negativos.

Las unidades correspondientes a lagunas (5.8%) y nevados (3%) son fundamentales para la regulación del agua y el mantenimiento de la biodiversidad. Las lagunas son particularmente sensibles a la contaminación, mientras que los nevados representan fuentes críticas de agua glacial que deben ser protegidas para asegurar un flujo hídrico adecuado.

En conjunto, esta variabilidad topográfica presenta desafíos significativos para las operaciones mineras, lo que demanda una planificación ambiental rigurosa para mitigar los impactos negativos sobre los ecosistemas locales y las comunidades circundantes.

4.3.2. Análisis del medio biótico

En el contexto de la evaluación ambiental, se analizó el medio biótico con el fin de comprender cómo las actividades humanas, principalmente la minería, afectan a los organismos y sus hábitats. El distrito de Chicla, ubicado por encima de los 3000 msnm y caracterizado por temperaturas frías entre 7°C y 10°C, presenta ecosistemas altoandinos donde predominan bofedales, césped de puna, roquedales y vegetación palustre. En estas formaciones se registraron 72 especies de flora, entre ellas *Azorella diapensioides*, *Senecio casapaltensis* y *Senecio nivalis*,

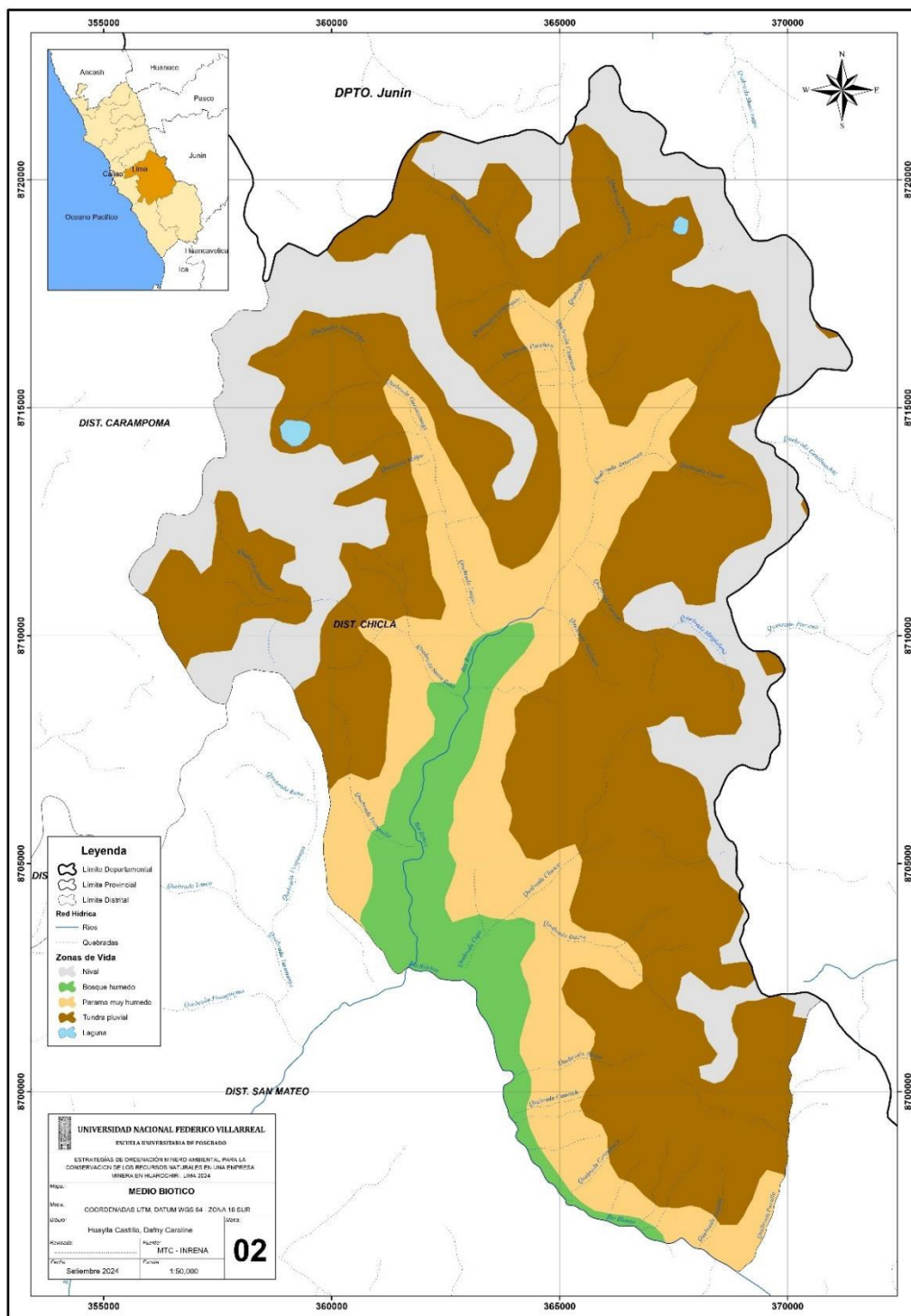
categorizadas como Vulnerables según la normativa peruana. Asimismo, se identificaron especies de cactáceas incluidas en CITES, lo que confirma la sensibilidad ecológica del área.

La fauna del distrito refleja una alta especialización a las condiciones extremas. Se registraron 43 especies de aves propias de los Andes, como el *Cinclodes palliatus* (Peligro Crítico), el *podiceps occipitalis* (zambullidor) y la *fulica gigantea* (gallareta gigante), además de otras especies altoandinas frecuentes como el yanavico, el ñandú andino, diversas golondrinas y pequeños passeriformes asociados a humedales y áreas rocosas. En cuanto a los mamíferos, se identificaron especies características de la puna como la vicuña (*Vicugna vicugna*), catalogada como Casi Amenazada, y el zorro andino (*Lycalopex culpaeus*). La herpetofauna registrada es escasa debido a las bajas temperaturas, con solo dos especies sin categoría de amenaza.

Los ecosistemas acuáticos también evidenciaron diversidad biológica relevante, registrándose fitoplancton, zooplancton y macrobentos que permiten evaluar el estado ecológico de lagunas y cuerpos de agua del distrito. En conjunto, el medio biótico de Chicla muestra una estructura ecológica compleja, compuesta por especies adaptadas a condiciones climáticas rigurosas y ambientes frágiles, lo que subraya la necesidad de gestionar de manera responsable las actividades extractivas para evitar deterioros en la flora, fauna y ecosistemas asociados.

Figura 2

Mapa del medio biótico



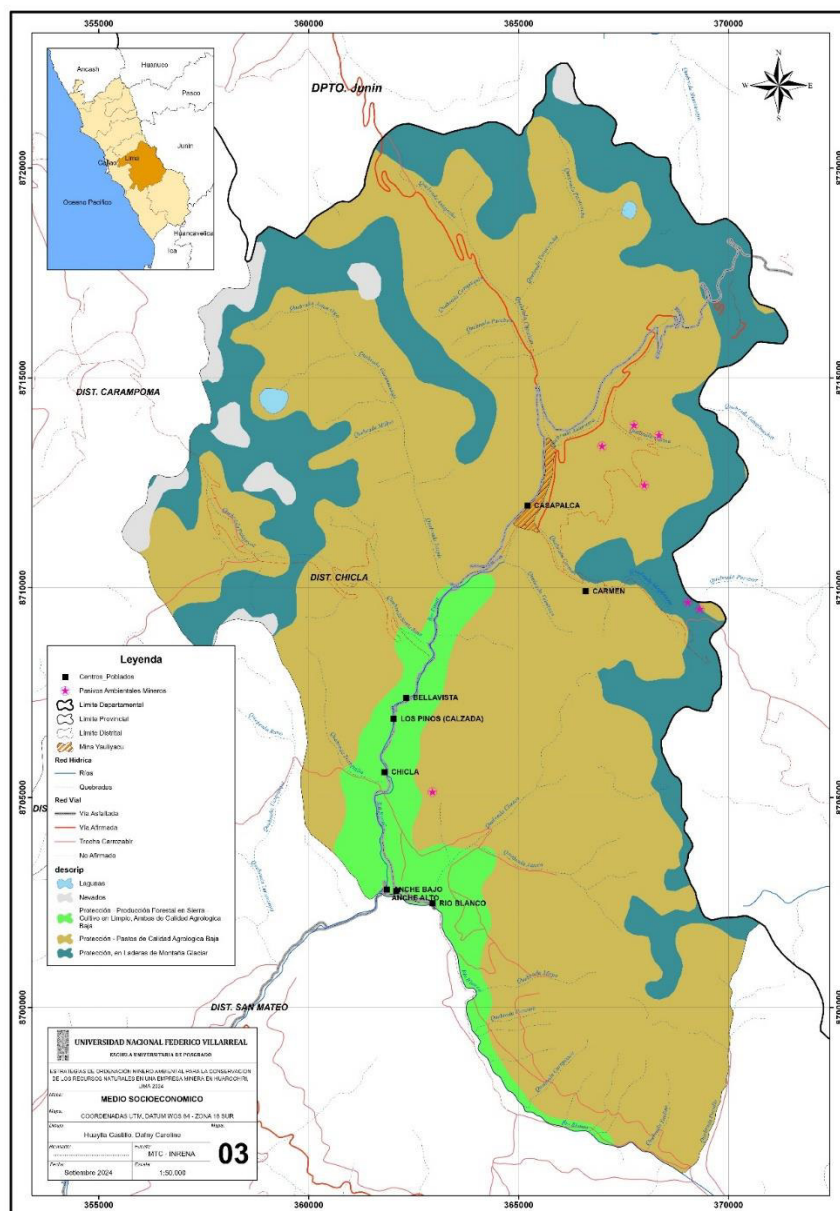
4.3.3. Análisis del medio socioeconómico

La evaluación del medio socioeconómico implica un análisis de cómo las condiciones económicas y sociales afectan a una comunidad o región, así como el impacto que estos factores tienen en el desarrollo y bienestar de sus habitantes. El análisis socioeconómico, en relación con las unidades del mapa, revela la compleja interacción entre el uso de los recursos naturales y el bienestar económico de las comunidades locales. La gestión de la protección y producción forestal en las sierras se centra en el uso sostenible de los recursos forestales, vitales para las economías locales que dependen de la madera y otros productos. No obstante, la explotación no regulada puede llevar a la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad, afectando la productividad a largo plazo. Por ello, es crucial implementar prácticas de manejo forestal sostenible para asegurar que los beneficios económicos derivados de la producción forestal no comprometan la estabilidad ecológica ni la salud del suelo.

En contraste, las áreas designadas para el cultivo en limpio y pastos de calidad agrológica baja enfrentan grandes desafíos económicos debido a la baja calidad del suelo, lo que limita tanto la productividad agrícola como la ganadera. Para mejorar estos cultivos y pastos, es necesario realizar inversiones en técnicas que optimicen las condiciones del suelo. Asimismo, las áreas de protección en laderas de montaña glaciaria subrayan la importancia de conservar zonas críticas para regular el agua y prevenir desastres naturales. La gestión adecuada de estas áreas resulta esencial para evitar riesgos como deslizamientos y garantizar un suministro hídrico adecuado, fundamental para el desarrollo económico local. En resumen, un manejo sostenible de estos recursos naturales es clave para equilibrar el desarrollo económico con la conservación ambiental y asegurar un futuro sostenible para las comunidades locales.

Figura 3

Mapa del medio socioeconómico



4.3.4. Análisis de la geología

El análisis del mapa geológico del distrito de Chicla revela una historia geológica compleja caracterizada por diversas unidades litológicas. La unidad del Cretácico Inferior Superior Marino, que ocupa solo el 0.5% del área total, se extiende desde el noreste hacia el suroeste, atravesando poblados como Casapalca y Carmen. Este segmento, aunque pequeño, indica que la región estuvo

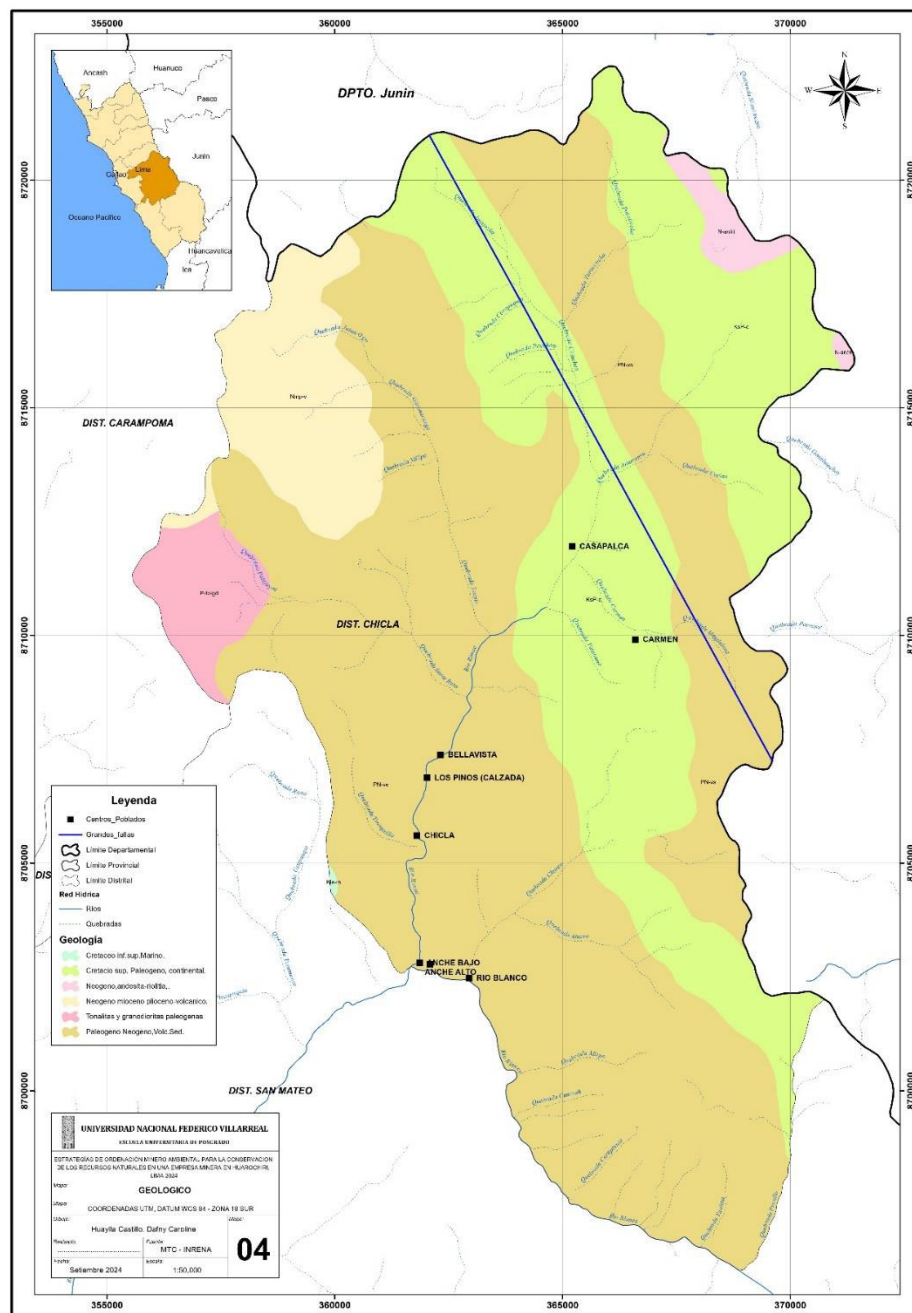
cubierta por un mar durante el Cretácico, sugiriendo un entorno marino anterior que posteriormente fue reemplazado por ambientes terrestres.

La unidad del Cretácico Superior Paleógeno Continental, que se extiende a lo largo del distrito desde el noreste hasta el suroeste pasando por poblados como Bellavista, Los Pinos y Chicla, representa una transición geológica significativa desde un ambiente marino hacia uno terrestre. Durante el final del Cretácico y el Paleógeno, esta región experimentó cambios considerables en sus condiciones deposicionales, marcando el fin del periodo marino e iniciando uno continental. Este cambio está evidenciado por la acumulación gradual de sedimentos continentales que reemplazaron las formaciones marinas anteriores.

Finalmente, el Paleógeno-Neógeno Volcánico Sedimentario cubre la mayor parte del distrito (76%), indicando una intensa actividad volcánica y sedimentaria durante estos periodos. Las unidades correspondientes al Neógeno Andesita-Riolita en el extremo noreste y las Tonalitas y Granodioritas Paleógenas al oeste refuerzan la idea de un entorno geológico dinámico, con episodios significativos tanto volcánicos como plutónicos. Esta amplia predominancia de formaciones volcánicas y sedimentarias evidencia una historia rica en actividad tectónica que ha modelado la geología actual del área.

Figura 4

Mapa de la geología



4.3.5. Diagnóstico territorial

La fase de diagnóstico territorial tiene como objetivo determinar la capacidad del territorio para soportar actividades mineras mediante un modelo que evalúa simultáneamente el impacto (o

vulnerabilidad) y la aptitud del área. Esto implica analizar el equilibrio entre la fragilidad ambiental frente a actividades extractivas y el potencial que ofrece el territorio para el desarrollo minero.

Para ello, se establecieron las siguientes etapas:

- Valoración del territorio en términos de méritos de conservación.
- Estimación de la vulnerabilidad ante actividades extractivas basada en su valor natural o conservacionista.
- Estimación de la potencialidad o aptitud del territorio respecto a la explotación minera.
- Determinación de la capacidad para acoger actividades mineras.

La metodología empleada se basa en un enfoque desagregado por componentes. Cada elemento territorial susceptible de valoración se divide en subcomponentes, que se evalúan individualmente para luego integrarse en un valor total mediante agregación ponderada. Este proceso inicia con la delimitación de las unidades territoriales y la identificación de los componentes que representan el valor natural, el impacto y la aptitud. Cada componente se valora mediante criterios técnicos y, cuando es necesario, a través del consenso de especialistas utilizando herramientas como el método Delphi, con el fin de reducir la subjetividad.

La evaluación se apoya en información procedente del inventario ambiental, cartografía temática y datos técnicos relacionados con la actividad extractiva. Esta información permite determinar el valor natural del territorio, su nivel de impacto y su aptitud geológica y ambiental para actividades mineras. Para la integración de valores se asignan coeficientes de ponderación a cada componente, obteniendo el valor agregado mediante la expresión:

$$V = \sum i v_i . p_i$$

Siendo:

V= valor total o valor de un componente

v_i = valor del componente i del nivel inferior que confluye en él.

p_i = coeficiente de ponderación del componente i .

El uso de escalas de valoración normalizadas y coeficientes uniformemente aplicados asegura la consistencia y comparabilidad de los resultados. Todo este proceso se gestiona dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG), que permite automatizar la superposición de capas, ejecutar algoritmos de valoración y generar cartografía interpretativa.

Finalmente, el diagnóstico territorial define la capacidad de acogida del territorio, entendida como el grado de idoneidad para soportar la actividad minera sin que se generen alteraciones inaceptables en sus características y valores ambientales. Este modelo integra dos conceptos centrales: impacto o vulnerabilidad del territorio y aptitud o potencialidad extractiva, permitiendo identificar zonas de exclusión, áreas con restricciones y sectores favorables para el desarrollo minero.

4.3.6. Zonificación territorial: Propuesta de ordenamiento minero

El objetivo de esta etapa fue desarrollar un modelo de zonificación minera ambientalmente ordenado, en función de la capacidad de acogida territorial determinada en la fase anterior. Esta zonificación se estructuró mediante categorías de ordenamiento minero, establecidas según criterios ambientales, técnicos, legales y sociales.

- Los criterios utilizados incluyeron:
- Capacidad de acogida ambiental
- Estado legal del suelo
- Normativa sectorial vigente

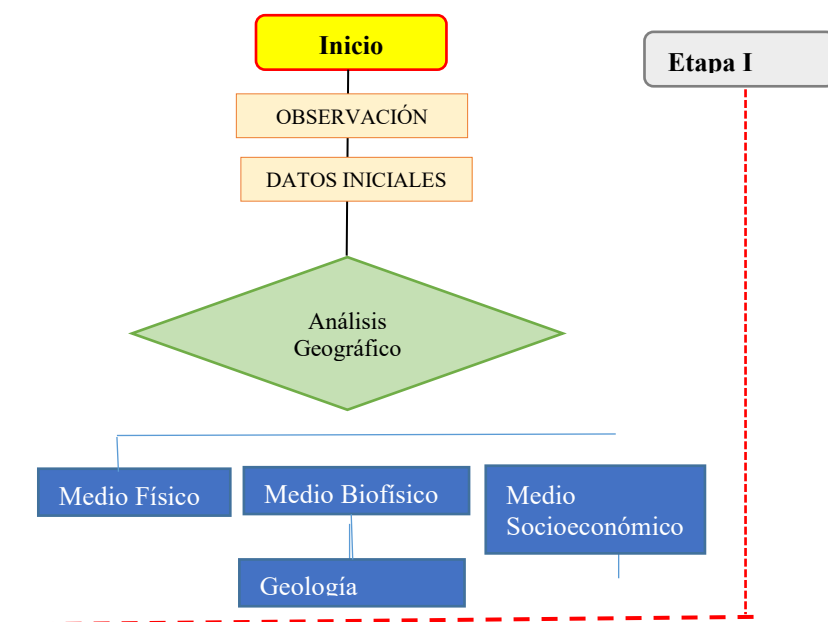
- Protección de poblaciones y ecosistemas sensibles
- Capacidad de recuperación ambiental ante impactos
- Factores restrictivos o limitantes a la actividad minera

Las etapas de elaboración del mapa de zonificación minera fueron las siguientes:

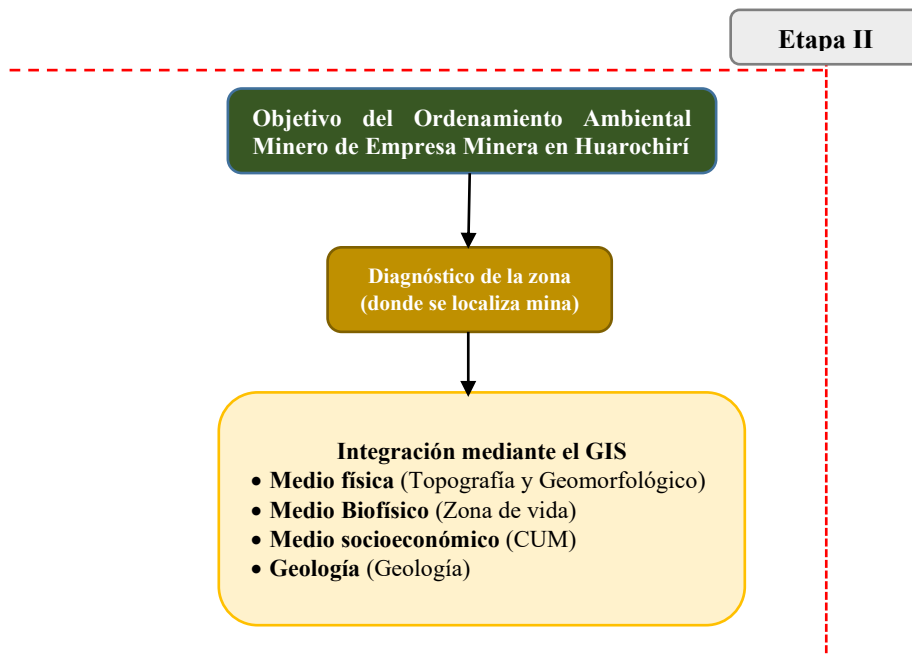
4.3.6.1. Etapa I: Elaboración de mapas temáticos. Se realizó una revisión bibliográfica para analizar los componentes geográficos del medio físico, biofísico, geológico y socioeconómico (ver Figura 5).

Figura 5

Etapa I Mapas temáticos



4.3.6.2. Etapa II: Integración de la información y diagnóstico territorial. La información temática fue integrada mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). Se estableció el objetivo del ordenamiento minero ambiental alineado al diagnóstico del problema identificado, consolidando una base espacial para el análisis (ver Figura 6).

Figura 6*Etapa II Diagnostico de la zona de estudio*

4.3.6.3. Etapa III: Zonificación minero-ambiental. A partir del análisis territorial y la integración de capas, se generó el mapa de zonificación minera ambiental, donde se delimitaron seis unidades funcionales (ver Figura 7):

- ZCPA: Zona de Conservación y Protección Ambiental
- ZAF: Zona de Protección Agropecuaria y Forestal
- ZELM: Zona de Exploración Minera
- ZETM: Zona de Explotación Técnica Minera
- ZRM: Zona de Restricción Minera
- ZUE: Zona de Uso Especial

Este mapa constituye el producto final del proceso de diagnóstico territorial, proporcionando un insumo técnico clave para orientar la gestión ambiental y la toma de decisiones sobre el uso del territorio, bajo criterios de sostenibilidad minera y ordenamiento ambiental.

Figura 7

Etapa III: Mapa minero ambiental

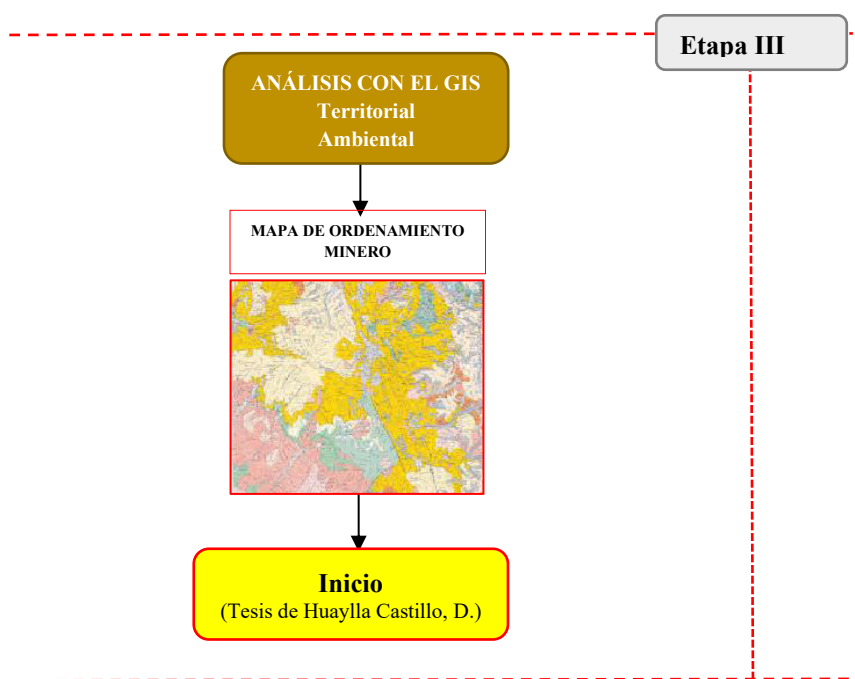
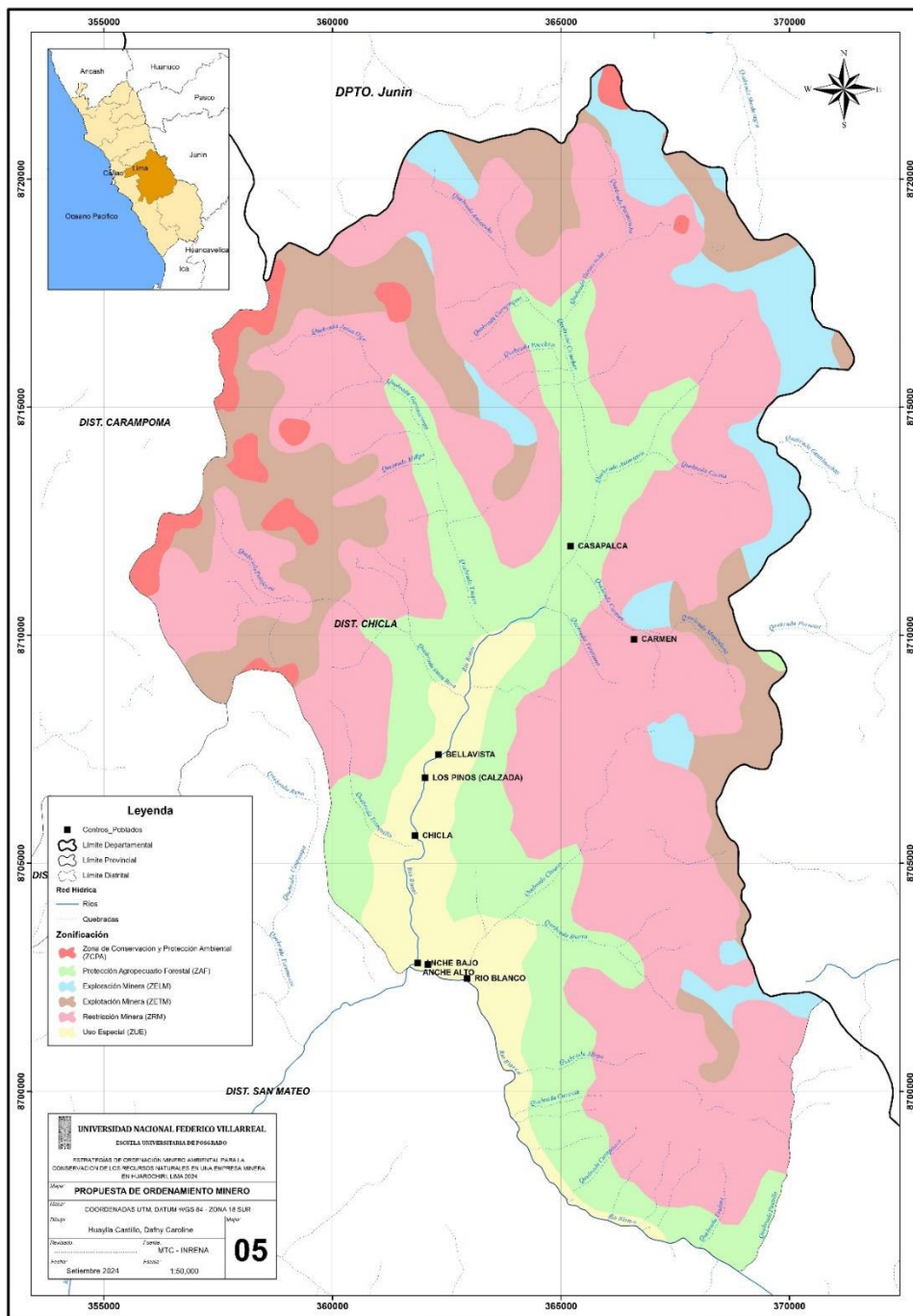


Figura 8

Mapa de la propuesta de ordenamiento minero



4.3.7. Unidades de la propuesta de ordenamiento minero

4.3.7.1. Zona de Conservación y Protección Ambiental (ZCPA). Esta unidad representa el 13% del área total de la mina Huarochirí y se caracteriza por una biodiversidad rica, suelos fértiles y la presencia de fuentes hídricas esenciales para los ecosistemas locales. La topografía variada, compuesta por colinas y planicies, sostiene una densa cobertura vegetal de especies nativas. El clima templado con períodos lluviosos favorece la regeneración natural de flora y fauna. Los recursos naturales en esta zona incluyen bosques y humedales que albergan especies endémicas y vulnerables. Actualmente, el uso del suelo se orienta a la conservación, con áreas protegidas que contribuyen a mantener la estabilidad ecológica.

4.3.7.2. Protección Agropecuaria Forestal (ZAF). Esta zona abarca el 13.5% del área y combina actividades agrícolas, forestales y minería artesanal. En ella se lleva a cabo la extracción de minerales como plomo, zinc y cobre, localizados en depósitos superficiales de calidad moderada. Dado el volumen limitado de estos depósitos, es fundamental que la explotación minera se realice mediante métodos de bajo impacto para preservar las condiciones del suelo y la vegetación. La calidad del mineral determina la gestión de estos recursos, priorizando técnicas que minimicen la degradación del suelo y eviten la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.

4.3.7.3. Zonas de Exploración Minera (ZELM) y Explotación Minera (ZETM). Estas unidades comprenden el 3.7% y el 6.3% del área respectivamente. Las actividades mineras en estas zonas generan impactos ambientales significativos, como la alteración de hábitats naturales, contaminación por metales pesados en los cuerpos de agua y emisión de polvo, afectando la salud de la flora y fauna circundante. Además, la minería a cielo abierto puede causar erosión del suelo, pérdida de cobertura vegetal y generación de residuos mineros. Estas zonas requieren planes

rigurosos de manejo ambiental que incluyan medidas de mitigación como revegetación y tratamiento adecuado de aguas residuales para reducir su impacto negativo en el entorno.

4.3.7.4. Restricción Minera (ZRM). Esta unidad abarca el 61% del área total y es fundamental para conservar el patrimonio ecológico y social en Huarochirí. Incluye áreas donde está prohibida la actividad minera debido a su alto valor ecológico, cultural o social, como reservas naturales, fuentes hídricas y zonas habitadas por comunidades indígenas. Las normativas ambientales en esta región son estrictas y prohíben cualquier intervención minera, al tiempo que se establecen planes para un manejo sostenible.

4.3.7.5. Uso Especial (ZUE). Esta zona ocupa el 2.5% del área y requiere un monitoreo constante, junto con controles ambientales rigurosos. Las actividades en esta categoría incluyen evaluaciones periódicas de la calidad del agua y del aire, restauración de áreas degradadas y programas de reforestación que aseguren un equilibrio entre las actividades mineras y la protección ambiental.

4.4. Resultados de la propuesta de estrategias de ordenación minero ambiental específicas, con el fin de promover la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales para la satisfacción de las necesidades en la empresa minera en Huarochirí, Lima

4.4.1. Formulación de estrategias de ordenación minero-ambiental

A partir del análisis espacial del territorio mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la evaluación cuantitativa de impactos ambientales mediante la Matriz de Leopold (Tabla 19), se formularon estrategias de ordenación minero-ambiental con enfoque técnico e integral. Estas estrategias buscan reducir los impactos identificados en los procedimientos mineros, promoviendo una minería compatible con las características biofísicas del entorno.

Las estrategias propuestas se agrupan en cinco ejes principales, orientados a la mitigación efectiva de impactos y a la mejora del desempeño ambiental de la unidad minera:

4.4.1.1. Estrategia 1: Gestión del recurso hídrico y control de pasivos líquidos

- **Objetivo:** Minimizar la afectación a cuerpos de agua superficial por vertimientos, infiltraciones y escurrimientos contaminados.
- **Acciones específicas:**
 - Ampliar en un 30 % la capacidad de la planta de tratamiento de efluentes para mejorar la retención de metales como arsénico, aluminio, manganeso y sulfatos.
 - Instalar sensores multiparamétricos conectados a un sistema SCADA para monitoreo 24/7 de calidad de agua en puntos críticos.
 - Rediseñar canales de coronación y de conducción con revestimientos impermeables (geotextiles o geomembranas) para evitar infiltraciones en zonas de tránsito y botaderos.
 - Establecer una red de monitoreo mensual aguas abajo, con puntos fijos y análisis fisicoquímicos completos.
- **Implementación:** Estas medidas se implementan con apoyo de la gerencia ambiental y supervisión de la ANA, integrando tecnologías ya disponibles en el mercado peruano.

4.4.1.2. Estrategia 2: Control de emisiones atmosféricas y calidad del aire en frentes operativos

- **Objetivo:** Reducir los niveles de material particulado (PM10 y PM2.5) y ruidos derivados de las actividades de chancado, transporte y voladura.

- Acciones específicas:
 - Instalar nebulizadores fijos en zonas de mayor tránsito de volquetes y puntos de descarga de mineral.
 - Incrementar la frecuencia de humectación de vías internas a 4 veces por día durante la temporada seca.
 - Exigir el uso de maquinaria con motores bajo estándar Euro III o superior para reducir emisiones móviles.
 - Implementar tres estaciones meteorológicas con sensores de calidad del aire: dos en frentes operativos y una en el área de influencia directa.
- Implementación: Estas acciones se integran en el plan operativo diario, con seguimiento por el área de higiene ocupacional y soporte técnico del proveedor de sistemas de monitoreo ambiental.

4.4.1.3. Estrategia 3: Restauración de suelos y manejo adecuado de residuos peligrosos

- Objetivo: Reducir la contaminación de suelos por filtraciones de residuos peligrosos y recuperar áreas degradadas.
- Acciones específicas:
 - Aplicar fitorremediación en áreas afectadas por metales pesados, utilizando especies como Brassica juncea o Vetiveria zizanioides en zonas piloto de 100 m².
 - Instalar geomembranas en plataformas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos y puntos de transferencia.
 - Implementar monitoreo geoquímico trimestral de metales pesados y nutrientes en 5 puntos de control.

- Capacitar semestralmente al personal en gestión segura de residuos y respuesta a derrames.
- Implementación: El proyecto de fitorremediación inicia en una zona piloto y se escala progresivamente según los resultados. Se cuenta con soporte técnico de especialistas en suelo.

4.4.1.4. Estrategia 4: Protección de biodiversidad y restauración de hábitats

- Objetivo: Mitigar los impactos sobre la flora, fauna e hidrobiología, especialmente en áreas cercanas a cuerpos de agua y corredores ecológicos.
- Acciones específicas:
 - Estandarizar el monitoreo biológico en dos campañas anuales (época seca y época húmeda).
 - Instalar cámaras trampa y sensores acústicos en zonas de fauna silvestre para evaluar desplazamientos y afectación.
 - Implementar un vivero de especies nativas destinadas a la revegetación de áreas impactadas.
 - Usar bioestimulantes naturales en procesos de restauración ecológica de suelos y laderas.
- Implementación: Estas medidas se articulan con especialistas en biodiversidad y se reportan ante el SERNANP y OEFA en zonas de influencia de áreas naturales.

4.4.1.5. Estrategia 5: Participación comunitaria y fortalecimiento de la gestión social

- Objetivo: Fortalecer la transparencia y el involucramiento de comunidades cercanas en la gestión ambiental y el cierre progresivo de la mina.
- Acciones específicas:

- Actualizar el Plan de Gestión Social conforme al D.S. N.º 040-2014-EM, incorporando los 8 criterios del artículo 53.
- Realizar encuestas anuales de percepción socioambiental en 3 comunidades cercanas.
- Publicar reportes semestrales de desempeño ambiental y social en plataformas accesibles.
- Elaborar un plan de cierre social con programas de reconversión laboral y capacitación técnica para pobladores locales.
- Implementación: Se integra al Comité de Relaciones Comunitarias y se socializa con autoridades locales para garantizar el respaldo institucional.

Estas estrategias fueron formuladas en función de los impactos priorizados en la Matriz de Leopold y fueron diseñadas para ser técnicamente viables, económicamente sostenibles y socialmente aceptables. Su implementación permitiría reducir significativamente los valores de impacto ambiental registrados en la segunda tabla de evaluación, consolidando así una minería ambientalmente responsable y territorialmente ordenada (Tabla 18).

Tabla 18

Estrategias de ordenación minero-ambiental formuladas según impacto ambiental priorizado

Estrategia	Objetivo	Acciones específicas	Entidad responsable
1. Gestión del recurso hídrico	Reducir la contaminación en cuerpos de agua superficial	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliar planta de tratamiento en 30% - Instalar sensores SCADA 24/7 - Rediseñar canales impermeabilizados - Monitoreo mensual aguas abajo - Nebulizadores fijos en zonas críticas 	Gerencia Ambiental / Ingeniería de Procesos
2. Control de emisiones atmosféricas	Disminuir niveles de polvo y ruido en frentes mineros	<ul style="list-style-type: none"> - Humectación 4 veces/día- Maquinaria con estándar III - 3 estaciones meteorológicas (2 operativas, 1 comunitaria) - Fitorremediación piloto (100 m²) 	Área SSOMA / Mantenimiento Operativo
3. Restauración de suelos y manejo de residuos	Minimizar filtraciones y remediar suelos contaminados	<ul style="list-style-type: none"> - Geomembranas en almacenamiento temporal - Monitoreo geoquímico trimestral - Capacitación semestral en manejo de residuos - Monitoreo biológico estacional 	Gestión Ambiental / Residuos Peligrosos
4. Protección de biodiversidad y hábitats	Restaurar zonas impactadas y monitorear vida silvestre	<ul style="list-style-type: none"> - Cámaras trampa y sensores acústicos - Vivero con especies nativas - Uso de bioestimulantes en revegetación - Actualizar Plan Social según D.S. 040-2014-EM 	Especialistas en Biodiversidad / SERNANP
5. Participación comunitaria y transparencia	Fortalecer relaciones comunitarias y preparar el cierre	<ul style="list-style-type: none"> - Encuestas anuales en 3 comunidades - Reportes públicos semestrales - Plan de cierre con reconversión laboral 	Relaciones Comunitarias / Comité Ambiental

4.4.2. Lineamientos estratégicos

4.4.2.1. Lineamiento 1: Planificación y ordenación minero-ambiental del territorio

Se identificó, como resultado del cruce de matrices de impacto y cartografía temática, que existen áreas con distinta capacidad de acogida para la actividad minera. Por ello, este lineamiento orienta la distribución espacial de las operaciones mineras priorizando tres zonas:

- Zonas de exclusión ambiental (como bofedales, cauces activos y laderas inestables), donde no debe ejecutarse ninguna actividad minera.
- Zonas de uso restringido, donde solo deben desarrollarse actividades de baja intensidad y con control ambiental riguroso.
- Zonas compatibles, con menor sensibilidad ecológica y mejores condiciones para la operación, donde las estrategias de mitigación propuestas pueden implementarse de forma efectiva.

Esta planificación espacial permite reducir la presión sobre ecosistemas frágiles y enfocar los esfuerzos de gestión ambiental en las zonas más críticas.

4.4.2.2. Lineamiento 2: Establecimiento de metas, cronograma y responsables por componente ambiental

Como resultado del análisis cuantitativo y el diagnóstico técnico, se establecieron metas ambientales específicas orientadas a reducir los impactos residuales detectados en la segunda matriz de Leopold. Estas metas están asociadas a acciones concretas, responsables definidos y un cronograma trimestral que permita su ejecución progresiva y evaluable:

- Primer trimestre:
 - Instalación de sensores multiparamétricos conectados a SCADA para monitoreo continuo de calidad de agua.

- Implementación de 3 estaciones meteorológicas con medición de partículas (PM10, PM2.5) en zonas operativas y de influencia.
- Inicio del rediseño de canales perimetrales con revestimiento impermeable.
- Responsable: Gerencia Ambiental.
- Segundo trimestre:
 - Aplicación de fitorremediación en 100 m² piloto con especies adaptadas (Brassica juncea y Vetiveria zizanioides).
 - Instalación de geomembranas en plataformas de almacenamiento temporal de residuos peligrosos.
 - Inicio de vivero para revegetación con especies nativas en áreas degradadas.
 - Responsable: Área de Ingeniería Ambiental y Gestión de Residuos.
- Tercer trimestre:
 - Estandarización del monitoreo biológico estacional en flora, fauna e hidrobiología.
 - Ejecución de encuestas de percepción social en comunidades del área de influencia directa.
 - Publicación semestral de reportes socioambientales con acceso público.
 - Responsable: Unidad de Responsabilidad Social y Comité de Gestión Ambiental.

Estas metas están directamente alineadas a los componentes más afectados (agua, aire, suelo y biodiversidad), y permitirán reducir de forma progresiva los valores de impacto mediante un seguimiento técnico estructurado y medible.

4.4.2.3. Lineamiento 3: Participación de expertos, autoridades y partes interesadas

Con base en los resultados del análisis de impactos y la formulación de estrategias, se planteó un enfoque de participación activa y técnica para asegurar la viabilidad, eficacia y sostenibilidad de las acciones propuestas. Este lineamiento se implementa a través de los siguientes mecanismos:

- Validación técnica interdisciplinaria:
 - Se propuso la participación de especialistas en biodiversidad, calidad del aire, hidroquímica y gestión de residuos para validar las medidas propuestas por componente ambiental.
 - Su función será ajustar las acciones según condiciones ecológicas y geotécnicas específicas de la unidad minera.
- Articulación institucional con entidades competentes:
 - Se planteó coordinar con la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), y gobiernos locales, para revisar, aprobar e integrar las estrategias en los planes de manejo ambiental existentes.
 - Esta articulación garantiza cumplimiento normativo y acceso a mecanismos de financiamiento o asistencia técnica.
- Incorporación de comunidades del área de influencia directa:
 - Se previó realizar talleres técnicos y mesas participativas en 3 comunidades cercanas, para recoger aportes, identificar necesidades locales, y fomentar corresponsabilidad en la protección ambiental.
 - Asimismo, se incluirán líderes comunales en los comités de seguimiento ambiental, promoviendo la transparencia y la vigilancia social.

Este lineamiento no solo fortalece el respaldo institucional y técnico de las estrategias de ordenamiento, sino que además promueve una gobernanza ambiental inclusiva, responsable y en armonía con el territorio.

4.4.2.4. Lineamiento 4: Evaluación y seguimiento de las estrategias implementadas

Este lineamiento fue diseñado para asegurar que las estrategias de ordenamiento propuestas generen mejoras reales y medibles en la gestión ambiental de la unidad minera. Para ello, se establecieron mecanismos técnicos de monitoreo, verificación y retroalimentación continua, estructurados en tres niveles:

- Monitoreo ambiental técnico-operativo:
 - Se planteó emitir informes mensuales y trimestrales con resultados del monitoreo físico-químico y biológico en tiempo real.
 - El sistema SCADA integrado permitirá registrar variaciones críticas en parámetros de calidad de agua, emisiones atmosféricas y presión sobre ecosistemas.
 - Este monitoreo incluye sensores multiparamétricos, estaciones meteorológicas y puntos fijos de análisis en agua y suelo.
- Evaluación anual de efectividad:
 - Cada estrategia será evaluada anualmente en función de su capacidad para reducir los valores de impacto ambiental (VIA) identificados en la matriz cuantitativa.
 - Se usarán indicadores de desempeño ambiental por componente (agua, aire, suelo, flora/fauna), con valores de referencia y metas porcentuales de reducción del impacto.

- Auditorías internas y actualización del plan:
 - Se propuso la ejecución de auditorías ambientales internas semestrales, con participación de las jefaturas de SSOMA y de Responsabilidad Social.
 - Los resultados permitirán actualizar el plan de ordenamiento incorporando nuevas tecnologías, medidas correctivas y lecciones aprendidas del periodo anterior.

Este enfoque de evaluación y seguimiento garantiza un control riguroso, transparente y adaptativo del plan, alineado con los principios de mejora continua, reducción progresiva del impacto y sostenibilidad operativa a largo plazo.

4.4.3. Análisis crítico de las estrategias propuestas

4.4.3.1. Fortalezas del plan propuesto.

- Enfoque integral: Las estrategias abarcan todos los componentes ambientales relevantes (agua, aire, suelo, biodiversidad y social), lo que garantiza una mejora sistémica.
- Base técnico-científica sólida: Cada propuesta fue construida en función de resultados cuantitativos obtenidos en la matriz de Leopold, datos de monitoreo y análisis espacial, lo cual fortalece su validez.
- Medidas concretas y cuantificables: Las estrategias plantean acciones específicas (e.g., ampliar planta en 30 %, instalar sensores SCADA, aplicar fitorremediación en 100 m²), lo que facilita su implementación y seguimiento.
- Alineación normativa: Se adecuaron a los estándares del D.S. N° 040-2014-EM, ECA, LMP y otras normas ambientales nacionales, lo que respalda su viabilidad legal y técnica.

- Participación de actores clave: Las estrategias contemplan la inclusión de comunidades, autoridades ambientales y expertos en su validación e implementación, fortaleciendo la gobernanza ambiental.

4.4.3.2. Desafíos identificados

- Capacidad técnica y económica de la empresa minera: Algunas medidas, como la implementación de tecnología SCADA o ampliación de infraestructura, demandan inversión significativa y personal capacitado.
- Factores geográficos y climáticos: En zonas de difícil acceso o de alta variabilidad climática, la implementación de monitoreos o bioingeniería podría enfrentar limitaciones.
- Resistencia social y tiempos de respuesta: Algunas comunidades pueden mostrarse escépticas ante nuevas estrategias si no se comunica adecuadamente el beneficio local. Además, los tiempos normativos y administrativos pueden retrasar algunas acciones.
- Necesidad de actualización constante: Al ser un enfoque dinámico, las estrategias deberán ajustarse periódicamente en función de nuevos riesgos, tecnologías emergentes y cambios regulatorios.

4.4.3.3. Valor de las estrategias. La formulación de estrategias para la ordenación minero ambiental se centra en diseñar e implementar prácticas que optimicen la explotación minera y minimicen el impacto ambiental, promoviendo la conservación de los recursos naturales. Este enfoque es esencial para garantizar tanto la sostenibilidad como la responsabilidad social de la empresa minera en Huarochirí.

4.4.3.4. Análisis previo. Antes de implementar las estrategias, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del impacto ambiental de las operaciones mineras en la región. Este análisis reveló problemas significativos, tales como:

- Contaminación del agua: Las actividades mineras generaban vertidos que contaminaban las fuentes hídricas locales, afectando tanto la calidad del agua como los ecosistemas acuáticos.
- Contaminación del aire: Las emisiones de polvo y gases provenientes de la minería estaban deteriorando la calidad del aire y afectando la salud de las comunidades cercanas.
- Degradación del suelo: La erosión y la eliminación de vegetación provocadas por las actividades mineras estaban llevando a una degradación significativa del suelo.
- Impacto en la biodiversidad: La alteración de hábitats naturales estaba afectando negativamente a la flora y fauna local.

4.4.3.5. Viabilidad técnica y operativa

- En general, las propuestas son técnicamente viables, ya que se adaptan a las condiciones operativas actuales de la mina subterránea y se basan en tecnologías probadas.
- Su implementación progresiva por fases (corto, mediano y largo plazo) permite escalabilidad y flexibilidad presupuestal.
- Se requiere de un compromiso firme de la gerencia y del área ambiental, así como del cumplimiento de cronogramas, para asegurar su efectividad y sostenibilidad.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir del diagnóstico de las actividades y procesos mineros evidenciaron impactos ambientales significativos sobre los recursos naturales en la empresa minera de Huarochirí. Estos impactos se relacionan principalmente con la intensidad de la producción mensual, la generación de pasivos ambientales y la ocurrencia de derrames químicos que afectaron extensas áreas de suelo y ecosistemas asociados. Este comportamiento es consistente con lo reportado por Nathalia et al. (2018), quienes demostraron que la expansión de la actividad minera genera pérdida de cobertura vegetal, reducción de cuerpos de agua y degradación de laderas, como consecuencia directa del uso intensivo del territorio y la ausencia de medidas de control adecuadas.

De manera similar, los hallazgos del presente estudio concuerdan con los resultados de Alata (2018), quien identificó una pérdida progresiva de cobertura vegetal asociada a la expansión minera mediante análisis multitemporal con imágenes satelitales y SIG. Asimismo, Kumar y Pandey (2013) y Aarfin et al. (2021) evidenciaron transformaciones sustanciales en el uso del suelo y la vegetación, destacando que las actividades extractivas, cuando no son adecuadamente planificadas, generan impactos negativos persistentes sobre los ecosistemas y los recursos hídricos. En este sentido, los resultados del estudio reafirman la importancia de realizar diagnósticos ambientales sistemáticos como herramienta clave para orientar acciones correctivas, prevenir la generación de nuevos pasivos ambientales y promover la sostenibilidad de los recursos naturales.

Respecto al análisis de las medidas de ordenación minero-ambiental actualmente implementadas, los resultados permitieron identificar deficiencias principalmente en la gestión del agua superficial y en el control de vertidos de residuos peligrosos. Estos hallazgos coinciden con lo señalado por García (2022), quien concluyó que una gestión ineficiente de residuos mineros

limita la sostenibilidad de las operaciones extractivas y aumenta los riesgos de contaminación ambiental. De igual manera, López (2021) destacó que la falta de una planificación ambiental integral y de capacitación continua del personal reduce la efectividad de las medidas de mitigación, mientras que Rojas (2023) subrayó que la ausencia de un enfoque sostenible afecta no solo al medio ambiente, sino también a la relación entre las empresas mineras y las comunidades locales.

En relación con la propuesta del mapa de ordenamiento minero-ambiental, elaborada mediante el análisis territorial con Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la evaluación conjunta de aptitud e impacto, los resultados permitieron zonificar el área de estudio en función de su fragilidad y potencialidad. La delimitación de Zonas de Conservación y Protección Ambiental (ZCPA) y Zonas de Protección Agropecuaria Forestal (ZAF), que en conjunto representan una proporción significativa del territorio, evidencia la necesidad de priorizar la conservación de ecosistemas sensibles y restringir las actividades extractivas en áreas críticas. Resultados similares fueron reportados por Rojas (2023), quien resaltó la importancia de la zonificación territorial como herramienta fundamental para la sostenibilidad minera y la prevención de conflictos socioambientales.

Finalmente, la propuesta de estrategias de ordenación minero-ambiental —que incorpora tecnologías limpias, gestión integral del agua, restauración de suelos, monitoreo ambiental continuo, educación ambiental y participación comunitaria— se muestra coherente con los impactos identificados y con la necesidad de reducir la presión sobre los recursos naturales. Estas estrategias coinciden con lo planteado por Nathalia et al. (2018) y Bufebo y Elias (2021), quienes evidenciaron la urgencia de implementar medidas de restauración ambiental para recuperar la vegetación, los cuerpos de agua y los hábitats degradados. Asimismo, Aarfin et al. (2021) reforzaron la necesidad de adoptar estrategias orientadas a la conservación de la biodiversidad y

los recursos hídricos, mientras que García (2022) destacó la relevancia de prácticas sostenibles en la gestión de residuos mineros.

En síntesis, la discusión de los resultados demuestra que la implementación de estrategias integrales de ordenación minero-ambiental no solo contribuye a la reducción de los impactos ambientales, sino que también fortalece la gestión empresarial, mejora la relación con las comunidades locales y favorece el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, consolidando así un enfoque de sostenibilidad en la actividad minera.

VI. CONCLUSIONES

- La investigación permitió identificar las principales actividades mineras que generan impactos ambientales en la unidad minera de Huarochirí, entre ellas perforación, voladura, carga, chancado, flotación y transporte. Mediante el diagnóstico descriptivo y el análisis espacial en SIG, complementado con la Matriz de Leopold descriptiva, se evidenciaron afectaciones significativas en los componentes agua, suelo, aire, flora y fauna, así como la presencia de pasivos que abarcan más de 200 hectáreas. Estos resultados demuestran la necesidad de implementar medidas de mitigación más rigurosas para asegurar la conservación de los recursos naturales en el área de influencia.
- El análisis detallado de las medidas de gestión ambiental vigentes reveló que, aunque existen acciones como desvíos de escorrentías, canales de derivación, informes de monitoreo y un plan de cierre aprobado, su cumplimiento operativo fue parcial, con un promedio de implementación del 65 %. Esta situación limita la eficacia del control ambiental, especialmente en los componentes agua, suelo y aire, por lo que se identificaron oportunidades de mejora en aspectos como el monitoreo continuo, aplicación de tecnologías limpias y programas de capacitación técnica para el personal operativo.
- El mapa de ordenación minero-ambiental permitió clasificar el área minera de Huarochirí en zonas diferenciadas según su sensibilidad y uso: la ZCPA (13 %) y la ZAF (13.5 %) priorizan la conservación y el uso agrícola-forestal; la ZETM y ZELM (6.3 % y 3.7 %) requieren medidas estrictas de control ambiental; la ZRM (61 %) restringe la actividad minera por su alto valor ecológico y social; y la ZUE (2.5 %) está destinada al monitoreo y restauración. Esta zonificación facilita una gestión equilibrada entre explotación y conservación.

- Se formularon cinco estrategias de ordenación minero ambiental orientadas a la conservación y uso sostenible de los recursos naturales en la mina de Huarochirí. Estas incluyen: (1) gestión integral del agua superficial mediante ampliación de la PTAR y sensores conectados a SCADA, (2) control de emisiones atmosféricas con nebulizadores fijos y estaciones meteorológicas, (3) recuperación de suelos mediante fitorremediación y barreras geotécnicas, (4) conservación de la biodiversidad a través de viveros de especies nativas y monitoreo biológico, y (5) fortalecimiento de la gestión social y plan de cierre con participación comunitaria. La implementación de estas estrategias permitiría reducir los impactos ambientales residuales entre un 50 % y 78 %, según el componente evaluado, aportando a una gestión minera más responsable, eficiente y alineada con estándares de sostenibilidad.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda consolidar un sistema de monitoreo ambiental permanente por componente (agua, aire, suelo, flora, fauna), con indicadores cuantificables, priorizando el uso de tecnologías de medición en tiempo real. Este sistema debe integrarse con mecanismos de consulta pública efectiva, a fin de fortalecer la transparencia en la gestión ambiental y fomentar la participación de las comunidades locales en la supervisión de las estrategias minero-ambientales.
- Ante la existencia de 200 hectáreas afectadas por depósitos de relaves y botaderos de estériles, se sugiere implementar un programa específico de recuperación progresiva. Esto incluye la revegetación con especies nativas, encapsulamiento de materiales contaminantes y construcción de coberturas naturales, priorizando zonas de alto valor ecológico. Estas acciones deben estar respaldadas por cronogramas y presupuestos asignados por componente ambiental.
- Se recomienda fortalecer la infraestructura hídrica para prevenir escorrentías contaminantes, así como implementar redes de monitoreo de calidad del agua superficial y subterránea. Es clave la instalación de caudalímetros, piezómetros y sensores automáticos que permitan detectar variaciones críticas. Asimismo, se debe establecer un protocolo de respuesta rápida ante derrames y reforzar las zonas de captación con biofiltros o barreras naturales.
- La zonificación definida debe ser adoptada como herramienta oficial de planificación minera, integrando acciones específicas por unidad de uso (ZCPA, ZAF, ZETM, ZELM, ZRM y ZUE). Se recomienda, además, desarrollar programas de capacitación ambiental dirigidos al personal operativo y a las autoridades locales, que refuercen los criterios de

uso sostenible, monitoreo comunitario y aplicación de tecnologías limpias en zonas productivas.

- Se sugiere que las cinco estrategias planteadas (tecnologías limpias, gestión integral del agua, restauración de suelos, monitoreo ambiental y participación social) sean implementadas de forma progresiva bajo liderazgo de la Municipalidad Provincial de Huarochirí, en articulación con el MINAM y el MINEM. Cada estrategia debe incluir metas específicas, indicadores de impacto, responsables asignados y cronogramas por componente ambiental para garantizar su sostenibilidad y reducción efectiva de impactos.

VIII. REFERENCIAS

- Aarfin, S., Prakash, R., y Mishra, N. (2021). Land vegetation change detection using remote sensing and GIS. En L. M. Gupta, M. R. Ray, y P. K. Labhasetwar (Eds.), *Advances in civil engineering and infrastructural development* (Vol. 87, pp. 329–340). Springer. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-6463-5_25
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). (2024). *El cumplimiento de las leyes ambientales*. <https://espanol.epa.gov/espanol/el-cumplimiento-de-las-leyes-ambientales>
- Ahmed, K., & Sánchez, E. (2008). *Strategic environmental assessment for policies: An instrument for good governance*. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/6461>
- Alata, A. (2018). *Análisis multitemporal de la explotación minera con aplicación de percepción remota y SIG en los distritos de Ananea y Cuyocuyo – Puno, entre 1975-2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/7125>
- Arévalo, V. (2015). *Concepto de ordenación*. <https://www.mundoarchivistico.com/?id=486&menu=articulos>
- Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos (ASGMI). (2020). *Pasivos ambientales mineros: Manual para el inventario de minas abandonadas o paralizadas*. <https://www.greenpolicyplatform.org/sites/default/files/downloads/tools/Manual-Inventario-PAM-y-Anexos.pdf>
- Asociación Española para la Calidad. (2024). *Indicadores de impactos ambientales*. <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/indicadores>

- Biótica Consultores. (2024). *Caracterización del medio biótico para estudios ambientales*. <https://www.bioticaconsultores.com/caracterizacion-medio-biotico-estudios-ambientales/>
- Bufebo, B., y Elias, E. (2021). Land use/land cover change and its driving forces in Shenkolla watershed, south central Ethiopia. *The Scientific World Journal*, 2021, Article 9470918. <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2021/9470918/>
- Chiarella, J., y Yakabi, K. (2017). *Planificación y ordenamiento territorial: Consideraciones a partir del caso peruano*. <https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/planificacion-y-ordenamiento-territorial.-consideraciones-a-partir-del-caso-peruano.pdf>
- Chunzhu, G., Baolin, Z., Jiannan, L., y Junling, Z. (2017). Cambios temporales y espaciales de uso del suelo y paisaje en una zona minera de carbón en el prado Xilingol. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 52, 012052. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/52/1/012052>
- Centro de Estudios del Cobre y la Minería (CESCO). (2022). *El arribo de la economía circular a la minería primaria de Chile, Perú y Colombia*. CESCO. <https://ciecircular.com/wp-content/uploads/2022/08/Libro-El-arribo-de-la-economia-circular-v3.pdf>
- Conconi, A. y Viollaz, M. (2024). *Pobreza, desigualdad y desarrollo: discusión desde el enfoque de la capacidad*. <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/pobreza-desigualdad-y-desarrollo-discusion-desde-el-enfoque-de-la-capacidad/>

Consejo Nacional del Ambiente. (2007). *Guía metodológica para la Zonificación Ecológica Económica (ZEE)*. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-metodologica-zonificacion-ecologica-economica-zee-gobiernos>

Consejo Nacional del Ambiente. (2005). *Guía de producción más limpia*. <https://repositoriodigital.minam.gob.pe/bitstream/handle/123456789/384/BIV00262.pdf>

Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Aire. (7 de marzo de 2017). Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-003-2017-minam/>

Decreto Supremo N.º 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo. (15 de abril de 2017). Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-011-2017-minam/>

Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Agua. (19 de diciembre de 2015). Ministerio del Ambiente. <https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-015-2015-minam/>

Decreto Supremo N.º 040-2014-EM, Reglamento de Protección Ambiental para las Actividades de Explotación, Beneficio, Labor General, Transporte y Almacenamiento Minero. (12 de noviembre de 2014). Ministerio de Energía y Minas. <https://www.gob.pe/institucion/minem/normas-legales/4743960-040-2014-em>

Decreto Supremo N.º 087-2004-PCM. Decreto que aprueba los lineamientos para la Zonificación Ecológica Económica. (24 de septiembre de 2004). Diario Oficial El Peruano. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-zonificacion-ecologica-economica-zee-peru>

- Espinoza, C. (2021). *Mejoramiento de la malla de perforación para reducir costos de voladura, en la zona intermedia del cuerpo Mery de la Compañía Minera Alpayana S.A.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2316>
- Flores, K., Flores, C., y Pérez, M. (2022). Diagnóstico territorial con un enfoque de desarrollo integral, territorial y sostenible. *Revista Veritas & Research*, 4(1), 1–21. <http://revistas.pucesa.edu.ec/ojs/index.php?journal=VR&op=view&page=article&path%5B%5D=96>
- Gallardo, A. (2023). *¿Qué son los recursos naturales?* Blog Aegon. <https://blog.aegon.es/vida/recursos-naturales/>
- Garay, C. (2020). *Técnicas e instrumentos de investigación* (Módulo 3 del curso Metodología de la investigación cuantitativa). Universidad de Panamá. <https://crubocas.up.ac.pa/sites/crubocas/files/2020-07/3%20M%C3%B3dulo%2C%20%2C%20EVIN%20300.pdf>
- García, R., Fornes, E., y Niclós, J. (2008). Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en centros autorizados de tratamiento (CATS) en la Comunitat Valenciana. En *XII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos* (pp. 1034–1045). Asociación Española de Ingeniería de Proyectos. https://www.aepro.com/files/congresos/2008zaragoza/ciip08_1034_1045.650.pdf
- Giraldo Malca, U. F. (2017). *Minería informal en la cuenca alta del Ramis: Impactos en el paisaje y evolución del conflicto socioambiental* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad

- Católica del Perú]. Repositorio de Tesis PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/items/d11781bf-7d88-4a04-a6b3-c9a75d836abb>
- Glasson, J., Therivel, R., y Chadwick, A. (2012). *Introduction to environmental impact assessment* (4.^a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315881218>
- Gómez, F. (2017). Cambios de la cobertura del suelo en el municipio de Nechí: Una aproximación al impacto ambiental de la minería (1986–2010). *Revista Facultad de Ingeniería*, 26. https://www.researchgate.net/publication/317659333_Cambios_en_la_cobertura_del_suelo_en_el_municipio_de_Nechi_Una_aproximacion_al_impacto_ambiental_de_la_mineria_1986-2010
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=775008>
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). (2017). *GEOCATMIN: Sistema de gestión de bases de datos geológicos y catastro minero*. https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/3873/1/Salcedo-Geocatmin-Sistema_gestion_geologico.pdf
- Instituto del Agua de España. (2024). *Índice de calidad del agua: Entendiendo lo que nos dice sobre nuestra fuente vital*. <https://institutodelagua.es/calidad-del-agua/que-es-el-indice-de-calidad-de-aguacalidad-del-agua/>
- Izakovičová, Z., Špulerová, J., y Petrovič, F. (2018). Integrated approach to sustainable land use management. *Environments*, 5(3), 37. <https://doi.org/10.3390/environments5030037>
- Kamga, M., Nguemhe, S., Ayodele, M., Olatubara, C., Nzali, S., Adenikinju, A., y Khalifa, M. (2020). Evaluación de los cambios en el uso de la tierra/cobertura de la tierra debido a las

- actividades de extracción de oro de 1987 a 2017 utilizando imágenes Landsat, este de Camerún. *GeoJournal*, 85, 1097–1114.
- Kumar, A., y Pandey, A. (2013). Evaluación de impacto y análisis de cambios del uso del suelo debido a la actividad minera de carbón a cielo abierto: Un estudio de caso del área del campo de carbón de Raniganj. *Revista Internacional de Percepción Remota Avanzada y SIG*, 2(1), 183–197.
- Ley N.º 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental. (23 de abril de 2001). *Diario Oficial El Peruano*. <https://www.gob.pe/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/3570-27446>
- Ley N.º 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre. (21 de julio de 2015). *Diario Oficial El Peruano*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-29763.pdf>
- Ley N.º 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. (31 de julio de 2004). *Diario Oficial El Peruano*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/ley-SNGA-28245.pdf>
- Lillo, J. (2020). *Impactos de la minería en el medio natural*. Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Impactos%20de%20la%20miner%C3%ADa%20-%20Javier%20Lillo.pdf>
- Liu, W., Peng, W., y Zhu, Y. (2020). Environmental impact of mining activities: A new perspective from mining areas in China. *Science of the Total Environment*, 717, 137008. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137008>

- López, M. (2021). *Estrategias de mitigación ambiental en operaciones mineras en Cajamarca* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/UNAC-Tesis-5678>
- Martínez, L. (2022). *Recursos naturales y su gestión sostenible en el contexto latinoamericano* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/UNALM-Tesis-7890>
- Mendoza, I., y Alcívar, G. (2016). La zonificación territorial como instrumento de planificación y gestión de destinos turísticos afectados por desastres naturales: La estrategia posterremoto de 2016 en Portoviejo (Ecuador). *Revista Internacional de Turismo, Empresa y Territorio*, 4(1), 1–21. <https://doi.org/10.21071/riturem.v4i1.12718>
- Mensah, J., y Okyere, S. A. (2021). *Sustainable mining practices in developing countries: A case study of Ghana*. *Resources Policy*, 70, 101894. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.101894>
- Miyashiro, M., y Ortiz, M. (2016). *Estimación mediante la teledetección de la variación de la cobertura vegetal en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo por la expansión urbana y minera (1986–2014)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio de tesis UNMSM. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/5281>
- Ministerio de Energía y Minas. (2018). *Anuario minero 2018*. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/1651325-anuario-minero-2018>
- Ministerio del Ambiente (2015). *Herramientas para la promoción y el manejo de recursos naturales renovables en Áreas Naturales Protegidas*. Servicio Nacional de Áreas Naturales

Protegidas por el Estado – SERNANP.

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/documento-trabajo-15-herramientas-promocion-manejo-recursos-0>

Ministerio del Ambiente. (2015). Lineamientos de política para el ordenamiento territorial. <https://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/18/2013/10/Lineamientos-Politica-OT.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2018). Guía de apoyo docente de biodiversidad. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-biodiversidad-docentes_web.pdf

Ministerio del Ambiente. (2020). Política Nacional del Ambiente. MINAM. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/POLITICA%20NACIONAL%20DEL%20AMBIENTE%20AL%202030.pdf.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2021). *Reporte de seguimiento de la Política Nacional del Ambiente al 2030 – Año 2021*. MINAM. <https://www.minam.gob.pe/transparencia/wp-content/uploads/sites/48/2022/05/Reporte-seguimiento-PNA-2021.pdf>

Ministerio del Ambiente. (10 de julio de 2024). Gobierno promueve modelo de economía circular en la actividad minera para reducir sus potenciales impactos ambientales. Gobierno del Perú. <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/986979-gobierno-promueve-modelo-de-economia-circular-en-la-actividad-minera-para-reducir-sus-potenciales-impactos-ambientales>

Ministerio del Ambiente. (2022). Guía para la identificación y caracterización de impactos ambientales en el marco del SEIA. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-identificacion-caracterizacion-impactos-ambientales-marco-seia>

- Ministerio del Medio Ambiente. (2024). Ordenamiento territorial ambiental [Diapositiva]. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/375111/09_PPT_ordenamiento_terr_ambiental.pdf
- Moreno, E. (2018). *Medio físico*. <https://eneashistoria.org/2018/10/08/medio-fisico/>
- Naciones Unidas. (2024). El estilo de vida de hoy en día es insostenible. <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>
- Nathalia, D., Suresh, A., & Singh, N. (2018). Monitoreo de cambios en el uso/cobertura de la tierra durante las actividades mineras en Aravalli Hill Region. *International Journal of Advanced Scientific Research and Management*, 3(6).
- Natural Resource Governance Institute. (2021). Minerales estratégicos, cadenas de suministro y gobernanza en los Andes: Hacia una agenda de incidencia de la sociedad civil. https://resourcegovernance.org/sites/default/files/documents/relatoria_minerales_estrategicos.pdf
- Ochochoque, J. P. (2017). Aplicación de la teledetección en el avance de la explotación minera, centro poblado de Malenowski, distrito de Mazuco, región de Madre de Dios [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA]. (2019). Informe de supervisión ambiental minera 2019. <https://datosabiertos.oefa.gob.pe/dataviews/262236/informes-de-la-direccion-de-supervision-2019-2025/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2023). ¿Cómo se mide la calidad del aire? <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/como-se-mide-la-calidad-del-aire>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). *Prospectiva estratégica del sector minero: Sustentabilidad ambiental y ordenamiento territorial*. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/per159758anx1.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2016). *Retos para el uso sostenible de los recursos naturales, la gestión de riesgos y la adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe dentro del nuevo marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)* (Trigésima Cuarta Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, LARC/16/4). FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/e7c5514c-1964-4b04-afe6-936e4699fb44/content>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/158f38e2-86ef-47a9-aa3e-21be6fe6bd28/content>
- Orihuela, J. C., Huaroto, C., & Pérez, C. A. (2017). Pasivos ambientales mineros, salud y agricultura: Una primera aproximación espacial. *Ingeniería e Investigación*, 39(1), 1–12. <https://revistas.uni.edu.pe/index.php/iecos/article/view/1184/3160>
- Palacios, A., Rodríguez, M., Miranda, C., Pérez, A., y Estrada, I. (2021). *Estrategias de liderazgo distribuido para las II.EE. públicas de educación básica: Orientaciones para la organización de equipos de gestión*. Ministerio de Educación del Perú. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/7702>
- Pérez, J., y Gardey, A. (21 de mayo de 2021). Socioeconómico: Qué es, definición y concepto. <https://definicion.de/socioeconomico/>

- Pérez, J., y Gardey, A. (24 de mayo de 2023). Recursos naturales: Qué son, tipos, definición y concepto. <https://definicion.de/recursos-naturales/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2019). *Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/global-environment-outlook-6>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2022). *Informe sobre el desarrollo humano 2021–2022*. <https://hdr.undp.org/informe-sobre-desarrollo-humano-2021-22>
- Real Academia Española. (2024). Ambiental. En *Diccionario panhispánico del español jurídico*. <https://dpej.rae.es/lema/ambiental>
- Real Academia Española. (2024). Conservación. En *Diccionario panhispánico del español jurídico*. <https://dpej.rae.es/lema/conservación>
- Real Academia Española. (2024). Minería. En *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/minería>
- Real Academia Española. (2024). Recurso natural. En *Diccionario panhispánico del español jurídico*. <https://dpej.rae.es/lema/recurso-natural>
- Rojas, E. (2017). *Estimación de la variabilidad espacial y temporal de la deforestación por minería aurífera aluvial en la Quebrada Guacamayo, utilizando el método de segmentación por umbrales a partir de imágenes de satélite* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7367>
- Rojas, F. (2017). *Análisis de los cambios de cobertura y uso del suelo en el distrito de Ichocán, provincia de San Marcos – Cajamarca, periodo 1989–2015* [Tesis de grado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo]. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/212>

- Rojas, S. (2023). *Prácticas de sostenibilidad en minería en La Libertad: Un enfoque ambiental y comunitario* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/UNT-Tesis-3456>
- Ronda, G. (2024). Estrategia: Qué es, origen, definición según autores, tipos. *Gestiopolis*. <https://www.gestiopolis.com/un-concepto-de-estrategia/>
- Sánchez, C. (11 de julio de 2019). Alineación y sangría de párrafo. *Normas APA (7.ª edición)*. <https://normas-apa.org/formato/alineacion-y-sangria/>
- Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles (SENACE). (2020). *Informe N.º 00688-2020-SENACE-PE/DEAR: Actualización del Instrumento de Gestión Ambiental “Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Ampliación de Mina y Planta de Alpayana de 2 180 a 5000 TMD - UEA American”* (Informe técnico).
- Sonter, L. J., Dade, M. C., Watson, J. E., y Valenta, R. K. (2020). Renewable energy production will exacerbate mining threats to biodiversity. *Nature Communications*, 11, 4174. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17928-5>
- Sposob, G. (17 de junio de 2024). Conservación del medio ambiente. *Enciclopedia Concepto*. <https://concepto.de/conservacion-del-medio-ambiente/>
- Supo, J., & Zacarías, H. (2020). *Metodología de la investigación científica: Para las ciencias de la salud y las ciencias sociales* (3.ª ed.). Independently Published. https://www.sancristoballibros.com/libro/metodologia-de-la-investigacion-cientifica_99513
- Tribunal Constitucional. (2020). *La efectividad de los instrumentos jurídicos de protección ambiental en el derecho español*. <https://www.tribunalconstitucional.gob.do/sala-de->

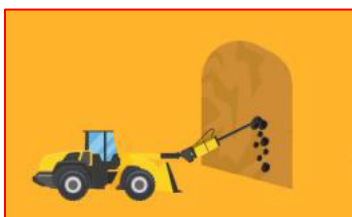
prensa/noticias/la-efectividad-de-los-instrumentos-jurídicos-de-protección-ambiental-en-el-derecho-español/

Turrión, A., Morcillo, L., Allosa, J., y Vilagorsa, A. (2021). Innovative techniques for landscape recovery after clay mining under Mediterranean conditions. *Sustainability*, 13(6), 3439. <https://doi.org/10.3390/su13063439>

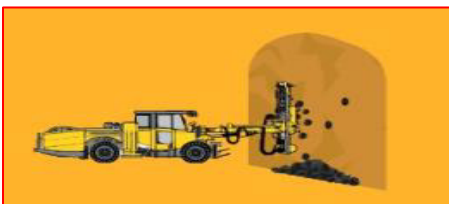
Vargas, R. (2023). *El uso sostenible de los recursos naturales y las generaciones futuras como sujetos de derecho* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/11740>

IX. ANEXOS

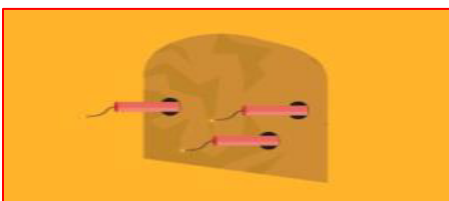
Anexo 01. Etapas del ciclo de minado subterráneo



A través de un proceso mecanizado utilizando los equipos Scaler, se retiran las rocas sueltas.



Según lo diseñado en nuestro software minero, nos indica dónde debemos realizar agujeros con el equipo jumbo de perforación.



Nuestro software minero también ayuda a establecer los parámetros de carga de explosivos para la posterior detonación.



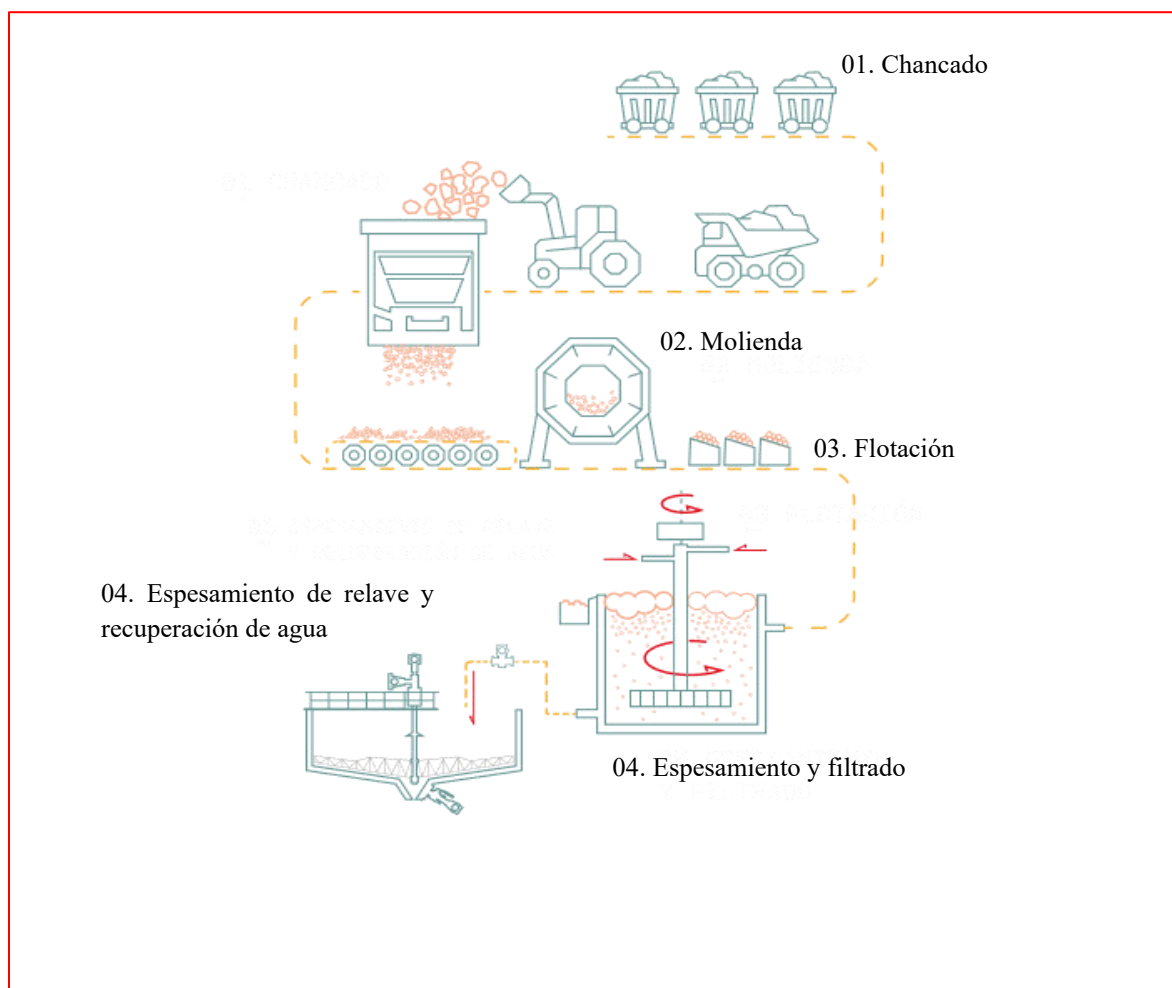
Se tiene un sistema de ventilación que ha sido modelado con el software correspondiente para obtener el caudal de aire óptima y extraer todos los gases contaminantes y así dejar lista la labor para los siguientes trabajos.



Por medio de scoops teleoperados se encargan de recoger el material y volquetes los trasladan hasta los puntos de acumulación estratégico.

Nota. Información extraída del portal web <https://minem.gob.pe>

Anexo 02. Proceso de tratamiento del mineral



Nota. Información extraída del portal web <https://minem.gob.pe>

Anexo 03. Matriz con la zonificación de la Mina en Huarochirí

POBLACION	CUM	ZONA_VIDA	GEOLOGIA	FISIOGRAFIA	ZONIFICACION
No	Lagunas	tundra pluvial	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Laguna	Zona de Conservación y Protección Ambiental (ZCPA)
No	Lagunas	tundra pluvial	Neogeno mioceno plioceno-volcanico.	Laguna	
No	Nevados	Nival	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Nevado	
No	Nevados	Nival	Neogeno mioceno plioceno-volcanico.	Nevado	
No	Nevados	Nival	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Nevado	
No	Nevados	Nival	Tonalitas y granodioritas paleogenas	Nevado	
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	Nival	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	Proteccion agropecuario forestal (ZAF)
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	paramo muy humedo	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	paramo muy humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa empinada a escarpada	
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	paramo muy humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa moderadamente empinada	
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	paramo muy humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	tundra pluvial	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Altipanicie disectada	

No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	tundra pluvial	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	Restricción minera (ZRM)
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	tundra pluvial	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Vertiente montañosa y colina moderadamente empinada	
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	tundra pluvial	Neogeno mioceno plioceno-volcanico.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	tundra pluvial	Neogeno, andesita- riolitica,.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	tundra pluvial	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	tundra pluvial	Tonalitas y granodioritas paleogenas	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección - Producción Forestal en Sierra - cultivo en Limpio, ambas de calidad agrologica Baja	bosque humedo	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	Uso especial (ZUE)
No	Protección - Producción Forestal en Sierra - cultivo en Limpio, ambas de calidad agrologica Baja	bosque humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa empinada a escarpada	
No	Protección - Producción Forestal en Sierra - cultivo en Limpio, ambas de calidad agrologica Baja	bosque humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa moderadamente empinada	
No	Protección - Producción Forestal en Sierra - cultivo en Limpio, ambas de calidad agrologica Baja	bosque humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección, en laderas de montaña glaciar	Nival	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Altipanicie disectada	Exploración minera (ZELM)
No	Protección, en laderas de montaña glaciar	Nival	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección, en laderas de montaña glaciar	Nival	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Vertiente montañosa y colina moderadamente empinada	

No	Protección, en laderas de montaña glaciar	Nival	Neogeno mioceno plioceno-volcanico.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	Explotación minera (ZETM)
No	Protección, en laderas de montaña glaciar	Nival	Neogeno, andesita- riolita, .	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección, en laderas de montaña glaciar	Nival	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección, en laderas de montaña glaciar	Nival	Tonalitas y granodioritas paleogenas	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección, en laderas de montaña glaciar	tundra pluvial	Cretacio sup. Paleógeno, continental.	Altiplanicie disectada	
No	Protección, en laderas de montaña glaciar	tundra pluvial	Cretacio sup. Paleógeno, continental.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
No	Protección, en laderas de montaña glaciar	tundra pluvial	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
SI	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	paramo muy humedo	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	Restricción minera (ZRM)
SI	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	paramo muy humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa empinada a escarpada	
SI	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	paramo muy humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa moderadamente empinada	
SI	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	paramo muy humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
SI	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	tundra pluvial	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
SI	Protección - Pastos de calidad agrologica Baja	tundra pluvial	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	
SI	Protección - Producción Forestal en Sierra - cultivo en Limpio, ambas de calidad agrologica Baja	bosque humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa empinada a escarpada	

SI	Protección - Producción Forestal en Sierra - cultivo en Limpio, ambas de calidad agrologica Baja	bosque humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa empinada a escarpada	Protección forestal (ZPF)
SI	Protección - Producción Forestal en Sierra - cultivo en Limpio, ambas de calidad agrologica Baja	bosque humedo	Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	Vertiente montañosa moderadamente empinada	
SI	Protección, en laderas de montaña glaciár	Nival	Cretacio sup. Paleogeno, continental.	Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada	

Anexo 05. Fichas de trabajo

Ficha n/N.	Editorial.	
Autor.	Ciudad.	
Título	Edición.	
Año	Traducción.	
Tema.	Nota.	
Página(s).		
Ficha N°.....		
Nombre		
Dirección.		
Email.		
Teléf.	Cel.	Fax
Resumen.		
Variable de estudio		
Comentario		

Anexo 06. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>General. ¿Qué estrategias de ordenación minero ambiental, podrían formularse para asegurar la conservación de los recursos naturales, en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024?</p> <p>Específicos. a) ¿Cuáles son las actividades y procesos mineros que permiten evaluar los daños causados a los recursos naturales, en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024? b) ¿Qué medidas de ordenación minero ambiental actualmente implementadas podrían ser objetos de mejora para la gestión de los recursos naturales, en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024? c) ¿Cómo se puede elaborar el mapa de ordenación minero ambiental que refleje la propuesta de uso de los recursos naturales y sus categorías, en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024? d) ¿Qué estrategias de ordenación minero-ambiental podrían implementarse para reducir cuantificablemente los impactos y promover la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales en la empresa minera de Huarochirí, Lima 2024?</p>	<p>General. Formular estrategias de ordenación minero ambiental que aseguren la conservación de los recursos naturales, en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024.</p> <p>Específicos. a) Determinar las actividades y procesos mineros que permitan evaluar los daños causados a los recursos naturales en la operación de la empresa minera en Huarochirí, Lima - 2024. b) Realizar un análisis de las medidas de ordenación minero ambiental actualmente implementadas que puedan ser objeto de mejora, para la gestión de los recursos naturales en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024. c) Elaborar el mapa de ordenación minero ambiental de la propuesta de uso de los recursos naturales y sus categorías, en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024. d) Proponer estrategias de ordenación minero-ambiental que reduzcan cuantificablemente los impactos y promuevan la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales atendiendo las necesidades en la empresa minera en Huarochirí, Lima 2024.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>ORDENAMIENTO MINERO AMBIENTAL</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> • D1. Diagnóstico de las actividades y procesos minero • D2. Medida de ordenación mineo ambiental • D3. Mapa de ordenación minero ambiental • D4. Estrategia de ordenación minero ambiental <p>Variable dependiente:</p> <p>CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • D1. Evaluación de Impacto Ambiental 	<p>Tipo Aplicada Descriptiva Observacional</p> <p>Nivel Exploratorio</p> <p>Enfoque: Mixto (Cualitativo-Cuantitativo)</p> <p>Diseño: No experimental-transversal</p> <p>Instrumento Fichas de trabajo SIG – ARCGIS</p> <p>Población y muestra Cinco componentes: agua, aire, suelo, biótico y social en el distrito de Chicla (área de influencia de la empresa minera)</p>

Anexo 07. Panel de fotos

Anexo 08. Validación de Instrumento**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO****UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO****CARTA DE PRESENTACIÓN**

Lima, 30 de julio del 2024

Señor Maestro:

VALER SILVA, JOSE MANUEL

Presente

Asunto: Validación de instrumento a través de juicio de experto

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo hacer de su conocimiento que siendo egresado de la Escuela Universitaria de Postgrado la Universidad Nacional Federico Villarreal, requiero validar el instrumento con el cual recopilare la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optare el Grado de Maestra en Gestión Ambiental y Minera

El título de mi investigación es: Estrategias de ordenación minero ambiental para la conservación de los recursos naturales en una empresa minera en Huarochiri, Lima 2024; y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar el instrumento en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas académicos.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de Presentación
- Matriz de consistencia
- Ficha de Trabajo
- Ficha o certificado de validación del instrumento

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente,

-----
Dafny Caroline, Huaylla Castillo

DNI: 70944286

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y nombres del experto:** Valer Silva, José Manuel
 1.2 **Grado académico:** Maestro en Gestión Pública
 1.3 **Cargo e institución donde labora:** Consultor Ambiental – LOGIFIT S.A.C
 1.4 **DNI:** 09467852
 1.5 **Celular:** 923275793
 1.6 **Correo:** jvaler@unfv.edu.pe
 1.7 **Título de la investigación:** Estrategias de ordenación minero ambiental para la conservación de los recursos naturales en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024
 1.8 **Autor del instrumento:** Dafny Caroline Huaylla Castillo
 1.9 **Maestría:** Gestión Ambiental y Minera
 1.10 **Nombre del instrumento:** Ficha de Trabajo

II. FICHA DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios cualitativos/cuantitativos	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41- 60%	Muy bueno 61- 80%	Excelente 81-100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.				80	
Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80	
Actualidad	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.				80	
Organización	Existe una organización lógica.				80	
Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				80	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del estudio.				80	
Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos y del tema de estudio.				80	
Coherencia	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.				80	
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio.				80	
Conveniencia	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.				80	
Promedio					80 %	

Opinión de aplicabilidad: Es aplicable a otras investigaciones

Lima, 30 de Julio del 2024


 Firma
 José Manuel Valca Silva
 CIP. 192575
 D.N.I. 09467852

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO

CARTA DE PRESENTACIÓN

Lima, 30 de julio del 2024

Señor Maestro:

VASQUEZ ARANDA, AHUBER OMAR

Presente

Asunto: Validación de instrumento a través de juicio de experto

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo hacer de su conocimiento que siendo egresado de la Escuela Universitaria de Postgrado la Universidad Nacional Federico Villarreal, requiero validar el instrumento con el cual recopilare la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optare el Grado de Maestra en Gestión Ambiental y Minera

El título de mi investigación es: Estrategias de ordenación minero ambiental para la conservación de los recursos naturales en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024; y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar el instrumento en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas académicos.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de Presentación
- Matriz de consistencia
- Ficha de Trabajo
- Ficha o certificado de validación del instrumento

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente,

-----
Dafny Caroline, Huaylla Castillo

DNI: 70944286

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 **Apellidos y nombres del experto:** Vásquez Aranda, Ahuber Omar
 1.2 **Grado académico:** Maestro en Gestión Ambiental
 1.3 **Cargo e institución donde labora:** Universidad Nacional Federico Villareal
 1.4 **DNI:** 07748967
 1.5 **Celular:** 990077269
 1.6 **Correo:** avasquez@unfv.edu.pe
 1.7 **Título de la investigación:** Estrategias de ordenación minero ambiental para la conservación de los recursos naturales en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024
 1.8 **Autor del instrumento:** Dafny Caroline Huaylla Castillo
 1.9 **Maestría:** Gestión Ambiental y Minera
 1.10 **Nombre del instrumento:** Ficha de Trabajo

II. Ficha de validación

Indicadores	Criterios cualitativos/cuantitativos	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41- 60%	Muy bueno 61- 80%	Excelente 81-100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.				80	
Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80	
Actualidad	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.				80	
Organización	Existe una organización lógica.				80	
Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				80	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del estudio.				80	
Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos y del tema de estudio.				80	
Coherencia	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.				80	
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio.				80	
Conveniencia	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.				80	
Promedio					80 %	

Opinión de aplicabilidad: El instrumento cumple con las normas establecidas

Lima, 30 de Julio del 2024



Firma

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSTGRADO****CARTA DE PRESENTACIÓN**

Lima, 30 de julio del 2024

Señor Maestro:

VALDIVIA ORIHUELA, BRAULIO ARMANDO

Presente

Asunto: Validación de instrumento a través de juicio de experto

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo hacer de su conocimiento que siendo egresado de la Escuela Universitaria de Postgrado la Universidad Nacional Federico Villarreal, requiero validar el instrumento con el cual recopilare la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optare el Grado de Maestra en Gestión Ambiental y Minera

El título de mi investigación es: Estrategias de ordenación minero ambiental para la conservación de los recursos naturales en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024; y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar el instrumento en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas académicos.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene lo siguiente:

- Carta de Presentación
- Matriz de consistencia
- Ficha de Trabajo
- Ficha o certificado de validación del instrumento

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente

Atentamente,



Dafny Caroline, Huaylla Castillo

DNI: 70944286

**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLAREAL
ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. Datos generales

- 1.1 **Apellidos y nombres del experto:** Valdivia Orihuela, Braulio Armando
 1.2 **Grado académico:** Maestro en Ciencias Ambientales
 1.3 **Cargo e institución donde labora:** Docente AUXTC – FIGAE - UNFV
 1.4 **DNI:** 10472093
 1.5 **Celular:** 907565464
 1.6 **Correo:** bvaldivia@unfv.edu.pe
 1.7 **Título de la investigación:** Estrategias de ordenación minero ambiental para la conservación de los recursos naturales en una empresa minera en Huarochirí, Lima 2024
 1.8 **Autor del instrumento:** Dafny Caroline Huaylla Castillo
 1.9 **Maestría:** Gestión Ambiental y Minera
 1.10 **Nombre del instrumento:** Ficha de Trabajo

II. Ficha de validación

Indicadores	Criterios cualitativos/cuantitativos	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Bueno 41-60%	Muy bueno 61-80%	Excelente 81-100%
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.				80	
Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80	
Actualidad	Adecuado al alcance de ciencia y tecnología.				80	
Organización	Existe una organización lógica.				80	
Suficiencia	Comprende los aspectos de cantidad y calidad.				80	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos del estudio.				80	
Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos y del tema de estudio.				80	
Coherencia	Entre los índices, indicadores, dimensiones y variables.				80	
Metodología	La estrategia responde al propósito del estudio.				80	
Conveniencia	Genera nuevas pautas en la investigación y construcción de teorías.				80	
Promedio					80 %	

Opinión de aplicabilidad: Es aplicable según la información mostrada.

Lima, 30 de Julio del 2024


 Firma
 Braulio A. Valdivia O.
 CIPN° 160959
 DNI: 10472093