

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación del desempeño ambiental de las operaciones de minería no
metálica en la provincia de Pasco, 2025**

Para optar el título profesional de:
Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. George Daylan Junior NIETO HUARICANCHA

Asesor:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco - Perú – 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación del desempeño ambiental de las operaciones de minería no
metálica en la provincia de Pasco, 2025**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Rommel Luis LOPEZ ALVARADO
PRESIDENTE

Mg. Rosario Marcela VASQUEZ GARCIA
MIEMBRO

Mg. Edgar Walter PEREZ JUZCAMAITA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 051-2026-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bach. George Daylan Junior NIETO HUARICANCHA

Escuela de Formación Profesional:

Ingeniería Ambiental

Tipo de trabajo:

Tesis

Título del trabajo:

Evaluación del desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco, 2025

Asesor

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Índice de Similitud

4 %

Calificativo:

APROBADO

Se adjunta el informe y el reporte de evaluación del software Turnitin Similarity.

Cerro de Pasco, 30 de julio del 2026



Firmado digitalmente por PALOMINO
IDIRIO Ruben Edgar FAU
20154805046 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30.07.2026 11:26:25 -05:00

DEDICATORIA

A mis queridos padres, por su amor incondicional, sus enseñanzas, su apoyo constante y los valores que me han inculcado a lo largo de mi vida. Este logro es también de ustedes, por ser mi inspiración y fortaleza para alcanzar cada una de mis metas.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero reconocimiento a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, mi alma mater, por la sólida formación académica, científica y humanística brindada durante mi formación profesional. Asimismo, agradezco a sus docentes por compartir sus conocimientos, experiencias y valores, contribuyendo de manera significativa al desarrollo de la presente investigación y a mi crecimiento profesional.

RESUMEN

La presente investigación buscó determinar el nivel de cumplimiento de las medidas de gestión ambiental, analizar el manejo de residuos sólidos y efluentes, y evaluar el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental en las operaciones de minería no metálica de la provincia de Pasco. El estudio se desarrolló en los distritos de Simón Bolívar, Vicco, Ninacaca, Tinyahuarco, Huariaca, Huayllay y Yanacancha, principales zonas de extracción de agregados para la construcción.

La investigación se realizó bajo un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. La información se obtuvo mediante inspecciones ambientales en 54 operaciones de minería no metálica, utilizando fichas de observación y listas de verificación basadas en la normativa ambiental peruana para evaluar el manejo de efluentes, residuos sólidos, desmontes y el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental.

Los resultados evidenciaron que el 69,1 % de las operaciones evaluadas se concentra en los distritos de Simón Bolívar y Vicco. Asimismo, los yacimientos de cantera representaron el principal recurso explotado (56,6 % de la producción). Se identificó un riesgo ambiental alto por el manejo de efluentes en Simón Bolívar y un riesgo medio en Vicco, además de deficiencias en el manejo de desmontes, lodos y control de sedimentos. Respecto al cumplimiento normativo, solo el 18,5 % de las operaciones cuenta con Declaración de Impacto Ambiental aprobada, mientras que el 81,5 % restante no presentó evidencia de certificación ambiental.

Se concluye que las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco presentan un desempeño ambiental predominantemente regular a deficiente, debido al cumplimiento parcial de las medidas de gestión ambiental, el manejo inadecuado de residuos sólidos y efluentes y el limitado cumplimiento de la normativa ambiental. En consecuencia, se recomienda fortalecer el tratamiento de efluentes, el manejo de desmontes, la fiscalización ambiental y la implementación efectiva de los instrumentos de gestión ambiental para

contribuir a la sostenibilidad de la actividad minera no metálica.

Palabras clave: Desempeño ambiental, minería no metálica, gestión ambiental, residuos sólidos, efluentes, instrumentos de gestión ambiental, canteras, provincia de Pasco.

ABSTRACT

The present research aimed to determine the level of compliance with environmental management measures, analyze the management of solid waste and effluents, and evaluate compliance with environmental management instruments in non-metallic mining operations in the province of Pasco. The study was conducted in the districts of Simón Bolívar, Vicco, Ninacaca, Tinyahuarco, Huariaca, Huayllay, and Yanacancha, which represent the main aggregate extraction areas for the construction industry.

The research followed a quantitative approach, with a descriptive level and a cross-sectional non-experimental design. Data were collected through environmental field inspections of 54 non-metallic mining operations, using observation sheets and checklists based on Peruvian environmental regulations. The assessment focused on effluent management, solid waste disposal, waste dump management, and compliance with environmental management instruments.

The results showed that 69.1% of the evaluated operations are concentrated in the districts of Simón Bolívar and Vicco. Sand was identified as the main mineral resource extracted, accounting for 56.6% of total production. A high environmental risk related to effluent management was identified in Simón Bolívar due to the discharge of wastewater containing suspended solids into the San Juan River, whereas a medium environmental risk was observed in Vicco because of wastewater infiltration into the surrounding soil. In addition, deficiencies were found in the management of mine waste, sludge, erosion control, and sediment management. Regarding regulatory compliance, only 18.5% of the mining operations had an approved Environmental Impact Declaration (DIA), while 81.5% showed no documented evidence of environmental certification.

It is concluded that non-metallic mining operations in the province of Pasco exhibit a predominantly fair to poor environmental performance, mainly due to partial compliance with environmental management measures, inadequate solid waste and effluent management, and limited compliance with current environmental regulations. Therefore, it is recommended to

strengthen wastewater treatment and recirculation systems, improve mine waste management, enhance environmental monitoring and enforcement, and promote the effective implementation of environmental management instruments to reduce environmental impacts and contribute to the sustainable development of non-metallic mining activities.

Keywords: Environmental performance, non-metallic mining, environmental management, solid waste, effluents, environmental management instruments, quarries, Pasco Province.

INTRODUCCIÓN

La minería no metálica constituye una actividad económica fundamental para el desarrollo de la infraestructura, al suministrar materiales como arena, grava y piedra para la construcción. En la provincia de Pasco, esta actividad se concentra principalmente en los distritos de Simón Bolívar, Vicco, Ninacaca, Tinyahuarco, Huariaca, Huayllay y Yanacancha. Sin embargo, el crecimiento de las operaciones extractivas ha generado preocupación por los impactos ambientales asociados al manejo de efluentes, residuos sólidos, alteración del suelo y afectación de los recursos hídricos, haciendo necesario evaluar su desempeño ambiental. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025, mediante la determinación del nivel de cumplimiento de las medidas de gestión ambiental, el análisis del manejo de residuos sólidos y efluentes, y la evaluación del cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental establecidos en la normativa vigente.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y diseño no experimental de corte transversal. La información fue obtenida mediante inspecciones ambientales realizadas en 54 operaciones de minería no metálica, utilizando fichas de observación y listas de verificación basadas en la legislación ambiental peruana.

Los resultados evidenciaron que el desempeño ambiental de las operaciones evaluadas es predominantemente regular a deficiente, debido al cumplimiento parcial de las medidas de gestión ambiental, al manejo inadecuado de residuos sólidos y efluentes y al limitado cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental. Asimismo, solo el 18,5 % de las operaciones cuenta con Declaración de Impacto Ambiental aprobada, mientras que el 81,5 % restante no presentó evidencia de certificación ambiental.

El autor

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE MAPAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

ÍNDICE DE IMÁGENES

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema.....	1
1.2.	Delimitación de la investigación	3
1.3.	Formulación del problema.....	3
1.3.1.	Problema general.....	3
1.3.2.	Problemas específicos	3
1.4.	Formulación de objetivos	4
1.4.1.	Objetivo general	4
1.4.2.	Objetivos específicos	4
1.5.	Justificación de la investigación	4
1.6.	Limitaciones de la investigación.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.....	7
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	11
2.3.	Definición de los términos básicos	16
2.4.	Formulación de hipótesis	18
2.4.1.	Hipótesis general.....	18
2.4.2.	Hipótesis específicas	18
2.5.	Identificación de variables	19
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	19

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	21
3.2.	Nivel de investigación	21
3.3.	Métodos de investigación	22
3.4.	Diseño de investigación	22
3.5.	Población y muestra	22
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	24
3.8.	Tratamiento estadístico	24
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica	25

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	26
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados	29
4.3.	Prueba de hipótesis	48
4.4.	Discusión de resultados	49

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE MAPAS

	Página.
Mapa 1. Ubicación la zona de investigación.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Criterios utilizados para la clasificación del riesgo ambiental.....	14
Tabla 2. Criterios utilizados para la clasificación del nivel de desempeño ambiental.....	15
Tabla 3. Definición operacional de variables e indicadores.....	20
Tabla 4. Distancia desde Cerro de Pasco a los distritos con actividad minera no metálica	27
Tabla 5. Operaciones mineras no metálicas evaluadas por distrito	29
Tabla 6. Canteras evaluadas en el distrito de Vicco	31
Tabla 7. Canteras evaluadas en el distrito de Simón Bolívar	32
Tabla 8. Canteras evaluadas en el distrito de Ninacaca	33
Tabla 9. Canteras evaluadas en el distrito de Tinyahuarco.....	33
Tabla 10. Canteras evaluadas en el distrito de Huariaca	33
Tabla 11. Canteras evaluadas en el distrito de Huayllay.....	34
Tabla 12. Canteras evaluadas en el distrito de Yanacancha.....	34
Tabla 13. Tipo de recursos explotados en la provincia de Pasco	34
Tabla 14. Evaluación del manejo de efluentes por distrito	42
Tabla 15. Evaluación del manejo de desmontes	45
Tabla 16. Evaluación de la certificación ambiental	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página.
Gráfico 1. Distribución porcentual de operaciones mineras evaluadas	29
Gráfico 2. Distribución porcentual de recursos minera no metálicos explotados.....	34

ÍNDICE DE IMÁGENES

	Página.
Imagen 1. Imagen de las áreas de desbroce.....	36
Imagen 2. Extracción de arena y agregados con equipo	37
Imagen 3. Lavado y clasificación de agregados	38
Imagen 4. Lavado y clasificación de agregados	39
Imagen 5. Producción de piedra chancada.....	40
Imagen 6. Producción de piedra.....	40
Imagen 7. Almacenamiento y comercialización	41
Imagen 8. Río San Juan con presencia de sedimentos después de la zona de producción de arena Sacra Familia.....	43
Imagen 9. Infiltración de aguas en las zonas de producción en Vicco.....	44
Imagen 10. Acumulación de lodos y desmonte	46
Imagen 11. Evaluación en campo del desempeño ambiental de los productores de arena y agergados	59
Imagen 12. Río San Juan impactado por solidos de la producción de arena y agregados....	59
Imagen 13. Traslado de arena sin ninguna mediada ambiental.....	60

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

A nivel internacional, la actividad minera incluida la minería no metálica constituye una fuente importante de materias primas para la construcción y diversas industrias; sin embargo, también genera impactos ambientales significativos sobre el suelo, el agua y el aire. Diversos estudios señalan que las actividades extractivas pueden provocar contaminación por sedimentos, drenaje ácido, generación de residuos sólidos y alteraciones en los ecosistemas, afectando la biodiversidad y la salud de las poblaciones cercanas. Asimismo, la falta de adecuados sistemas de gestión ambiental y monitoreo en ciertas operaciones mineras incrementa el riesgo de degradación ambiental y conflictos socioambientales en distintas regiones del mundo (Piscoya Arbañil, 2019).

En el Perú, la minería constituye uno de los principales motores de la economía; sin embargo, también ha generado diversos problemas ambientales asociados a la contaminación de suelos, cuerpos de agua y aire, así como a la generación de pasivos ambientales mineros. Diversos estudios reportan la presencia de metales pesados y otros contaminantes derivados de actividades extractivas, especialmente en zonas donde existe escaso control ambiental o limitada aplicación

de instrumentos de gestión ambiental (Piscoya Arbañil, 2019).

Asimismo, el país presenta numerosos conflictos socioambientales vinculados a la actividad minera debido al uso intensivo de recursos hídricos, la generación de residuos y la afectación a comunidades locales. A pesar de la existencia de normas ambientales y programas de adecuación y manejo ambiental, aún persisten dificultades en la supervisión y fiscalización de las operaciones mineras, lo que evidencia la necesidad de fortalecer los mecanismos de evaluación del desempeño ambiental en el sector (Morsolin & Palacín, 2005).

En particular, la minería no metálica que incluye la extracción de caliza, arena, piedra y otros materiales de construcción tiene un alto volumen de producción en el país, por lo que su manejo ambiental resulta fundamental para prevenir impactos negativos en los ecosistemas y las comunidades cercanas (Ministerio del Ambiente, 2009).

En la provincia de Pasco, la actividad minera ha tenido una presencia histórica y ha generado diversos impactos ambientales que afectan tanto al entorno natural como a la calidad de vida de la población. En esta región se han identificado pasivos ambientales mineros y acumulación de desmontes provenientes de operaciones extractivas, lo que ha representado riesgos ambientales y sanitarios para miles de habitantes (Agencia Andina, 2026).

En el caso específico de la minería no metálica, la extracción de materiales de construcción y otros recursos minerales puede generar alteraciones del paisaje, emisión de material particulado, erosión del suelo y afectación de fuentes de agua si no se aplican adecuadamente las medidas de gestión ambiental. Sin embargo, en muchas operaciones de menor escala existe limitada información sobre su desempeño ambiental y el cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

Por ello, resulta necesario realizar una evaluación del desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco, con el fin de identificar el grado de cumplimiento de las medidas de gestión ambiental, determinar

los impactos generados y proponer estrategias que contribuyan a mejorar la sostenibilidad ambiental de estas actividades.

1.2. Delimitación de la investigación

Delimitación temporal:

La investigación se llevó a cabo durante el año 2025, periodo en el cual se recopiló información sobre las condiciones ambientales, las prácticas de gestión ambiental y el nivel de cumplimiento de la normativa ambiental aplicable a las operaciones de minería no metálica evaluadas.

Delimitación espacial:

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Pasco, ubicada en el departamento de Pasco, Perú. El estudio se enfocará específicamente en las operaciones de minería no metálica que se encuentran en funcionamiento dentro de esta jurisdicción, considerando aquellas dedicadas a la extracción de materiales de construcción como caliza, arena, grava y piedra, entre otros recursos minerales no metálicos presentes en la zona.

Delimitación Temática

El estudio se centró en la evaluación del desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica, analizando aspectos relacionados con la gestión ambiental, el manejo de residuos, el control de emisiones, la protección de recursos hídricos y la aplicación de medidas de mitigación de impactos ambientales. No se abordarán aspectos económicos, financieros o de productividad de las empresas mineras, salvo aquellos que tengan relación directa con el desempeño ambiental.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco, 2025?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es el nivel de cumplimiento de las medidas de gestión ambiental en

las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco en el año 2025?

2. ¿Cómo se realiza el manejo de residuos sólidos y efluentes generados por las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025?
3. ¿En qué medida las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco cumplen con los instrumentos de gestión ambiental establecidos en la normativa ambiental vigente durante el año 2025?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar el nivel de cumplimiento de las medidas de gestión ambiental en las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025.
2. Analizar el manejo de residuos sólidos y efluentes generados por las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025.
3. Evaluar el grado de cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental establecidos en la normativa ambiental vigente aplicable a las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025.

1.5. Justificación de la investigación

Justificación teórica

La investigación se justifica teóricamente porque contribuirá a ampliar el conocimiento sobre la evaluación del desempeño ambiental en las operaciones de minería no metálica, así como sobre la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental y el manejo adecuado de residuos y efluentes generados por estas

actividades. Asimismo, se sustenta en los principios de prevención y gestión ambiental establecidos en la Ley General del Ambiente N.º 28611, aportando información que podrá servir como referencia para futuras investigaciones en el ámbito de la gestión ambiental minera.

Justificación Metodológica

Desde el punto de vista metodológico, el estudio permitirá aplicar herramientas de evaluación ambiental mediante indicadores y análisis del cumplimiento de la normativa vigente. Esto contribuirá a generar un procedimiento que facilite el análisis del desempeño ambiental de las operaciones mineras, considerando los instrumentos de gestión ambiental establecidos en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental N.º 27446.

Justificación Ambiental

La investigación es importante porque permitirá identificar el nivel de desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica y su influencia en la calidad del suelo, agua y aire. La evaluación del manejo de residuos sólidos y efluentes permitirá detectar posibles impactos ambientales y promover prácticas que contribuyan a la protección de los recursos naturales, en concordancia con las políticas del Ministerio del Ambiente.

Justificación Social

El estudio tiene relevancia social porque la actividad minera puede influir en la calidad de vida de las poblaciones cercanas. Evaluar el desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica permitirá generar información que contribuya a mejorar la gestión ambiental, reducir riesgos para la salud de la población y promover un desarrollo más sostenible en la provincia de Pasco.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones de la presente investigación se relacionan principalmente con la disponibilidad y acceso a información técnica y ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco, ya que algunas empresas presentan

restricciones para compartir datos sobre su gestión ambiental, manejo de residuos o efluentes. Asimismo, el estudio se limita al periodo del año 2025 y al ámbito geográfico de la provincia de Pasco, por lo que los resultados no necesariamente podrán generalizarse a otras regiones del país.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Antecedentes Internacional

Seki, H. (2023), en su investigación titulada “Impactos ambientales de la minería sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Una evaluación mediante múltiples métodos”, realizada en la University of Sheffield (Reino Unido), tuvo como **contexto** de la investigación surge de la preocupación global por las consecuencias ecológicas de la minería, particularmente la pérdida de especies y la degradación de servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del agua y la productividad del suelo.. **Metodológicamente**, utilizada combina una revisión sistemática de la literatura, análisis histórico de imágenes satelitales y evaluaciones de campo de biodiversidad en distintas áreas mineras, integrando datos cuantitativos y cualitativos para determinar cómo las operaciones extractivas han modificado los patrones ecológicos a lo largo del tiempo. Este enfoque multisectorial permite medir el grado de impacto ambiental y proponer estrategias de restauración y mitigación fundamentadas en evidencia científica. **Las conclusiones** Los resultados muestran que las actividades mineras, tanto metálicas como no metálicas, generan impactos significativos en la biodiversidad local, alterando la estructura de los ecosistemas y

reduciendo la provisión de servicios ambientales esenciales. La tesis concluye que, para lograr una minería ambientalmente sostenible, se requiere planificación ambiental rigurosa, sistemas de monitoreo continuo y estrategias de rehabilitación ecológica que incluyan la participación comunitaria y el uso de tecnologías de bajo impacto. Este antecedente es relevante para la investigación sobre minería no metálica y medio ambiente, ya que proporciona una metodología integral de evaluación ambiental y evidencia empírica de los efectos ecológicos de la explotación de recursos minerales, aportando un marco comparativo y conceptual sólido para estudios ambientales similares.

Anne de Bortoli (2025) en su tesis de maestría “Comprensión de los impactos ambientales de los agregados vírgenes: Revisión crítica de la literatura y evaluaciones de ciclo de vida integrales [Tesis de maestría, Universidad de Quebec (Canadá)]”, El contexto del estudio se inscribe en la preocupación internacional por la **huella ecológica de los materiales de construcción**, especialmente por la extracción de agregados que modifica el paisaje, consume energía y genera emisiones, afectando aire, agua y suelo en regiones productoras.. **La metodología** desarrollada en una universidad canadiense aborda los impactos ambientales de los agregados vírgenes utilizados en la construcción materiales que provienen directamente de la minería no metálica (canteras de arena, grava y piedra). El contexto del estudio se inscribe en la preocupación internacional por la huella ecológica de los materiales de construcción, especialmente por la extracción de agregados que modifica el paisaje, consume energía y genera emisiones, afectando aire, agua y suelo en regiones productoras.. **Como conclusión** Los resultados mostraron que la extracción de agregados tiene una huella ambiental significativa, especialmente en categorías como uso de energía, erosión del suelo y emisiones de CO₂, y que los impactos dependen fuertemente de factores como el tipo de roca, métodos de extracción y transporte. La tesis concluyó que la evaluación de ciclo de vida es fundamental para entender y reducir los efectos ambientales de la minería no metálica de materiales de construcción, recomendando

mejoras en prácticas operativas y políticas ambientales que promuevan la eficiencia de recursos y la rehabilitación de canteras.

Antecedente a nivel nacional

Díaz Loja (2016), en la tesis “Estudio ambiental para el desarrollo de la actividad minera no metálica artesanal en la concesión Jepelacio Castle, distrito de Jepelacio, Moyobamba. Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Perú”, realizada en la Universidad Nacional de San Martín. El contexto es para evaluar los impactos ambientales generados por la minería no metálica artesanal en la concesión Jepelacio Castle, en el departamento de San Martín. El estudio parte del contexto de una minería informal que opera sin permisos ni controles ambientales, provocando afectación de componentes ambientales como suelo, vegetación y biodiversidad debido a prácticas extractivas no reguladas.. Metodológicamente, incluyó la identificación de componentes ambientales y la evaluación de impactos mediante criterios cualitativos y cuantitativos, lo que permitió clasificar magnitud e importancia de los efectos ambientales derivados de la operación minera no metálica. Las conclusiones se determinaron que las actividades de extracción sin control causan impactos negativos significativos en los recursos naturales, señalando la necesidad de medidas de mitigación, gestión ambiental y monitoreo continuo para reducir dichos efectos.

Bartra Leveaú & Virhuez Vela (2021) en su tesis “Propuesta de estudio ambiental para desarrollar la actividad de pequeña minería no metálica caliza en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba” realizada en la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, tuvo como contexto Ya que se tiene minería no metálica creciente en la provincia de Moyobamba, donde las canteras de caliza provocan impactos ambientales sobre suelo, aire y vegetación. La metodología se empleó un enfoque descriptivo aplicado que evaluó los impactos potenciales en componentes ambientales y propuso un plan de manejo ambiental con medidas de mitigación, prevención y monitoreo para la operación minera. Las conclusiones se determinó que

la actividad extractiva sin planeamiento ambiental puede afectar severamente la calidad de los componentes ecológicos y que la implementación de un estudio ambiental riguroso y un plan de monitoreo contribuiría a disminuir estos impactos.

Antecedentes a nivel local

Chávez Osorio, J. B. (2022 en la tesis titulada “Evaluación de los impactos ambientales que genera la minería en el rubro pequeño productor minero (PPM) y productor minero artesanal (PMA), en la provincia de Pasco en el año 2021”, realizada en la Universidad Nacional Daniel Alcides. El contexto de la investigación se desarrolló en el contexto de la provincia de Pasco, donde existen múltiples proyectos mineros dentro de los rubros de pequeño productor minero (PPM) y productor minero artesanal (PMA), incluyendo operaciones de minería no metálica como canteras y extracción de agregados. La investigación nace de la preocupación por los impactos que estas actividades extractivas generan sobre los componentes ambientales como agua, aire y suelo, especialmente en zonas donde la extracción es más tecnificada y con potencial de contaminación ambiental. Metodológicamente, teniendo en cuenta la metodología aplicada fue de tipo experimental y descriptivo, realizando monitoreos ambientales de agua, aire y suelo en cinco proyectos mineros ubicados en distintos distritos de la provincia de Pasco. Las mediciones buscaban determinar la presencia de contaminantes y la magnitud de su impacto en los medios naturales afectados por las operaciones extractivas, se concluye, Los resultados indicaron que la minería informal (PMA), por su carácter artesanal y de menor escala, tuvo una incidencia ambiental relativamente baja, mientras que las actividades de pequeño productor minero (PPM), que son más tecnificadas, causaron contaminación significativa de los componentes ambientales. Se identificó que empresas como Compañía Minera Agregados Calcareos S.A., Minera Anadel S.A.C., Aurex S.A. y la cantera Chintia II 2006 generaron impactos relevantes en la calidad del agua, aire y suelo en sus áreas de influencia. La tesis concluye que la actividad extractiva dentro del rubro PPM en la provincia de Pasco tiene una influencia ambiental significativa, recomendando fortalecer los mecanismos de monitoreo, control y medidas de mitigación para reducir los impactos generados por la minería no metálica en la región.

2.2. Bases teóricas - científicas

Minería no metálica

La minería no metálica comprende la extracción de recursos minerales que no son metales, como piedra caliza, arena, grava, arcilla, sal, yeso y materiales de construcción (Barboza, 2008). Este tipo de minería se caracteriza por su influencia directa sobre el suelo, la cobertura vegetal, cuerpos de agua y paisajes locales, debido a la remoción de grandes volúmenes de material y la generación de residuos sólidos y efluentes.

La minería no metálica es un sector económico importante en la provincia de Pasco, pero sus operaciones requieren un manejo ambiental responsable para prevenir impactos negativos.

Desempeño ambiental

El desempeño ambiental se define como el grado en que las operaciones de una empresa cumplen con las normas ambientales, regulaciones y mejores prácticas de gestión, minimizando impactos sobre los recursos naturales y la salud de la población (Cruz, 2022; Seki, 2023). Evaluar el desempeño ambiental implica medir indicadores relacionados con la calidad del agua, manejo de residuos, control de emisiones, restauración de suelos y biodiversidad, así como el cumplimiento de la normativa vigente.

Instrumentos de evaluación del desempeño ambiental

- **Matriz de cumplimiento ambiental:** permite calificar el grado de cumplimiento de normas, instrumentos y planes de manejo ambiental.
- **Índice de desempeño ambiental (IDA):** combina indicadores de cumplimiento normativo, gestión de residuos, control de efluentes y rehabilitación de áreas.
- **Checklist de inspección ambiental:** basado en la normativa nacional (Ley 28611, Ley 27446, RM 048-2015-MEM/DM) y normas técnicas de calidad ambiental.

Gestión ambiental en minería no metálica

La **gestión ambiental minera** se basa en estrategias y prácticas destinadas a **prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales** generados por la actividad

extractiva (Barboza, 2008; Chávez, 2022). Esto incluye:

- Implementación de **programas de manejo de residuos sólidos y efluentes**.
- Control de emisiones al aire y al agua.
- Restauración de áreas degradadas y rehabilitación de canteras.
- Monitoreo ambiental y reporte de cumplimiento a las autoridades competentes.

Manejo de residuos sólidos y efluentes

El **manejo de residuos sólidos y efluentes** es un componente crítico de la minería no metálica. Los residuos sólidos incluyen rocas, arenas, lodos y material sobrante del procesamiento; los efluentes comprenden aguas residuales con posibles contaminantes (Barboza, 2008). La gestión ambiental eficiente requiere:

- Separación y disposición segura de residuos sólidos.
- Tratamiento de efluentes líquidos antes de su descarga al medio ambiente.
- Minimización de la contaminación y monitoreo constante de los cuerpos de agua (Chávez, 2022).

Evaluación ambiental en el Perú

La evaluación ambiental en el Perú es un instrumento legal y técnico que permite identificar, prevenir, mitigar y controlar los impactos negativos de las actividades humanas sobre el medio ambiente, incluyendo proyectos de minería metálica y no metálica. Esta evaluación es un requisito obligatorio para proyectos que puedan generar alteraciones significativas en los recursos naturales y la salud de las poblaciones cercanas (MINAM, 2022).

En Perú, el **Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)** regula la evaluación ambiental de los proyectos, a través de instrumentos como:

1. **Estudio de Impacto Ambiental (EIA):** documento técnico que analiza los posibles impactos de un proyecto y propone medidas de mitigación.
2. **Declaración de Impacto Ambiental (DIA):** documento simplificado para proyectos de menor escala o con impactos menores.
3. **Planes de Manejo Ambiental:** establecen acciones específicas de prevención y

control de residuos, efluentes, emisiones y restauración de áreas degradadas.

Normativa ambiental en minería no metálica en el Perú

La minería no metálica está regulada por un conjunto de leyes, reglamentos y normas técnicas que buscan garantizar la **protección del medio ambiente, la prevención de impactos negativos** y la **sostenibilidad de las operaciones mineras**.

1. Ley N.º 28611 – Ley General del Ambiente (2005)
 - Es la **ley marco ambiental del Perú**.
 - Establece principios como: prevención, responsabilidad por daños ambientales, uso sostenible de recursos naturales y participación ciudadana en la gestión ambiental.
 - Obliga a que todas las actividades productivas, incluida la minería no metálica, implementen medidas de **prevención, mitigación y remediación** de impactos sobre el medio ambiente.
2. Ley N.º 27446 – Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (2001)
 - Regula los **instrumentos de gestión ambiental** obligatorios para proyectos que puedan generar impactos:
 - **Declaración de Impacto Ambiental (DIA)**: para proyectos menores o con impactos limitados.
 - **Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**: para proyectos de mayor escala.
 - Establece procedimientos de **aprobación, supervisión y seguimiento ambiental** de los proyectos mineros.
3. Reglamento de Protección Ambiental para la Minería No Metálica (Resolución Ministerial N.º 048-2015-MEM/DM)
 - Normativa específica emitida por el **Ministerio de Energía y Minas (MINEM)** que regula la actividad extractiva de canteras y agregados.

- Define obligaciones de las empresas mineras no metálicas respecto a:
- Manejo de **residuos sólidos y efluentes**.
- **Rehabilitación y restauración** de áreas degradadas post-extracción.
- Implementación de **Planes de Manejo Ambiental (PMA)** y monitoreo ambiental.

Criterios de clasificación del riesgo ambiental asociados al manejo de efluentes

La clasificación del riesgo ambiental de las operaciones de minería no metálica se realizó considerando la proximidad a cuerpos de agua superficiales, el origen del recurso hídrico utilizado en el proceso de lavado, el destino final de los efluentes, la presencia de sólidos suspendidos producto del lavado de agregados y la probabilidad de afectación a los componentes ambientales. Esta metodología se fundamenta en el principio de prevención ambiental establecido en la legislación peruana y en los criterios de evaluación de impactos ambientales empleados por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

Tabla 1. *Criterios utilizados para la clasificación del riesgo ambiental*

Nivel de riesgo	Criterios de evaluación	Sustento técnico
Riesgo alto	Descarga directa de efluentes hacia cuerpos de agua superficiales con presencia de sólidos suspendidos y sin evidencia de tratamiento eficiente.	Existe alta probabilidad de alterar la calidad del agua, incrementar la turbidez, favorecer la sedimentación y afectar los ecosistemas acuáticos.
Riesgo medio	El agua utilizada no se descarga directamente al río, pero es infiltrada o dispuesta sobre el terreno cercano a cuerpos de agua, pudiendo movilizar sedimentos mediante esorrentía o infiltración.	El impacto potencial depende de las condiciones hidrogeológicas, precipitación y permeabilidad del suelo; existe posibilidad de afectación indirecta.
Riesgo bajo	Operaciones con escasa utilización de agua, sin descarga directa de efluentes y con generación limitada de aguas residuales.	La probabilidad de afectar los recursos hídricos es reducida, predominando impactos localizados asociados principalmente al polvo y al <u>movimiento de tierras</u> .

Fuente: Elaboración propia con base en la Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente; Ministerio del Ambiente (MINAM, 2012); Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2018).

Criterios de clasificación del nivel de desempeño ambiental en operaciones de minería no metálica

La determinación del nivel de desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco se realizó a partir de la evaluación integrada de variables asociadas al cumplimiento de instrumentos de gestión ambiental, manejo de efluentes líquidos, disposición de residuos sólidos, y grado de interacción con los componentes ambientales (agua, suelo y aire). Esta metodología se sustenta en el enfoque de gestión ambiental preventiva establecido en la **Ley N.º 28611 – Ley General del Ambiente**, la **Ley N.º 27446 – SEIA**, y los criterios técnicos aplicados por el **Ministerio del Ambiente (MINAM)** y el **Ministerio de Energía y Minas (MINEM)** para la evaluación de impactos ambientales en actividades extractivas.

Tabla 2. *Criterios utilizados para la clasificación del nivel de desempeño ambiental*

Nivel de desempeño	Criterios de evaluación	Sustento técnico
Buena	Con certificación ambiental y aplica medidas de gestión en todo sus proceso y gestión óptima	Existe un nivel bueno de cumplimiento ambiental.
Regular	Operaciones que cuentan con instrumentos de gestión ambiental aprobados (DIA u otros), aplican medidas de mitigación medidas parciales de manejo de efluentes (como sedimentación o parcial, lo que reduce la recirculación del agua), y presentan control básico en la disposición de residuos sólidos.	Existe un nivel aceptable de cumplimiento ambiental, con medidas de mitigación implementadas de forma parcial, lo que reduce la magnitud de los impactos sobre los componentes ambientales, aunque aún persisten deficiencias operativas.

Deficiente	Operaciones sin certificación ambiental o con cumplimiento limitado, uso de agua en procesos de lavado sin tratamiento adecuado de efluentes, descarga o infiltración de aguas con presencia de sólidos suspendidos, y disposición inadecuada de desmontes o Material fino expuesto a dispersión eólica	Se evidencia alta probabilidad de afectación a la calidad del agua y del suelo, así como generación de impactos acumulativos por sedimentación, turbidez y contaminación difusa en zonas de pastoreo y áreas cercanas a cuerpos de agua.
Muy deficiente (si se considera en la escala ampliada)	Ausencia total de instrumentos de gestión ambiental, descarga directa de efluentes sin ningún tipo de tratamiento, y acumulación descontrolada de residuos en zonas adyacentes a cuerpos de agua o áreas sensibles.	Genera impactos ambientales significativos, directos e inmediatos sobre los ecosistemas, incumpliendo principios básicos de prevención y control ambiental establecidos en la normativa vigente.

Fuente: Elaboración propia con base en la Ley N.º 28611 – Ley General del Ambiente; Ley N.º 27446 – SEIA; Ministerio del Ambiente (MINAM, 2012); Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2018); y criterios técnicos de evaluación de impactos ambientales en actividades extractivas.

2.3. Definición de los términos básicos

Agregados para construcción

Materiales minerales no metálicos como arena, grava y piedra triturada utilizados en obras de infraestructura y edificaciones. Su extracción constituye una de las principales actividades de la minería no metálica en el Perú (MINEM, 2024).

Calidad ambiental

Estado de conservación de los componentes ambientales y su capacidad para mantener condiciones adecuadas para la vida y las actividades humanas (MINAM, 2023).

Calidad del aire

Condición del aire determinada por la concentración de partículas y gases contaminantes presentes en la atmósfera. En canteras, el material particulado constituye uno de los principales contaminantes ambientales (MINAM, 2023).

Cantera

Explotación minera a cielo abierto destinada a la extracción de materiales no

metálicos como arena, grava, piedra y arcilla para uso industrial o de construcción (MINEM, 2024).

Conservación del suelo

Prácticas destinadas a prevenir la erosión, degradación y pérdida de fertilidad del suelo durante y después de las actividades extractivas (FAO, 2022).

Desarrollo sostenible

Modelo de desarrollo que busca satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (ONU, 1987).

Ecosistema

Sistema dinámico conformado por organismos vivos y su entorno físico, que interactúan de manera continua mediante flujos de energía y materia (Odum, 2006).

Impacto ambiental

Alteración positiva o negativa del ambiente ocasionada por las actividades humanas. En minería no metálica, los impactos más frecuentes se presentan sobre el suelo, aire, agua y paisaje (MINAM, 2023).

Indicador ambiental

Variable utilizada para medir y evaluar el estado del ambiente o el desempeño ambiental de una actividad productiva (ISO 14031, 2013).

Fiscalización ambiental

Proceso mediante el cual las autoridades competentes verifican el cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas en la normativa vigente (OEFA, 2024).

Gestión ambiental

Conjunto de políticas, procedimientos y acciones destinadas a prevenir, controlar y mitigar los impactos ambientales derivados de una actividad económica (MINEM, 2024).

Mitigación ambiental

Acciones orientadas a reducir o minimizar los impactos ambientales negativos generados por las actividades extractivas (MINAM, 2023).

Pasivo ambiental minero

Instalaciones, residuos o áreas afectadas por actividades mineras abandonadas o inactivas que representan riesgos para la salud y el ambiente (MINEM, 2024).

Ruido ambiental

Conjunto de sonidos presentes en un entorno que pueden afectar la salud y bienestar de las personas cuando superan los límites permisibles establecidos por la normativa ambiental (MINAM, 2023).

Sostenibilidad ambiental

Capacidad de mantener el equilibrio entre las actividades económicas y la conservación de los recursos naturales a largo plazo (ONU, 2015).

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025 presentan un desempeño ambiental a las medidas de gestión ambiental.

2.4.2. Hipótesis específicas

1. El nivel de cumplimiento de las medidas de gestión ambiental en las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025 es insuficiente para garantizar la protección ambiental.
2. El manejo de residuos sólidos y efluentes generados por las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025 es inadecuado y contribuye a impactos negativos sobre el medio ambiente.
3. El grado de cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental establecidos en la normativa ambiental vigente por las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025 es parcial, limitando la efectividad de la protección ambiental y la

sostenibilidad de las operaciones.

2.5. Identificación de variables

Variable independiente

Operaciones de minería no metálica

Variable dependiente

Desempeño ambiental

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 3. Definición operacional de variables e indicadores

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente: Operaciones de minería no metálica	Se define como el conjunto de actividades extractivas, transporte y procesamiento de minerales no metálicos (piedra caliza, arena, grava, arcilla, yeso) realizadas en la provincia de Pasco, que generan impactos ambientales en suelo, agua, aire y biodiversidad (Barboza, 2008; Chávez, 2022).	• Tipo de actividad minera no metálica • Intensidad de operación • Gestión de residuos y efluentes	• Material extraído • Volumen de residuos sólidos generados (m³/día) • Generación de efluentes tratados y vertidos • Número de áreas utilizados
Variable Dependiente: Desempeño ambiental	Se refiere al nivel de cumplimiento de las normas ambientales y de gestión ambiental en las operaciones de minería no metálica, evaluando su impacto sobre los recursos naturales y la sostenibilidad de la actividad minera (MINAM, 2022; Seki, 2023).	• Cumplimiento normativo • Manejo de residuos sólidos • Manejo de efluentes • Restauración de áreas degradadas	• % de cumplimiento de instrumentos de gestión ambiental (EIA, DIA, PMA) • % de residuos sólidos correctamente gestionados • % de efluentes tratados conforme a normativa • % de áreas degradadas rehabilitadas

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo cuantitativa, no experimental y correlacional, orientada a evaluar cómo las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025 influyen en el desempeño ambiental. El enfoque cuantitativo permite medir objetivamente indicadores como el cumplimiento de normas ambientales, manejo de residuos sólidos y efluentes, y restauración de áreas degradadas. El diseño no experimental se justifica porque los fenómenos se observan en su contexto natural sin intervención del investigador. Asimismo, el enfoque correlacional facilita determinar la relación entre las actividades mineras y el desempeño ambiental, considerando la implementación de medidas de gestión ambiental y el grado de cumplimiento de la normativa vigente (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es correlacional, porque busca determinar la relación existente entre las operaciones de minería no metálica y el desempeño ambiental en la provincia de Pasco durante el año 2025. Este nivel permite analizar el grado de asociación entre variables como el manejo de residuos sólidos, control de

efluentes, cumplimiento de la normativa ambiental y restauración de áreas degradadas, sin establecer una relación causal directa. Asimismo, facilita identificar cómo las prácticas de gestión ambiental se vinculan con los niveles de desempeño ambiental de las actividades mineras no metálicas, aportando información relevante para la toma de decisiones y la mejora de la sostenibilidad del sector (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.3. Métodos de investigación

El estudio emplea un método cuantitativo, orientado a evaluar la influencia de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco sobre el desempeño ambiental durante el año 2025. Se basa en la recolección de datos numéricos obtenidos de registros de manejo de residuos sólidos, control de efluentes, planes de manejo ambiental y auditorías de cumplimiento normativo, los cuales son procesados mediante técnicas estadísticas para determinar niveles de desempeño ambiental, grado de cumplimiento de la normativa y relaciones entre las prácticas de gestión ambiental y la sostenibilidad de las operaciones (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.4. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, transversal y correlacional, dado que los fenómenos se estudian en su contexto natural sin manipulación por parte del investigador. Se centra en evaluar el desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025, y analizar la relación entre las prácticas de gestión ambiental, el manejo de residuos sólidos y efluentes, y el cumplimiento de la normativa ambiental vigente (Kerlinger & Lee, 2002; Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

3.5. Población y muestra

Población

La población está conformada por las operaciones de minería no metálica registradas en la provincia de Pasco durante el año 2025, incluyendo canteras y

explotaciones de agregados, que cuentan con licencia y planes de manejo ambiental emitidos por el MINEM. También se incluyen los responsables de la gestión ambiental y operarios que participan directamente en el manejo de residuos y efluentes.

Muestra

La muestra está conformada por 55 operaciones de producción de arena y agregados de la provincia de Pasco donde se realizan actividades de extracción, carguío y transporte de minerales no metálicos durante el año 2025. Se evaluarán las operaciones activas en cada zona, considerando los diferentes tipos de minerales explotados, el volumen de producción, el manejo de residuos sólidos y efluentes, y la implementación de medidas de gestión ambiental. Este enfoque permite que la evaluación del desempeño ambiental sea representativa de todas las operaciones mineras no metálicas presentes en la provincia, asegurando la cobertura completa de las actividades extractivas en estudio.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Revisión documental: Se recopiló información de planes de manejo ambiental (PMA), Estudios de Impacto Ambiental (EIA), Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), informes de auditorías y registros de cumplimiento normativo emitidos por el MINEM y MINAM.

Observación directa: Se realizó inspección de las operaciones mineras activas, evaluando el manejo de residuos sólidos, efluentes y rehabilitación de áreas degradadas, mediante listas de cotejo estructuradas.

Instrumentos

- **Lista de cotejo:** Para registrar la gestión de residuos sólidos, efluentes y áreas rehabilitadas, basada en la normativa ambiental vigente (Ley 28611, Ley 27446, RM 048-2015-MEM/DM).
- **Matriz de indicadores de desempeño ambiental:** Que permitió evaluar y

cuantificar el desempeño ambiental de cada operación minera, integrando indicadores de cumplimiento normativo, manejo de residuos y efluentes, y rehabilitación de áreas degradadas

3.7. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

Procesamiento de Datos

Revisión y validación de datos: Se depuraron los registros de gestión de residuos sólidos, efluentes y cumplimiento de normas ambientales para eliminar valores faltantes, inconsistentes o duplicados, asegurando la confiabilidad de la información.

Organización de los datos: La información se organizó en hojas de cálculo y bases de datos según zona minera, tipo de operación, tipo de residuo y fecha de registro, permitiendo un control sistemático de cada variable evaluada.

Análisis de Datos

Comparación con normativa ambiental: Los resultados se compararán con los estándares establecidos en la Ley 28611, Ley 27446 y RM 048-2015-MEM/DM, determinando el grado de cumplimiento de las operaciones mineras.

Análisis correlacional: Se aplicaron pruebas estadísticas de correlación (por ejemplo, coeficiente de Pearson o Spearman) para identificar la relación entre la gestión ambiental (variable independiente) y el desempeño ambiental (variable dependiente).

Visualización de resultados: Los datos se presentan mediante gráficos de barras, tablas comparativas y matrices de desempeño ambiental, facilitando la interpretación de la influencia de las prácticas mineras sobre la sostenibilidad ambiental en la provincia de Pasco.

3.8. Tratamiento estadístico

Para el cumplimiento del objetivo general, se realizó la consolidación de información de los estudios ambientales y trabajos de campos en software Excel.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

La investigación se desarrolló bajo principios de ética científica y responsabilidad ambiental, garantizando que todas las actividades cumplan con la normativa vigente y no generen riesgos adicionales al medio ambiente ni a las comunidades aledañas. Se respetará la confidencialidad y consentimiento informado de los responsables ambientales y operarios encuestados o entrevistados, asegurando que la información personal y empresarial sea utilizada exclusivamente para fines académicos. Además, se prioriza la objetividad y veracidad en la recolección, procesamiento y análisis de datos, evitando cualquier manipulación que pueda distorsionar los resultados. La investigación contribuirá a la sostenibilidad ambiental de la provincia de Pasco, promoviendo buenas prácticas de manejo de residuos y efluentes en la minería no metálica, sin afectar los ecosistemas ni la salud de la población.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

Ubicación de la zona a investigar

La presente investigación se desarrolló en la provincia de Pasco, departamento de Pasco, ubicada en la sierra central del Perú. El área de estudio comprende principalmente los distritos de Ninacaca, Vicco, Simón Bolívar, Huayllay, Yanacancha, Huariaca y Tinyahuarco debido a que en estas jurisdicciones se concentra una importante actividad de extracción de minerales no metálicos, especialmente canteras de agregados para construcción, materiales pétreos, arena, grava y otros recursos utilizados en obras de infraestructura y desarrollo urbano.

Accesibilidad

La zona de estudio es accesible desde la ciudad de Cerro de Pasco, capital de la provincia de Pasco, mediante la Carretera Central y vías locales que conectan los principales centros poblados con las áreas de explotación de minerales no metálicos.

Las distancias aproximadas desde Cerro de Pasco hacia los distritos considerados en la investigación son las siguientes:

Tabla 4. *Distancia desde Cerro de Pasco a los distritos con actividad minera no metálica*

Distrito	Distancia aproximada desde Cerro de Pasco	Tiempo de viaje estimado
Simón Bolívar	5 km	10 – 15 min
Yanacancha	7 km	10 – 15 min
Tinyahuarco	12 km	15 – 20 min
Vicco	18 km	25 – 30 min
Huariaca	34 km	35 – 40 min
Ninacaca	38 km	45 – 50 min
Huayllay	49 km	60 – 70 min

Fuente: Elaboración propia

El acceso a los distritos de Simón Bolívar y Yanacancha se realiza principalmente mediante vías asfaltadas debido a su integración con el área urbana de Cerro de Pasco. Los distritos de Tinyahuarco y Vicco se encuentran conectados por carreteras afirmadas y asfaltadas que permiten un desplazamiento rápido hacia las zonas de extracción. Por otro lado, Huariaca, Ninacaca y Huayllay cuentan con acceso mediante la Carretera Central y rutas complementarias que facilitan el ingreso a las canteras y áreas de explotación de minerales no metálicos.

Estas condiciones de accesibilidad favorecen el desarrollo de las actividades de campo, permitiendo realizar inspecciones ambientales, levantamiento de información, aplicación de instrumentos de investigación y verificación del cumplimiento de las medidas de gestión ambiental en las operaciones de minería no metálica evaluadas durante el año 2025.

Mapa 1. Ubicación la zona de investigación



Fuente: Elaboración propia

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

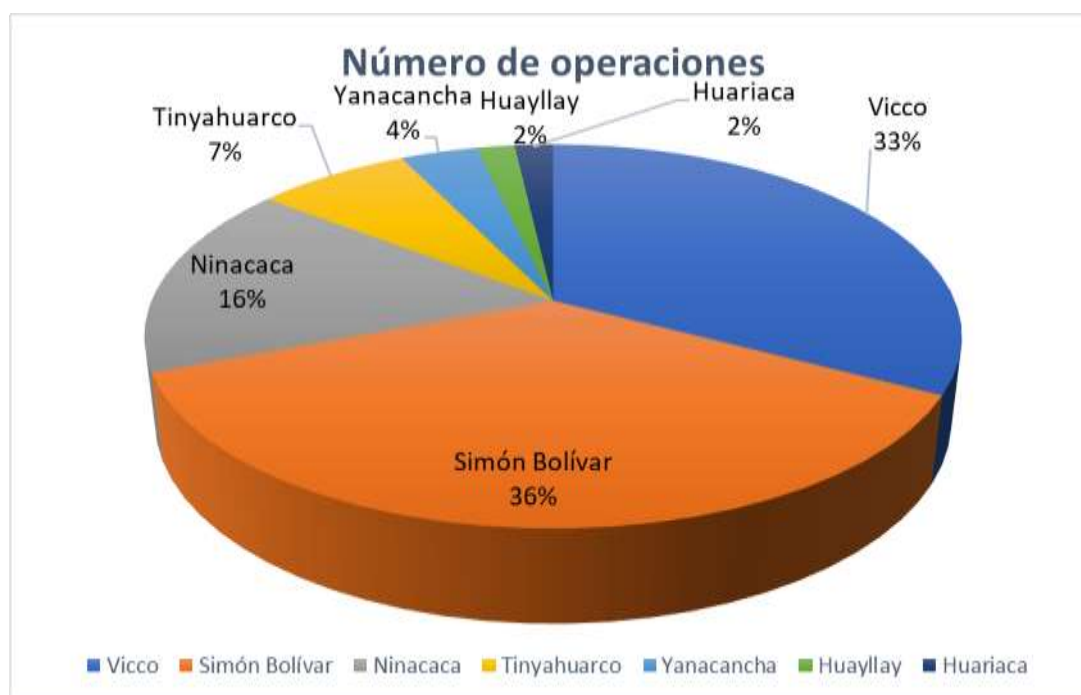
Caracterización de las operaciones de minería no metálica evaluadas

Tabla 5. Operaciones mineras no metálicas evaluadas por distrito

Distrito	Número de operaciones	Porcentaje (%)
Vicco	18	32.7
Simón Bolívar	20	36.4
Ninacaca	9	16.4
Tinyahuarco	4	7.3
Yanacancha	2	3.6
Huayllay	1	1.8
Huariaca	1	1.8
Total	55	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Distribución porcentual de operaciones mineras evaluadas



Fuente: Elaboración propia

Interpretación

Los resultados obtenidos muestran que se identificaron y evaluaron 55 operaciones de minería no metálica distribuidas en siete distritos de la provincia de Pasco durante el año 2025. El distrito de Simón Bolívar concentra el mayor número de operaciones, con 20 canteras (36,4 %), seguido por Vicco, con 18 canteras (32,7 %). En conjunto, ambos distritos reúnen 38 operaciones, equivalentes al 69,1 % del total de las canteras evaluadas, constituyéndose en las principales zonas de explotación de minerales no metálicos de la provincia.

Asimismo, el distrito de Ninacaca registra 9 operaciones (16,4 %), mientras que Tinyahuarco cuenta con 4 operaciones (7,3 %). Por su parte, Yanacancha presenta 2 operaciones (3,6 %), en tanto que Huayllay y Huariaca registran 1 operación cada uno (1,8 %), representando conjuntamente la menor participación dentro del conjunto de operaciones evaluadas.

La distribución espacial de las operaciones evidencia una marcada concentración de la actividad extractiva en los distritos de Simón Bolívar y Vicco, donde se localiza cerca del 70 % de las canteras evaluadas. Esta situación indica que dichos distritos constituyen las principales áreas de análisis para la evaluación del desempeño ambiental, debido a la mayor intensidad de las actividades extractivas y a la necesidad de verificar el cumplimiento de las medidas de gestión ambiental, el manejo adecuado de residuos sólidos y efluentes, la rehabilitación de áreas intervenidas y la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental exigidos por la normativa vigente.

En conjunto, estos resultados permiten caracterizar la distribución territorial de la minería no metálica en la provincia de Pasco y constituyen la base para el análisis de los indicadores de desempeño ambiental desarrollados en los apartados siguientes, facilitando la comparación del nivel de cumplimiento ambiental entre los diferentes distritos evaluados y la identificación de las zonas que requieren mayor atención en materia de gestión y fiscalización ambiental.

A continuación, se detalla los nombres de las canteras que producen arena, piedra chancada y piedra de igual forma se presenta la producción diaria de las canteras agrupadas por distrito:

Tabla 6. *Canteras evaluadas en el distrito de Vicco*

N.º	Cantera	Producción (TM/día)
1	Carhuaz Marcelo Armando Eudocio	5
2	Rivera Ricapa Soledad Doris	180
3	Callupe Bernuy Eber Estanislao	100
4	Campos Grados Julio Elmer	100
5	Baldeón Callupe Teodoro	25
6	Baldeón Callupe Paulino	80
7	Vidal Campos Emilia	75
8	Chávez Baldeón Christian Lino	110
9	Campos Castro Justo Pío	100
10	Acumulación La Chiripa (Espíritu Flores Antonio)	100
11	Acumulación La Chiripa (Espinoza Arteaga Ze Marco)	300
12	Servicios Generales Siber S.A.C. – Acumulación La Chiripa	1200
13	COMYSBAL S.A.C. – Acumulación La Chiripa	120
14	Strong Group Minería & Construcción S.A.C.	200
15	LBC Mining S.A.C.	330
16	Tromes Mining S.A.C. – Brocal	25
17	Tromes Mining S.A.C. – Retazo 46	25
18	Tromes Mining S.A.C. – Retazo 287	25
Total	18 canteras	3 105 TM/día

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Canteras evaluadas en el distrito de Simón Bolívar

N.º	Cantera	Producción (TM/día)
1	Rojas Ricapa Juan Moisés	220
2	Trinidad Atencio Florencio Ambrocio	24
3	Rojas Jacinto Jesús – Acumulación Fortuna	150
4	Rojas Jacinto Jesús – Tres Estrellas Tercero 2009	200
5	Rojas Trinidad Mercedes – Acumulación El Repechaje	150
6	Santa Rosa de Lima (Sayán Huamán Juan Carlos)	120
7	Curi Meza Cris Soledad – Acumulación El Repechaje	25
8	Curi Meza Cris Soledad – Acumulación Brocal	100
9	Curi Meza Cris Soledad – Acumulación Geodito	25
10	Santa Rosa de Lima (Sayán Huamán Marco Antonio)	100
11	Trinidad Chamorro Karla Irene – Acumulación Geodito	150
12	Laureano Mendoza Sheyly Petronila – Acumulación Fortuna	25
13	Laureano Mendoza Sheyly Petronila – Acumulación Geodito	25
14	Comunidad Campesina de Sacra Familia (Cahuide)	2
15	Comunidad Campesina de Quiulacocha – 15 de Agosto	125
16	Comunidad Campesina de Quiulacocha – 15 de Agosto-1998	350
17	Sociedad Minera de Responsabilidad Limitada Tres Estrellas	2
18	Tromes Mining S.A.C. – Acumulación Cerro	25
19	Tromes Mining S.A.C. – PDP 8	25
20	Tromes Mining S.A.C. – Acumulación Geodito	25
Total	20 canteras	2 118 TM/día

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Canteras evaluadas en el distrito de Ninacaca

N.º	Cantera	Producción (TM/día)
1	Llanos Huaricapcha Moisés Rufino	45
2	Rivera Soto Fausto Moisés	80
3	Meza Quispe Gaudencio Apolonio	100
4	Panduro Uscuchagua Edgar	200
5	Cantera Alde (Alania de la Sota Fidel Mao)	80
6	Meza Alvino Jhoel	80
7	Tromes Mining S.A.C. – Cantera Ninacaca	25
8	Tromes Mining S.A.C. – Pasco 33	25
9	Tromes Mining S.A.C. – Cantera Alde	25
Total	9 canteras	660 TM/día

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Canteras evaluadas en el distrito de Tinyahuarco

N.º	Cantera	Producción (TM/día)
1	Rojas Jacinto Jesús – Acumulación La Trinidad	200
2	Trinidad Chamorro Karla Irene – Acumulación Fortuna	25
3	Acumulación Pariachuccho	25
4	Tromes Mining S.A.C. – Acumulación La Trinidad	25
Total	4 canteras	275 TM/día

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Canteras evaluadas en el distrito de Huariaca

N.º	Cantera	Producción (TM/día)
1	Ranco Alto (López García David Daniel)	1000
Total	1 cantera	1 000 TM/día

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Canteras evaluadas en el distrito de Huayllay

N.º	Cantera	Producción (TM/día)
1	Álvarez Borja María Luz	60
Total	1 cantera	60 TM/día

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Canteras evaluadas en el distrito de Yanacancha

N.º	Cantera	Producción (TM/día)
1	Laureano Mendoza Sheyly Petronila – Acumulación Cerro	25
2	NYLEVE S.A.C. – Virgen de las Mercedes AK	120
Total	2 canteras	145 TM/día

Fuente: Elaboración propia

Tipo de mineral no metálico explotado

Tabla 13. Tipo de recursos explotados en la provincia de Pasco

Recurso mineral	Frecuencia (TM/día)	Porcentaje (%)
Arena	4 136	56,6
Grava (piedra chancada y otros)	2 068	28,3
Piedra	1 104	15,1
Total	7 308	100,0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Distribución porcentual de recursos minera no metálicos explotados



Interpretación

Los resultados muestran que, de una producción total estimada de **7 308 TM/día** de minerales no metálicos en la provincia de Pasco, el recurso de mayor participación corresponde a la **arena**, con **4 136 TM/día**, equivalente al **56,6 %** del total producido. Este predominio evidencia que la actividad extractiva está orientada principalmente al abastecimiento de materiales para la construcción, especialmente para la elaboración de concreto, morteros y otras obras de infraestructura.

En segundo lugar, se encuentra la **grava (piedra chancada y otros agregados)**, con una producción de **2 068 TM/día**, que representa el **28,3 %** del total. Este recurso constituye un insumo fundamental para la construcción de carreteras, edificaciones y obras civiles, complementando la demanda de agregados pétreos en la provincia.

Finalmente, la **piedra** registra una producción de **1 104 TM/día**, equivalente al **15,1 %** de la producción total. Aunque presenta una menor participación relativa, su explotación continúa siendo significativa por su utilización en diversas actividades constructivas y de acondicionamiento de infraestructura.

En conjunto, los resultados evidencian que la producción de minerales no metálicos en la provincia de Pasco está fuertemente concentrada en la extracción de **agregados para la construcción**, donde la arena y la grava representan cerca del **85 %** de la producción diaria. Esta estructura productiva explica la elevada intensidad de explotación observada en distritos como Vicco y Simón Bolívar, y constituye un aspecto relevante para la evaluación del desempeño ambiental de las operaciones mineras, debido a los potenciales impactos asociados con la remoción de material, la generación de polvo, el transporte de agregados y la alteración del suelo y del paisaje.

Resultados del desempeño ambiental de las operaciones mineras no metálicas en la provincia de Pasco

La caracterización del proceso de extracción y producción de agregados constituye un aspecto fundamental para la evaluación del desempeño ambiental de

las canteras ubicadas en el distrito de Vicco. El conocimiento de cada etapa permite identificar las actividades que generan mayores impactos sobre los componentes ambientales, especialmente sobre el recurso hídrico, el suelo, la calidad del aire y el paisaje. Durante las visitas de campo se observó que varias canteras se encuentran próximas al río San Juan y emplean agua en las operaciones de lavado y clasificación del material, por lo que la adecuada gestión de efluentes y sedimentos representa un factor determinante para la conservación de la calidad del agua.

a. Desbroce y preparación del terreno

La primera etapa del proceso consiste en el retiro de la cobertura vegetal y de la capa superficial del suelo (topsoil), conformada principalmente por materia orgánica y material fino. Esta actividad tiene como finalidad dejar expuesto el depósito mineral para facilitar la explotación. Durante la evaluación de campo se verificó que la mayoría de las canteras realizan el acopio temporal del suelo orgánico en áreas contiguas al frente de explotación, con el propósito de reutilizarlo posteriormente en las actividades de cierre progresivo y rehabilitación del terreno. Sin embargo, cuando este material no es manejado adecuadamente puede favorecer procesos de erosión y generación de sedimentos.

Imagen 1. Imagen de las áreas de desbroce



b. Extracción del material

Una vez acondicionado el terreno, se procede a la extracción del material mediante el empleo de maquinaria pesada, principalmente cargadores frontales y excavadoras hidráulicas. La explotación se desarrolla generalmente a cielo abierto, removiendo bancos de material que, en algunos casos, alcanzan profundidades cercanas a los 20 m. El material extraído corresponde a depósitos aluviales compuestos por arena, grava, cantos rodados y roca de diferentes tamaños, los cuales contienen impurezas naturales como arcillas, limos y materia orgánica que requieren ser eliminadas durante las etapas posteriores del proceso.

Imagen 2. Extracción de arena y agregados con equipo



c. Lavado y clasificación de agregados

El material extraído es transportado hacia la planta de procesamiento, donde se realiza el lavado mediante sistemas de agua a presión con el objetivo de remover partículas finas, arcillas y materia orgánica adherida a los agregados. Posteriormente, el material pasa por zarandas vibratorias o equipos de clasificación granulométrica que permiten separar los diferentes tamaños de agregados.

Durante las inspecciones de campo se observó que varias canteras utilizan

agua proveniente del río San Juan para desarrollar esta operación. Asimismo, se identificó que las aguas residuales generadas contienen altas concentraciones de sólidos suspendidos y sedimentos, por lo que requieren un tratamiento previo antes de su descarga. Algunas operaciones cuentan con pozas de sedimentación o sistemas de decantación para favorecer la remoción de sólidos; sin embargo, en determinados casos se evidenció que parte del efluente retorna a cauces naturales cercanos, situación que podría incrementar la turbidez del río y modificar temporalmente sus características fisicoquímicas cuando no existe un tratamiento adecuado.

Imagen 3. Lavado y clasificación de agregados



d. Producción de arena

Después del proceso de lavado y clasificación, la fracción fina es separada para obtener arena con características granulométricas adecuadas para su utilización en la industria de la construcción. El producto final es almacenado en pilas independientes para evitar su contaminación con otros materiales y facilitar su comercialización. La calidad de la arena depende principalmente del contenido

de finos, del grado de limpieza y de la uniformidad granulométrica obtenida durante el proceso de clasificación.

Imagen 4. Lavado y clasificación de agregados



e. Producción de piedra chancada

La fracción de roca de mayor tamaño es conducida a una planta de trituración, donde pasa por trituradoras primarias y, cuando es necesario, trituradoras secundarias o terciarias para reducir progresivamente el tamaño del material. Posteriormente, el producto triturado es clasificado mediante zarandas vibratorias para obtener diferentes granulometrías de piedra chancada, utilizadas como agregado grueso en la fabricación de concreto, pavimentos, bases y subbases de carreteras y otras obras de infraestructura. Durante esta etapa se generan emisiones de material particulado y ruido, por lo que resulta importante implementar medidas de control como sistemas de riego, encapsulamiento de equipos y mantenimiento preventivo de la maquinaria.

Imagen 5. Producción de piedra chancada



f. Producción de piedra

Los bloques de roca que presentan dimensiones y características físicas adecuadas pueden comercializarse directamente como piedra para obras de ingeniería, construcción de muros, protección de riberas, enrocados y otras aplicaciones. En algunos casos, el material únicamente requiere una clasificación por tamaño; en otros, se realiza un corte o conformado parcial para satisfacer las especificaciones del mercado. Este producto generalmente demanda un procesamiento menor que la piedra chancada, aunque requiere un manejo adecuado durante su almacenamiento y transporte para evitar pérdidas de material.

Imagen 6. Producción de piedra



g. Almacenamiento y comercialización

Finalmente, la arena, la piedra chancada y la piedra son almacenadas por separado en patios de acopio debidamente identificados, desde donde son cargadas en camiones para su transporte hacia los principales centros de consumo. De acuerdo con la información recopilada durante la investigación, la producción abastece principalmente a los mercados de Cerro de Pasco, Huayllay, Colquijirca y otras localidades de la región, donde estos agregados constituyen insumos esenciales para la ejecución de obras de infraestructura, edificaciones, pavimentación y proyectos de desarrollo urbano.

En términos ambientales, las etapas de extracción, lavado, trituración, clasificación y transporte representan las actividades con mayor potencial de generación de impactos, principalmente por la emisión de material particulado, la generación de ruido y vibraciones, el consumo de agua, la producción de efluentes con sólidos suspendidos y la alteración de la morfología del terreno. Por ello, la implementación de medidas de manejo ambiental, sistemas eficientes de recirculación del agua y programas de rehabilitación progresiva constituyen elementos esenciales para reducir los efectos de la actividad extractiva sobre el entorno.

Imagen 7. Almacenamiento y comercialización



Evaluación del desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco, 2025

Evaluación del manejo de efluentes generados durante el lavado de agregados

El proceso de beneficio de arena y agregados constituye la etapa de mayor interacción entre las operaciones de minería no metálica y el recurso hídrico, debido a que requiere grandes volúmenes de agua para remover limos, arcillas y materia orgánica presentes en el material extraído. Durante las inspecciones realizadas en las 54 operaciones evaluadas se identificaron diferencias importantes en el manejo del agua utilizada durante el proceso productivo, dependiendo del distrito donde se desarrolla la actividad.

Tabla 14. Evaluación del manejo de efluentes por distrito

Distrito	Fuente de agua utilizada	Destino del efluente observado	Evaluación ambiental
Vicco	Agua subterránea	Infiltración al terreno cercano a las canteras	Riesgo medio
Simón Bolívar	Río San Juan	Descarga hacia el río con presencia de sólidos suspendidos	Riesgo alto
Ninacaca	Principalmente explotación seca; uso limitado de agua	Infiltración natural y escurrimiento local	Riesgo bajo
Tinyahuarco	Explotación predominantemente seca	Escurrimiento superficial eventual	Riesgo bajo
Huariaca	Explotación de roca (Ranco Alto)	Escasa generación de efluentes	Riesgo bajo
Huayllay	Explotación de agregados con lavado limitado	Infiltración natural	Riesgo bajo
Yanacancha	Producción de roca y agregados	Escurrimiento local eventual	Riesgo bajo

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

La evaluación evidencia que el mayor compromiso ambiental asociado al manejo de efluentes se concentra en los distritos de **Simón Bolívar y Vicco**, donde se desarrolla la mayor producción de agregados de la provincia.

En **Simón Bolívar**, las observaciones de campo permitieron verificar que diversas operaciones utilizan directamente agua proveniente del río San Juan para el lavado del material extraído. Posteriormente, el agua residual retorna al mismo cauce sin evidenciar un tratamiento eficiente que permita reducir la carga de sólidos suspendidos generados durante el proceso.

Esta situación difiere de las medidas establecidas normalmente en los instrumentos de gestión ambiental aprobados (Declaración de Impacto Ambiental), los cuales contemplan la implementación de pozas de sedimentación o sistemas de recirculación del agua antes de su descarga. En consecuencia, el retorno de agua con elevada turbidez puede incrementar temporalmente la concentración de sólidos suspendidos del río, modificar su transparencia y favorecer procesos de sedimentación aguas abajo.

Imagen 8. *Río San Juan con presencia de sedimentos después de la zona de producción de arena Sacra Familia*



En el distrito de **Vicco**, el escenario observado presenta diferencias importantes. Las operaciones emplean principalmente agua proveniente de pozos o captaciones subterráneas para el lavado de agregados. Posteriormente, el agua es descargada mediante infiltración hacia el terreno natural dentro o alrededor de las canteras. Aunque esta práctica reduce la descarga directa al río San Juan, la cercanía

de varias operaciones al cauce genera la posibilidad de transporte de finos mediante escorrentía superficial durante eventos de precipitación intensa o mediante infiltración hacia el acuífero superficial.

Imagen 9. Infiltración de aguas en las zonas de producción en Vicco



En los distritos de **Ninacaca, Tinyahuarco, Huariaca, Huayllay y Yanacancha**, muestran que las explotaciones corresponden principalmente a canteras de roca y agregados ubicadas fuera del cauce inmediato del río San Juan, desarrollándose sobre terrazas, laderas o zonas altoandinas. Debido a ello, el consumo de agua para lavado es considerablemente menor y predominan procesos de clasificación mecánica y trituración, reduciendo significativamente la generación de efluentes líquidos. No obstante, continúan existiendo riesgos asociados al arrastre de sedimentos por escorrentía durante la época de lluvias.

Evaluación del manejo de desmontes y residuos finos

Durante las visitas de inspección se verificó que prácticamente todas las operaciones generan materiales finos producto del lavado y clasificación granulométrica.

Tabla 15. Evaluación del manejo de desmontes

Aspecto evaluado	Situación observada	Nivel de desempeño
Acopio de desmontes	Material acumulado alrededor de las operaciones	Regular
Manejo de lodos	Acumulación sin estabilización	Deficiente
Protección contra erosión	Escasa	Deficiente
Control de dispersión por viento	No se observaron medidas permanentes	Deficiente
Reaprovechamiento del material fino	Muy limitado	Deficiente

Interpretación

Los desmontes y lodos producto del lavado permanecen acumulados alrededor de las áreas de explotación formando depósitos de material fino expuestos directamente a la acción del viento.

Durante la época seca característica de la provincia de Pasco, estos materiales son fácilmente transportados por acción eólica hacia los terrenos adyacentes, afectando principalmente las áreas destinadas al pastoreo de ganado y la cobertura vegetal existente. La deposición continua de partículas finas modifica las características superficiales del suelo, reduce la cobertura vegetal y favorece procesos de erosión.

Asimismo, durante la temporada de lluvias dichos materiales pueden ser incorporados a la escorrentía superficial, incrementando la carga de sedimentos transportada hacia quebradas y cursos de agua cercanos.

En términos ambientales, esta situación evidencia un manejo insuficiente de residuos mineros no peligrosos, ya que no se observaron medidas permanentes de estabilización, revegetación, humectación periódica o confinamiento de los desmontes.

Imagen 10. Acumulación de lodos y desmonte



Evaluación de la certificación ambiental

De las 54 operaciones evaluadas, únicamente una parte cuenta con Resolución Directoral de aprobación de Declaración de Impacto Ambiental.

Tabla 16. Evaluación de la certificación ambiental

Condición	Número de operaciones	Porcentaje (%)
Con Declaración de Impacto Ambiental aprobada	10	18,5
Sin resolución ambiental identificada	44	81,5
Total	54	100,0

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

La evaluación evidencia que solamente el **18,5 %** de las operaciones dispone de una resolución de aprobación de la Declaración de Impacto Ambiental, mientras que el **81,5 %** restante no presenta evidencia documental de certificación ambiental dentro de la información recopilada durante la investigación.

Esta situación refleja que una proporción importante de las actividades extractivas presenta limitaciones respecto al cumplimiento del proceso de certificación

ambiental exigido para este tipo de operaciones.

Adicionalmente, durante las inspecciones de campo se observó que incluso algunas operaciones que cuentan con certificación ambiental no implementan completamente las medidas establecidas en sus instrumentos de gestión ambiental, particularmente aquellas relacionadas con el tratamiento de efluentes mediante sedimentación, manejo de desmontes y control de sedimentos.

En consecuencia, el desempeño ambiental no depende únicamente de la existencia de un instrumento ambiental aprobado, sino también del grado de implementación efectiva de las medidas de manejo establecidas en dicho documento.

Evaluación integral del desempeño ambiental

La evaluación realizada permite concluir que el desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco es predominantemente **regular a deficiente**, debido a que las principales brechas identificadas corresponden a:

- Incumplimiento parcial del manejo de efluentes provenientes del lavado de agregados.
- Descarga de aguas con sólidos suspendidos hacia el río San Juan en algunas operaciones del distrito de Simón Bolívar.
- Manejo inadecuado de desmontes y materiales finos generados durante el proceso productivo.
- Escasas medidas para controlar la dispersión de polvo por acción del viento.
- Bajo porcentaje de operaciones con certificación ambiental identificada.
- Implementación parcial de las medidas previstas en los instrumentos de gestión ambiental aprobados.

En conjunto, estos resultados indican que las mayores prioridades para mejorar el desempeño ambiental corresponden a la implementación de sistemas eficientes de recirculación y sedimentación de aguas, estabilización de desmontes, control de material particulado, recuperación progresiva de áreas intervenidas y

fortalecimiento de la fiscalización ambiental orientada al cumplimiento de los compromisos establecidos en los instrumentos de gestión ambiental.

4.3. Prueba de hipótesis

Contratación de la Hipótesis donde se tiene la siguiente hipótesis:

“Las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025 presentan un desempeño ambiental deficiente debido al cumplimiento parcial de las medidas de gestión ambiental y a la gestión inadecuada de residuos sólidos y efluentes”.

En base a ello la prueba de hipótesis se concluye en lo siguiente:

Las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025 presentan un desempeño ambiental deficiente debido al cumplimiento parcial de las medidas de gestión ambiental y a la gestión inadecuada de residuos sólidos y efluentes.

Contrastación

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que:

- En el distrito de Simón Bolívar se observaron descargas de efluentes con presencia de sólidos suspendidos hacia el río San Juan, calificándose el riesgo ambiental como alto.
- En Vicco se identificó infiltración de aguas residuales hacia el terreno sin sistemas adecuados de tratamiento, representando un riesgo ambiental medio.
- El manejo de desmontes fue evaluado como regular, mientras que el manejo de lodos, el control de erosión, la dispersión por viento y el reaprovechamiento del material fino fueron calificados como deficientes.
- Solo el 18,5 % de las operaciones cuenta con Declaración de Impacto Ambiental aprobada, mientras que el 81,5 % carece de certificación ambiental identificada.
- Incluso algunas operaciones certificadas no implementan completamente las medidas previstas en sus instrumentos de gestión ambiental.

- La evaluación integral concluye que el desempeño ambiental general es predominantemente regular a deficiente.

4.4. Discusión de resultados

- Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que el desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025 es predominantemente **regular a deficiente**, debido al cumplimiento parcial de las medidas de gestión ambiental, al manejo inadecuado de efluentes y residuos sólidos, y al bajo grado de cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental. Estos hallazgos permiten responder al objetivo general de la investigación y confirman la hipótesis planteada, demostrando que aún persisten importantes brechas en la implementación de prácticas ambientales orientadas a prevenir y mitigar los impactos derivados de la extracción de agregados para la construcción.
- Respecto al primer objetivo específico, referido a determinar el nivel de cumplimiento de las medidas de gestión ambiental, los resultados muestran que gran parte de las operaciones evaluadas implementan únicamente medidas parciales para el control de sus impactos ambientales. Durante las inspecciones de campo se constató la existencia de deficiencias en el tratamiento de efluentes, en el manejo de desmontes, en el control de material particulado y en la rehabilitación progresiva de las áreas intervenidas. Estos resultados evidencian que las medidas preventivas establecidas en los instrumentos de gestión ambiental no son aplicadas de manera integral, limitando su eficacia para reducir los impactos sobre el agua, el suelo y el aire. Dichos hallazgos coinciden con lo reportado por **Díaz Loja (2016)**, quien concluyó que las actividades de minería no metálica desarrolladas sin una adecuada planificación ambiental ocasionan impactos negativos significativos sobre los recursos naturales y requieren la implementación de medidas permanentes de mitigación y monitoreo. Asimismo, los resultados guardan concordancia con **Bartra Leveau y Virhuez Vela (2021)**, quienes señalaron que la aplicación de programas de manejo ambiental

constituye un elemento indispensable para disminuir la degradación de los componentes ambientales en las explotaciones de caliza. En ese sentido, la realidad observada en la provincia de Pasco confirma que el cumplimiento parcial de las medidas ambientales continúa siendo una de las principales limitaciones para alcanzar un desempeño ambiental adecuado.

- En relación con el segundo objetivo específico, orientado a analizar el manejo de residuos sólidos y efluentes, la investigación permitió identificar importantes deficiencias asociadas al tratamiento de las aguas residuales generadas durante el lavado de agregados y al manejo de desmontes y materiales finos. En el distrito de Simón Bolívar se observó que varias operaciones descargan efluentes con elevada concentración de sólidos suspendidos directamente hacia el río San Juan, situación clasificada como de alto riesgo ambiental debido a la posibilidad de incrementar la turbidez y la sedimentación del cuerpo receptor. Por otra parte, en el distrito de Vicco predominó la infiltración de aguas residuales hacia el terreno natural, práctica que, aunque reduce la descarga superficial, representa un riesgo potencial de movilización de sedimentos hacia el acuífero y cuerpos de agua cercanos durante los periodos de lluvia. Asimismo, se verificó que los desmontes y lodos permanecen acumulados sin estabilización ni medidas permanentes para controlar la erosión o la dispersión por acción del viento, favoreciendo la contaminación difusa del suelo y de las áreas de pastoreo.
- Estos resultados son consistentes con los planteamientos de **Seki (2023)**, quien sostiene que las actividades mineras generan alteraciones importantes sobre los ecosistemas cuando no existen mecanismos adecuados para controlar los residuos y efluentes, afectando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos relacionados con la regulación hídrica y la estabilidad del suelo. De igual manera, coinciden con **Anne de Bortoli (2025)**, quien determinó que la extracción de agregados presenta una elevada huella ambiental debido a la remoción del suelo, la generación de sedimentos, el consumo de agua y las emisiones derivadas del

proceso productivo, recomendando fortalecer las prácticas operativas y la rehabilitación de las áreas explotadas. Por consiguiente, los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que el manejo inadecuado de residuos sólidos y efluentes continúa representando uno de los principales factores que limitan la sostenibilidad ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco.

- En cuanto al tercer objetivo específico, relacionado con el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental, los resultados muestran que únicamente el 18,5 % de las operaciones evaluadas cuenta con una Declaración de Impacto Ambiental aprobada, mientras que el 81,5 % restante no presentó evidencia documental de certificación ambiental. Además, durante las inspecciones se observó que incluso algunas operaciones certificadas incumplen parcialmente las medidas establecidas en sus respectivos instrumentos de gestión ambiental, principalmente en lo relacionado con el tratamiento de efluentes, el control de sedimentos y el manejo de desmontes. Estos hallazgos ponen de manifiesto que la existencia de un instrumento ambiental aprobado no garantiza por sí sola un adecuado desempeño ambiental, sino que resulta indispensable asegurar su implementación efectiva mediante procesos permanentes de seguimiento, supervisión y fiscalización.
- Los resultados obtenidos guardan relación con lo reportado por **Chávez Osorio (2022)** en la provincia de Pasco, quien concluyó que las operaciones de pequeño productor minero generan impactos significativos sobre la calidad del agua, aire y suelo, recomendando fortalecer los mecanismos de monitoreo y control ambiental. Asimismo, los resultados son coherentes con lo establecido en la Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente, la Ley N.º 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, y el Reglamento de Protección Ambiental para la Minería No Metálica, los cuales establecen que toda actividad extractiva debe implementar medidas de prevención, mitigación y seguimiento

ambiental orientadas a evitar la degradación de los recursos naturales. La baja proporción de operaciones con certificación ambiental identificada durante la investigación evidencia la necesidad de fortalecer la formalización y el cumplimiento de las obligaciones ambientales por parte de los operadores mineros.

- Desde una perspectiva integral, los resultados obtenidos confirman que las operaciones de minería no metálica evaluadas presentan un desempeño ambiental predominantemente regular a deficiente, debido a la interacción de diversos factores relacionados con el manejo de efluentes, la disposición de residuos sólidos, el limitado cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental y la insuficiente aplicación de medidas preventivas durante el proceso extractivo. Esta situación coincide con las conclusiones de **Seki (2023)**, quien sostiene que la sostenibilidad de la actividad minera depende de la incorporación de sistemas de gestión ambiental basados en el principio de prevención, el monitoreo continuo y la restauración progresiva de las áreas intervenidas.
- Finalmente, los resultados obtenidos permiten afirmar que la minería no metálica continúa representando una actividad de gran importancia económica para la provincia de Pasco; sin embargo, su sostenibilidad depende de la implementación efectiva de programas de gestión ambiental que garanticen el adecuado tratamiento de efluentes, el manejo de residuos sólidos, la rehabilitación de áreas degradadas y el cumplimiento de la normativa ambiental vigente. En consecuencia, resulta indispensable fortalecer las acciones de supervisión ambiental, promover la formalización de las operaciones y fomentar la adopción de tecnologías de recirculación del agua, estabilización de desmontes y recuperación progresiva de las áreas explotadas, con el propósito de reducir los impactos ambientales y mejorar el desempeño ambiental del sector minero no metálico.

CONCLUSIONES

- I. Se determinó que el desempeño ambiental de las operaciones de minería no metálica en la provincia de Pasco durante el año 2025 es predominantemente regular a deficiente, debido al cumplimiento parcial de las medidas de gestión ambiental, al manejo inadecuado de residuos sólidos y efluentes, y al limitado cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental. Esta condición evidencia la necesidad de fortalecer la gestión ambiental para reducir los impactos sobre el agua, el suelo y el aire.
- II. Se estableció que el nivel de cumplimiento de las medidas de gestión ambiental es insuficiente para garantizar una adecuada protección de los componentes ambientales. Durante las evaluaciones de campo se identificaron deficiencias en el tratamiento de efluentes, el manejo de desmontes, el control del material particulado y la rehabilitación de áreas intervenidas, lo que demuestra que las medidas preventivas y de mitigación son implementadas de manera parcial por la mayoría de las operaciones evaluadas.
- III. Se comprobó que el manejo de residuos sólidos y efluentes presenta deficiencias que incrementan el riesgo de afectación ambiental. En el distrito de Simón Bolívar se observó la descarga de efluentes con sólidos suspendidos hacia el río San Juan, mientras que en Vicco predominó la infiltración de aguas residuales hacia el terreno. Asimismo, los desmontes y materiales finos permanecen acumulados sin medidas permanentes de estabilización, favoreciendo procesos de erosión, dispersión de partículas y sedimentación en los cuerpos de agua cercanos.
- IV. Se determinó que el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental es limitado, debido a que únicamente el 18,5 % de las operaciones evaluadas cuenta con Declaración de Impacto Ambiental aprobada, mientras que el 81,5 % restante no presentó evidencia documental de certificación ambiental. Además, se verificó que algunas operaciones con certificación ambiental no implementan completamente las medidas establecidas en sus instrumentos de gestión, lo que reduce la eficacia de las acciones de prevención y control ambiental.

- V.** Se concluye que las principales brechas del desempeño ambiental en las operaciones de minería no metálica de la provincia de Pasco están relacionadas con la insuficiente implementación de sistemas de tratamiento y recirculación de efluentes, el manejo inadecuado de residuos sólidos y desmontes, el escaso control de los impactos sobre los recursos hídricos y la limitada aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, situación que compromete la sostenibilidad ambiental de la actividad extractiva.
- VI.** Los resultados obtenidos confirman la hipótesis general de la investigación, al evidenciar que las operaciones de minería no metálica presentan un desempeño ambiental deficiente como consecuencia del cumplimiento parcial de las medidas de gestión ambiental, la inadecuada gestión de residuos sólidos y efluentes y el limitado cumplimiento de la normativa ambiental vigente, lo que hace necesaria la implementación de acciones orientadas a fortalecer la gestión ambiental y el cumplimiento de las obligaciones establecidas por la legislación peruana.

RECOMENDACIONES

- I.** Los titulares de las operaciones de minería no metálica de la provincia de Pasco deben implementar sistemas de tratamiento y recirculación de aguas mediante pozas de sedimentación u otras tecnologías equivalentes, con el fin de evitar la descarga de efluentes con sólidos suspendidos hacia cuerpos de agua superficiales y reducir el consumo del recurso hídrico durante el proceso de lavado de agregados.
- II.** Las operaciones mineras deben fortalecer el manejo de residuos sólidos y desmontes mediante la estabilización de taludes, confinamiento de materiales finos, revegetación de áreas intervenidas y control de la erosión, con el propósito de disminuir la dispersión de partículas por acción del viento y el arrastre de sedimentos durante los periodos de lluvia.
- III.** El Ministerio de Energía y Minas (MINEM), el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) y el Gobierno Regional de Pasco, a través de la Dirección Regional de Energía y Minas, deben fortalecer las acciones de supervisión y fiscalización ambiental, verificando el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental, especialmente en aquellas operaciones que no cuentan con certificación ambiental o que presentan incumplimientos en la aplicación de las medidas de manejo ambiental.
- IV.** Los titulares de las operaciones de minería no metálica deben promover procesos de formalización ambiental y mejorar la implementación de sus instrumentos de gestión ambiental, incorporando programas permanentes de monitoreo de la calidad del agua, suelo y aire, así como planes de capacitación para el personal en buenas prácticas ambientales, con el objetivo de elevar el desempeño ambiental y garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Anne Bortoli, (2025). Comprensión de los impactos ambientales de los agregados vírgenes: Revisión crítica de la literatura y evaluaciones de ciclo de vida integrales [Tesis de maestría, Universidad de Quebec, Canadá]. Repositorio institucional.
- Barboza Baldeón (2008). Formulación de un sistema de gestión ambiental para la minería no metálica en la compañía minera San Gabriel S.A. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Bartra Leveau (2021). Propuesta de estudio ambiental para desarrollar la actividad de pequeña minería no metálica caliza en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín.
- Chávez (2022). Gestión de residuos de la construcción. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín
- Chávez Osorio, J. B. (2022). Evaluación de los impactos ambientales que genera la minería en el rubro pequeño productor minero (PPM) y productor minero artesanal (PMA), en la provincia de Pasco en el año 2021 [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio institucional.
- Cruz Valdivia, A. (2022). Análisis del comportamiento de la calidad del agua por concentración de metales pesados de efluentes mineros: Caso río San Juan, Cerro de Pasco [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio institucional.
- Díaz Loja, (2016). Estudio ambiental para el desarrollo de la actividad minera no metálica artesanal en la concesión Jepelacio Castle, distrito de Jepelacio, Moyobamba [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Martín.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Ministerio del Ambiente. (2009). Guía de manejo ambiental para minería no metálica. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA). <https://sinia.minam.gob.pe>.
- Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM). (2022). Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental – SEIA: Lineamientos y normatividad. Lima, Perú: MINAM.
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2015). Resolución Ministerial N.º 048-2015-MEM/DM: Reglamento de protección ambiental para la minería no metálica. Lima, Perú: MINEM.
- Morsolin, C., & Palacín, M. (2005). Perú: la experiencia de la Coordinadora Nacional de Comunidades Afectadas por la Minería. Biodiversidad en América Latina.

- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2023). Gestión ambiental y calidad ambiental en el Perú.
- Ministerio de Energía y Minas (MINEM). (2024). Normativa ambiental para actividades mineras no metálicas.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2024). Fiscalización ambiental en actividades mineras.
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2006). Fundamentos de Ecología (5.ª ed.). Thomson.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1987). Informe Brundtland: Nuestro futuro común.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2022). Conservación y manejo sostenible de los suelos.
- Piscoya Arbañil, J. A. (2019). Minería y contaminación ambiental en Piura. Revista ECIPerú.
- Seki, H. (2023). Impactos ambientales de la minería sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: Una evaluación mediante múltiples métodos [Tesis doctoral, University of Sheffield]. Repositorio de la University of Sheffield.

ANEXOS

ANEXO 01

Imágenes adicionales de la investigación realizada

Imagen 11. Evaluación en campo del desempeño ambiental de los productores de arena y agregados



Imagen 12. Río San Juan impactado por sólidos de la producción de arena y agregados



Imagen 13. Traslado de arena sin ninguna mediada ambiental



ANEXO 02

Información de certificación ambiental



"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

SAYAN HUAMAN JUAN CARLOS (SANTA ROSA DE LIMA)	E: 356969 N: 8812308
CURI MEZA CRIS SOLEDAD (ACUMULACION EL REPECHAJE) ACUMULACION BROCAL ACUMULACION GEODITO	E: 356504 N: 8813689 E: 364622 N: 8805209 E: 352181 N: 8812992
SAYAN HUAMAN MARCO ANTONIO (SANTA ROSA DE LIMA)	E: 357050 N: 8812973
TRINIDAD CHAMORRO KARLA IRENE (ACUMULACIÓN GEODITO) ACUMULACIÓN FORTUNA ACUMULACIÓN PARIACHUCCHO	E: 345774 N: 8809298 E: 356324 N: 8807847 E: 341774 N: 8809258
LAUREANO MENDOZA SHEYLY PETRONILA (ACUMULACION FORTUNA) ACUMULACION GEODITO ACUMULACION CERRO	E: 354936 N: 8812556 E: 354692 N: 8812719 E: 363755 N: 8821164
COMUNIDAD CAMPESINA DE SACRA FAMILIA(CAHUIDE)	E: 356996 N: 8812122
COMUNIDAD CAMPESINA DE QUIULACocha (15 DE AGOSTO) 15 DE AGOSTO-1998	E: 355485 N: 8814119 E: 355654 N: 8812633
SERVICIOS GENERALES SIBER SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA (ACUMULACION LA CHIRIPA) ACTIVIDAD DE BENEFICIO	E: 364010 N: 8803255 E: 363800 N: 8803538
NYLEVE SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA - NYLEVE S.A.C (VIRGEN DE LAS MERCEDES AK)	E: 367060 N: 8817921
COMERCIO Y SERVICIOS BALDEON S.A.C. - COMYSBAL S.A.C. (ACUMULACION LA CHIRIPA)	E: 363542 N: 8802752
SOCIEDAD MINERA DE RESPONSABILIDAD LIMITADA TRES ESTRELLAS (TRES ESTRELLAS) (ACTIVIDAD BENEFICIO)	E: 356779 N: 8812633 E: 356733 N: 8811937
STRONG GROUP MINERÍA & CONSTRUCCIÓN SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	E: 362730 N: 8803481
LBC MINING SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA	E: 362827 N: 8803044
TROMES MINING SOCIEDAD ANÓNIMA CERRADA (BROCAL) RETAZO 46	E: 362135 N: 8802402

DIRECCIÓN: ED L N° 3 2do PISO AV. LOS PROCERES - SAN JUAN PAMPA
TELEFAX: (063) 422153 E MAIL: rpassco@minem.gob.pe - direccionminas@regionpasco.gob.pe





PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas



Unidos
por Pasco



DREM
PASCO

PASCO

POR UNA MINERÍA
SOSTENIBLE Y
SUSTENTABLE

"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"

	CANTERA NINACACA	E:359656
	RETAZO 287	N:8799511
	PASCO 33	E:379815
	ACUMULACIÓN CERRO	N:8796935
	CANTERA ALDE	E: 391381
	ACUMULACION LA TRINIDAD	N: 8715956
	PDP 8	E: 380578
	ACUMULACION GEODITO	N: 8821682
		E: 359099
		N: 8819501
		E: 391959
		N: 8821199
		E: 348023
		N: 8810567
		E:341015
		N:8809380
		E:350584
		N:8813729

Fuente: Datos obtenidos del REINFO y Sistema de Ventanilla Única - MINEM

DIRECCIÓN: ED

TELÉFAX: (063) 422153 E MAIL: rpasco@minem.gob.pe - direccionminas@regionpasco.gob.pe

L N° 32do PISO AV. LOS PROGRESOS - SAN JUAN PAMPA

