

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**IMPACTOS GEOAMBIENTALES POR EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NO
METÁLICOS EN LA MICROCUENCA NAMORA - CAJAMARCA**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

MELVIN TASILLA LLANOS

Asesor:

Dr. CRISPÍN ZENÓN QUISPE MAMANI

Cajamarca, Perú

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: Melvin Tasilla Llanos
DNI: 71060661
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Maestría en Ciencias, Mención: Gestión Ambiental.
2. Asesor: Dr. Crispín Zenón Quispe Mamani
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☐ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☒ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
IMPACTOS GEOAMBIENTALES POR EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NO METÁLICOS EN LA MICROCUENCA NAMORA – CAJAMARCA
6. Fecha de evaluación: 13/10/2025
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (ORIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 4%
9. Código Documento: (trn:oid:3117:512337914)
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:

☒ **APROBADO** ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 13/10/2025

*Firma y/o Sello
Emisor Constancia*



Dr. Crispín Zenón Quispe Mamani
DNI: 29243825

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2025 by
MELVIN TASILLA LLANOS
Todos los Derechos Reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA – PERU



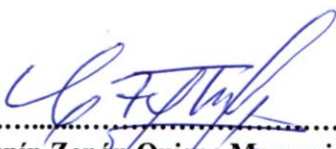
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

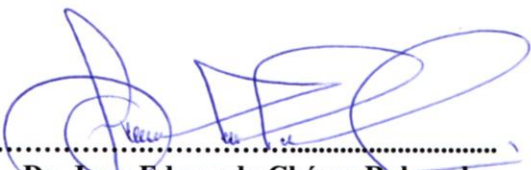
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 16:20 horas, del día 18 de setiembre del dos mil veinticinco, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el, **Dr. JUAN EDMUNDO CHÁVEZ RABANAL**, **Dr. EDIN EDGARDO ALVA PLASENCIA**, **Dr. JIMY FRANK OBLITAS CRUZ** y en calidad de Asesor el **Dr. CRISPÍN ZENÓN QUISPE MAMANI**, actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada “**IMPACTOS GEOAMBIENTALES POR EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NO METÁLICOS EN LA MICROCUENCA NAMORA - CAJAMARCA**”. presentada por el **Bachiller en Ingeniería Geológica MELVIN TASILLA LLANOS**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó... 17:00 con la calificación de Diecisiete (17) la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bachiller en Ingeniería Geológica, MELVIN TASILLA LLANOS**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS** Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Siendo las 18:10 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Crispín Zenón Quispe Mamani
Asesor


.....
Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal
Jurado Evaluador


.....
Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia
Jurado Evaluador


.....
Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A Dios, por concederme la salud y fortaleza necesarias para culminar esta tesis; a mis padres Reinerio y Úrsula, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional, que han sido mi principal fuente de inspiración durante todo este exigente proceso académico, por enseñarme el valor del esfuerzo y por creer en mí en todo momento.

A mis hermanos Daniel, Nancy, Jhon y Jefferson, por su compañía, motivación y por ser siempre un refugio de alegría y complicidad.

A mis amigos, por estar a mi lado en cada etapa, ofreciéndome su apoyo y palabras de motivación en los momentos que más las necesitaba.

Y, finalmente, a mis docentes, por su valiosa orientación y conocimientos compartidos, que fueron esenciales para lograr la culminación de este proyecto.

Esta tesis es para todos ustedes, que con su presencia, apoyo y afecto han dejado una huella eterna en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca por permitirme realizar mis estudios de Maestría.

A sus honorables autoridades, al director y a los docentes, por su compromiso con la formación de investigadores de alto nivel científico. Especial gratitud a mi Comité Científico, Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal, Dr. Jimmy Frank Oblitas Cruz y Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia, por su valiosa orientación durante este proceso académico.

Expreso mi más profunda gratitud al Dr. Crispín Zenón Quispe Mamani, Asesor de Tesis, por su valioso apoyo, orientación y constante motivación que hicieron posible la culminación de esta investigación.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE	vii
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE TABLAS	xiv
LISTA DE ABREVIACIONES.....	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes de la investigación.....	4
2.1.1. Antecedentes internacionales	4
2.1.2. Antecedentes nacionales	6
2.1.3. Antecedentes locales	7
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. Sistemas de información geográfica (SIG)	8

	Pág.
2.2.2. Estructuras geológicas.....	9
2.2.3. Geoformas o unidades morfogenéticas (UM)	11
2.2.4. Unidades hidrográficas	13
2.2.5. Hidrología	15
2.2.6. Hidrogeología.....	16
2.2.7. Matriz de impactos geoambientales (MGA-RC18)	18
2.2.8. Tipos de impactos geoambientales.....	20
2.3. Definición de términos básicos.....	24
CAPÍTULO III.....	26
MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. Ubicación de la zona de estudio	26
3.1.1. Ubicación política	26
3.1.2. Ubicación geográfica	26
3.1.3. Accesibilidad.....	26
3.1.4. Geología	28
3.1.5. Geomorfología	28
3.1.6. Hidrografía	28
3.2. Población, muestra y unidad de análisis	28
3.2.1. Población.....	28

	Pág.
3.2.2. Muestra.....	30
3.2.3. Unidades de análisis.....	30
3.3. Métodos de investigación	30
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información	31
3.4.1. Técnica documental	31
3.4.2. Técnica de campo: Observación	31
3.4.3. Instrumentos de recolección de datos	32
3.5. Equipos y materiales.....	32
3.6. Tipo de la investigación.....	32
3.7. Diseño de la investigación	32
3.7.1. Primera etapa.....	32
3.7.2. Segunda etapa.....	33
3.7.3. Tercera etapa	33
3.8. Procesamiento y análisis de la información.....	33
3.9. Procedimiento para completar la Matriz de Impactos Geoambientales MGA-RC18	34
CAPÍTULO IV.....	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. Caracterización de la microcuenca Namora	37
4.1.1. Litología	37

	Pág.
4.1.2. Unidades morfogenéticas de la microcuenca.....	39
4.1.3. Unidades hidrológicas e hidrogeológicas.....	41
4.2. Impactos en las estructuras geológicas	42
4.3. Impactos en las unidades morfogenéticas.....	45
4.4. Impactos hidrológicos e hidrogeológicos	49
4.5. Tipos de impactos identificados	54
4.5.1. Por la variación de la calidad ambiental	54
4.5.2. Por su extensión	54
4.5.3. Por el momento en el que se manifiesta.....	54
4.5.4. Por su persistencia.....	55
4.5.5. Por su recuperación y reversibilidad	55
4.5.6. Por la acumulación (interrelación de acciones y/o efectos)	56
4.5.7. Por la relación causa-efecto	56
4.5.8. Por su periodicidad.....	56
4.6. Contrastación de la hipótesis	57
4.7. Medidas de mitigación de impactos.....	57
CAPÍTULO V	60
CONCLUSIONES	60
CAPÍTULO VI.....	62

	Pág.
RECOMENDACIONES	62
CAPÍTULO VII	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
CAPÍTULO VIII.....	67
ANEXOS	67

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Representación estructural de los principales tipos de pliegues	10
Figura 2. Bloque diagrama de representación de una falla	10
Figura 3. Accesibilidad hacia la microcuenca Namora	27
Figura 4. Concesiones mineras en la microcuenca Namora (Población de la investigación)	29
Figura 5. Afloramiento de rocas de la Formación Farrat, Azimut: N°100 Buzamiento: 49°; Ubicación: Este: 792103 Norte:9204701	38
Figura 6. Depósitos lagunares constituidos por material areno-arcilloso en la microcuenca; Ubicación: Este: 791802 Norte:9204332	38
Figura 7. Depósitos aluviales constituidos por bloques de roca angulosos en la microcuenca Namora; Ubicación: Este: 793357 Norte:9203241	39
Figura 8. Planicie en la microcuenca Namora; Ubicación: Este: 792741 Norte:9203456	40
Figura 9. Lomadas en la microcuenca Namora; Ubicación: Este: 792741 Norte:9203456	40
Figura 10. Laderas en la microcuenca Namora; Ubicación: Este: 793432 Norte:9203925	40
Figura 11. Modificación de curso natural de quebrada por extracción de arena y grava; Ubicación: Este:791760 Norte:9204383	41
Figura 12. Modificación del relieve natural por explotación de arcillas, generando que el agua se acumule en superficie y aumente la infiltración; Ubicación: Este: 792490 Norte:9204244.	42
Figura 13. Extracción de agregados (arena) generando impacto en los depósitos lagunares, que luego estos lugares son abandonados sin realizar remediación alguna; Ubicación: Este:792281 Norte:9203735	45
Figura 14. Evidencia de la modificación de planicies por la explotación de arcillas; Ubicación: Este:792281 Norte:9203735	46

	Pág.
Figura 15. Modificación de laderas por la explotación de acillas; Ubicación: Este:793516 Norte:9203805	46
Figura 16. Corte geológico A-A', se observa la geometría de las estructuras geológicas en profundidad en la parte alta de la microcuenca, además del modelo inferido de las líneas de flujo subterráneo.	51
Figura 17. Corte geológico B-B', representación geométrica de las estructuras geológicas en profundidad en la parte baja de la microcuenca, además del modelo inferido de las líneas de flujo subterráneo.	51

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Matriz para clasificar a las Unidades Morfogenéticas (UM)	11
Tabla 2. Tamaño de las unidades hidrográficas según Ortiz.	14
Tabla 3. Tamaño de las unidades hidrográficas según Rodríguez y Huamán	14
Tabla 4. Matriz de Impactos Geoambientales – MGA-RC18	19
Tabla 5. Coordenadas que delimita la zona de estudio	26
Tabla 6. Vías de acceso hacia la microcuenca Namora	27
Tabla 7. Datos de las Concesiones mineras en la microcuenca Namora	29
Tabla 8. Concesiones mineras y su impacto en las estructuras geológicas	43
Tabla 9. Concesiones mineras y su impacto en las Unidades Morfogenéticas	47
Tabla 10. Concesiones mineras y su impacto en la hidrología e hidrogeología	52
Tabla 11. Matriz de impactos geoambientales en la microcuenca Namora por Explotación de minerales no metálicos.	53
Tabla 12. Medidas de mitigación de impactos geoambientales.	57
Tabla 13. Variables de investigación	68
Tabla 14. Operacionalización de variables (variable dependiente y variables dependientes)	69

LISTA DE ABREVIACIONES

DEM	: Modelo digital de elevaciones
Fm	: Formación
GPS	: Sistema de posicionamiento Global
ha	: Hectárea (unidad de medida de área).
INGEMMET	: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
Ki-f	: Formación Farrat
Km	: Kilómetro
m	: metros
NE	: Noreste
NO	: Noroeste
Pág.	: Página
Q-al	: Depósito cuaternario aluvial
Q-la	: Depósito cuaternario lagunar
SIG	: Sistema de información geográfica
SE	: Sureste
SO	: Suroeste
UTM	: Universal Transversa de Mercator
UM	: Unidad Morfogenética

RESUMEN

La microcuenca Namora se encuentra ubicada al este del distrito de Namora, Provincia y Región Cajamarca, esta microcuenca cuenta con importantes recursos no metálicos como arenas y arcillas que se usan como materias primas para la construcción. Los titulares mineros que desarrollan actividades de explotación de estos recursos son la Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A en su concesión “Namora 3-2018” y Jorge Miguel Pareja Celi en sus concesiones “Namora 2-2017” y “Namora 2-2017-A”. El objetivo principal de la investigación fue determinar los impactos geoambientales producidos por la explotación de los recursos no metálicos en las estructuras geológicas, geoformas (UM), hidrología e hidrogeología para proponer medidas de mitigación en los impactos de nivel alto y muy alto, para determinar estos impactos se utilizó la matriz cuantitativa de impactos geoambientales propuesta por Rodríguez (2018), imágenes satelitales georreferenciadas con coordenadas UTM, así como también información de campo e información bibliográfica; como resultados se obtuvieron impactos negativos de nivel moderado a muy altos en las estructuras geológicas, impactos negativos de nivel moderado a muy altos en las unidades morfogénicas; en las variables de hidrología e hidrogeología se obtuvieron impactos de nivel alto y muy alto, estos resultados deberá ser utilizados por las empresas mineras y autoridad competente para tomar acciones que conlleven a minimizar estos impactos en las variables geoambientales.

Palabras clave: Impactos geoambientales, recursos no metálicos, microcuenca, estructuras geológicas, geoformas (UM), hidrología, hidrogeología.

ABSTRACT

The Namora micro-basin is located east of the Namora district, Cajamarca Province and Region. This micro-basin has important non-metallic resources such as sand and clay that are used as raw materials for construction. The mining owners who develop exploitation activities of these resources are the Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A in its concession "Namora 3-2018" and Jorge Miguel Pareja Celi in his concessions "Namora 2-2017" and "Namora 2-2017-A". The main objective of the research was to determine the geoenvironmental impacts produced by the exploitation of non-metallic resources in geological structures, geoforms (UM), hydrology and hydrogeology to propose mitigation measures in high and very high level impacts. To determine these impacts, the quantitative geoenvironmental impact matrix proposed by Rodríguez (2018), georeferenced satellite images with UTM coordinates, as well as field information and bibliographic information were used; The results showed moderate to very high negative impacts on geological structures, moderate to very high negative impacts on morphogenetic units; high and very high impacts were obtained in the hydrology and hydrogeology variables. These results should be used by mining companies and competent authorities to take actions that lead to minimizing these impacts on the geoenvironmental variables.

Keywords: Geoenvironmental impacts, non-metallic resources, micro-basin, geological structures, landforms (UM), hydrology, hydrogeology.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las evaluaciones de impacto ambiental tienen como propósito reducir y, en lo posible, corregir los efectos que las actividades humanas generan sobre el entorno. Este procedimiento se lleva a cabo antes de realizar cualquier actividad considerada potencialmente perjudicial, mediante un estudio que analiza las posibles consecuencias sobre el medio ambiente. Su finalidad principal es alcanzar un equilibrio entre la preservación del entorno natural y el avance de la ciencia, la tecnología, la economía, la industria y la sociedad; en este sentido, se entiende por impacto ambiental toda modificación, positiva o negativa, que una acción o actividad ocasiona en el medio o en alguno de sus componentes (Ferrer, 2016).

Una de estas actividades es la minería, la cual puede tener varios impactos ambientales, tanto a escala local como global; estos impactos pueden variar dependiendo del tipo de minería, el método utilizado, la ubicación geográfica y las prácticas de en temas de gestión ambiental aplicadas. Uno de los proyectos mineros que generó una fuerte controversia debido a sus posibles impactos en el medio físico y las comunidades locales fue el proyecto minero conga, del cual podemos mencionar la investigación realizada por Rodríguez (2018), en la que analiza el EIA del proyecto, deduciendo que los impactos en las variables de estructuras geológicas, geoformas, hidrología e hidrogeología no están claros, lo cual es una causal de los conflictos sociales, para lo cual propone una matriz de aplicación simple que cuantifica de manera sencilla los impactos geoambientales en las variables antes mencionadas; recomendando se use esta propuesta en proyectos de explotación a cielo abierto, promoviendo el diálogo y la búsqueda de

consensos que, en el futuro, permitan desarrollar una actividad minera responsable, social y ambientalmente aceptable.

Por su lado, la extracción de recursos no metálicos, aunque se desarrolla a pequeña escala también tiene consecuencias en el entorno natural, ya que la obtención de estos materiales empleados en la construcción civil puede provocar impactos en el medio físico, medio biológico, socioeconómico y paisajístico (Marín y Sarmiento, 2019; Gola, 2017).

En la región Cajamarca, según reporta el INEI (2018), según el último censo poblacional ejecutado en el año 2017, la población cajamarquina tiene un 2% como tasa de crecimiento anual, como consecuencia de ello, seguirá siendo una necesidad construir mayor número de obras de construcción civil como escuelas, colegios, hospitales, puentes, carreteras, represas, viviendas, entre otros. Para lo cual, la materia prima indispensable para su construcción son los recursos no metálicos como arenas y arcillas; la microcuenca de Namora cuenta con gran potencial de estos recursos no metálicos que son explotados en canteras a pequeña escala, con proyección de incrementar la producción en el futuro.

Los titulares de las concesiones mineras no metálicas que han explotado y siguen explotando estos recursos en la microcuenca son: la Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A (concesión “Namora 3-2018”), Jorge miguel Pareja Celi (concesiones “Namora 2-2017” y “Namora 2-2017 A”); dicha explotación conllevará a generar impactos del geoambiente en la microcuenca, los mismos que se ven evidenciados en las estructuras geológicas, geomorfológicas, hidrológicas e hidrogeológicas; en la actualidad, estos impactos no han sido determinados ni evaluados, por lo que es necesario este estudio para identificar los impactos geoambientales originados por la explotación de estos recursos no metálicos y proponer medidas de mitigación en los impactos de nivel alto y muy alto, para ello se formula la siguiente pregunta

¿Cuáles son los impactos geoambientales por la explotación de recursos no metálicos en la microcuenca Namora - Cajamarca?, planteando como hipótesis que, La explotación de recursos no metálicos genera impactos de nivel medio a muy altos en las estructuras geológicas (afectando las unidades Geológico-estructurales), geoformas (cambio en el relieve natural), hidrología (cambio de cauce natural de río y quebradas) e hidrogeología (destrucción de la zona de recarga) de la microcuenca Namora.

El objetivo principal de la investigación es determinar los impactos geoambientales producto de la explotación de recursos no metálicos en la microcuenca Namora - Cajamarca, para proponer medidas de mitigación. Para llegar a cumplir con el propósito de la investigación se establecieron los siguientes objetivos específicos, en primer lugar, realizar la caracterización geológica de la microcuenca del río Namora – Cajamarca, en segundo lugar, evaluar los niveles de impacto en las estructuras geológicas, geoformas (UM), hidrología e hidrogeología generados por explotación de los recursos no metálicos; seguidamente, determinar los tipos de impacto generados en las estructuras geológicas, geoformas, hidrología e hidrogeología, finalmente, proponer medidas de mitigación en los impactos de nivel alto y muy alto derivados de la matriz de impactos geoambientales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Zambrano (2023) realizó el estudio de los impactos ambientales ocasionados por la explotación artesanal de materiales de construcción en el río Quevedo, Ecuador y determinó que entre los impactos de tipo negativo originados por la extracción de materiales de construcción está la alteración de la morfología del río Quevedo, originando contaminación, desbordamientos, y una reducción en la velocidad del agua; además, indica que estos impactos se pueden mitigar realizando la implementación de un plan de manejo ambiental que no solo pueda conservar el río sino que también se conserve el suelo otros efectos contaminantes.

Marín y Sarmiento (2019) realizaron el análisis de los impactos ambientales y sociales generados por la explotación de materiales de construcción en el municipio de Tame Arauca en Colombia, y determinaron de forma cualitativa que la explotación de estas materias primas para la construcción generan impactos ambientales en el medio físico como el cambio en la calidad fisicoquímica y bacteriológica de agua a un nivel de irrelevante, cambios en la morfología del cauce superficial a nivel moderado, modificación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a nivel moderado, alteración en las características geomorfológicas del suelo a nivel moderado, variación en la calidad del aire a nivel irrelevante; en el medio biótico determinan cambios en el comportamiento de la fauna, alteración de la vegetación terrestre a nivel moderado; modificación del paisaje en nivel irrelevante y cambios en el medio socioeconómico y cultural a un nivel severo, además, proponen una estrategia integral que

permita implementar una minería más eficiente, contribuyendo hacia un modelo de desarrollo sostenible en la región.

Gola (2017) realizó el estudio geoambiental de la explotación de materiales para la construcción de la Cantera el Pílon, provincia de Holguín en Cuba, para clasificar los impactos utilizó el método de criterios relevantes integrados (CRI), determinando impactos geoambientales en el medio físico como emisión de polvo y gases clasificando como impactos de categoría II que significa probabilidad de ocurrencia alta; emisión de ruido y vibración clasificado como impactos de categoría III probabilidad de ocurrencia moderada, cambio en la morfología y topografía clasificada como impactos de categoría I que significa probabilidad de ocurrencia muy alta, contaminación de aguas superficiales como categoría III e impacto visual de categoría II; en el medio biológico se generan impactos como remoción de la capa vegetal clasificado como impacto de categoría I, y afectación a nichos de fauna local clasificado como impacto de categoría II; en el medio socioeconómico los impactos se manifiestan como mayor cantidad de empleo, mayor demanda de servicios sociales clasificados en la categoría I, se observa que los impactos se han determinado de forma cualitativa.

Luna (2015) evaluó el impacto ambiental por la actividad de explotación de canteras en la localidad de Usme y sus principales medidas de manejo en Colombia, y determinó los impactos ambientales que se generan durante la extracción de materiales de construcción como arenas, gravas, gravillas y piedras; tanto en los factores ambientales, paisajísticos, de salud y bienestar de la población, concluyendo que la actividad minera ha constituido un proceso de apropiación de lugares con alto interés geológico para la explotación de materiales no metálicos usados en la construcción y que su extracción intensiva y poco planificada lo ha convertido en factor de riesgo para la comunidad, convirtiéndola en una zona con mayor problemática ambiental y social

del distrito, generando impactos en el ambiente como contaminación del aire debido a la generación de material particulado, mayor cantidad de sedimentos en los cuerpos de agua, cambios en las propiedades de los suelos, entre otros.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Aroni (2019) llevó a cabo la identificación y evaluación de los impactos ambientales de la explotación para el proyecto minero no metálica Darhyam Única en el distrito de Miraflores Departamento de Arequipa; logró identificar de manera cualitativa impactos ambientales en el ambiente físico (topografía, suelos, aire, agua, recursos minerales), ambiente biológico (flora y fauna), impactos sobre los factores socioeconómicos (población, empleo, salud) y factores culturales (arqueología, paisaje); concluyendo que el factor ambiental suelos presenta un impacto significativo, originado por el movimiento de tierra y pérdida de la capa vegetal y que existe riesgo de contaminación por derrame de grasas y aceites de los vehículos encargados del acarreo del material.

Quispe (2019) realizó una investigación de las estrategias ambientales en la explotación de canteras de mármol y su influencia en el desarrollo sostenible de comunidades de la Región Junín, determinando que existe un 95% de relación entre las estrategias ambientales para realizar la extracción de mármol con tecnología limpia y el desarrollo sostenible de la región.

Ccama (2017) realizó el “Modelo Geo-Ambiental para la explotación Minera de Materiales Arcillosos caso Proyecto Custrong 2, Distrito Polobaya, Departamento y Provincia de Arequipa”, en el que determinó tres factores clave para la elaboración del modelo geo-ambiental los cuales son: el factor geológico, actividades mineras referido al método de explotación a cielo abierto caracterizado por la extracción en un ambiente seco y la evaluación ambiental; teniendo en cuenta estos tres controles diseñaron el modelo geoambiental para extraer materiales

arcillosos; por otro lado, sus análisis de laboratorio relacionados a la calidad de aire y suelo se mostraron por dentro de los estándares establecidos, concluyendo que el proyecto denominado Custrong 2 conforma una zona estable en materia de calidad ambiental.

2.1.3. Antecedentes locales

Rodríguez (2018) llevó a cabo un estudio de los Impactos geotécnico-ambientales en cabeceras de subcuencas por implantación de minas conga, donde analizó el EIA del proyecto, determinando que los impactos generados en las variables de estructuras geológicas, geoformas, hidrología e hidrogeología no están claros, lo cual es una causal de los conflictos sociales, para ello propone una matriz de aplicación simple que cuantifica de manera sencilla los impactos geoambientales en las variables antes mencionadas; recomendando se use esta propuesta en proyectos de explotación a cielo abierto, promoviendo el diálogo y la búsqueda de consensos entre las partes involucradas de tal forma que, en el futuro, permitan desarrollar una actividad minera responsable a nivel social y ambientalmente aceptable; como resultados de la evaluación de los impactos geoambientales obtuvo impactos de hasta el 100% en la variable geoestructuras, impactos entre 65% a 83% en la variable geoformas e impactos de hasta el 100% en las variables de hidrología y geohidrología.

Ayala, (2022) realizó el estudio de los impactos geotécnico-ambientales del proyecto minero El Galeno en cabeceras de las subcuencas Chailhuagón y Chanche, utilizó la matriz propuesta por Rodríguez, llegando a demostrar que las estructuras geológicas tendrán un impacto del 98% en las Fallas que significa un impacto de nivel alto; de igual forma, los impactos en las Unidades Morfogenéticas fueron determinados en Planicies 30%, Lomadas 33%, Laderas 19% y Escarpes 50%, modificando la topografía existente y generando modificación de líneas de flujo, las infiltraciones, los acuíferos y manantiales; los mismos que conforman fuentes de

alimentación de las tres unidades hidrográficas en el área del proyecto. Asimismo, determinó que los drenajes serán impactados en un 100%, las lagunas a un 50 % debido a la implantación del Pit, Botadero la Rinconada y la relavera; quedando comprobado la existencia de un fuerte impacto sobre la hidrología; mientras que en la geohidrología los impactos serían de gran alcance en acuíferos y manantiales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistemas de información geográfica (SIG)

Son herramientas que sirven para recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica; entre ellos, ArcGIS es utilizado por personas a nivel mundial para compartir el conocimiento geográfico y dejarlo al servicio de los diferentes sectores del gobierno, de las empresas, de la ciencia, de la educación y de los medios. ArcGIS es un software que facilita publicar información geográfica y que sea accesible para cualquier usuario. El software es de fácil acceso en cualquier lugar a través de navegadores Web, dispositivos móviles ya sea smartphones o equipos de escritorio (ESRI, 2022). Se ha considerado este concepto, debido a que el cálculo y la representación de los datos geoespaciales en mapas temáticos, serán procesados en este Software.

2.2.1.1. Sensoramiento remoto

El Sensoramiento remoto tiene como productos a las imágenes satelitales que desde hace varias décadas tienen una importancia fundamental, debido a sus productos de alta calidad y una serie de aplicaciones como en la geología, la geomorfología, el medio ambiente y sus características al ser imágenes especializadas, de rapidez y continuidad y su bajo costo, los convierten en imágenes de gran utilidad científica y aplicada, como por ejemplo las imágenes para definir unidades hidrográficas, los MDE y otros planos temáticos (Rodríguez, 2018).

2.2.2. Estructuras geológicas

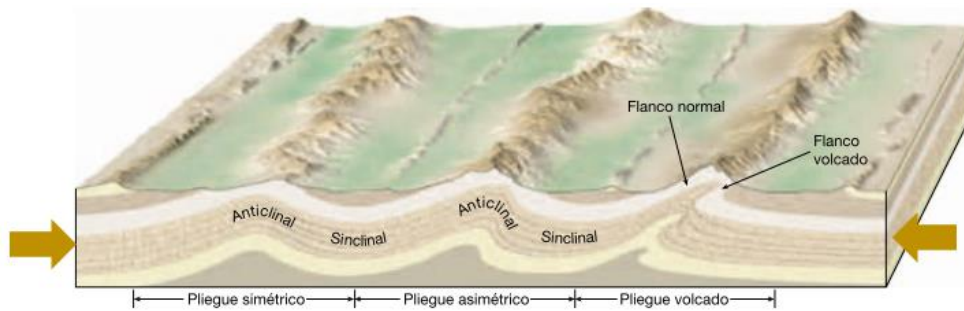
Hace referencia a las características morfológicas vinculadas al proceso de formación de una roca o de un macizo rocoso, como una colada de lava, un dique o un estrato sedimentario, así como a los efectos resultantes de procesos tectónicos deformativos, tales como el plegamiento, diaclasamiento o fallamiento. Asimismo, puede estar referido a rocas sedimentarias, donde se reconocen estructuras a partir de las que se puede deducir los procesos deposicionales como ripple marks o grietas de desecación entre otros; estas estructuras, unidas a la litología, ejercen un control principal en la distribución de las mineralizaciones a sus distintas escalas (Oyarzún y Oyarzun, 2014). Cada estructura conforma elementos geoambientales que pueden verse afectados cuando se ejecuta un proyecto minero, particularmente en el caso de las explotaciones a tajo abierto u Open Pit (Rodríguez, 2018).

2.2.2.1. Los pliegues.

Son estructuras generadas en las rocas cuando se encuentran en su estado plástico, estas pueden tener dimensiones que van desde centímetros hasta cientos de Kilómetros; tienen su origen por lo general en los bordes compresivos de las placas tectónicas a una profundidad considerable donde los factores de presión y temperatura existentes, facilitan la deformación plástica de las rocas (Duque, 2020). Son producto de la acción de esfuerzos horizontales sobre estratos que se encuentran en estado plástico; estructuralmente la parte positiva del pliegue (en arco) se llama anticlinal, mientras que la parte negativa o cóncava recibe el nombre de sinclinal (Oyarzún y Oyarzun, 2014).

Figura 1.

Representación estructural de los principales tipos de pliegues



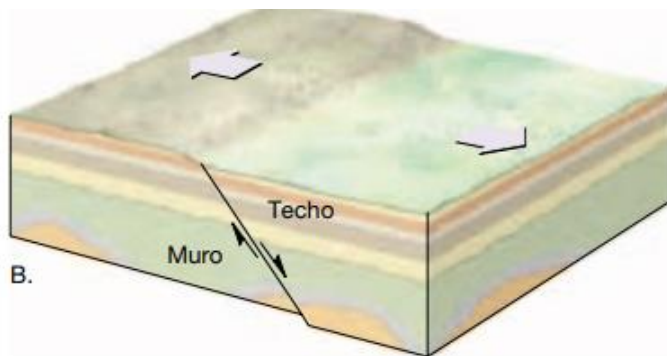
Nota. Adaptado de *Bloque diagrama de los principales estratos plegados* (p.292), por E. J. Tarbuck, 2005.

2.2.2.2. Las Fallas.

Están referidas al movimiento de un bloque rocoso respecto a otro contiguo, o al movimiento simultáneo de ambos, a lo largo de una superficie denominada *plano de falla*. Estas fallas se originan por la acción de esfuerzos tectónicos asociados a procesos como la epirogénesis, la orogenia, el diastrofismo, la tectónica de placas u otros movimientos de la corteza terrestre; dichos esfuerzos pueden ser de tracción, de compresión, verticales o inclinados, generando así distintos tipos de fallas (Dávila, 2011).

Figura 2

Bloque diagrama de representación de una falla



Nota. Adaptado de *Movimiento relativo de los bloques desplazados* (p.297), por E. J. Tarbuck, 2005.

2.2.3. Geoformas o unidades morfogenéticas (UM)

Según Rodríguez, (2018) las geoformas constituyen el resultado de los procesos morfogenéticos que actúan sobre las geoestructuras, y su estudio se encuentra estrechamente vinculado al análisis basado en teorías geomorfológicas, dando como producto de estos procesos a las Unidades Morfogenéticas (UM), que representan, en esencia, los cambios experimentados por la corteza terrestre a lo largo del tiempo hasta la actualidad. En efecto, para clasificar estas unidades morfogenéticas se toma como referencia propuesta realizada por Rodríguez (2016), en su estudio titulado *Método de investigación geológico-geotécnico para el análisis de inestabilidad de laderas por deslizamientos en la zona Ronquillo-Corisorgona, Cajamarca – Perú*.

Tabla 1

Matriz para clasificar a las Unidades Morfogenéticas (UM)

TIPO DE RELIEVE	GEOMETRÍA
Unidad Morfogenética	Pendiente (grados)
Planicies	Entre (0° - 8°)
Lomadas	Entre (8° - 20°)
Laderas	Entre (20° - 50°)
Escarpas	> 50°

Nota. Tomado de *Clasificación geomorfológica* (p.168), por Rodríguez, 2016.

Bajo esta clasificación, define a cada unidad morfogenética de la siguiente manera:

2.2.3.1. Planicies.

Se caracteriza por ser una superficie relativamente homogénea y de morfología estable, con ligeras ondulaciones y mínima erosión actual. Presenta pendientes que varían entre 0° y 8°,

abarcando zonas asociadas a depósitos aluviales y fluvio-aluviales generados por la erosión de las rocas presentes en el área y su posterior deposición en otros lugares, generalmente estas geoformas se asocian con el período Cuaternario, pero pueden encontrarse en diversos tipos de litologías, con orígenes y edades variadas.

2.2.3.2. Lomadas.

Son elevaciones topográficas de baja altitud que no superan los 150 a 200 metros de altura relativa, caracterizadas por geoformas de morfología cómica con relieves suaves, homogéneos y de pendientes comprendidas entre 8° y 20°; desde el punto de vista litológico, pueden desarrollarse sobre formaciones sedimentarias, volcánicas o intrusivas, sin una restricción específica de tipo de roca.

2.2.3.3. Laderas.

Se denominan de esta manera a las superficies inclinadas que presentan alturas promedio entre 200 y 300 metros (desde la base hasta el tope) y pendientes que oscilan entre 20° y 50°, estas geoformas pueden encontrarse sobre cualquier tipo de litología y en cualquier parte de la corteza terrestre.

2.2.3.4. Escarpas.

Se define como un pronunciado desnivel entre dos superficies, no necesariamente planas, originado por la acción de procesos geotectónicos y morfogenéticos. Estas geoformas suelen presentar una configuración alargada, con pendientes suaves en la parte superior y en la base, las cuales son modeladas por la acción de los ríos y otros agentes erosivos, presentando inclinaciones pronunciadas superiores a 50°, lo que incrementa su tendencia a la inestabilidad; bajo estas condiciones, las rocas pueden experimentar deslizamientos, volteos o derrumbes cuando son impactados dentro del geoambiente natural.

2.2.4. Unidades hidrográficas

Están relacionadas con el concepto de cuenca, subcuenca o microcuenca, entendidas como espacios geográficos delimitados por un borde denominado *divortium aquarum* o divisoria de aguas. Estas unidades integran y abarcan tanto los componentes bióticos como abióticos del medio, al constituir un entorno sistémico de carácter abierto.

Las cuencas hidrográficas constituyen unidades territoriales delimitadas por un parteaguas, llamado así a las zonas más elevadas de las montañas; donde convergen todos los escurrimientos superficiales, como arroyos y ríos, que desembocan en un punto común de salida; este punto puede corresponder a un lago, en cuyo caso se denomina cuenca endorreica, o al mar, conocida como cuenca exorreica. En estos espacios existe una interacción e interdependencia, tanto espacial como temporal, entre los componentes del medio biofísico (suelo, ecosistemas acuáticos y terrestres, cultivos, agua, biodiversidad, estructura geomorfológica y geológica), los modos de aprovechamiento (tecnología y mercados) y las instituciones (organización social, cultura, normas y leyes). Las cuencas hidrográficas permiten comprender de manera espacial el ciclo hidrológico, además de evaluar e identificar los impactos acumulativos de las actividades humanas a lo largo de la red hídrica; dichos efectos pueden influir positiva o negativamente en la calidad y cantidad del agua, en la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y, en consecuencia, en la calidad de vida de las poblaciones que habitan en su entorno (Cotler et al., 2013, p.7)

Dentro de una cuenca hidrográfica se encuentran tanto los recursos naturales como las infraestructuras construidas por el ser humano, en este espacio se desarrollan diversas actividades económicas y sociales que producen impactos positivos y negativos en el bienestar de la población; cabe destacar que toda la superficie terrestre forma parte de alguna cuenca hidrográfica (Carrie, 2004).

El tamaño relativo de una cuenca influye significativamente en la precisión de la gestión ecosistémica y en la elección de las acciones a implementar para su desarrollo. Considerando el área y el número de órdenes de drenaje, Ortiz (1996) elaboró una propuesta referencial para clasificar el tamaño relativo de las unidades hidrográficas. Años más tarde, Rodríguez y Huamán (2016), presentaron una nueva clasificación, la cual se muestra en las Tablas 2 y 3, la misma que se tomará en cuenta para esta investigación.

Tabla 2

Tamaño de las unidades hidrográficas según Ortiz.

Unidad Hidrográfica	Área (Km2)	N.º De Ordenes
Microcuenca	10 – 100	1, 2 y 3
Subcuenca	100 – 700	4 y 5
Cuenca	700 a más	6 a mas

Nota. Tomado de *Clasificación de unidades hidrográficas* (p.73), por S. R. Rodríguez, 2018.

Tabla 3

Tamaño de las unidades hidrográficas según Rodríguez y Huamán.

Unidad Hidrográfica	Área (Km2)	N.º De Ordenes
Microcuenca	0 - 40	1, 2 y 3
Subcuenca	40 – 350	4 y 5
Cuenca	350 a más	6 a mas

Nota. Tomado de *Clasificación de unidades hidrográficas* (p.73), por S. R. Rodríguez, 2018.

2.2.5. Hidrología

La hidrología La hidrología es la ciencia que estudia el agua como recurso natural, abarcando su existencia, distribución en la superficie terrestre, así como sus propiedades fisicoquímicas, su influencia en el medio ambiente y su interacción con los seres vivos. Comprender la hidrología resulta fundamental, ya que el agua se encuentra en cuencas hidrográficas que proveen este recurso para distintos usos del suelo y para el consumo humano; por ello, la calidad y cantidad del rendimiento hídrico constituyen aspectos de gran relevancia (Gaspari et al., 2013).

La Secretaría de la Convención de Ramsar (2016) define como humedales a aquellas áreas que comprenden marismas, pantanos, turberas, ríos, lagos u otras superficies cubiertas de agua, ya sean naturales o artificiales, permanentes o temporales, con aguas estancadas o en movimiento, y de diferente composición (dulces, salobres o saladas). En otras palabras, son zonas en las que el agua constituye el elemento principal que regula las condiciones del entorno y la vida vegetal y animal que allí habita. Para nuestra investigación son más importantes los cuerpos de agua superficial de origen natural como son los drenajes (ríos y quebradas) que conforman el área de investigación y serán impactados por la actividad minera.

Por otro lado, el agua que forma parte del ciclo hidrológico puede verse influenciada por diversos procesos de cambio, tanto naturales como de origen antrópico. Estos procesos pueden generarse por modificaciones en la topografía o en la morfología del paisaje, afectando generalmente al componente definido como “agua azul” del ciclo hidrológico; o bien por alteraciones en la vegetación y la cobertura del suelo, que inciden sobre el “agua verde”, modificando los niveles de infiltración y evapotranspiración. En términos generales, existe una relación bidireccional entre el ciclo hidrológico y el medio ambiente, de manera que los impactos

sobre los elementos no acuáticos del entorno pueden repercutir en el agua, mientras que las afectaciones directas al recurso hídrico como la descarga de residuos, también influyen en el equilibrio ambiental en su conjunto (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010).

2.2.6. Hidrogeología

La hidrogeología se ocupa del estudio de las aguas que se almacenan y circulan bajo la superficie terrestre; inicialmente esta disciplina se enfocaba principalmente en la búsqueda y aprovechamiento de aguas subterráneas; no obstante, con el tiempo y ante la creciente preocupación por la pérdida de calidad de estos recursos, se han desarrollado nuevas líneas de estudio relacionadas con el transporte y la transformación de contaminantes, así como con los métodos de caracterización, tratamiento, recuperación y remediación de ambientes afectados por la contaminación hídrica. El agua subterránea representa una fuente vital de abastecimiento para el consumo humano en muchas regiones del mundo y constituye un recurso fundamental para la mayoría de los procesos industriales; sin embargo, su vulnerabilidad frente a distintos factores naturales y antrópicos provoca una degradación progresiva de su calidad durante las diferentes etapas de uso. Por ello, el estudio de los factores que ocasionan su deterioro, su dispersión en el medio geológico y los mecanismos de recuperación resultan elementos esenciales dentro del campo de la hidrogeología (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Por otra parte, Sánchez (2012) define una Unidad Hidrogeológica como el conjunto de formaciones geológicas interconectadas; dentro de esta unidad pueden coexistir uno o varios acuíferos, así como también acuitardos o acuicludos, los cuales interactúan entre sí en función de sus propiedades hidrogeológicas.

Por su comportamiento hidrogeológico, las formaciones geológicas se clasifican en:

2.2.6.1. Acuíferos.

Formación geológica que almacena y permite el movimiento de agua en cantidades considerables, facilitando su circulación a través de sus poros o fracturas, entre ellos se encuentra la caliza, arenisca, grava, o cualquier roca compacta con fracturación importante.

2.2.6.2. Acuitardos.

Se define como acuitardo a la formación geológica que almacena agua en cantidades apreciables, aunque su circulación es limitada o dificultosa. Está compuesta por arenas limosas, arenas arcillosas o rocas compactas que presentan un grado moderado de alteración o fracturación.

2.2.6.3. Acuicludos.

Se denomina acuicludo a la formación geológica que almacena agua en cantidad considerable, pero no permite su circulación a través de ella. Este tipo de formación está compuesta principalmente por arcillas, limos y lutitas.

2.2.6.4. Acuifugos.

Se denomina acuífugo a la formación geológica que carece de agua, debido a que no permite su circulación a través de su estructura, comprenden rocas compactas como el granito fresco, gneis, mármol, entre otros.

Es importante aclarar que estos términos son los más utilizados en la bibliografía hidrogeológica, más que definiciones absolutas, ya que no existen límites precisos que determinen de manera estricta la inclusión de una formación en una u otra categoría. En consecuencia, una misma unidad geológica puede recibir distintas denominaciones según el contexto hidrogeológico regional; por ejemplo, en zonas con escasos recursos hídricos, una formación capaz de proporcionar 0.5 L/s podría considerarse un acuífero, en comparación con otro lugar con buenos acuíferos, éste podría ser clasificado como acuitardo.

2.2.7. Matriz de impactos geoambientales (MGA-RC18)

La matriz MGA-RC18 posibilita la cuantificación de los impactos ambientales identificados en la línea base, y posteriormente servirá como herramienta para evaluar y monitorear los cambios ambientales a lo largo del tiempo, conforme a los ciclos de medición establecidos. En este sentido, su aplicación permitirá realizar comparaciones en el corto, mediano y largo plazo, respondiendo a las exigencias de las autoridades locales, regionales y nacionales, así como de los actores involucrados dentro del área de influencia del proyecto minero (Rodríguez, 2018).

A partir del procesamiento de imágenes satelitales, se elaboran planos temáticos base que permiten el desarrollo de representaciones cartográficas donde se interrelaciona la variable independiente: Explotación de recursos no metálicos con las variables dependientes o impactadas, tales como las estructuras geológicas, geoformas (UM), y las unidades hidrológicas e hidrogeológicas.

Los parámetros de las variables que son impactadas se determinan a partir de los polígonos resultantes de la intersección entre el plano de infraestructura minera (IM) y los planos temáticos base; de esta interrelación se obtiene la magnitud de la variable impactada, expresada tanto en la unidad de medida correspondiente como en su porcentaje relativo. Los valores generados representan una cuantificación objetiva de los impactos geoambientales, procesados mediante herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica). Este procedimiento garantiza que los resultados sean producto de cálculos matemáticos precisos, libres de interpretaciones subjetivas o sesgos técnicos, proporcionando así información verificable, coherente y fundamentada sobre la ocurrencia y magnitud de los impactos (Ayala, 2022).

Tabla 4

Matriz de Impactos Geoambientales – MGA-RC18

MATRIZ DE IMPACTOS GEOAMBIENTALES - MGA-RC18																			
ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID) ETAPA DEL PROYECTO: OPERACIÓN																			
COLUMNAS																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
						VARIABLES IMPACTADAS: Variables Dependiente													
			MEDICIÓN			ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS				GEOFORMAS (UM)				HIDROLOGÍA			HIDROGEOLOGÍA		
					Variables	Fallas	Pliegues	Fm. 01	Fm. 02	Planicies	Lomadas	Laderas	Escarpas	Microcuenca	Lagunas	Drenaje	Zona de recarga natural		
					Unidades de Medición	Km	km²	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	Km	ha	
					Total, AID														
VARIABLES DE IMPACTO GEOAMBIENTALES	Variable Independiente	IM 1	Área	ha	Parámetros														
			Área	Km²															
			Longitud	Km															
			Tonelaje	MTn															
			Volumen	m³															
			Caudal	Litros.s ⁻¹															
			Cantidad	Nº															
			Porcentaje	%															
		IM 2	Área	ha	Parámetros														
			Área	Km²															
			Longitud	Km															
			Tonelaje	MTn															
			Volumen	m³															
			Caudal	Litros.s ⁻¹															
			Cantidad	Nº															
			Porcentaje	%															
		A	IMPACTO TOTAL (IT) (UNIDAD AFECTADA)																
		B	IMPACTO TOTAL (IT) (% AFECTADO)																
		C	REMEDIACIÓN (R) (UNIDAD AFECTADA)																
		D	REMEDIACIÓN (R) (%)																
		E	IMPACTO RESIDUAL (IR) (UNIDAD AFECTADA) IT - R																
		F	IMPACTO RESIDUAL (IR) (% AFECTADO)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
					Impacto Positivo	Mejora Ambiental													
					Sin Impacto	Condición Natural													
					Impacto Bajo	0 - 10		%	Realización de actividad minera con acuerdo individual, sin impacto y correcta										
					Impacto Medio	10 - 20		%	Realización de actividad minera con acuerdo individual, compensación económica individual y comunitaria										
					Impacto Alto	20 - 30		%	No debe realizarse actividad minera, salvo acuerdos comunitarios y gubernamentales										
					Impacto Muy Alto	30 - 100		%	Imposible de realizar actividad minera										
Diseño: Dr. Reinaldo Rodríguez C. enero 2021-v10																			

Nota. Tomado de Matriz de impactos geoambientales, por S. R. Rodríguez, 2018.

Actualizada por el mismo autor en al año 2021.

La información procesada se incorpora en la matriz MGA-RC18 (ver Tabla 4), asignándose a las celdas de intersección determinadas por su correspondencia fila–columna, lo que genera un valor numérico único, preciso y verificable, libre de distorsión y de fácil interpretación por parte de cualquier usuario. Este valor refleja una magnitud cuantitativa absoluta, no relativa, permitiendo un análisis directo de los resultados. En las seis filas finales de la matriz se consignan los valores agregados correspondientes al impacto total, las acciones de remediación y el impacto residual, expresados tanto en unidades de medida específicas como en porcentajes equivalentes. Estos parámetros garantizan una lectura técnica y transparente de los impactos generados, facilitando su comprensión por especialistas, autoridades competentes y población local, contribuyendo así a una evaluación integral y objetiva de los impactos geoambientales asociados al proyecto minero (Ayala, 2022).

2.2.8. Tipos de impactos geoambientales

Los impactos derivados de las actividades humanas sobre el geoambiente y su correspondiente valoración en términos de calidad ambiental presentan una amplia variedad de manifestaciones; por lo que, resulta fundamental clasificarlos en diferentes categorías analíticas, sin que ello implique que dichas tipologías sean las únicas posibles. En este sentido, es necesario distinguir entre impactos de naturaleza positiva o negativa, así como temporales o permanentes, simples o acumulativos, directos o indirectos, reversibles o irreversibles, recuperables o irrecuperables, y continuos o discontinuos (Garmendia et al., 2005).

Por su parte Dellavedova (2011) realiza una clasificación de los tipos de impactos que pueden ser generados por las actividades antrópicas en el medio ambiente, señalando que un mismo impacto específico puede encuadrarse simultáneamente en dos o más categorías tipológicas, dentro de estas tenemos las siguientes:

2.2.8.1. Por la variación de la calidad ambiental

Los impactos se consideran **positivos** cuando generan efectos beneficiosos o aceptables, reconocidos como tales por la comunidad técnica, científica y por la población local. En cambio, los impactos **negativos** son aquellos cuyos efectos ocasionan pérdida a nivel natural, paisajísticos, estético-culturales, así como procesos de contaminación, erosión o degradación ambiental.

2.2.8.2. Por su extensión

Un impacto **puntual** se presenta cuando la acción generadora produce un efecto altamente localizado, limitado a un área específica del entorno.; mientras que, los impactos **parciales** se manifiestan cuando la incidencia ambiental es notoria pero restringida, afectando solo una parte del medio.

Por su parte, un impacto **total** se caracteriza por generar efectos de alcance generalizado, perceptibles en la mayor parte o totalidad del área de influencia ambiental.

2.2.8.3. Por el momento en el que se manifiesta

Un impacto se denomina **latente** cuando el efecto se manifiesta de manera progresiva, resultado de procesos acumulativos o sinérgicos que, con el tiempo, superan los umbrales de tolerancia ambiental. Un ejemplo representativo es la contaminación del suelo ocasionada por la acumulación continua de productos químicos agrícolas.

En cambio, un impacto **inmediato** ocurre cuando no existe intervalo temporal entre el inicio de la acción generadora y la manifestación del efecto ambiental, es decir, su aparición es instantánea tras la ejecución de la actividad realizada.

2.2.8.4. Por su persistencia

Los impactos son **permanentes** cuando generan alteraciones de duración indefinida en el tiempo, cuyos efectos se extienden por más de diez años, como ocurre en la construcción de carreteras o en la implementación de sistemas de conducción de agua para riego.

Los impactos son **temporales** cuando su efecto no es permanente en el tiempo, y se puede subclasificar dependiendo de su duración; si el efecto no supera un año, se considera un impacto fugaz; cuando el impacto persiste entre uno y tres años, se denomina temporal; finalmente, si el efecto se prolonga entre cuatro y diez años, se clasifica como un impacto persistente.

2.2.8.5. Por su recuperación y reversibilidad

Se considera **recuperable** al impacto cuya alteración puede ser revertida mediante la aplicación de medidas correctivas o de restauración ambiental, permitiendo restablecer las condiciones originales del entorno. Un ejemplo típico es la remoción de cobertura vegetal, donde la fauna asociada se desplaza temporalmente, pero retorna tras la reforestación del área intervenida.

Se considera impacto **mitigable** cuando los efectos adversos pueden reducirse o atenuarse a través de la implementación de medidas de mitigación específicas, sin que necesariamente se restablezca completamente la condición inicial del medio.

Un impacto **irrecuperable** corresponde a una alteración permanente del entorno, en la que la pérdida o modificación del medio físico o biológico es imposible de revertir, como sucede con estructuras de concreto o infraestructura rígida.

Se considera **irreversible**, cuando la modificación ambiental impide el retorno natural al estado original, aun en ausencia de nuevas intervenciones, como en el caso de áreas degradadas en proceso de desertificación.

Por último, un impacto **reversible** se presenta cuando la modificación generada puede ser asimilada por el medio ambiente en el corto, mediano o largo plazo, gracias a sus mecanismos naturales de autorregeneración, como ocurre con los desmontes realizados durante la construcción de carreteras.

2.2.8.6. Por la acumulación (interrelación de acciones y/o efectos)

Un impacto será **simple** cuando el efecto incide directamente sobre un único componente del sistema ambiental, sin generar interacciones significativas con otros elementos del entorno. Un ejemplo representativo es la construcción de un camino de penetración en un bosque, donde el efecto principal se manifiesta en el incremento del tránsito y la alteración puntual del hábitat.

Por otro lado, un impacto **acumulativo** ocurre cuando la acción impactante se mantiene o repite en el tiempo, provocando una intensificación progresiva de sus efectos debido a la ausencia de procesos naturales de recuperación o eliminación; por ejemplo, en la construcción de un área recreativa contigua a un camino de penetración forestal, donde la suma de ambas intervenciones produce una mayor presión ambiental sobre el ecosistema.

2.2.8.7. Por la relación causa-efecto

Un impacto **directo** se produce cuando la acción impactante genera un efecto inmediato y claramente identificable sobre un componente ambiental específico, sin requerir procesos intermedios. Por ejemplo, la tala de árboles en una zona boscosa ocasiona de manera directa la pérdida de cobertura vegetal y hábitat.

En cambio, un impacto **indirecto** o secundario se manifiesta cuando su efecto no recae de forma inmediata sobre el medio, sino que resulta de la interacción entre diferentes factores ambientales. Un ejemplo típico es la degradación de la vegetación a causa de la lluvia ácida, donde el efecto inicial (emisión de contaminantes atmosféricos) desencadena un impacto posterior sobre los ecosistemas.

2.2.8.8. Por su periodicidad

Un impacto **continuo** se caracteriza por generar alteraciones permanentes y sostenidas en el tiempo sobre el medio ambiente; un ejemplo representativo son las canteras, donde la extracción constante de material produce modificaciones regulares y prolongadas en el entorno.

Un impacto **discontinuo** se presenta cuando las alteraciones ambientales ocurren de manera irregular o esporádica, sin una frecuencia definida, dependiendo de circunstancias operativas o eventuales. Por ejemplo, industrias de baja emisión contaminante que ocasionalmente liberan sustancias nocivas al ambiente.

Por su parte, un impacto **periódico** se manifiesta de forma cíclica o intermitente en intervalos regulares de tiempo, manteniendo una recurrencia previsible. Un caso típico son los incendios forestales durante la temporada de verano.

2.3. Definición de términos básicos

Microcuenca: Se define como un sistema ambiental abierto y complejo, conformado por elementos biofísicos, sociales y económicos que interactúan de manera dinámica y permanente, recibe esta denominación en función a parámetros básicos de área y red de drenaje, clasificándose con este nombre a unidades hidrográficas con áreas entre 0 – 40 Km² y 1,2,3 orden de drenaje (Rodríguez, 2018).

Orden de drenaje: Hace referencia al grado de jerarquización de la red hidrográfica presente en una cuenca, subcuenca o microcuenca, el cual depende del número y nivel de ramificaciones que conforman dicha red hídrica. En este sentido, a mayor orden de drenaje, se incrementan la capacidad erosiva del flujo de agua, el transporte de sedimentos y la intensidad de la escorrentía superficial, en comparación con otras cuencas de dimensiones similares (Rodríguez, 2018).

Dávila (2011) define a los siguientes términos como:

Cantera: Se define como un yacimiento de recursos minerales no metálicos destinado a la extracción y aprovechamiento, por ejemplo: cantera de mármol, arena, arcilla entre otros.

Recursos no metálicos: Son concentraciones naturales de elementos o compuestos presentes en la corteza terrestre, cuya extracción y aprovechamiento resulta viable técnica y económicamente mediante los medios tecnológicos disponibles.

Concesión minera: Es el derecho otorgado por el Estado que faculta a su titular a ejecutar actividades de exploración y/o explotación de recursos minerales dentro de un área delimitada, siempre que se cumplan los requisitos ambientales y la autorización de acceso a nivel superficial.

Medio Ambiente: Conjunto de elementos físicos, biológicos y químicos que conforman el entorno natural donde se desarrollan los seres vivos. Incluye componentes como el relieve, las rocas, el clima, los cuerpos de agua, los suelos, la flora y la fauna, los cuales interactúan dinámicamente y permiten el sostenimiento de la vida y las actividades humanas.

Impacto geoambiental: Modificación en el comportamiento natural de las variables geológicas, referido a cambios en las estructuras geológicas, geoformas, unidades Hidrológica e hidrogeológicas, originadas principalmente por acción antrópica (Rodríguez, 2018).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

3.1.1. Ubicación política

Políticamente la microcuenca Namora se sitúa en:

Región: Cajamarca

Provincia: Cajamarca

Distrito: Namora

Tiene una extensión de 12.7 Km² y está comprendida en altitudes que van desde 2710 a 3150 m.s.n.m (ver anexo Plano 01).

3.1.2. Ubicación geográfica

La microcuenca objeto de estudio, geográficamente se ubica al oeste del distrito de Namora y se encuentra comprendida dentro de las coordenadas de la Tabla 5, en el sistema de coordenadas WGS-84 UTM zona 17s.

Tabla 5

Coordenadas que delimita la zona de estudio.

Vértice	Coordenada Este	Coordenada Norte
01	790000	9206000
02	796000	9206000
03	796000	9201000
04	790000	9201000

3.1.3. Accesibilidad

La microcuenca objeto de estudio es de fácil acceso, para ello se cuenta con dos vías tipo asfaltadas: la ruta 1 parte de Cajamarca a Iscoconga, continuando en dirección hacia Llacanora y

finalmente hacia Namora; la ruta 2 parte de Cajamarca pasando por Baños del Inca, Llacanora hasta Namora (Figura 3). En la Tabla 6 se muestra el tipo de vía, distancia y tiempo aproximado.

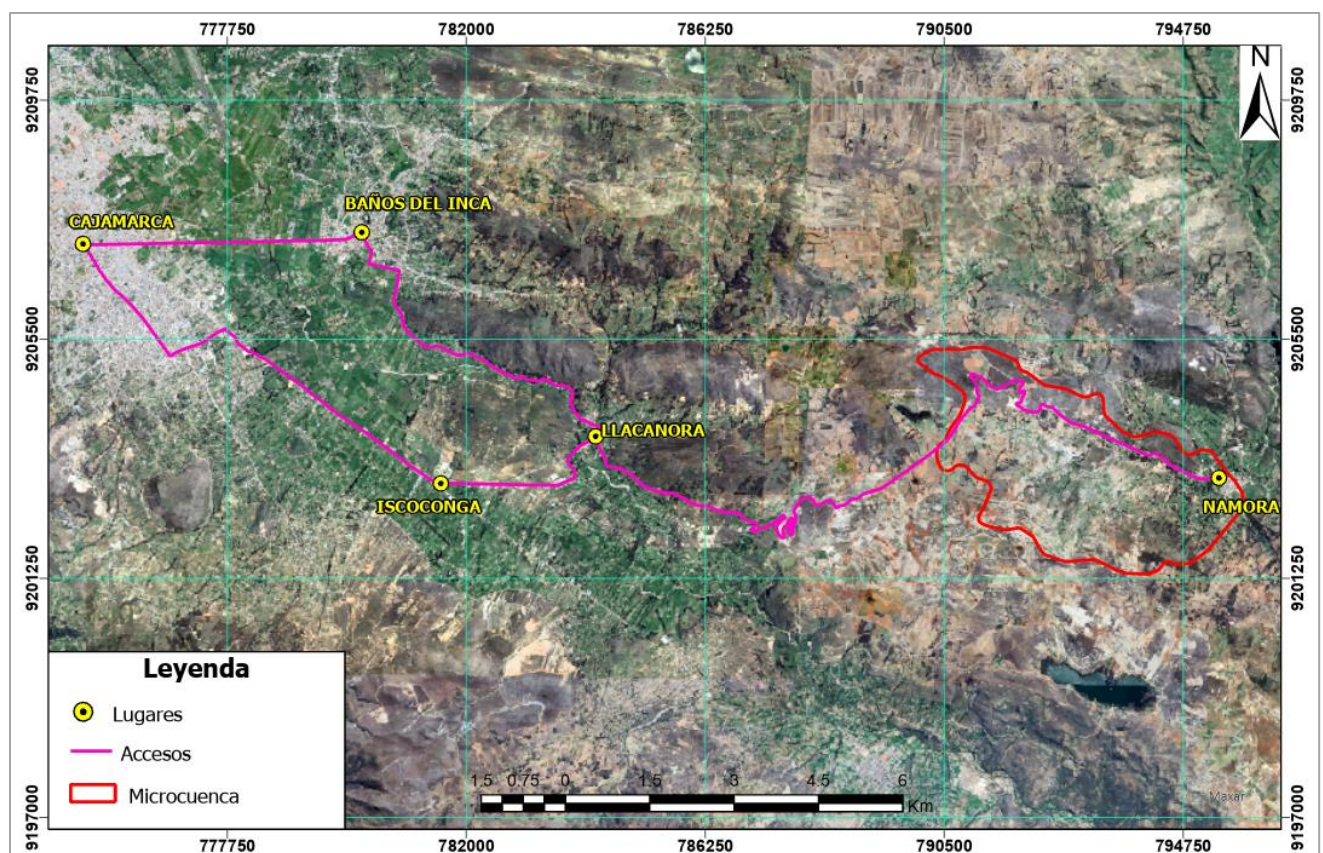
Tabla 6

Vías de acceso hacia la microcuenca Namora.

RUTA	TRAMO	TIPO DE VÍA	DISTANCIA (Km)		TIEMPO (min)	
			Parcial	Total	Parcial	Total
1	Cajamarca hasta Iscoconga	Asfaltado	7		15	
	Iscoconga hasta Llacanora	Asfaltado	3	27	5	55
	Llacanora hasta Namora	Asfaltado	17		35	
2	Cajamarca hasta Baños del Inca	Asfaltado	4.3		7	
	Baños del Inca hasta Llacanora	Asfaltado	6.8	28.1	15	57
	Llacanora hasta Namora	Asfaltado	17		35	

Figura 3

Accesibilidad hacia la microcuenca Namora



3.1.4. Geología

De acuerdo con la carta geológica nacional desarrollada por el INGEMMET, la zona de estudio pertenece a la carta 15 g, presentado formaciones geológicas de los períodos Cretácico y Cuaternario como son: Formación Farrat (Ki-f), Cuaternario lagunar (Q-la) y Cuaternario aluvial (Q-al) ver anexo Plano 03.

3.1.5. Geomorfología

La geomorfología está representada por las unidades morfogénicas, las cuales han sido formadas por procesos morfogénicos sobre las estructuras geológicas dando lugar a la formación de planicies, lomadas, laderas las cuales son impactadas por la explotación de los recursos no metálicos, ver anexo plano 04.

3.1.6. Hidrografía

El área de estudio comprende la microcuenca del río Namora, el cual aguas abajo, confluyen con el río Cajamarquino; este, a su vez, se integra al río Crisnejas, que posteriormente desemboca en el río Maraón, que desemboca sus aguas al río Amazonas terminando su recorrido en el océano Atlántico.

3.2. Población, muestra y unidad de análisis

3.2.1. Población

La población objeto de investigación lo conforman diez (10) concesiones mineras en el área de la microcuenca Namora que tienen como sustancia económica recursos no metálicos detalladas en la Tabla 7. Asimismo, en la Figura 4 se muestra la distribución geográfica de estas concesiones mineras dentro de la microcuenca Namora.

Tabla 7

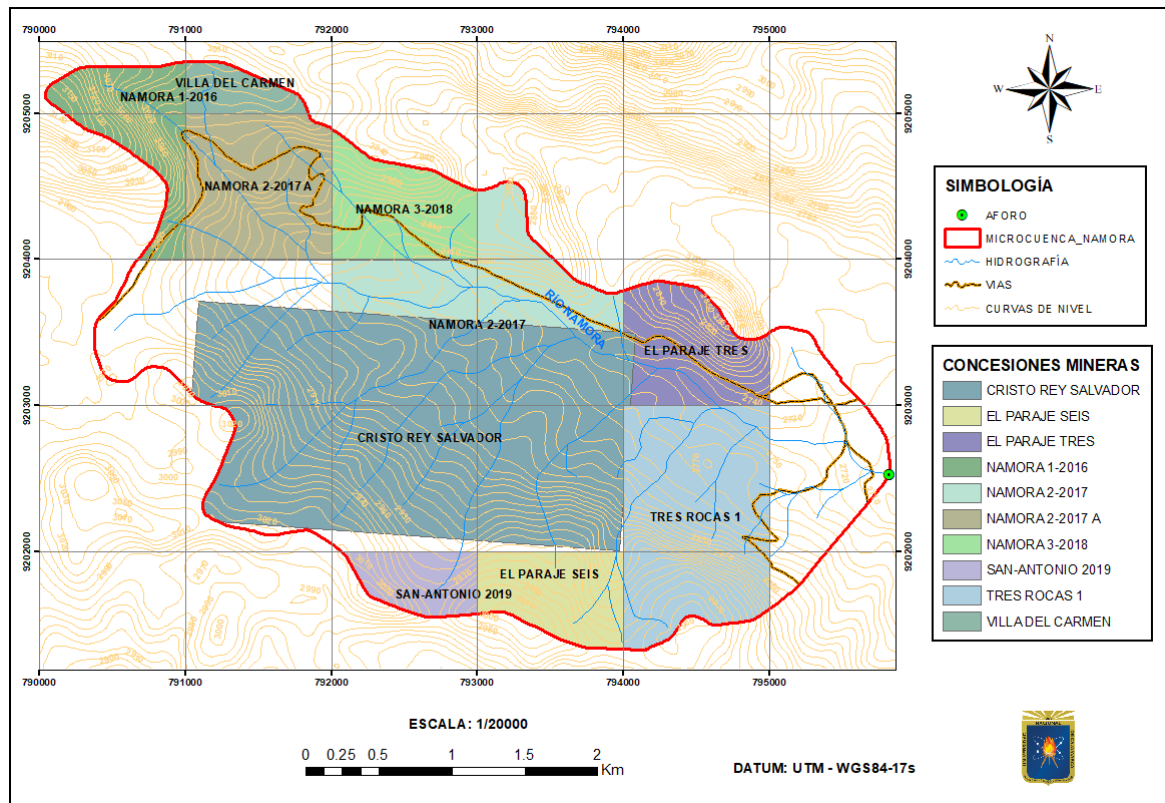
Datos de las concesiones mineras en la microcuenca Namora.

N ^o	CÓDIGO	CONCESIÓN	TITULAR MINERO	CARTA	ZONA
1	010259717	NAMORA 2-2017	JORGE MIGUEL PAREJA CELI	15-G	17
2	560000518	NAMORA 3-2018	COMPAÑIA MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A.	15-G	17
3	010450318	EL PARAJE TRES	COMPAÑIA MINERA LAS CAMELIAS S.A.	15-G	17
4	060000219	SAN ANTONIO 2019	HERNAN JOSE LA TORRE ARANA	15-G	17
5	560002612	CRISTO REY SALVADOR	JUAN ALBERTO ALARCON LOSNO	15-G	17
6	560000416	NAMORA 1-2016	COMPAÑIA MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A.	15-G	17
7	010259717A	NAMORA 2-2017 A	JORGE MIGUEL PAREJA CELI	15-G	17
8	060005522	VILLA DEL CARMEN	COMPANIA DE REFORESTACIÓN CERTIFICACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN	15-G	17
9	560003722	TRES ROCAS 1	ABEL ROJAS SIFUENTES	15-G	17
10	010188722	EL PARAJE SEIS	COMPAÑIA MINERA LAS CAMELIAS S.A.	15-G	17

Nota. Información obtenida de la plataforma de GEOCATMIN (2022).

Figura 4

Concesiones mineras en la microcuenca Namora (Población de la Investigación).



3.2.2. Muestra

Se consideró como muestra a los frentes de explotación de recursos no metálicos en tres concesiones: la concesión “Namora 3-2018” de titular minero Compañía Minera Agregados Calcáreos S.A; y las concesiones “Namora 2-2017” y “Namora 2-2017 A” del titular minero Jorge miguel Pareja Celi. La muestra fue seleccionada por conveniencia, debido a que estas empresas son las que han desarrollado y aún desarrollan esta actividad minera, por lo que serían las que impactan directamente en las variables de investigación (ver anexo Plano 05).

3.2.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis lo conforman: estructuras geológicas, geoformas (UM), Hidrología e hidrogeología, que son las variables en a las que se evaluará el impacto generado por la explotación de recursos no metálicos.

3.3. Métodos de investigación

Considerando los diferentes métodos de investigación, como lo indica Quezada (2021) y Hernández et al., (2014), en su libro Metodología de la investigación, para esta investigación se utilizó los siguientes:

Método inductivo: Es un procedimiento de razonamiento que parte de la observación y análisis de casos o hechos particulares para arribar a conclusiones o principios de carácter general. Este método se fundamenta en la experiencia empírica y permite formular generalizaciones o teorías a partir de patrones observados, constituyendo así un proceso de ampliación del conocimiento científico sustentado en evidencias concretas. Es decir, estudiar los impactos geoambientales generados al realizar la explotación de recursos no metálicos en la microcuenca Namora para deducir que estos impactos serán similares en otros lugares donde exista este tipo de explotación minera.

Método Analítico: Es un procedimiento de investigación que consiste en descomponer un fenómeno complejo en sus partes o elementos constitutivos, con el propósito de examinar sus causas, naturaleza, relaciones y efectos. Este método permite comprender el funcionamiento interno del objeto de estudio, facilitando el análisis detallado y racional de cada componente para explicar el comportamiento del conjunto en su totalidad. Para realizar un mejor análisis se evaluó los impactos de cada empresa minera en las variables de estudio, la sumatoria de estos representan los impactos totales en la microcuenca.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.4.1. Técnica documental

En relación a la información, se tuvo en cuenta investigaciones similares, artículos, y libros; donde en principio se analizó las teorías sobre estructuras geológicas, geoformas (UM), hidrología e hidrogeología con los que se elaboró el marco teórico y se realizó la discusión de resultados. Además, se logró estructurar la matriz cuantitativa de impactos geoambientales relacionadas con las variables de estudio.

3.4.2. Técnica de campo: Observación

Se llevó a cabo el reconocimiento de la microcuenca Namora utilizando el acceso principal Cajamarca a San Marcos y rutas alternas hacia diferentes puntos de la microcuenca; este método fue resaltante en la segunda etapa de la investigación donde se tomaron datos y fotografías del tipo de litología, estructuras, geoformas, zonas de recarga, así como la georreferenciación de los frentes de explotación minera, información que sirvió para calcular los impactos en las variables geoambientales.

3.4.3. Instrumentos de recolección de datos

Estuvo conformado por imágenes satelitales de la plataforma SAS Planet, planos topográficos MDE, plano geológico, ficha de campo, matriz de impactos geoambientales – MGA-RC18 descrita en la tabla 4. Estos sirvieron para describir y registrar los datos obtenidos en campo, como las características litológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas e información de georreferenciación utilizando el sistema de coordenadas WGS-84 UTM zona 17s.

3.5. Equipos y materiales

Equipos: Laptop, GPS Garmin 65S, Brújula tipo Brunton.

Materiales: Imágenes satelitales, Libreta de campo, picota de geólogo, Materiales de escritorio.

Software: SIG (ArcGis 10.4), SAS Planet, Microsoft office 365.

3.6. Tipo de la investigación

La investigación es de tipo aplicada, asociada a una investigación descriptiva – explicativa, debido a que se describen los impactos geoambientales generados en la microcuenca Namora y se explican a través de la Matriz MGA-RC18 por cada impacto generado por la explotación de recursos no metálicos en cada variable de estudio.

3.7. Diseño de la investigación

El diseño metodológico consistió en tres etapas:

3.7.1. Primera etapa

Precampo: Consistió en la delimitación del área de estudio a partir de imágenes DEM, Identificar la geología a partir de la carta geológica nacional desarrollada por el INGEMMET, así como también identificar las empresas mineras que tienen derecho de concesión de recursos

no metálicos, información que fue obtenida de la Plataforma GEOCATMIN. Por otro lado, se realizó la revisión de investigaciones similares para profundizar en el tema de la investigación.

3.7.2. Segunda etapa

Campo (In situ): En esta etapa, se identificó las actividades de explotación de recursos no metálicos y la forma en que impactan en las estructuras geológicas, geoformas (UM), hidrología e hidrogeología, así mismo georreferenciar los frentes de explotación haciendo uso del GPS en el sistema de coordenadas proyectadas WGS-84 UTM zona 17Sur y toma de fotografías que evidencian estos impactos.

3.7.3. Tercera etapa

Poscampo: En esta etapa se procesaron los datos obtenidos en las etapas anteriores, se realizó el cálculo de los impactos de cada empresa minera versus las variables de estudio; para luego elaborar la matriz de impactos geoambientales en forma cuantitativa haciendo uso de la matriz geoambiental MGA-RC18 propuesta por Rodríguez (2018), la misma que puede ser usada por las empresas mineras y autoridades regionales y locales como base en la implementación de planes de mitigación de impactos en las variables estudiadas.

3.8. Procesamiento y análisis de la información

Como primer paso, se obtuvo las imágenes satelitales libres como Imagen DEM del satélite Shuttle Radar Topography Misión (SRTM), desde la plataforma estadounidense Earth Explorer y la Imagen satelital que se obtiene del satélite Google desde la plataforma SAS Planet, georreferenciadas en el sistema de coordenadas WGS-84 UTM 17s, luego mediante el Software ArcGIS 10.4. Al realizar el procesamiento de las imágenes satelitales se generó el modelo digital de elevaciones (MDE) y se delimitó la microcuenca que sirvió como plano base para integrar los datos e información de campo y documental; es así que se obtuvieron los demás planos temáticos

como plano de ubicación, plano satelital, plano geológico, plano de unidades morfogénicas, y plano de distribución de concesiones mineras en la microcuenca, que a su vez conforman la población de la investigación. Posteriormente, para determinar el nivel de impacto, se superpone los mapas temáticos base delimitados por el polígono de la microcuenca donde se encuentran representadas las variables impactadas versus los polígonos de los frentes de explotación de recursos no metálicos o variable de impacto y se calcula el porcentaje de impacto en cada variable geoambiental, cabe indicar que estas variables tienen sus parámetros de medición bien definidos para evitar ambigüedades en los resultados; es decir, las variables con parámetros de área se midió en hectárea (ha) y las variables con parámetro de longitud se midió en kilómetros (km), estos datos numéricos se plasman en la Matriz de Impactos Geoambientales MGA-RC18, para obtener un modelo explicativo de los impactos generados por la explotación de estos recursos no metálicos en las variables objeto de estudio.

3.9. Procedimiento para completar la Matriz de Impactos Geoambientales MGA-RC18

La investigación consistió en determinar los impactos generados por la explotación de recursos no metálicos en las variables geoambientales estructuras geológicas, geoformas, hidrología e hidrogeología de la microcuenca Namora, de forma que su determinación sea sencilla y de fácil entendimiento; en ese sentido mediante un criterio discreto es que se eligió realizarlo mediante la Matriz de Impactos Geoambientales MGA-RC18, sugerida por su autor para determinar impactos específicamente en este tipo de variables relacionado a tipos de minería a tajo abierto dentro de unidades hidrográficas ya sea una cuenca, subcuenca o microcuenca; si embargo, es necesario tener en cuenta que la matriz determina el nivel de los impactos considerando el porcentaje de variable impactada bajo parámetros definidos; es decir, las variables con parámetros de área se midió en hectárea (ha) y las variables con parámetro de

longitud se midió en kilómetros (km), medidas que finalmente se convirtieron a porcentaje (%) en relación a su extensión total dentro de la microcuenca; por lo que, no se consideró otras características de las variables como su composición físico química, entre otras.

Considerando estas aclaraciones, se procede a realizar la evaluación de impactos en cada una de las variables geoambientales; los planos temáticos base como el plano geológico donde se plasma las estructuras geológicas e hidrografía (ver anexo Plano 03) y el plano de unidades morfogenéticas (ver anexo Plano 04) juegan un rol importante en esta fase.

Para calcular los impactos en la variable estructuras geológicas, primero se calcula la extensión total de esta variable dentro de la microcuenca considerando sus unidades de medida correspondiente, luego se calcula la extensión de la misma variable que ha sido impactada por la explotación de recursos no metálicos en tres concesiones mineras (Namora 2-2017, Namora 2-2017 A y Namora 3-2018), dichos cálculos se realizan mediante herramientas SIG que facilitan el proceso, finalmente se determina el porcentaje de variable impactada dentro de la microcuenca de la relación extensión impactada por las tres concesiones mineras sobre el total de extensión de la variable en la microcuenca multiplicado por cien, dando como resultado el porcentaje de variable impactada, dato que sirve para clasificar este impacto; estos datos obtenidos son producto de cálculos matemáticos precisos, libres de interpretaciones subjetivas o sesgos técnicos, proporcionando así información verificable, coherente y fundamentada sobre la ocurrencia y magnitud de los impactos.

El procedimiento es similar para las variables geoformas, hidrología e hidrogeología, que luego esta información es trasladada a la matriz de impactos geoambientales MGA-RC18, ubicándose en las celdas correspondientes determinadas por su correspondencia fila–columna, lo que genera un valor numérico único, preciso y verificable, libre de distorsión y de fácil

interpretación por parte de cualquier usuario. Este valor refleja una magnitud cuantitativa absoluta, no relativa, permitiendo un análisis directo de los resultados.

Al final de cada columna se presentan seis filas identificadas con las letras A, B, C, D, E y F, las cuales representan parámetros específicos del análisis de impacto. La fila A corresponde al Impacto Total (IT) expresado en la unidad de medida afectada; la fila B muestra el Impacto Total (IT) en porcentaje (%). La fila C indica la Remediación (R) en la unidad de medida afectada, mientras que la fila D expresa dicha Remediación (R) en porcentaje (%). La fila E representa el Impacto Residual (IR) en la unidad de medida afectada, calculado como la diferencia entre el Impacto Total y la Remediación; finalmente, la fila F muestra el Impacto Residual (IR) en porcentaje (%).

Durante el desarrollo de la investigación, se ha evidenciado que en la microcuenca Namora se realiza la explotación de los recursos no metálicos sin un plan de minado; por lo que, al finalizar su aprovechamiento no realizan ningún tipo de remediación, por lo tanto, en la matriz de impactos geoambientales la remediación se ha considerado con un valor de cero (0), esto significa que el impacto residual será igual al impacto total determinado inicialmente.

Por criterio de orden lógico y secuencial, el ingreso de los valores debe realizarse de manera progresiva, iniciando con la variable “Estructuras Geológicas”, seguida por la variable “Geoformas”, continuando con la variable “Hidrología” y finalizando con la variable “Hidrogeología”, como se muestra en la tabla 11.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la microcuenca Namora

4.1.1. Litología

En la microcuenca Namora afloran rocas sedimentarias del cretácico y cuaternario, estratigráficamente en la zona de investigación afloran rocas de la Formación Farrat (Ki-f) en una extensión de 548.73 ha, Cuaternario lagunar (Q-la) en una extensión de 456.52 ha y Cuaternario aluvial en una extensión de 272.16 ha, de acuerdo con los cálculos realizados en ArcGIS 10.4. Las concesiones mineras que realizan explotación de recursos no metálicos tendrán influencia en estas formaciones geológicas de la forma siguiente: Namora 2-2017 tiene influencia en la Formación Farrat, y los cuaternarios lagunares y aluviales; Namora 2-2017-A tiene influencia en la Formación Farrat y el cuaternario lagunar; Namora 3-2018 tiene influencia en la Formación Farrat y cuaternario lagunar (ver anexo plano 03).

4.1.1.1. Formación Farrat (Ki-f)

Formación clástica correspondiente al Cretáceo Inferior, constituida por estratos de areniscas cuarzosas y en algunas partes intercaladas con limolitas, con óxidos de hierro en las discontinuidades.

Estas areniscas superficialmente muestran un color pardusco amarillento, y la parte fresca es de color blanquecina con ligeras venillas de óxidos. El tamaño de los granos de la roca es de medio a grueso.

Figura 5

*Afloramiento de rocas de la Formación Farrat, Azimut: N°100 buzamiento: 49°;
Ubicación: Este: 792103 Norte:9204701.*



4.1.1.2. Cuaternario lagunar (Q-al)

Son depósitos sedimentarios que en la zona de investigación se encuentran en bancos subhorizontales, conformados por arenas y arcillas intercalados con grava, estos materiales lo podemos encontrar en las concesiones Namora 3-2018 y Namora 2-2017-A.

Figura 6

*Depósitos lagunares constituidos por material areno-arcilloso; Ubicación: Este: 791802
Norte:9204332.*

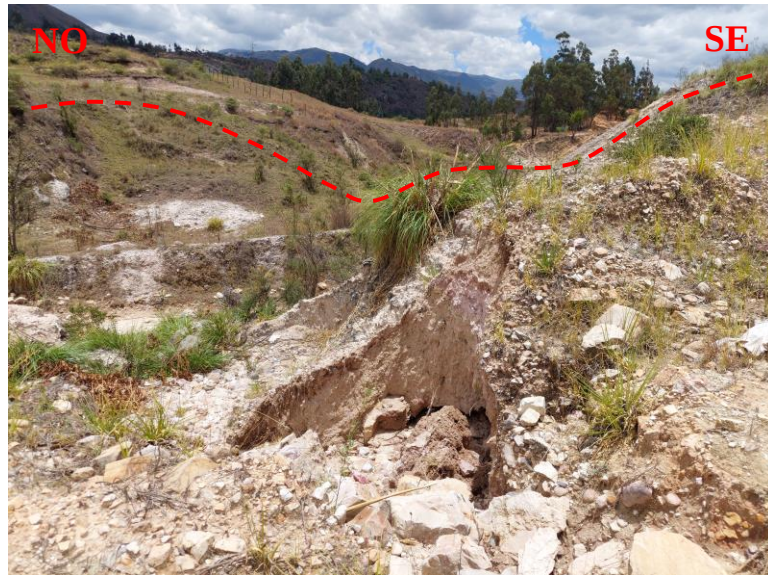


4.1.1.3. Cuaternario aluvial (Q-al)

Son depósitos sedimentarios conformados por bloques, gravas y guijarros de morfología subangulosa a angulosa, inmersos en una matriz areno-limosa que evidencia escaso transporte. En el área de estudio, estos depósitos se identifican dentro de la concesión Namora 2-2017.

Figura 7

Depósitos aluviales constituidos por bloques de roca angulosos en la microcuenca Namora; Ubicación: Este: 793357 Norte:9203241.



4.1.2. Unidades morfofénéticas de la microcuenca

Para caracterizar las unidades morfofénéticas dentro de la microcuenca Namora se ha tenido en cuenta la clasificación de Rodríguez y Huamán (2016) descrito en la tabla 1, identificando así, que la mayor parte del área de la microcuenca corresponde a planicies en una extensión de 722.88 ha representado un 56.65%, seguido de lomadas en una extensión de 506.91 ha que representa un 39.73% y laderas en una extensión de 46.31 ha que representan un 3.62%; estos porcentajes fueron obtenidos luego de realizar el procesamiento de las imágenes DEM en el software ArcGIS y corroboradas en campo (ver anexo plano 04).

Figura 8

Planicie en la microcuenca Namora; Ubicación: Este: 792741 Norte:9203456.



Figura 9

Lomadas en la microcuenca Namora; Ubicación: Este: 792741 Norte:9203456



Figura 10

Laderas en la microcuenca Namora; Ubicación: Este: 793432 Norte:9203925



4.1.3. Unidades hidrológicas e hidrogeológicas

La unidad hidrográfica (microcuenca Namora) está constituida por un río principal y por quebradas con caudales temporales en época de lluvia, estas aguas abajo se unen al río cajamarquino, siguiendo su trayectoria se une al río crisnejas y luego al río marañón el que desemboca sus aguas al río Amazonas terminando su recorrido en el océano Atlántico; la extracción de minerales no metálicos en la microcuenca Namora afectará el ciclo hidrológico por los cambios en la topografía y morfología del área de estudiada coincidiendo por los mencionado por la Secretaría de la Convención de Ramsar (2010).

Figura 11

Modificación del curso natural de quebrada por extracción de arena y grava; Ubicación: Este:791760 Norte:9204383



La zona de recarga lo conforma la parte de la cuenca hidrográfica que de acuerdo a las condiciones climáticas, geológicas, topográficas y la alteración antrópica, originan dan paso a la infiltración en el suelo del agua proveniente de las precipitaciones, recargando los acuíferos en las partes más bajas de la microcuenca.

La zona de investigación representa un área de recarga natural de acuíferos, teniendo en cuenta que la litología consiste en areniscas de la Fm. Farrat y depósitos cuaternarios poco consolidados, teniendo en cuenta que Sánchez (2012) define a un acuífero como Formación geológica que contienen agua y permite la circulación con facilidad a través de ella, encontrándose en esa clasificación las rocas arenisca, gravas que conforman los depósitos cuaternarios. Las zonas de recarga de acuíferos presentan una alta vulnerabilidad frente a la contaminación hídrica, debido a que los contaminantes que logran infiltrarse en el subsuelo tienden a permanecer en el acuífero durante extensos periodos de tiempo.

Figura 12

Modificación del relieve natural por explotación de arcillas, generando que el agua se acumule en superficie y aumente la infiltración; Ubicación: Este: 792490 Norte:9204244.



4.2. Impactos en las estructuras geológicas

Teniendo en cuenta la caracterización geológica en cuanto a litología de la microcuenca, asimismo, de acuerdo con la carta geológica nacional del INGEMMET y el estudio del estilo estructural del noroeste de la cuenca Namora realizado por De la Cruz, (2025); se evidencia la presencia de una falla normal que va en dirección NO-SE, se calcularon los impactos que cada concesión minera tendrá sobre la variable estudiada, los parámetros fueron calculados a partir de

los polígonos generados al intersecar la geología de la microcuenca y los polígonos de las concesiones mineras.

Los valores obtenidos, representan la cuantificación de impactos generados por las tres concesiones mineras en la variable estructuras geológicas, que corresponden a datos derivados del procesamiento matemático de la información, transformándose en datos objetivos, precisos y verificables que reflejan de manera racional y real la magnitud de los impactos generados.

En el plano 03 (Geológico) se muestra la geología de la microcuenca, superpuesto con las tres concesiones mineras, permitiendo así realizar un cálculo cuantitativo de las estructuras geológicas que se vería afectado por el desarrollo de la explotación minera.

Tabla 8

Concesiones mineras y su impacto en las estructuras geológicas

				Estructuras Geológicas				
MEDICIÓN				Variables	Fallas	Formación Farrat	Cuaternario lagunar	Cuaternario aluvial
				Unidades de Medición	Km	ha	ha	ha
				Total	5.09	548.73	456.52	270.85
EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NO METÁLICOS: Variable Independiente	NAMORA 2-2017	Área	ha	Parámetros		35.88	132.45	42.76
		Área	Km²					
		Longitud	Km		1.24			
		Tonelaje	MTn					
		Porcentaje	%		24.36	6.54	29.01	15.79
	NAMORA 2-2017-A	Área	ha	Parámetros		62.62	36.34	0
		Área	Km²					
		Longitud	Km		1.01			
		Tonelaje	MTn					
		Porcentaje	%		19.84	11.41	7.96	0.00
	NAMORA 3-2018	Área	ha	Parámetros		49.19	16.37	0
		Área	Km²					
		Longitud	Km		0.86			
		Tonelaje	MTn					
		Porcentaje	%		16.90	8.96	3.59	0.00
	TOTAL %				61.10	26.91	40.56	15.79

La tabla 8 muestra los impactos en las estructuras geológicas presentes en la microcuenca, se inicia describiendo los impactos generados por la explotación de estos recursos no metálicos en la estructura Falla que se da según el detalle siguiente: la concesión minera Namora 2-2017 impacta en un 24.36%, Namora 2-2017-A impacta en un 19.84% y la concesión Namora 3-2018 impacta en 16.90%, haciendo un total entre las tres concesiones de un 61.10%, que corresponde a un impacto de nivel muy alto; en comparación con las investigaciones de Rodríguez (2018) el impacto en este tipo de estructuras fue de un 100% para el proyecto minero Conga, mientras que Ayala (2022) obtiene un impacto del 98% de impacto en estas estructuras para el proyecto minero el Galeno; esto se debe a que ambos proyectos son de gran envergadura por lo que tienen mayor amplitud en espacio requerido para la implantación de su infraestructura.

De igual forma se muestra el impacto en la Formación Farrat de acuerdo con cada concesión minera: Namora 2-2017 impacta en un 6.54%, Namora 2-2017-A en 11.41% y Namora 3-2018 en 8.96%, haciendo un total de 26.91% del total de afloramiento existente en la microcuenca, corresponde a un impacto de nivel alto.

En el cuaternario lagunar los impactos por cada concesión corresponden a Namora 2-2017 en 29.01%, Namora 2-2017-A en 7.96% y Namora 3-2018 en 3.59%, haciendo un total de 40.56% que corresponde a un impacto de nivel muy alto.

Así mismo, se muestra el impacto en los depósitos aluviales solo impactará la concesión Namora 2-2017 en un 15.79%, que correspondería a un impacto de nivel medio.

Si comparamos con investigaciones similares podemos mencionar a Ayala (2022) quien investigó los impactos por implantación del proyecto minero el Galeno obteniendo resultados de impactos en la Fm. Farrat de un 27% y en cuaternario fluvio glacial de un 18%, como vemos el

impacto en esta variable dependerá del lugar donde se está realizando la investigación ya que la litología puede ser diferente de un lugar a otro por factores y procesos geológicos naturales; por su parte Rodríguez (2018) no realiza el cálculo de los impactos generados por el proyecto conga en la variable litología. Marín y Sarmiento (2019) en su investigación de impactos ambientales y sociales generados por la explotación de materiales de construcción en el municipio de Tame Arauca-Colombia indican que habrá modificación en las propiedades fisicoquímicas del suelo, pero no caracterizan el tipo de suelo ni realizan la cuantificación de los impactos.

Figura 13

Extracción de agregados (arena) generando impacto en los depósitos lagunares, posteriormente estos lugares son abandonados sin realizar remediación alguna; Ubicación: Este:792281 Norte:9203735



4.3. Impactos en las unidades morfofenéticas

En el plano 04, se muestra las unidades morfofenéticas de la microcuenca Namora superpuesto con el área de las concesiones mineras que están en actividad de explotación de recursos no metálicos; los parámetros se calculan por la intersección del plano de unidades morfofenéticas con los polígonos de las concesiones mineras, los resultados son datos numéricos

que son trasladados a la matriz de impactos geoambientales para su cuantificación y determinación del nivel de impacto que cada concesión minera origina en la variable estudiada; estos impactos calculados se muestran en la tabla 9.

Figura 14

Evidencia de la modificación de planicies por la explotación de arcillas; Ubicación: Este:792281 Norte:9203735



Figura 15

Modificación de laderas por la explotación de acillas; Ubicación: Este:793516 Norte:9203805.



Tabla 9

Concesiones mineras y su impacto en las Unidades Morfogenéticas.

					Geoformas o Unidades morfogenéticas (UM)					
					Variables	Planicies	Lomadas	Laderas	Escarpas	
					MEDICIÓN	Unidades de Medición	ha	ha	ha	ha
					Total	722.88	506.91	46.31	-	
EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NO METÁLICOS: Variable Independiente	NAMORA 2-2017	Área	ha	Parámetros		180.52	25.87	4.42	-	
		Área	Km²							
		Longitud	Km							
		Tonelaje	MTn							
		Porcentaje	%			24.97	5.10	9.54	-	
	NAMORA 2-2017-A	Área	ha	Parámetros		58.2	40.62	0.07		
		Área	Km²							
		Longitud	Km							
		Tonelaje	MTn							
		Porcentaje	%			8.05	8.01	0.15	-	
	NAMORA 3-2018	Área	ha	Parámetros		26.67	37.21	1.51		
		Área	Km²							
		Longitud	Km							
		Tonelaje	MTn							
		Porcentaje	%			3.69	7.34	3.26	-	
	TOTAL %					36.71	20.46	12.96		

La tabla 9 muestra los impactos en las unidades morfogenéticas, donde se observa que el impacto en la unidad morfogenética clasificada como planicies se da de acuerdo al detalle siguiente: Namora 2-2017 impacta en un 24.97%, Namora 2-2017-A impacta en un 8.05% y la concesión Namora 3-2018 impacta en 3.69%, generando un impacto total entre las tres concesiones de un 36.71% que corresponde a un impacto de nivel muy alto, esto se debe a que las concesiones mineras que realizan actividades de explotación de recursos no metálicos están ubicadas en mayor extensión en áreas de la microcuenca con pendientes del terreno entre 0° a 8° por lo tanto es la geoforma donde se genera mayor impacto.

También se observa el impacto en las unidades morfogénicas denominadas lomadas de acuerdo con cada concesión minera: Namora 2-2017 impacta en un 5.10%, Namora 2-2017-A en 8.01% y Namora 3-2018 en 7.34%, haciendo un total de 20.46%, que corresponde un impacto de nivel alto; así mismo, se muestra el impacto en las laderas según cada concesión, Namora 2-2017 impacta en un 9.54%, Namora 2-2017-A en 0.15% y Namora 3-2018 en 3.26%, haciendo un total de 12.96%, que corresponde a un impacto de nivel medio, como se evidencia los impactos va disminuyendo, esto está relacionado a que existe menor extensión de este tipo de geoformas dentro de la microcuenca.

De forma similar podemos comparar los impactos en esta variable con los generados por el proyecto el Galeno los que fueron calculados por Ayala (2022) el impacto en planicies en un 30%, para lomadas 33%, laderas un 19% y escarpas 50% correspondiendo a niveles de impacto medio en el caso de laderas e impactos muy altos en las demás unidades morfogénicas; por su parte Rodríguez (2018) obtiene impactos muy altos en las unidades morfogénicas por implantación del proyecto minero conga obteniendo como resultados un impacto de 70% en planicies, 83% en lomadas, 65% en laderas y 80% en escarpas; por lo que podemos resaltar la importancia de realizar los cálculos de manera cuantitativa debido a que es la variable en la que más se evidencian los impactos cuando se trata de explotación de recursos minerales a cielo abierto.

Marín y Sarmiento (2019) determinan que la explotación de materiales de construcción generará alteraciones en las características geomorfológicas y su evaluación cualitativa da como resultado un impacto de nivel moderado, pero como podemos ver no realiza un cálculo de manera cuantitativa que nos indique de manera clara u sencilla el porcentaje de las geoformas existentes en su área de estudio que serán impactadas.

De igual forma Gola (2017) en su investigación denominada estudio geoambiental de la explotación de materiales para la construcción de la cantera pilón-Cuba, determina que habrá cambios en la morfología y topografía originados por los trabajos de perforación, voladura y transporte del mineral; es considerado un impacto de larga duración e irreversible por lo que es clasificado como un impacto de categoría I, de ocurrencia muy alta. Así mismo, Aroni (2019) en su investigación lo describe como impactos en la topografía, indicando que la explotación de la cantera Darhyam Única genera impacto directo en este componente por tratarse de actividades mineras a tajo abierto, indicando que el impacto será moderado debido al proceso de extracción en sus diferentes fases que provocará un cambio en la morfología del terreno; como vemos los impactos solo lo determinan de forma cualitativa y no se conoce ni por aproximación la cantidad real de impacto en esta variable geoambiental.

4.4. Impactos hidrológicos e hidrogeológicos

En el plano 04, se puede observar de igual forma la hidrografía presente en la microcuenca Namora, constituido principalmente por quebradas las que de manera natural en temporada de lluvia aportan al río Namora. Estos drenajes superficiales serán afectados al realizar la explotación de estos recursos minerales no metálicos. El área de investigación por las características topográficas y litológicas se comportan como zonas de recarga natural (ver Figura 16 y Figura 17), que se verán afectadas al realizar las actividades de extracción según la tabla 10.

La tabla 10 muestra que el impacto en la unidad hidrográfica microcuenca se da según lo detallado: la concesión minera Namora 2-2017 impacta en un 16.54%, Namora 2-2017-A impacta en un 7.75% y la concesión minera Namora 3-2018 impacta en 5.14%, haciendo un total entre las tres concesiones de un 29.43%, que de acuerdo con la clasificación de Rodríguez corresponde a un impacto de nivel alto.

También se observa el impacto en el drenaje superficial de acuerdo con cada concesión minera: Namora 2-2017 impacta en un 20.94%, Namora 2-2017-A en 9.60% y Namora 3-2018 en 4.49%, haciendo un total de 35.03%, de acuerdo con la clasificación utilizada en la investigación corresponde a un impacto de nivel muy alto; este impacto está determinado por la cantidad de drenajes que serán modificados por la extracción de los recursos no metálicos, mas no por la alteración a la composición fisicoquímica del agua.

Así mismo, se muestra el impacto en las zonas de recarga natural según cada concesión, Namora 2-2017 impacta en un 16.54%, Namora 2-2017-A en 7.75% y Namora 3-2018 en 5.14%, haciendo un total de 29.43%, que corresponde un impacto de nivel alto.

Ayala (2022) en su investigación determina impactos de 38% en la subcuenca Chailluagón y 29% en la subcuenca Chanche y 50% de impactos en lagunas por implantación del proyecto minero el Galeno; de igual forma, obtiene un resultado de impacto con respecto a la zona de recarga natural de un 100%, indicar que los impactos dependerán de la magnitud del proyecto y de las unidades hidrológicas e hidrogeológicas presentes en el área estudiada. Por su parte Rodríguez (2018) determina que los impactos por implantación del proyecto minero conga en subcuencas dentro del área de investigación será de 88% y en modificación de drenajes será de 100% siendo impactos de nivel muy alto. Así mismo, Gola (2017) en su investigación determina contaminación de aguas superficiales asociadas al caudal de aguas pluviales que arrastran grandes cantidades de sedimentos en forma de lodo y que contaminan el área de investigación considerando que este tipo de impacto será reversible ya que existe la posibilidad que las agua recuperen su calidad. Se puede observar que, no hace el cálculo de forma cuantitativa donde indique la cantidad de kilómetros de drenajes superficiales que serán impactados por la extracción de estos materiales para la construcción.

Figura 16

Corte geológico A-A', se observa la geometría de las estructuras geológicas en profundidad en la parte alta de la microcuenca, además del modelo inferido de las líneas de flujo subterráneo.

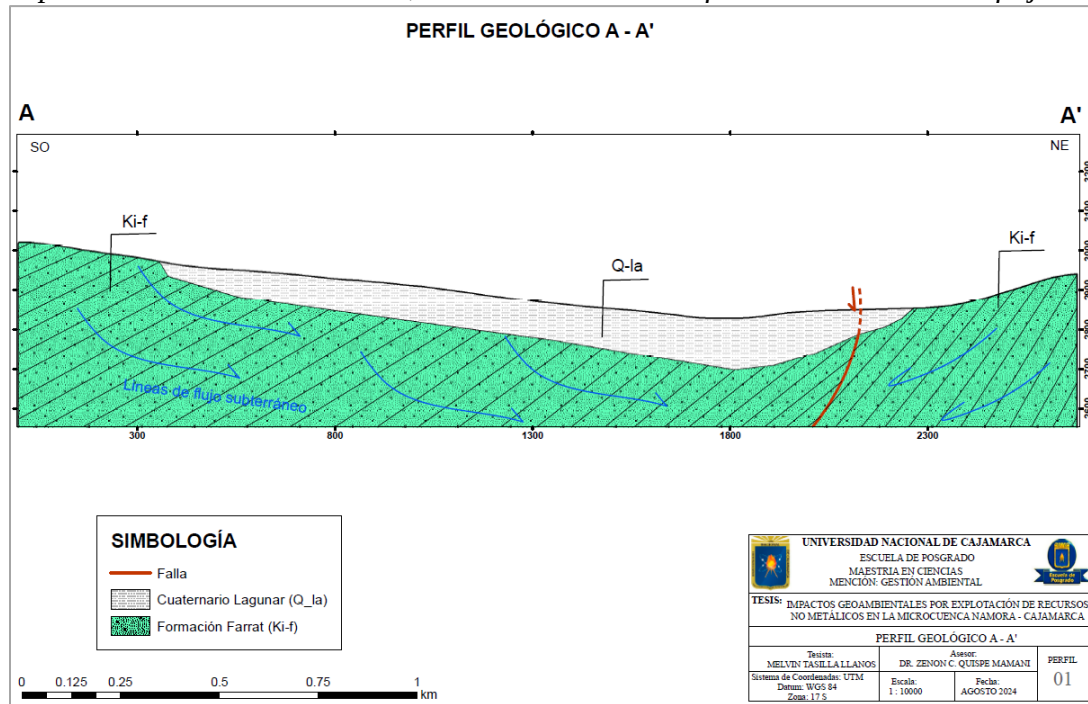


Figura 17.

Corte geológico B-B', representación geométrica de las estructuras geológicas en profundidad en la parte baja de la microcuenca, además del modelo inferido de las líneas de flujo subterráneo.

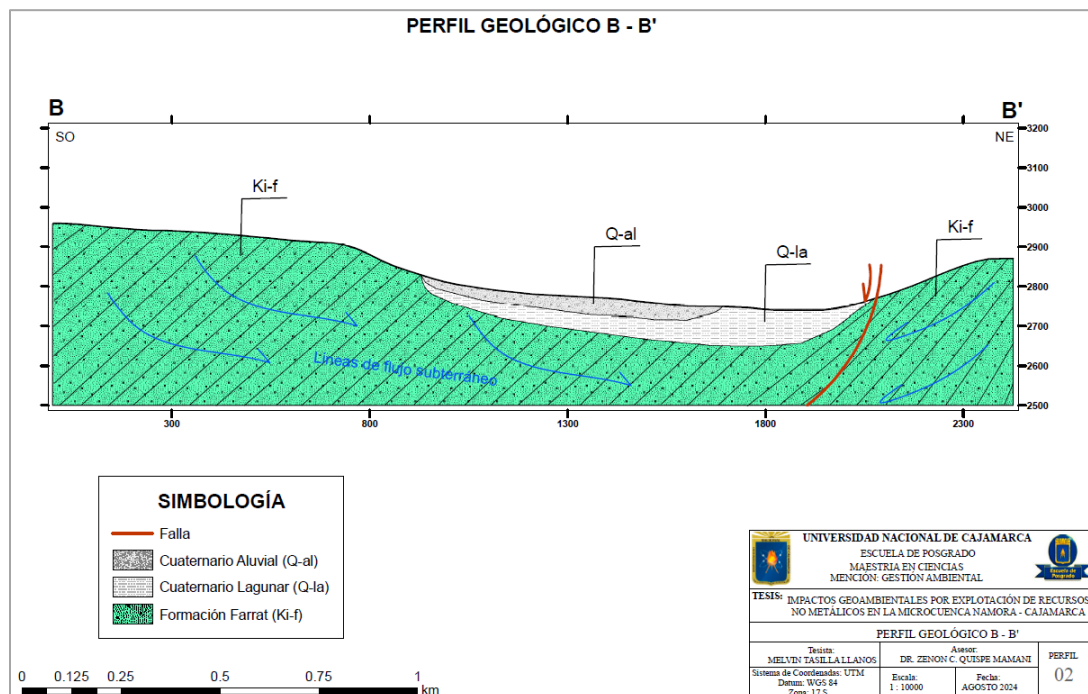


Tabla 10

Concesiones mineras y su impacto en la hidrología e hidrogeología

MEDICIÓN				Hidrología		Hidrogeología	
				Variables	Microcuenca	Drenaje	Zona de recarga natural
				Unidades de Medición	ha	Km	ha
				Total	1276.1	35.43	1276.1
EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NO METÁLICOS: Variable Independiente	NAMORA 2-2017	Área	ha	Parámetros	211.09	7.42	211.09
		Área	Km²				
		Longitud	Km				
		Tonelaje	MTn				
		Volumen	m³				
		Porcentaje	%				
	NAMORA 2-2017-A	Área	ha	Parámetros	98.96	3.4	98.96
		Área	Km²				
		Longitud	Km				
		Tonelaje	MTn				
		Volumen	m³				
		Porcentaje	%				
	NAMORA 3-2018	Área	ha	Parámetros	65.56	1.59	65.56
		Área	Km²				
		Longitud	Km				
		Tonelaje	MTn				
		Volumen	m³				
		Porcentaje	%				
	TOTAL %				29.43	35.03	29.43

Teniendo en cuenta esta información ingresamos los datos en la celdas de la matriz MGA-RC18, considerando las unidades de medición utilizadas en cada variable impactada, iniciando por la variable estructuras geológicas, luego unidades morfogenéticas, finalmente las variables hidrológicas e hidrogeológicas; los impactos se muestran en la fila de Impacto Residual en porcentaje (%), considerando que en el área de investigación no se evidencia remediación de impactos por lo que se ha considerado el valor de cero en valor numérico y porcentual, como se muestra en la tabla 11.

Tabla 11

Matriz de impactos geoambientales en la microcuenca Namora por Explotación de minerales no metálicos.

MATRIZ DE IMPACTOS GEOAMBIENTALES - MGA-RC18															
ÁREA DE LA MICROCUENCA															
ETAPA DEL PROYECTO: Explotación															
COLUMNAS															
1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	15	17	18	
						VARIABLES IMPACTADAS: Variables Dependiente									
						Estructuras Geológicas				Geoformas (UM)			Hidrología		Hidrogeología
			MEDICIÓN		Variables	Fallas	Formación Farrat	Cuaternario lagunar	Cuaternario aluvial	Planicies	Lomadas	Laderas	Microcuenca	Drenaje	Zona de recarga natura
				Unidades de Medición	Km	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	Km	ha
				Total	5.09	548.73	456.52	270.85	722.88	506.91	46.31	1276.1	35.43	1276.1	
VARIABLES DE IMPACTO GEOAMBIENTALES	Explotación de Recursos no Metálicos: Variable Independiente	NAMORA 2-2017	Área	ha	Parámetros		35.88	132.45	42.76	180.52	25.87	4.42	211.09		211.09
			Área	Km²											
			Longitud	Km		1.24							7.42		
			Tonelaje	MTn											
			Porcentaje	%		24.36	6.54	29.01	15.79	24.97	5.10	9.54	16.54	20.94	16.54
		NAMORA 2-2017-A	Área	ha	Parámetros		62.62	36.34	0	58.2	40.62	0.07	98.96		98.96
			Área	Km²											
			Longitud	Km		1.01							3.4		
			Tonelaje	MTn											
			Porcentaje	%		19.84	11.41	7.96	0.00	8.05	8.01	0.15	7.75	9.60	7.75
		NAMORA 3-2018	Área	ha	Parámetros		49.19	16.37	0	26.67	37.21	1.51	65.56		65.56
			Área	Km²											
			Longitud	Km		0.86							1.59		
			Tonelaje	MTn											
			Porcentaje	%		16.90	8.96	3.59	0.00	3.69	7.34	3.26	5.14	4.49	5.14
		A	IMPACTO TOTAL (IT) (UNIDAD AFECTADA)		3.11	147.69	185.16	42.76	265.39	103.7	6	375.61	12.41	375.61	
		B	IMPACTO TOTAL (IT) (% AFECTADO)		61.10	26.91	40.56	15.79	36.71	20.46	12.96	29.43	35.03	29.43	
		C	REMEDIACIÓN (R) (UNIDAD AFECTADA)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		D	REMEDIACIÓN (R) (%)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		E	IMPACTO RESIDUAL (IR) (UNIDAD AFECTADA) IT - R		3.11	147.69	185.16	42.76	265.39	103.7	6	375.61	12.41	375.61	
		F	IMPACTO RESIDUAL (IR) (% AFECTADO)		61.10	26.91	40.56	15.79	36.71	20.46	12.96	29.43	35.03	29.43	
					Impacto Positivo	Mejora Ambiental									
					Sin Impacto	Condición Natural									
					Impacto Bajo	0 - 10	%	Realización de actividad minera con acuerdo individual, sin impacto y correcta							
					Impacto Medio	10 - 20	%	Realización de actividad minera con acuerdo individual, compensación económica individual y comunitaria							
					Impacto Alto	20 - 30	%	No debe realizarse actividad minera, salvo acuerdos comunitarios y gubernamentales							
					Impacto Muy Alto	30 - 100	%	Imposible de realizar actividad minera							

Nota. Adaptado de Matriz de impactos geoambientales, por S. R. Rodríguez, 2018.

4.5. Tipos de impactos identificados

4.5.1. Por la variación de la calidad ambiental

Luego de haber identificado y cuantificado los impactos geoambientales por la explotación de recursos no metálicos en la microcuenca Namora, a través de la matriz MGA-RC18 evidenciamos que los impactos generados en las cuatro variables geoambientales estudiadas van desde el nivel medio a nivel de impacto muy alto, por lo tanto, corresponde clasificarlos como impactos de tipo negativos al geoambiente debido a que se produce pérdida del valor natural, paisajístico, erosión, entre otros, coincidiendo con lo mencionado por Dellavedova (2011).

4.5.2. Por su extensión

Por la extensión de los impactos en las estructuras geológicas se consideran de forma puntual ya que el efecto de los impactos son locales; es decir, se limita al área de la microcuenca Namora; los impactos en las geoformas serán parciales debido a que su modificación tendrá incidencia significativa en el geoambiente ya que es la variable donde más se evidencian estos impactos cuando se realiza la explotación de los recursos no metálicos a cielo o tajo abierto; finalmente los impactos en las variables hidrológicas e hidrogeológicas son considerados de extensión puntual debido a que la zona afectada se limita a la microcuenca, coincidiendo con lo mencionado por Gola (2017).

4.5.3. Por el momento en el que se manifiesta

De acuerdo con el momento en el que se manifiestan los impactos, estos son clasificados como impactos de efecto inmediato, debido a que no existe un lapso de tiempo entre la acción realizada y el impacto; es decir, si se realiza la explotación de minerales no metálicos en el

cuaternario lagunar, sobre una planicie, modificando además una quebrada, el impacto se evidencia de forma inmediata en las variables mencionadas.

4.5.4. Por su persistencia

Por su persistencia los impactos en la variable estructuras geológicas es considerando como impactos permanentes, debido a que el proceso de formación de esta variable son miles y hasta incluso millones de años; de igual forma los impactos en las unidades morfogénicas serán considerados como permanentes debido a que su configuración de éstas es el resultado de la acción de procesos morfogénicos desde la formación terrestre hasta la actualidad; los impactos en las variables hidrológicas e hidrogeológicas también serán consideradas permanentes; coincidiendo con lo mencionado por Dellavedova (2011) que denomina impactos permanentes cuando la duración del impacto es de forma indefinida o su efecto es superior a los 10 años.

4.5.5. Por su recuperación y reversibilidad

Según esta clasificación, podemos indicar que los impactos en la variable estructuras geológicas se considera irreversible debido a que al finalizar la explotación minera no se podrá reestablecer a su estado inicial, coincidiendo con lo mencionado por Gola (2017); los impactos en las unidades morfogénicas podemos considerarlo como recuperables parcialmente, ya que si adaptamos medidas de mitigación en el cierre de mina podremos devolver parte de las geoformas afectadas.

Con respecto a las variables hidrología e hidrogeología Gola (2017) indica que los impactos en esta variable puede considerarse reversible a largo plazo debido a que existe la posibilidad alcances su estabilidad y pueda recuperarse; sin embargo, no coincidimos con esta clasificación, planteando que si bien es cierto a largo plazo pueden alcanzar un equilibrio por factores geológicos naturales, éstas tendrán una morfología nueva muy diferente a la que existió

antes de realizar la explotación de los recursos no metálicos, clasificándolo así como impactos de tipo irreversible para esta variable.

4.5.6. Por la acumulación (interrelación de acciones y/o efectos)

Por la acumulación podemos clasificar a los impactos geoambientales generados por explotación de materiales no metálicos como impactos acumulativos debido a que las variables estudiadas se encuentran relacionadas entre sí, por lo que la afectación en una variable tendrá incidencia en las demás; es decir, al realizar la explotación de recursos no metálicos, se impacta en las estructuras geológicas, que a la vez se encuentran conformando una geoforma y por su tipo de litología conforma unidades hidrológicas e hidrogeológicas.

4.5.7. Por la relación causa-efecto

Los impactos geoambientales identificados serán clasificados por su relación causa-efecto como impactos directos, ya que tanto los impactos en las variables estructuras geológicas, unidades morfogénicas, hidrología e hidrogeología son consecuencia directa de la explotación de recursos no metálicos, esto significa que, mientras se realiza la explotación de los recursos no metálicos los impactos geoambientales serán evidentes; por el contrario, si no se realiza la explotación de estos recursos, las variables geoambientales se mantendrán en su estado geológico natural.

4.5.8. Por su periodicidad

Los impactos geoambientales identificados en la microcuenca Namora, serán clasificados como impactos continuos ya que a medida que se extraen los materiales no metálicos, en forma simultánea aparecerán los impactos en las variables estudiadas, coincidiendo por lo indicado por Dellavedova (2011) donde menciona que una de las actividades humanas que generan impactos continuos son las explotaciones de materiales de construcción en canteras.

4.6. Contrastación de la hipótesis

Luego de haber realizado la evaluación de impactos geoambientales en la microcuenca Namora, se ha demostrado que la explotación de recursos minerales no metálicos sin un plan ambiental o un diseño de explotación que minimicen estos impactos, generan impactos de nivel medio a muy alto en las cuatro variables de investigación, provocando cambios irreversibles en las estructuras geológicas, geoformas, hidrología e hidrogeología; es así que, hemos contrastado la hipótesis de investigación propuesta inicialmente.

4.7. Medidas de mitigación de impactos

Luego de haber evaluado los impactos geoambientales, observamos que en las cuatro variables se presentan impactos de nivel alto a muy alto, en ese sentido, lo que se busca es llevar a cabo la explotación de los recursos no metálicos con el menor impacto al geoambiente, por lo que se proponen algunas medidas de mitigación descritas en el Tabla 12.

Tabla 12

Medidas de mitigación de impactos geoambientales.

Variable impactada	Medidas de mitigación	Resultados esperados
Impactos en las estructuras geológicas	Considerando que el impacto en esta variable es inevitable se recomienda: Establecer controles topográficos y geotécnicos en los taludes.	- Reducción de excavación en exceso más allá de lo necesario para aprovechar los recursos no metálicos.
	Estabilizar los taludes en la etapa de cierre de explotación	- Reducción de taludes inestables y por ende reducción de la erosión de las estructuras geológicas.

Variable impactada	Medidas de mitigación	Resultados esperados
Impactos en las geoformas	Disminuir la altura de los bancos de explotación, recomendable máximo 10m.	- Fácil remodelación del relieve al cierre de explotación, así como también reducción de áreas inestables que facilitan la erosión del terreno.
	Realizar trabajos de rehabilitación de la morfología con materiales no aprovechables como escombros, suelo de la cobertura vegetal en áreas donde se explotaron los recursos no metálicos	- Remodelación de la morfología del relieve con la finalidad de obtener Unidades morfogenéticas similares a las inicialmente encontradas.
Impactos en la hidrología e hidrogeología	Establecer sistemas adecuados de drenajes para agua de escorrentía a nivel de frentes de explotación	- Reducción de cambios en la morfología de los drenajes de quebradas existentes y por lo tanto disminución de la alteración en el ciclo hidrológico natural.
	Respetar la profundidad de explotación	- Acuíferos estables a nivel subterráneo, conservación de las líneas de flujo subterráneo en su estado natural

Estas medidas de mitigación fueron planteadas en base a lo evidenciado en campo y relacionado con las variables de estudio, alineados a los propuestos por Gola (2017), Marín y Sarmiento, (2019), Marchevsky et al., (2018), Aguilar, (2024), quienes proponen medidas de

mitigación en variables similares; sin embargo, es importante indicar que mediante un plan de manejo ambiental detallado para la explotación de recursos no metálicos en la microcuenca Namora, se podría integrar medidas de mitigación en otros factores ambientales como la calidad de suelos, agua, aire, flora, fauna, acorde con la legislación ambiental vigente.

En este sentido, es esencial entender que el principal objetivo de proponer medidas de mitigación para los impactos generados por la explotación de recursos no metálicos es lograr un equilibrio entre los beneficios a nivel económico producto de la extracción de estos recursos y el ambiente geológico; es decir que, el fin último es alcanzar un modelo de desarrollo sostenible y responsable, que genere beneficio para la empresa, la comunidad local y al entorno ambiental, coincidiendo con lo mencionado por Aguilar (2024); quedando a criterio de las empresas y autoridades competentes la implementación de estas medidas y de ser el caso hacer evaluaciones periódicas para medir su eficacia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. La caracterización geológica de la microcuenca del río Namora tiene de litología afloramientos de la Formación Farrat, depósitos cuaternarios de tipo lagunar y depósitos aluviales con una falla geológica de tipo normal que va en dirección NO-SE a lo largo de la microcuenca; las unidades morfogénicas que presenta son planicies, lomadas y laderas e hidrológicamente está representado por drenajes superficiales que a su vez conforman zonas de recarga natural de acuíferos.

2. La matriz de evaluación de impactos geoambientales, determinó que la explotación de los recursos no metálicos presenta impactos de nivel medio a muy alto en las estructuras geológicas y unidades morfogénicas, los impactos generados en la hidrología e hidrogeología están clasificados en los niveles de alto a muy alto.

3. Los tipos de impactos originados por la explotación de recursos no metálicos en la microcuenca son de tipo negativo debido a la variación de la calidad ambiental, mientras que por su extensión son impactos puntuales, por el momento en el que se manifiestan se clasifican como impactos de efecto inmediato; por su persistencia son impactos permanentes; por su recuperación y reversibilidad se consideran impactos irreversibles los generados en las estructuras geológicas, impactos recuperables los generados en las unidades morfogénicas y reversibles a largo plazo los generados en las variables hidrología e hidrogeología; por la acumulación se clasifican como impactos acumulativos; por la relación causa-efecto se consideran impactos directos y por su periodicidad se consideran como impactos de tipo continuos.

4. Se determinó medidas de mitigación de impactos en las variables geoambientales con niveles de alto a muy alto derivados de la matriz de evaluación de impactos, estas medidas fueron determinadas considerando lo evidenciado en campo, las cuales deber ser consideradas por las empresas que vienen realizando la explotación de los recursos no metálicos y autoridades competentes para su implementación y posterior evaluación.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

1. A las empresas que realizan la explotación de recursos no metálicos en la microcuenca Namora, se recomienda Implementar de manera obligatoria y sistemática planes de manejo ambiental que incorporen medidas de mitigación y monitoreo continuo de los impactos identificados mediante la Matriz de Impactos Geoambientales MGA-RC18.

2. A las autoridades regionales, municipales y sectoriales se recomienda, fortalecer la supervisión y fiscalización ambiental en la microcuenca, priorizando la aplicación de sanciones efectivas a las empresas que incumplan la normativa; promover la elaboración e implementación de planes de ordenamiento territorial que regulen la localización y magnitud de la explotación de recursos no metálicos en la microcuenca.

3. A futuros investigadores se recomienda profundizar en la aplicación y validación de la matriz utilizada en esta investigación en otros contextos hidrográficos o tipos de explotación, para contrastar su eficacia y generar comparaciones; ampliar las variables de estudio a otros factores ambientales, como factor calidad de suelo, aire, agua, flora, fauna, socioeconómico.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, P. (2024). Evaluación de los Impactos Ambientales en la Cantera Taparachi Generadas por la Explotación de Materiales Empleados en la Construcción. *Ciencia Latina*, 8(2), 1307–1326. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10568
- Aroni, A. D. (2019). Identificación y evaluación de los impactos ambientales de la explotación para el proyecto minero no metálica Darhyam única en el distrito de Miraflores Departamento de Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
- Ayala, Z. M. (2022). Impactos Geotécnico-Ambientales del proyecto minero El Galeno en cabeceras de las cuencas Chailhuagón y Chanche. Provincia de Celendín - Región Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Carrie, J. (2004). Manual de Manejo de Cuencas (Visión Mundial El Salvador (ed.); 2da.).
- Ccama, C. A. (2017). Modelo Geo-ambiental para la explotación minera de materiales arcillosos caso proyecto Custrong 2, distrito Polobaya, Departamento y provincia de Arequipa. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Cotler, H., Galindo, A., Gonzalez, I. D., Pineda, R. F., y Rios, E. (2013). Cuencas Hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. (P. A. México (ed.)). Red Mexicana de Cuencas Hidrográficas.
- Dávila, J. (2011). Dicionário Geológico. In A. Grouthing (Ed.), INGEMMET.
- De la Cruz, F. J. (2025). Estilo estructural del noroeste de la cuenca de Namora, Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

- Dellavedova, M. G. (2011). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental (1ra., Vol. 1, Issue 1, pp. 1–51). Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Duque, G. (2020). Manual de geología para ingenieros. In Universidad Nacional de Colombia.
<https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/LIB-205.pdf>
- ESRI. (2022). ¿ Qué es ArcGIS ? Introducción a ArcGIS. 1–11.
<https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- Ferrer, Y. R. (2016). Seguimiento en el tiempo de la evaluación de impacto ambiental en proyectos mineros. Luna Azul, 42, 256–269. <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.42.16>
- Garmendia, A., Salvador, A., Crespo, C., & Garmendia, L. (2005). Evaluación de Impacto Ambiental. Pearson Educación, Madrid.
<https://instipp.edu.ec/Libreria/libro/Evaluacion.impacto.ambiental.PDF>
- Gaspari, F. J., Rodríguez, A. M., Senisterra, G. E., Delgado, M. I., & Besteiro, S. I. (2013). Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas Libros de Cátedra (Edulp (ed.)). Universidad Nacional de La Plata.
- Gola, J. M. (2017). Estudio geoambiental de la explotación de materiales para la construcción de la cantera el Pílon, provincia de Huguín. (Tesis de Máster). Instituto Superior Minero Metalúrgico “Dr. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ”, Holguín, Cuba.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación (6ta Ed.). Mexico: Education, McGraw Hill.
- INEI. (2018). Cajamarca, Resultados Definitivos. In Censos nacionales.
- Luna, J. A. (2015). El impacto ambiental por la actividad de explotación de canteras en la

- localidad de Usme y sus principales medidas de manejo. Universidad Militar Nueva Granada - Bogotá, 13(3), 1576–1580.
- Marchevsky, N. J., Giubergia, A. A., y Ponce, N. H. (2018). Evaluación de impacto ambiental de la cantera “La Represa” en la provincia de San Luis, Argentina. *Tecnura*, 22(56), 51–61.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2018000200051
- Marín, M. A., y Sarmiento, E. A. (2019). Análisis de los impactos ambientales y sociales generados por la explotación de materiales de construcción en el municipio de Tame Arauca (Vol. 57, Issue 1). (Tesis Maestría). Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Oyarzun, J. (2009). Léxico sobre procesos y estructuras geológicas. In GEMM (Ed.), *Geología y Yacimientos Minerales*. Aula2punto.net.
- Oyarzún, J., y Oyarzun, R. (2014). Léxico de Geología Económica: Términos de uso común en España e Iberoamérica (E. GEMM (ed.)).
https://eprints.ucm.es/id/eprint/26225/1/Libro_Lexico_Geologia_Economica.pdf
- Quezada, L. (2021). Metodología de la investigación (M. S.L (ed.); Primera).
www.marcombo.com
- Quispe, A. L. (2019). Estrategias ambientales en la explotación de canteras de mármol y su influencia en el desarrollo sostenible de comunidades de la Región Junín. (Tesis Doctoral). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima, Perú.
- Rodríguez, R., y Huamán, F. (2016). Clasificación de Cuencas, Subcuencas y Microcuencas según sus parámetros geomorfológicos en la región Cajamarca. EAPIG, UNC. Cajamarca.

- Rodríguez, S. R. (2016). Método De Investigación Geológico-Geotécnico Para El Análisis De Inestabilidad De Laderas Por Deslizamientos zona Ronquillo-Corisorgona. (Tesis de Maestría), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Rodríguez, S. R. (2018). Impactos Geotécnico-Ambientales en Cabeceras de Subcuencas por Implantación de Minas Conga Cajamarca-Perú. (Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Sánchez, F. J. (2012). Hidrología e Hidrogeología. Departamento de Geología, Universidad de Salamanca - España.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010). Lineamientos de Ramsar en relación con el agua: Marco integrado para los lineamientos de la Convención en relación con el agua. (4ta ed., Vol. 8). Gland (Suiza).
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2016). Manual de la convención de Ramsar. Introducción a la convención sobre los humedales. (5ta ed.). Gland (Suiza).
- Servicio Geológico Mexicano. (2017). Hidrogeología. Gobierno de México.
https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Hidrogeologia.html
- Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., y Tasa, D. (2005). Ciencias de la Tierra, una introducción a la geología física. In P. Educación (Ed.), Geology (8va. Edici, Vol. 30). Pearson Educación, Madrid.
- Zambrano, G. L. (2023). Impactos ambientales ocasionados por la explotación artesanal de materiales de construcción en el río Quevedo, Ecuador. Escuela de Posgrado Newman.

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

7.1 Definición de variables

7.2 Operacionalización de variables

7.3 Resultados de análisis (Datos Software ArcGIS)

7.4 Datos de campo (Ficha de campo)

7.5 Datos Concesión Namora 2-2017 (Catastro Minero)

7.6 Datos Concesión Namora 2-2017-A (Catastro Minero)

7.7 Datos Concesión Namora 3-2018 (Catastro Minero)

7.8 Perfil Geológico A-A'

7.9 Perfil Geológico B-B'

7.10 Plano de Ubicación Política (ver Plano 01)

7.11 Plano Satelital (ver Plano 02)

7.12 Plano Geológico (ver Plano 03)

7.13 Plano de Unidades Morfogenéticas (ver Plano 04)

7.14 Plano de Población y Muestra de Investigación (ver Plano 05)

7.1 Definición de las variables

Para la investigación se han identificado las siguientes variables:

Tabla 13

Variables de la investigación.

Variable Independiente	Variables dependientes	
Explotación de recursos no metálicos	Impactos geoambientales	Estructuras geológicas
		Geoformas (UM)
		Hidrología
		Hidrogeología

Las variables están conformadas por una variable independiente que corresponde a la explotación de recursos no metálicos, su dimensión viene a ser el área de explotación de cada concesión y se mide en hectáreas (ha). Las variables dependientes están conformadas por los impactos en estructuras geológicas, geoformas, hidrología e hidrogeología.

7.2 Operacionalización de variables

Tabla 14

Operacionalización de las variables (Variable independiente y Variables dependientes)

DEFINICIÓN		DIMENSIÓN	INDICADOR	
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL			DEFINICIÓN OPERACIONAL
VARIABLE INDEPENDIENTE				
EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NO METÁLICOS	Extracción de los georecursos desarrollado por el hombre, para satisfacer sus necesidades como el abastecimiento de materias primas para la construcción, entre otras. Tiene importantes efectos a nivel ambiental y socioeconómico (Gola, 2017).	Área concesionada por cada empresa minera	Área de explotación de cada concesión	(ha, Km²)
VARIABLES DEPENDIENTES				
IMPACTOS GEOAMBIENTALES				
V-01: IMPACTO EN ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS	La estructuras indican las condiciones de formación de las rocas y los cambios posteriores, incluye fallas, pliegues y planos de estratificación (Oyarzun, 2009).	Fallas	Longitud	Km
		Formaciones geológicas	Área	ha
V-02: IMPACTO EN GEOFORMAS (UM)	Resultado del proceso morfogénico sobre las geoestructuras, teniendo como resultado final las Unidades Morfogénicas (UM) (Rodríguez, 2018).	Planicies	Área	ha
		Lomadas	Área	ha
		Laderas	Área	ha
		Escarpas	Área	ha
V-03: IMPACTOS HIDROLÓGICOS	Trata del estudio del recurso agua, su distribución en la superficie terrestre, y su influencia sobre el medio ambiente; se sitúa en cuencas hidrográficas que abastecen agua para diferentes usos del suelo o consumo urbano (Gaspari et al., 2013).	Microcuenca	Área	ha
		Drenaje	Longitud	Km
V-04: IMPACTOS HIDROGEOLÓGICOS	Conjunto de Formaciones geológicas, que según su comportamiento hidrogeológico pueden ser clasificados como acuíferos, acuitados, acuícludos o acuícludos (Sánchez, 2012).	Zona de recarga natural	Área	ha

7.3 Resultados de análisis (Datos Software ArcGIS)

TOTAL GEOLOGÍA_MICROCUCENCA NAMORA					
FID	Shape *	CODI	name	descrip	Área_ha
0	Polygon	12	Ki-f	Gpo. Goyllarisquizga, Fm. Farrat	276.78
1	Polygon	108	Q-al	Dep. Aluviales	270.85
2	Polygon	1392	Q-la	Dep. lagunares cuaternarios	456.52
3	Polygon	12	Ki-f	Gpo. Goyllarisquizga, Fm. Farrat	271.95
				F. Farrat	548.73
				Depositos Aluviales	270.85
				Depositos Lagunares	456.52
IMPACTOS EN LA GEOLÓGIA POR CONCESIÓN MINERA					
NAMORA 2-2017					
FID	Shape *	CODI	name	descrip	Área_ha
0	Polygon	108	Q-al	Dep. Aluviales	42.76
1	Polygon	1392	Q-la	Dep. lagunares, cuaternarios	132.45
2	Polygon	12	Ki-f	Gpo. Goyllarisquizga, Fm. Farrat	35.88
				F. Farrat	35.88
				Depositos Aluviales	42.76
				Depositos Lagunares	132.45
NAMORA 2-2017-A					
FID	Shape *	CODI	name	descrip	Área_ha
0	Polygon	1392	Q-la	Dep. lagunares, cuaternarios	36.34
1	Polygon	12	Ki-f	Gpo. Goyllarisquizga, Fm. Farrat	62.62
				F. Farrat	62.62
				Depósitos Lagunares	36.34
NAMORA 3-2018					
FID	Shape *	CODI	name	descrip	Área_ha
0	Polygon	1392	Q-la	Dep. lagunares, cuaternarios	16.37
1	Polygon	12	Ki-f	Gpo. Goyllarisquizga, Fm. Farrat	49.19
				F. Farrat	49.19
				Depósitos Lagunares	16.37

TOTAL _ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS_FALLAS_MICROCUEENCA				
FID	Shape *	Id	Long_m	long_km
0	Polyline	0	5090.7	5.09
IMPACTOS EN LAS ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS POR CONCESIÓN MINERA				
NAMORA 2-2017				
FID	Shape *	Id	Long_m	long_km
0	Polyline	0	1241.19	1.24
NAMORA 2-2017-A				
FID	Shape *	Id	Long_m	long_km
0	Polyline	0	1007.35	1.01
NAMORA 3-2018				
FID	Shape *	Id	Long_m	long_km
0	Polyline	0	859.68	0.86

TOTAL UNIDADES MORFOGENÉTICAS MICROCUENCA NAMORA								
FID	Shape *	ID	GRIDCODE	TIPO	Area_m2	TOT_UM_m2	TOT_UM_ha	TIPO
0	Polygon	56	1	PLANICIE	699			
3	Polygon	60	1	PLANICIE	167			
4	Polygon	73	1	PLANICIE	33478			
6	Polygon	80	1	PLANICIE	11059			
8	Polygon	82	1	PLANICIE	3888			
13	Polygon	103	1	PLANICIE	38987			
16	Polygon	109	1	PLANICIE	6836			
30	Polygon	133	1	PLANICIE	5573			
33	Polygon	142	1	PLANICIE	8794			
39	Polygon	150	1	PLANICIE	1159			
40	Polygon	154	1	PLANICIE	6381			
41	Polygon	155	1	PLANICIE	20000			
42	Polygon	157	1	PLANICIE	64276			
43	Polygon	158	1	PLANICIE	3637			
46	Polygon	200	1	PLANICIE	5926012			
47	Polygon	206	1	PLANICIE	257091			
48	Polygon	213	1	PLANICIE	840798	7228835	722.88	Planicie
1	Polygon	57	2	LOMADA	9739			
9	Polygon	91	2	LOMADA	5205			
10	Polygon	93	2	LOMADA	997			
12	Polygon	102	2	LOMADA	12239			
14	Polygon	105	2	LOMADA	719630			
17	Polygon	112	2	LOMADA	6968			
19	Polygon	114	2	LOMADA	30747			
21	Polygon	118	2	LOMADA	699			
24	Polygon	121	2	LOMADA	699			
25	Polygon	122	2	LOMADA	699			
26	Polygon	123	2	LOMADA	699			
27	Polygon	124	2	LOMADA	330965			
28	Polygon	126	2	LOMADA	19254			
31	Polygon	134	2	LOMADA	699			
32	Polygon	139	2	LOMADA	28538			
35	Polygon	146	2	LOMADA	3637			
37	Polygon	148	2	LOMADA	37459			
38	Polygon	149	2	LOMADA	10571			
45	Polygon	169	2	LOMADA	16932			
49	Polygon	216	2	LOMADA	3832730	5069106	506.91	Lomada
2	Polygon	58	3	LADERA	698			
5	Polygon	78	3	LADERA	138420			
7	Polygon	81	3	LADERA	15074			
11	Polygon	96	3	LADERA	44221			
15	Polygon	107	3	LADERA	698			
18	Polygon	113	3	LADERA	698			
20	Polygon	115	3	LADERA	9313			
22	Polygon	119	3	LADERA	52825			
23	Polygon	120	3	LADERA	2688			
29	Polygon	130	3	LADERA	11443			
34	Polygon	143	3	LADERA	698			
36	Polygon	147	3	LADERA	3452			
44	Polygon	166	3	LADERA	182869	463097	46.31	Ladera
						12761038	1276.10	Total

IMPACTOS EN LAS UNIDADES MORFOGENÉTICAS POR CONCESIÓN MINERA								
NAMORA 2-2017								
FID	Shape *	ID	GRIDCODE	UM	Área_m2	Área_ha	TOT_Ha	
9	Polygon	200	1	PLANICIE	1805170.67	180.52	180.52	Planicie
0	Polygon	91	2	LOMADA	5166.42	0.52		
1	Polygon	93	2	LOMADA	996.69	0.1		
3	Polygon	105	2	LOMADA	164951.48	16.5		
4	Polygon	112	2	LOMADA	6967.62	0.7		
5	Polygon	114	2	LOMADA	30747.46	3.07		
6	Polygon	118	2	LOMADA	698.61	0.07		
7	Polygon	121	2	LOMADA	698.61	0.07		
8	Polygon	126	2	LOMADA	19254.27	1.93		
10	Polygon	216	2	LOMADA	29123.82	2.91	25.87	Lomada
2	Polygon	96	3	LADERA	44220.72	4.42	4.42	Ladera
NAMORA 2-2017-A								
FID	Shape *	ID	GRIDCODE	UM	Área_m2	Área_ha		
2	Polygon	73	1	PLANICIE	654.14	0.07		
3	Polygon	80	1	PLANICIE	11058.56	1.11		
4	Polygon	82	1	PLANICIE	3888.28	0.39		
6	Polygon	200	1	PLANICIE	566336.95	56.63	58.2	Planicie
0	Polygon	57	2	LOMADA	9739.16	0.97		
5	Polygon	105	2	LOMADA	107200.54	10.72		
7	Polygon	216	2	LOMADA	289298.2	28.93	40.62	Lomada
1	Polygon	58	3	LADERA	698.18	0.07	0.07	Ladera
NAMORA 3-2018								
FID	Shape *	ID	GRIDCODE	UM	Área_m2	Área_ha		
0	Polygon	73	1	PLANICIE	32548.22	3.25		
3	Polygon	200	1	PLANICIE	234245.41	23.42	26.67	Planicie
2	Polygon	105	2	LOMADA	372118.74	37.21	37.21	Lomada
1	Polygon	81	3	LADERA	15073.87	1.51	1.51	Ladera

HIDROGRAFÍA_TOTAL_MICROCUEENCA NAMORA					
FID	Shape *	Id	Name	Long_m	Long_Km
0	Polyline	0	RÍO NAMORA	4371.02	4.37
6	Polyline	0		2530.22	2.53
11	Polyline	0		2060.08	2.06
15	Polyline	0		1898.65	1.9
32	Polyline	0		1832.43	1.83
13	Polyline	0		1762.81	1.76
12	Polyline	0		1688.81	1.69
29	Polyline	0		1431.41	1.43
1	Polyline	0		1215.6	1.22
2	Polyline	0		1189.33	1.19
9	Polyline	0		1146.25	1.15
3	Polyline	0		1096.85	1.1
33	Polyline	0		957.4	0.96
4	Polyline	0		851	0.85
22	Polyline	0		826.31	0.83
18	Polyline	0		822.86	0.82
26	Polyline	0		794.06	0.79
5	Polyline	0		739.5	0.74
17	Polyline	0		713.96	0.71
30	Polyline	0		707.65	0.71
10	Polyline	0		706.81	0.71
28	Polyline	0		621.91	0.62
7	Polyline	0		587.78	0.59
34	Polyline	0		561.78	0.56
23	Polyline	0		544.09	0.54
24	Polyline	0		517.54	0.52
19	Polyline	0		474.55	0.47
27	Polyline	0		463.55	0.46
8	Polyline	0		425.21	0.43
16	Polyline	0		417.49	0.42
21	Polyline	0		408.32	0.41
31	Polyline	0		316.23	0.32
25	Polyline	0		282.36	0.28
14	Polyline	0		256	0.26
20	Polyline	0		196.37	0.2
			TOTAL	35416.19	35.43

IMPACTOS EN LA HIDROGRAFÍA POR CONCESIÓN MINERA							
NAMORA 2-2017							
FID	Shape *	Id	Name	Long_m	Long_Km	Total	Unidad
0	Polyline	0	RÍO NAMOR	2232.65	2.23		
1	Polyline	0		395.25	0.4		
2	Polyline	0		1456.16	1.46		
3	Polyline	0		106.7	0.11		
4	Polyline	0		39.48	0.04		
5	Polyline	0		766.61	0.77		
6	Polyline	0		1066.21	1.07		
7	Polyline	0		211.37	0.21		
8	Polyline	0		54.57	0.05		
9	Polyline	0		364.31	0.36		
10	Polyline	0		248.6	0.25		
11	Polyline	0		470.46	0.47		
12	Polyline	0		4.75	0	7.42	km
NAMORA 2-2017-A							
FID	Shape *	Id	Name	Long_m	Long_Km		
0	Polyline	0		502.43	0.5		
1	Polyline	0		138.46	0.14		
2	Polyline	0		612.78	0.61		
3	Polyline	0		1290.15	1.29		
4	Polyline	0		296.32	0.3		
5	Polyline	0		561.78	0.56	3.4	Km
NAMORA 3-2018							
FID	Shape *	Id	Name	Long_m	Long_Km		
0	Polyline	0		373.31	0.37		
1	Polyline	0		822.49	0.82		
2	Polyline	0		94.87	0.09		
3	Polyline	0		311.48	0.31	1.59	km

EXTENSIÓN MICROCUENCA							
ÁREA	ha						
	1277.41						
NAMORA 2-2017		NAMORA 2-2017-A		NAMORA 3-2018			
ÁREA	ha	ÁREA	ha	ÁREA	ha		
	211.09		98.96		65.56		

7.4 Datos de campo (Ficha de campo)

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (CAMPO)

ITEM	COORDENADAS UTM		DESCRIPCIÓN (OBSERVACIÓN)
	ESTE	NORTE	
01	792103	9204701	Estados de areniscas de la Fm. Fanat Az: N°100 Bz: 49°
02	791802	9204332	Depósitos areno-arcillosos de tipo lagunar.
03	793357	9203241	Depositos de bloques de rocas angulosas.
04	792741	9203456	Se observa una unidad morfogenética tipo planicie pend. 5°
05	792471	9203456	Unidad morfogenética tipo domos 16° de pend. aprox.
06	793432	9203925	Vista de unidad morfogenética tipo laderas 42° pend. aprox.
07	791760	9204383	Vista de la modificación del curso de quebrada por explotación de arenas.
08	792490	9204244	Vista de la modificación de relieve natural por extracción de arcillos.
09	792281	9203735	Exposición de arenas en Depósitos lagunares, sin remediación alguna.
10	792281	9203735	Modificación de planicies por explotación de arcillos (Diatomites)
11	793516	9203805	Modificación de laderas por la extracción de arcillos.
12	793139	9204162	Estatificación de diéscor de la Fm. Fanat Az: 105 Bz: 45°

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS (CAMPO)

ITEM	COORDENADAS UTM		DESCRIPCIÓN (OBSERVACIÓN)
	ESTE	NORTE	
13	794552	9203554	Fm. Fomat Az. N° 03 Bz: 46° por este de la microcuenca.
14	794060	9201892	Fm. Fomat Az. N° 00 Bz: 43° al sur de la microcuenca.
15	792261	9202284	Fm. Fallet Az. N° 98 Bz: 44° Al sureste de la microcuenca.

7.5 Datos Concesión Namora 2-2017 (Catastro Minero)

RESUMEN DEL DERECHO MINERO

Datos Generales			
Código	010259717	Nombre	NAMORA 2-2017
Fecha de Formulación	31/10/2017	Situación	VIGENTE
Procedimiento	TRAMITE	Tipo	PETITORIO (D.LEG. 708)
Has. Formuladas	600.00	Sustancia	NO METALICA
Has. Rectificadas		Has. Formadas	
Has. Reducidas	300.00	Has. Disponibles	
Ubicación	TRAMITE - NOTIFICACION desde el 06/12/2022		

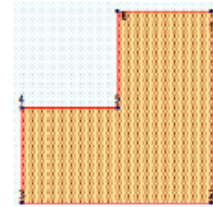
Titular Referencial			
<u>Tipo</u>	<u>Nombre de Razón Social</u>	<u>Dirección</u>	<u>% Participación</u>
NATURAL	JORGE MIGUEL PAREJA CELI	JR. LAS MARGANITAS N° 1684 URB. INCA MANCO CAPAC - III ETAPA LIMA/SAN JUAN DE LURIGANCHO/LIMA	100

Demarcaciones			
	<u>Departamento</u>	<u>Provincia</u>	<u>Distrito</u>
	CAJAMARCA	CAJAMARCA	NAMORA

Cartas			
	<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Zona UTM</u>
	15-G	SAN MARCOS	17

Coordenadas WGS84

Vertice	Norte	Este
1	9,205,000.00	794,000.00
2	9,203,000.00	794,000.00
3	9,203,000.00	792,000.00
4	9,204,000.00	792,000.00
5	9,204,000.00	793,000.00
6	9,205,000.00	793,000.00



Pagos						
	<u>Nro. Recibo</u>	<u>Monto</u>	<u>Fecha Pago</u>	<u>Nro. Cuenta</u>	<u>Banco</u>	<u>Concepto</u>
	0023896	S/ 405.00	20/10/2017	CAJA	CAJA	Tramite
	1911470478805	US \$/ 1,800.00	20/10/2017	1609001-1-45	BANCO DE CREDITO BCP	Vigencia

Resoluciones			
<u>Nro. Resolución</u>	<u>Fec. Resolución</u>	<u>Decisión</u>	<u>Plazo</u>
DCM	08/06/2022	APROBACION DE REDUCCION Y FRACCIONAMIENTO SIN CARTEL	0 dias
000243-2022-	25/01/2022	ELIMINACION PARCIAL DE AREA	
000243-2022-	25/01/2022	CANCELACION PARCIAL	15 dias
DCM	02/10/2018	OFICIESE- DIRECCION REGIONAL DE	30 dias
DCM	02/10/2018	PONGASE EN CONOCIMIENTO COLABORAR CON LA AUTORIDAD AGRARIA	30 dias
DCM	25/05/2018	APROBACION DE REDUCCION	

Fecha de emisión: jueves 22 de diciembre del 2022

Escritos

<u>Escrito</u>	<u>Sede</u>	<u>Trámite</u>	<u>F. Presentación</u>	<u>Contenido</u>	<u>Razon Social</u>
0100212622T	LIMA	TRAMITE P.O.M.	14/03/2022	SUBSANACION DE REQUERIMIENTOS (CAMBIO DE NOMBRE, RUC, ESTADO CIVIL, DATOS CONYUGE)	JORGE MIGUEL
0100309821T	LIMA	TRAMITE P.O.M.	21/06/2021	AUTORIZACION PARA NOTIFICACION A DIRECCION	JORGE MIGUEL
0100165618D	LIMA	DOCUMENTO	04/06/2018	OFICIO REMITE INFORMACION SOLICITADA	SERFOR

COPIA INFORMATIVA
Emitida a través de consultas por internet. No tiene validez para trámites administrativos, judiciales u otros.

7.6 Datos Concesión Namora 2-2017-A (Catastro Minero)

RESUMEN DEL DERECHO MINERO

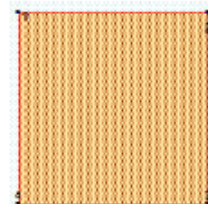
Datos Generales			
Código	010259717A	Nombre	NAMORA 2-2017 A
Fecha de Formulación	31/10/2017	Situación	VIGENTE
Procedimiento	TRAMITE	Tipo	PETITORIO (D.LEG. 708)
Has. Formuladas		Sustancia	NO METALICA
Has. Rectificadas		Has. Formadas	100.00
Has. Reducidas		Has. Disponibles	
Ubicación	ARCHIVO CENTRAL desde el 21/11/2022		

Titular Referencial			
<u>Tipo</u>	<u>Nombre de Razón Social</u>	<u>Dirección</u>	<u>% Participación</u>
NATURAL	JORGE MIGUEL PAREJA CELI	JR. LAS MARGANITAS N° 1664 URB. INCA MANCO CAPAC - III ETAPA LIMA/SAN JUAN DE LURIGANCHO/LIMA	100

Demarcaciones			
	<u>Departamento</u>	<u>Provincia</u>	<u>Distrito</u>
	CAJAMARCA	CAJAMARCA	NAMORA

Cartas			
	<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Zona UTM</u>
	15-G	SAN MARCOS	17

Coordenadas WGS84			
<u>Vertice</u>	<u>Norte</u>	<u>Este</u>	
1	9,205,000.00	791,000.00	
2	9,205,000.00	792,000.00	
3	9,204,000.00	792,000.00	
4	9,204,000.00	791,000.00	



Pagos					
<u>Nro. Recibo</u>	<u>Monto</u>	<u>Fecha Pago</u>	<u>Nro. Cuenta</u>	<u>Banco</u>	<u>Concepto</u>

Resoluciones			
<u>Nro. Resolución</u>	<u>Fec. Resolución</u>	<u>Decisión</u>	<u>Plazo</u>
DCM	18/10/2022	EXPIDASE LOS CARTELES SIN REDUCCION	30 días

Fecha de emisión: jueves 22 de diciembre del 2022

Escritos

<u>Escrito</u>	<u>Sede</u>	<u>Trámite</u>	<u>E. Presentación</u>	<u>Contenido</u>	<u>Razon Social</u>
0100857922T	LIMA	TRAMITE P.O.M.	14/11/2022	ADJ. PUBLICACION: EL PERUANO Y DIARIO LOCAL	JORGE MIGUEL

COPIA INFORMATIVA
Emitida a través de consultas por internet. No tiene validez para trámites administrativos, judiciales u otros.

7.7 Datos Concesión Namora 3-2018 (Catastro Minero)

RESUMEN DEL DERECHO MINERO

Datos Generales			
Código	560000518	Nombre	NAMORA 3-2018
Fecha de Formulación	01/08/2018	Situación	VIGENTE
Procedimiento	TRAMITE	Tipo	PETITORIO (D.LEG. 708)
Has. Formuladas	200.00	Sustancia	NO METALICA
Has. Rectificadas		Has. Formadas	
Has. Reducidas		Has. Disponibles	
Ubicación	REGION CAJAMARCA desde el 01/08/2018		

Titular Referencial

<u>Tipo</u>	<u>Nombre de Razón Social</u>	<u>Dirección</u>	<u>% Participación</u>
JURIDICO	COMPAÑIA MINERA AGREGADOS CALCAREOS S.A.	AV. MICAELA BASTIDAS N° 712, C.P. PAUCARBAMBA HUANUCO/AMARILIS/HUANUCO	100

Demarcaciones

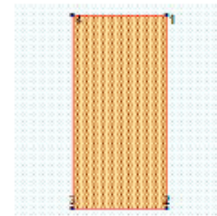
<u>Departamento</u>	<u>Provincia</u>	<u>Distrito</u>
CAJAMARCA	CAJAMARCA	NAMORA

Cartas

<u>Código</u>	<u>Descripción</u>	<u>Zona UTM</u>
15-G	SAN MARCOS	17

Coordenadas WGS84

<u>Vertice</u>	<u>Norte</u>	<u>Este</u>
1	9,206,000.00	793,000.00
2	9,204,000.00	793,000.00
3	9,204,000.00	792,000.00
4	9,206,000.00	792,000.00



Pagos

<u>Nro. Recibo</u>	<u>Monto</u>	<u>Fecha Pago</u>	<u>Nro. Cuenta</u>	<u>Banco</u>	<u>Concepto</u>
1910770417073	US \$/ 200.00	30/07/2018	1609001-1-45	BANCO DE CREDITO BCP	Vigencia

Resoluciones

<u>Nro. Resolución</u>	<u>Fec. Resolución</u>	<u>Decisión</u>	<u>Plazo</u>
------------------------	------------------------	-----------------	--------------

Escritos

Escrito

Sede

Trámite

F. Presentación

Contenido

Razon Social

COPIA INFORMATIVA
Emitida a través de consultas por internet. No tiene validez
para trámites administrativos, judiciales u otros.

