



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE ORELLANA
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA
EL ÁREA MINERA DE ÁRIDOS Y PÉTREOS “LA PLATA” EN LA
CUENCA DEL RÍO SUNO, CANTÓN LORETO, PROVINCIA DE
ORELLANA**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO/A AMBIENTAL

AUTORES: BRYAN DAMIAN ACOSTA ZAMBRANO

NATALY CRISTINA PACHECO ESPINOZA

DIRECTOR: Ing. LEONARDO DANIEL CABEZAS ANDRADE, MSc.

El Coca – Ecuador

2023

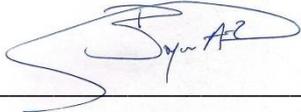
© 2023, Bryan Damian Acosta Zambrano & Nataly Cristina Pacheco Espinoza

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

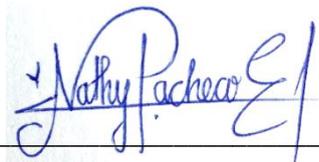
Nosotros, Bryan Damian Acosta Zambrano y Nataly Cristina Pacheco Espinoza, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

El Coca, 11 de octubre de 2023.



Bryan Damian Acosta Zambrano
131593097-2



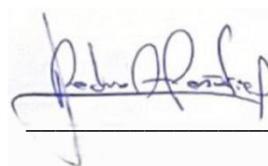
Nataly Cristina Pacheco Espinoza
220025453-6

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL ÁREA MINERA DE ÁRIDOS Y PÉTREOS “LA PLATA” EN LA CUENCA DEL RÍO SUNO, CANTÓN LORETO, PROVINCIA DE ORELLANA**, realizado por el señor: **BRYAN DAMIAN ACOSTA ZAMBRANO** y la señorita: **NATALY CRISTINA PACHECO ESPINOZA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

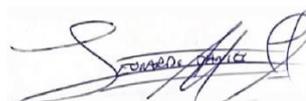
FIRMA FECHA

Ing. Pedro Andrés Peñafiel Arcos, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



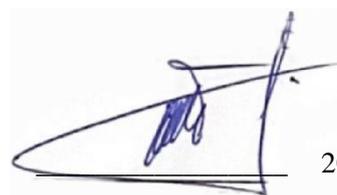
2023-10-11

Ing. Leonardo Daniel Cabezas Andrade, MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-10-11

Ing. Carlos Mestanza Ramón, PhD.
ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



2023-10-11

DEDICATORIA

Este y todos mis logros con mucho orgullo se los dedico a mis adorados padres Juan Pacheco y Miriam Espinoza, por su inmensurable y grandioso amor, esfuerzo, dedicación, enseñanzas, apoyo y ejemplo de vida que me brindan cada momento, pude lograrlo y no rendirme, gracias por haber confiado en mi en este largo proceso de mi carrera Universitaria, son mi inspiración de lograr este objetivo tan anhelado y todos los que vendrán en camino. A mis queridos hermanos Diego, Juan David y Milagros Pacheco por su apoyo incondicional desde el primer día en este proceso, que, con sus palabras de motivación, inundaban mi corazón de fortaleza y decir “vamos, que sí se puede”, y así poder seguir adelante firme, hasta lograr este gran sueño. Nada hubiese sido posible sin la ayuda y motivación de todos ustedes, pues ahora este logro no solo es mío, si no, de todos nosotros. ¡Se lo merecen! A mi novio Luis Sh., su familia, y a todas las personas por su apoyo, consejos y amor incondicional cuando más lo necesite, a mis grandes amigos de lucha tanto de Riobamba y el Coca que esta carrera me permitió conocerlos, compartir momentos inolvidables y que formaron parte del desarrollo de mi carrera Universitaria. Dedicado para mí también, por ser una mujer fuerte y decidida desde el primer día hasta poder lograr este sueño de ser una gran profesional y poder servir a mi país, de saber elegir amistades y vivir esta experiencia de foránea y no rendirme ante ninguna de las adversidades.

Nataly

En primer lugar, dedico este logro, y los que vengan en camino, a quien se lleva el mayor mérito, a mi madre, Lilia Zambrano, la persona más importante en mi vida, mi inspiración, mi motivo de lucha, y a quien le debo todo, gracias por haberme dado su amor incondicional, que con su bendición a lo largo de mi vida me protege y me llevará por el camino del bien, la vida me dio a la mejor mamá. A mi tía, Fernanda Zambrano, mi segunda madre, quien ha sido fundamental en mi vida, gracias por sus consejos, por todo el cariño y apoyo que siempre me ha brindado. A Bruno y Brithany, mis pequeños hermanos quienes me motivan a ser una mejor persona y guía en sus vidas, nunca olviden que siempre estaré para ustedes, los amo. A Nathaly Tuapanta, una persona muy especial en mi vida, gracias porque estuviste junto a mí en todo este proceso, por haber sido mi soporte en momentos tan difíciles, por apoyarme y motivarme a salir adelante, por haber sido mi confidente de alegrías y de tristezas, por los momentos inolvidables. Juan Carlos Acosta y Edwin Bailón, gracias por apoyarme y haber estado en todas las etapas de mi vida.

Bryan

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud y vida en este proceso y así poder lograr esta meta anhelada, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haberme acogido y así formar una profesional en tan prestigiosa carrera como lo es Ingeniería Ambiental, a los distinguidos docentes de esta institución que además de compartir sus conocimientos y experiencias fueron un gran apoyo durante esta etapa académica. Agradezco a mi director de tesis Ing. Leonardo Cabezas y asesor Ing. Carlos Mestanza, por su tiempo, enseñanza, apoyo, amistad, profesionalismo, paciencia y dedicación que hicieron posible la exitosa culminación de este Trabajo de Integración Curricular. A mi compañero Bryan Acosta por la confianza que me brindó, su dedicación y apoyo durante este trabajo de investigación, fue un placer haber realizado este trabajo en conjunto y haber terminado con éxito a pesar de las adversidades.

Nataly

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme formado como un profesional en una rama tan hermosa como lo es la Ingeniería Ambiental, a los docentes que además de compartir sus conocimientos fueron un apoyo durante la etapa académica. Agradezco a mi Asesor de Tesis, el Ing. Leonardo Cabezas, responsable de haber inculcado en mí una pasión más grande por mi carrera, con sus conocimientos impartidos dentro y fuera del aula demuestra la calidad de persona y profesional que es, por haber estado paso a paso en la elaboración de nuestro trabajo de integración, por su paciencia y dedicación día a día. Al Ing. Carlos Mestanza, un profesional en todos los sentidos, que con su amplia experiencia en distintas ramas de la investigación pudimos obtener un trabajo de calidad. A mi compañera Nataly Pacheco por haberse mantenido a pesar de las adversidades del trabajo, por su dedicación y su ayuda durante este trabajo de investigación, fue un gusto muy grato de mi parte haber realizado este trabajo en conjunto, a sus padres y pareja que muchas veces nos acompañaron y nos ayudaron en los trabajos realizados en campo, gracias por abrirme la puerta de su hogar y tratarme tan bien como lo han hecho. A mi grupito de clases, que más que compañeros pasaron a ser amigos, gracias por su amistad y apoyo moral que aportaron a mis ganas de seguir formándome como un profesional. Finalmente, a “Don Justito” que de manera indirecta desde el primer día en carrera estuvo motivándonos con palabras de aliento a tantos estudiantes, gracias por realizar diariamente sus labores en la institución y por siempre sacarnos una sonrisa en momentos complicados.

Bryan

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	3
1.1.	Planteamiento del problema	3
1.2.	Justificación	4
1.3.	Objetivos	5
1.3.1.	<i>Objetivo General</i>	5
1.3.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	6
2.1.	Bases teóricas	6
2.1.1.	<i>La minería</i>	6
2.1.1.1.	<i>Materiales áridos y pétreos</i>	6
2.1.2.	<i>Minería Aluvial</i>	7
2.1.3.	<i>Impactos ambientales generados por la actividad minera aluvial</i>	8
2.1.4.	<i>Estudio de Impacto Ambiental</i>	8
2.1.5.	<i>Impacto Ambiental</i>	8
2.1.6.	<i>Plan de Manejo Ambiental (PMA)</i>	10
2.1.7.	<i>Conformación de un Plan de Manejo Ambiental</i>	10
2.1.7.1.	<i>Análisis de peligros</i>	12
2.2.	Marco legal	12
2.2.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador</i>	12
2.2.2.	<i>Código Orgánico del Ambiente (COA)</i>	13
2.2.3.	<i>Ley de Minería</i>	14
2.2.4.	<i>Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización</i>	14

2.2.5.	<i>Reglamento Ambiental de Actividades Mineras</i>	15
2.2.6.	<i>Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI</i>	15
2.2.7.	<i>Reglamento Especial para Explotación de Materiales Áridos y Pétreos</i>	15
2.2.8.	<i>Acuerdo Ministerial 061</i>	16
2.2.9.	<i>Instructivo Otorgamiento Concesiones Mineras Minerales No Metálicos</i>	16

CAPITULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	17
3.1.	Método de investigación	17
3.2.	Tipo de investigación	17
3.3.	Área de estudio	17
3.3.1.	<i>Zonificación del área de estudio</i>	17
3.4.	Fase 1. Línea Base	18
3.4.1.	<i>Determinación del pH en agua</i>	18
3.4.1.1.	<i>Metodología para la determinación del pH en agua</i>	19
3.4.1.2.	<i>Procedimiento para la determinación del pH en agua</i>	19
3.4.2.	<i>Determinación del pH en suelo</i>	19
3.4.2.1.	<i>Metodología para la determinación del pH del suelo</i>	20
3.4.2.2.	<i>Procedimiento para la determinación de pH en el suelo</i>	21
3.4.3.	Componente biótico	21
3.4.3.1.	<i>Flora</i>	21
3.4.3.2.	<i>Fauna</i>	21
3.4.4.	Muestreo de macroinvertebrados	21
3.4.4.1.	<i>Metodología para la identificación de macroinvertebrados</i>	22
3.4.4.2.	<i>Equipos y materiales para la identificación de macroinvertebrados</i>	23
3.4.4.3.	<i>Procedimiento para la identificación de macroinvertebrados</i>	24
3.4.5.	Componente social	24
3.4.5.1.	<i>Asentamiento poblacional</i>	24
3.4.5.2.	<i>Método de la determinación poblacional</i>	24
3.5.	Fase 2. Determinación de las áreas de influencia Directa e Indirecta de los componentes biótico (macroinvertebrados) y factor social (asentamientos poblacionales)	25
3.5.1.	<i>Entrevista semiestructurada</i>	26
3.5.2.	Evaluación de Impactos Ambientales	28
3.5.2.1.	<i>Descripción de los procesos</i>	28

3.5.2.2.	<i>Lista de verificación (Checklist)</i>	28
3.5.2.3.	<i>Matriz de Véster</i>	29
3.5.2.4.	<i>Gráfica de interacciones de los impactos ambientales</i>	29
3.5.2.5.	<i>Árbol de problemas</i>	30
3.5.2.6.	<i>Matriz modificada de Leopold-Conesa</i>	31
3.6.	Fase 3. Elaboración del Plan de Manejo Ambiental para el área minera “La Plata” basado en la Normativa Ambiental ecuatoriana	32
3.6.1.	<i>Elaboración del Plan de Manejo Ambiental</i>	32

CAPITULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	34
4.1.	Fase 1. Línea Base	34
4.1.1.	<i>Clima</i>	34
4.1.2.	<i>Precipitación</i>	35
4.1.3.	<i>Clasificación de suelos</i>	35
4.1.4.	<i>Uso de suelos</i>	36
4.1.5.	<i>Pendientes</i>	37
4.1.6.	<i>Cuencas hídricas</i>	38
4.1.7.	<i>Asentamientos poblacionales</i>	39
4.1.8.	<i>Zona de influencia Directa e Indirecta</i>	40
4.1.8.1.	<i>Zona de influencia Directa</i>	40
4.1.8.2.	<i>Zona de Influencia Indirecta</i>	41
4.1.9.	<i>Resultados de la entrevista semi-estructurada</i>	41
4.1.10.	<i>Evaluación del pH de agua</i>	42
4.1.11.	<i>Evaluación del pH del suelo</i>	43
4.1.12.	<i>Resultados de la identificación de macroinvertebrados</i>	44
4.1.12.1.	<i>Análisis de resultados antes del área minera “La Plata”</i>	44
4.1.12.2.	<i>Análisis de resultados en el área minera “La Plata”</i>	45
4.1.12.3.	<i>Análisis de resultados después del área minera “La Plata”</i>	47
4.1.13.	<i>Discusión de resultados</i>	49
4.2.	Fase 2. Identificación y evaluación de los impactos cualitativos y cuantitativos provocados por la actividad minera de áridos y pétreos, mediante observación directa, entrevistas semi estructuradas y la evaluación de Impacto Ambiental por el método Modificado de Leopold-Conesa	49
4.2.1.	<i>Descripción de los procesos</i>	49

4.2.1.1.	<i>Mapa de procesos actual del área minera</i>	51
4.2.1.2.	<i>Mapa de procesos ideal para el área minera</i>	51
4.2.2.	<i>Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales</i>	52
4.2.3.	<i>Matriz de Vester</i>	54
4.2.4.	<i>Gráfica de Interacciones</i>	56
4.2.5.	<i>Árbol de problemas</i>	58
4.2.6.	<i>Resultados de la Matriz modificada de Leopold</i>	59
4.2.6.1.	<i>Revisión y Control De Maquinaria</i>	59
4.2.6.2.	<i>Desbroce</i>	59
4.2.6.3.	<i>Extracción</i>	62
4.2.6.4.	<i>Zarandeo y clasificación del material de construcción en la Z.</i>	65
4.2.6.5.	<i>Comercialización</i>	67
4.2.7.	<i>Análisis de resultados de los Impactos del área minera de áridos y pétreos “La plata” de acuerdo con los procesos y los aspectos que conlleva</i>	68
4.2.8.	<i>Discusión de resultados</i>	72
4.3.	Fase 3. Elaboración del Plan de Manejo Ambiental para el área minera “La Plata” basado en la Normativa Ambiental ecuatoriana.	73
4.3.1.	<i>Elaboración del Plan de Manejo Ambiental</i>	73
4.3.1.1.	<i>Plan de Manejo Ambiental para el área minera “La Plata”</i>	74

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
5.1.	Conclusiones	83
5.2.	Recomendaciones	84

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1:	Clasificación y denominación de los áridos por su tamaño.....	7
Tabla 2-2:	Clasificación de los atributos de Impactos Ambientales	9
Tabla 2-3:	Criterios de calidad ambiental de pH para agua y suelo.....	15
Tabla 3-1:	Puntos de recolección de muestras de agua	19
Tabla 3-2:	Puntos de recolección de muestras de suelo	20
Tabla 3-3:	Grado de tolerancia de los macroinvertebrados	23
Tabla 3-4:	Clases de calidad y los valores asignados al BMWP/Bol.....	23
Tabla 3-5:	Preguntas establecidas de la entrevista semiestructurada para analizar la situación actual de la minera “La Plata”	27
Tabla 3-6:	Simbología para el diagrama de procesos	28
Tabla 3-7:	Jerarquización de problemas a partir de la Matriz de Vester	29
Tabla 3-8:	Criterios de calificación para determinación de importancia.....	31
Tabla 3-9:	Criterios de valoración del impacto.....	32
Tabla 4-1:	Resultados del pH en muestras de agua.....	43
Tabla 4-2:	Resultados del pH en muestras de suelo.....	43
Tabla 4-3:	Puntos de muestreo de macroinvertebrados antes de la actividad minera	44
Tabla 4-4:	Resultado de las familias de macroinvertebrados antes de la actividad minera...	44
Tabla 4-5:	Puntos de muestreo de macroinvertebrados durante actividad minera.....	45
Tabla 4-6:	Resultado de las familias de macroinvertebrados en la actividad minera	46
Tabla 4-7:	Puntos de muestreo de macroinvertebrados después de la actividad minera	47
Tabla 4-8:	Resultado de las familias de macroinvertebrados después de la actividad minera	48
Tabla 4-9:	Resumen de aspectos e impactos identificados.....	53
Tabla 4-10:	Matriz de Vester-Valoración de problemas ambientales	55
Tabla 4-11:	Matriz modificada de Leopold-Conesa de los Impactos Ambientales del área minera de áridos y pétreos “La Plata”	69
Tabla 4-12:	Plan de Prevención y Mitigación de Impactos (PPM).....	74
Tabla 4-13:	Plan de Contingencias y Emergencias (PDC).....	75
Tabla 4-14:	Plan de Capacitación	76
Tabla 4-15:	Plan de Manejo de Desechos	77
Tabla 4-16:	Plan de Relaciones Comunitarias.....	78
Tabla 4-17:	Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas	79
Tabla 4-18:	Plan de Rescate de Vida Silvestre	80
Tabla 4-19:	Plan de Monitoreo y Seguimiento.....	81

Tabla 4-20: Plan de Cierre y Abandono.....82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Métodos de explotación aplicados en el aprovechamiento de materiales áridos y pétreos.....	7
Ilustración 2-2:	Esquema del Plan de Manejo Ambiental	10
Ilustración 3-1:	Ubicación del área minera “La Plata”	18
Ilustración 3-2:	Mapa de puntos de recolección de muestras de macroinvertebrados en el área minera “La Plata”	22
Ilustración 3-3:	Proceso para generar un Buffer.....	26
Ilustración 3-4:	Gráfica de interacciones	30
Ilustración 3-5:	Árbol de problemas	30
Ilustración 4-1:	Climas de la Parroquia Loreto.....	34
Ilustración 4-2:	Precipitación de la Parroquia Loreto	35
Ilustración 4-3:	Suelos de la Parroquia Loreto	36
Ilustración 4-4:	Uso de suelos de la Parroquia Loreto	37
Ilustración 4-5:	Pendientes de la Parroquia Loreto.....	38
Ilustración 4-6:	Cuencas hídricas de la Parroquia Loreto	39
Ilustración 4-7:	Puntos de las viviendas aledañas al área minera “La Plata”	40
Ilustración 4-8:	Área directa e indirecta a los impactos del área minera “La Plata”.....	41
Ilustración 4-9:	Punto 1-Muestreo antes del área minera.....	45
Ilustración 4-10:	Punto 1-Muestreo en el área minera.....	47
Ilustración 4-11:	Punto 1-Muestreo después del área minera.....	48
Ilustración 4-12:	Mapa de procesos	51
Ilustración 4-13:	Mapa de procesos	52
Ilustración 4-14:	Gráfica de interacciones de problemas ambientales	57
Ilustración 4-15:	Clasificación de los problemas ambientales	58
Ilustración 4-16:	Generación de residuos sólidos.....	59
Ilustración 4-17:	Generación de ruido	60
Ilustración 4-18:	Movimiento del suelo	60
Ilustración 4-19:	Generación de polvo.....	61
Ilustración 4-20:	Emisiones de GEI provocadas por la maquinaria pesada	62
Ilustración 4-21:	Generación de ruido	62
Ilustración 4-22:	Emisiones de GEI provocadas por la maquinaria pesada	63
Ilustración 4-23:	Vertidos de TPH por la maquinaria pesada	64
Ilustración 4-24:	Extracción de material árido y pétreo.....	64
Ilustración 4-25:	Generación de ruido	65

Ilustración 4-26:	Generación de polvo.....	66
Ilustración 4-27:	Emisiones de GEI provocadas por la maquinaria pesada	66
Ilustración 4-28:	Generación de residuos sólidos	67
Ilustración 4-29:	Generación de CO ₂ por volquetas	68

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y TRABAJO DE CAMPO EN EL ÁREA DE EXTRACCIÓN MINERA DE ÁRIDOS Y PÉTREOS “LA PLATA”

ANEXO B: MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS (MODIFICADA DE LEOPOLD)

RESUMEN

En el cantón Loreto la minería de áridos y pétreos se ha venido realizando de manera excesiva sin contar con una metodología adecuada que permita minimizar los daños al ambiente, para evitar el deterioro de la calidad de los recursos naturales; por esta razón, se tuvo como objetivo elaborar un Plan de Manejo Ambiental en el área minera “La Plata” en la cuenta del río Suno, cantón Loreto. Se utilizó una metodología mixta, con un diseño no experimental de tipo transversal, se establecieron tres fases donde: en la primera fase, se determinó el pH del agua y suelo, los componentes bióticos de flora y fauna (muestreo de macroinvertebrados) y el componente social, en la segunda fase, se realizaron entrevistas semiestructuradas, se evaluaron los impactos ambientales mediante una matriz de Véster y la importancia de los impactos a través de una matriz modificada de Leopold-Conesa, finalmente en la tercera etapa, se elaboró el Plan de Manejo Ambiental en base al Acuerdo Ministerial No. MAATE-2022-122. Los resultados obtenidos mostraron un 83,49% de superficie de bosque nativo, un 3,09% de superficie intervenida, en cuanto a especies: 180 mamíferos, 36 reptiles, 31 anfibios, 654 aves y más de 470 peces. Además, se determinaron 97 impactos negativos, de estos cuatro fueron severos, 40 moderados y 53 irrelevantes, con un solo impacto positivo que fue la generación de empleo. Se concluyó que existe una alta cantidad de impactos negativos por lo que el Plan de Manejo Ambiental debió contar con 9 subplanes que permitirán la prevención, mitigación y compensación de los impactos llevados a cabo por las actividades de la minera “La Plata”.

Palabras clave: <MEDIDAS DE PREVENCIÓN>, <EVALUACIÓN AMBIENTAL>, <MEDIDAS CORRECTORAS>, <MATERIAL PÉTREO>, <CONTAMINACIÓN>.

Cristian Tenelanda S.
Ing. Cristian Sebastián Tenelanda S.
0604686709

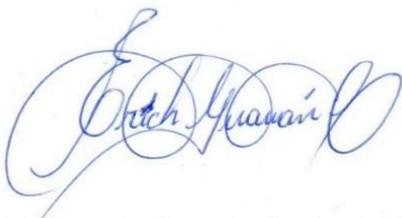


1877-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

In Loreto, aggregate and stone mining has been carried out excessively without an adequate methodology to minimize damage to the environment, to avoid deterioration of the quality of natural resources; for this reason, the objective was to develop an Environmental Management Plan in the mining area "La Plata" in the Suno River basin, in Loreto. A mixed methodology was used, with a non- experimental design of transversal type, three phases were established where: in the first phase, the pH of water and soil, the biotic components of flora and fauna (sampling of macroinvertebrates) and the social component were determined, in the second phase, semi-structured interviews were conducted, the environmental impacts were evaluated through a Véster matrix and the importance of the impacts through a modified Leopold-Conesa matrix, finally in the third phase, the Environmental Management Plan was prepared based on the Ministerial Agreement No. MAATE-2022-122. The results obtained showed 83.49% of the area of native forest, 3.09% of the area disturbed, 180 mammals, 36 reptiles, 31 amphibians, 654 birds, and more than 470 fish. In addition, 97 negative impacts were determined, of which four were severe, 40 were moderate and 53 were irrelevant, with only one positive impact, which was the generation of employment. It was concluded that there is a high number of negative impacts, so the Environmental Management Plan should have 9 subplans that will allow for the prevention, mitigation and compensation of the impacts carried out by the activities of the "La Plata" mining company.

Keywords: <PREVENTION MEASURES>, <ENVIRONMENTAL ASSESSMENT>, <CORRECTIVE MEASURES>, <STONE MATERIAL>, <POLLUTION>.



Erich Gonzalo Guamán Condoy M.Sc.

0704554484

INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas enfocadas a la explotación de los recursos naturales han generado preocupación en los últimos años, debido a impactos ambientales negativos, principalmente el impacto de la minería, siendo una actividad económica relacionada con la extracción, explotación y aprovechamiento de minerales, utilizando el suelo con fines comerciales (Sánchez et al., 2019, p. 25).

Dentro de los objetivos planteados por la Organización Mundial de las Naciones Unidas (ONU, 2016, párr. 1) en la agenda 2030 del Desarrollo Sostenible, se encuentra la “Producción y Consumo Responsables”, “Acciones por el clima” y “vida de ecosistemas terrestres”, que tiene por objeto la ejecución de los procesos de manera responsable con la reducción de impactos ambientales en las empresas que se dedican a esta actividad buscando mejoras en sus procesos.

El Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina (2020, párr. 1) establece que los conflictos mineros ascienden a 197 casos de los cuales siete corresponden a Ecuador, dentro de los cuales se vulneran los derechos a vivir en un medio ambiente saludable, libre de contaminación y degradación de los recursos productivos.

La generación de conflictos por las actividades mineras en Ecuador se relaciona con la erosión del suelo, las profundas alteraciones geomorfológicas y edáficas, deterioro del paisaje, riesgos geo mecánicos, deterioro de la calidad de agua en las cuencas hidrográficas, modificación de los caudales, sedimentación y alteraciones de cursos de agua (Ministerio del Ambiente, 2017, p. 24).

La minería dedicada a la explotación y extracción de material para el sector de la construcción comprende un aporte trascendental en la economía del Ecuador, sin embargo, este tipo de minería genera un fuerte impacto en el medio, debido a que las concesiones mineras no aplican las medidas de mitigación ambiental (ARCOM, 2020, p. 113).

De acuerdo con (Velloso et al. 2020) menciona que las principales fuentes de contaminación por metales pesados en las cuencas hídricas de la Amazonía ecuatoriana son aquellas provenientes de los rellenos sanitarios, minería y la piscicultura (p. 2). Al respecto, Angulo (2018, p. 181) en un estudio de evaluación de impacto ambiental mediante el uso de la metodología de Leopold, en una cantera de aprovechamiento de material áridos y pétreos en el cantón Lago Agrio, estableció que en los procesos de producción se generan una serie de impactos ambientales principalmente en los componentes abióticos conformados por el suelo, agua y aire, que tiene efectos directos

como el cambio de uso de suelo y cobertura vegetal y a su vez indirectos como la fragmentación ecosistémica y disminución de la biodiversidad. (p. 2)

Además, Toro (2018) manifiesta que el uso de maquinaria en la explotación de material en los lechos de los ríos puede alterar las propiedades del suelo debido al desgaste por la remoción de la arena y piedra, provocando una disminución de la abundancia de la edafofauna como macrofauna, meso fauna y microfauna, en la cual algunas especies son bioindicadores de salud ambiental. (p. 10)

Por esta razón la presente investigación se enfoca en determinar y evaluar los impactos ambientales relacionados a las actividades extractivistas no metálicas del área minera “La Plata” en la cuenca del río Suno, con el fin de proponer un Plan de Manejo Ambiental que promueva la prevención, precaución, restauración, control y seguimiento, debido a que no existe investigaciones sobre Estudios de Impacto Ambiental en el cantón Loreto relacionados a dicha actividad.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La extracción de materiales para la construcción, en ríos del país debe ser analizada desde un punto de vista técnico, considerando que la extracción de arena, grava y gravilla de los lechos de los ríos dañan los ecosistemas (Céspedes y Valbuena, 2017, pp. 36-39). Como lo reporta Andrade y Talbot (2018) sobre las principales consecuencias que llevan al deterioro o alteración de las cuencas hídricas producto de la extracción de material áridos y pétreos, principalmente la fragmentación de paisaje, contaminación y alteración de los recursos naturales, disminución de biodiversidad, conflictos sociales, adcentamientos y embalsamientos, agotamiento de acuíferos, sequías, inundaciones, contaminación acústica, entre otros. (p. 19)

La minería en el Ecuador tiene sus inicios en los primeros asentamientos que se formaron en distintas partes del territorio ecuatoriano, esto produjo desarrollo de construcción, mejoramiento de vías, entre otros (Cedeño, 2020, p. 15). En el cantón Loreto la minería de áridos y pétreos se realiza de manera excesiva sin la metodología adecuada que permitan minimizar los daños al ambiente, provocando el deterioro de la calidad de los recursos naturales, específicamente en el lecho del río Suno (GADM Loreto, 2019, p. 117).

Según datos del GADM Loreto (2019) en el cantón Loreto existen once permisos de minería artesanal con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad y promoviendo el desarrollo de estas actividades mineras como es de explotación, tratamiento, transporte y comercialización de materiales de construcción áridos y pétreos. (p. 117)

En la actualidad esta actividad sigue realizándose en territorio, por lo que en el presente proyecto técnico tiene como fin determinar y evaluar los impactos ambientales negativos y positivos que provoca la extracción de áridos y pétreos del área minera “La Plata” en la cuenca del río Suno y en su zona de influencia, con la finalidad de elaborar un Plan de Manejo Ambiental para la extracción de áridos y pétreos en la cuenca del río Suno, enmarcados en las Normativas jurídicas de la República del Ecuador.

El suelo y su cobertura vegetal se ve directamente afectado por cada uno de las etapas al que la minería metálica y no metálica la expone en cada una de sus fases, desde la deforestación,

movilización de tierras exponen al suelo al punto de provocar su erosión eólica e hídrica, tal que así el suelo sufre grandes cambios de fertilidad debido a grandes alteraciones en su pH esto directamente relacionado con la incorrecta disposición de sus desechos tanto sólidos como líquidos, además de la compactación del mismo provocado por la frecuente movilización de maquinaria, personal y equipo provocando así una modificación representativa del paisaje (Bustamante y Lara, 2010, p. 34).

1.2. Justificación

La contaminación del medio ambiente causada por las actividades antrópicas ha llevado a deteriorar a los recursos naturales, donde muchos de aquellos prestan servicios ambientales de aprovisionamiento, regulación, culturales y de soporte, e incluso cumplen funciones ecosistémicas como sumideros o vertederos de carbono (Saraleguy, 2016, p. 6). Bajo este precepto Velrub (2014) reporta que en la actualidad el incremento de minería artesanal de aprovechamiento de materiales para la construcción se ha incrementado en el país donde muchas de estas microempresas no cuentan con un control y seguimiento o regularización ambiental, lo que hace que el deterioro ambiental sea más sinérgico. (p. 23)

Dicha contaminación del medio ambiente provocada por la extracción y aprovechamiento de materiales de construcción ocasionan afectaciones socioambientales en las cuencas hidrográficas bajas donde existen agricultores y ganaderos que subutilizan el agua del río para consumo humano, turismo, ganadería y agricultura, cabe mencionar que las actividades mineras de áridos y pétreos en el cantón Loreto no cumplen las normativas jurídicas en todos sus niveles para su control y regulación de dicha actividad, es decir, la afectación al recursos hídrico es inminente y requiere de acciones de protección, mitigación y recuperación integral (GADM Loreto, 2019, p. 117).

Por esta razón la presente investigación busca determinar los impactos ambientales relacionados a las actividades extractivistas no metálicas en la cuenca del río Suno, con el fin de proponer un Plan de Manejo Ambiental que promueva la prevención, precaución, restauración, control y seguimiento entre otras, previo a la identificación y evaluación de impactos ambientales, debido a que no existe investigaciones sobre el deterioro de los recursos naturales, en el cantón Loreto relacionados a esta actividad.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar un Plan de Manejo Ambiental en el área minera “La Plata” aplicando una metodología innovadora de identificación y evaluación de impactos ambientales cuali-cuantitativos con el fin de prevenir, mitigar, compensar y mejorar los procesos de extracción en cumplimiento de la normativa ambiental jurídica.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer la línea base de los componentes bióticos, abióticos y socio-económicos en el área de influencia directa e indirecta donde se desarrolla la actividad minera, mediante la recopilación de información bibliográfica y de campo.
- Identificar y evaluar los impactos cualitativos y cuantitativos provocados por la actividad minera de áridos y pétreos, mediante observación directa, entrevistas semi estructuradas y la evaluación de Impacto Ambiental por el método Modificado de Leopold-Conesa.
- Elaborar el Plan de manejo ambiental para el área minera “La Plata” basado en la Normativa Ambiental vigente ecuatoriana.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas

2.1.1. La minería

La minería es una actividad industrial de extracción selectiva y extracción de minerales sólidos, que se encuentra en la litósfera para su conversión en materias primas, así como en minerales y/o productos energéticos que puedan satisfacer la demanda de la sociedad en distintos proyectos, obras u otras actividades que requieran del uso de minerales (Herrera , 2017, p. 1).

El objetivo final de la actividad minera es la extracción de minerales metálicos y no metálicos, que recibe la calificación de recurso natural no renovable, ya que no pueden regenerarse inmediatamente o a corto plazo por procesos naturales y no pueden ser producidos por el ser humano (Reyes et al., 2018, p. 28).

Hay dos formas de desarrollar la minería, subterránea y a cielo abierto, la minería a cielo abierto es más económica y productiva que la minería subterránea debido a que la apertura de caminos mineros es más barata de realizar en poco tiempo, mientras que la minería subterránea requiere de mayor estudios geológicos, hidrológicos y topográficos que además este tipo de minería es más agresivo con la naturaleza, ya que genera importantes impactos ambientales y sociales (Reynaldo y Aguilera, 2018, p. 2).

2.1.1.1. Materiales áridos y pétreos

El material árido es un material resultante de la destrucción y abrasión de la roca y se caracteriza por su resistencia química, resistencia mecánica y tamaño; mientras que el material pétreo es un conjunto de minerales suficientemente fuertes y resistentes a la intemperie con origen en las cadenas montañosas, generalmente roca de tipo ígnea (Reglamento Especial para la explotación de materiales áridos y pétreos, 2012, p. 25). Es así que los materiales áridos de acuerdo con su tamaño reciben diversas denominaciones como se detalla en la Tabla 2-1:

Tabla 2-1: Clasificación y denominación de los áridos por su tamaño

Nombre	Tamaño (mm)
Escollera	>200
Cantos gruesos	100-200
Cantos medios	20-100
Grava	2-20
Arena	0,02-2
Limo	0,002-0,02
Arcilla	< 0,002

Fuente: Herrera, 2017.

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

García (2018) menciona que la sedimentación de este material es el resultado del espesamiento natural por procesos de meteorización fluvial, que destruyen los escombros y partículas minerales del lecho rocoso, y luego lo someten al transporte, abrasión y sedimentación de los caudales fluviales, su formación consta de tres etapas: erosión, transporte y deposición. (p. 51)

2.1.2. Minería Aluvial

La explotación se caracteriza por realizarse en las riberas o cauces de los ríos que transportan durante extensos recorridos una gran cantidad de rocas, que a su vez durante su trayecto adquieren gran cantidad de energía cinética e impulso y forman distintos materiales pétreos para ser depositados en zonas creados por el ser humano para su post venta o aprovechamiento (León, 2017, p. 20). A continuación, se detalla el flujograma sobre los métodos de explotación aluvial para la obtención de recursos naturales de áridos y pétreos (Ilustración 2-1).

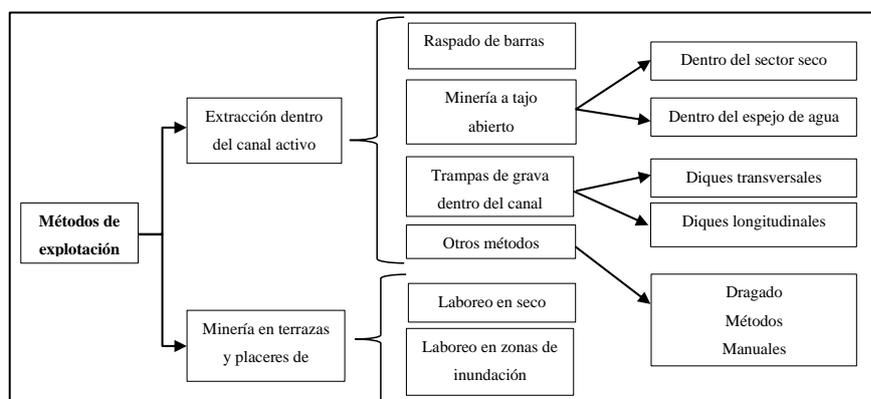


Ilustración 2-1: Métodos de explotación aplicados en el aprovechamiento de materiales áridos y pétreos

Fuente: García, 2018.

2.1.3. Impactos ambientales generados por la actividad minera aluvial

Se menciona que la explotación violenta y no calificada de materiales áridos y pétreos conduce a déficit de sedimentos, cambios morfológicos e irreversibles en la biodiversidad acuática y ribereña, en la estructura y composición del agua y suelo, lo que resulta en alteraciones ecosistémicas y de paisaje, sin embargo, estos impactos pueden ser controlados con un diseño adecuado de un plan de recuperación, incorporando medidas correctivas, preventivas y de recuperación integral (Elliot, 2010, p. 127).

2.1.4. Estudio de Impacto Ambiental

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2012, p. 1) el estudio de impacto ambiental es una herramienta que permite identificar, deducir, interpretar, evaluar los posibles impactos ambientales generados por las actividades, proyectos u obras que causen alteraciones o daños a los recursos naturales, salud pública e incluso ocasionen conflictos sociales. Bajo estos preceptos Peña (2016) considera que el Estudio de Impacto Ambiental es un informe que se compone de un conjunto de análisis, evaluaciones técnicas y consultas que permite brindar alternativas para subsanar los aspectos ambientales que lo ocasionan. (p. 60)

2.1.5. Impacto Ambiental

Los impactos ambientales se presentan cuando una actividad produce una afectación desfavorable al medio ambiente o a sus componentes, produciendo una gran diferencia de la situación natural y original, los proyectos productivos consideran la selección de un área o lugar y en muchas ocasiones no analizan los potenciales efectos que tendrán las futuras actividades del proyecto sobre el entorno y del medio ambiente, generando una gran brecha entre las necesidades económicas y sociales (Betancourt y Solaque, 2019, p. 20).

De acuerdo a Pérez (2017) los impactos afectan principalmente a la biodiversidad, donde se hace referencia a la pérdida del hábitat de muchos animales y especies vegetales nativas; al aire, agua y suelo, provocadas generalmente por las emisiones antropogénicas de compuestos químicos a la atmósfera, vertidos de aguas residuales que causan un sinnúmero de problemas ambientales entre otros. (p. 37)

Fernández (2010) menciona la importancia del impacto que se mide en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo y cuantitativo, tales como carácter del impacto o naturaleza, efecto, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia y periodicidad (Tabla 2-2). (p. 39)

Tabla 2-2: Clasificación de los atributos de Impactos Ambientales

Criterios de clasificación	Clases
Por el carácter	<p>Positivos: son aquellos que benefician al ambiente, tales como acciones de saneamiento o recuperación de áreas degradadas.</p> <p>Negativos: son aquellos que causan daño, deterioro y alteración de los componentes del medio ambiente.</p>
Por la condición causa – efecto	<p>Directos o primarios: son aquellos efectos que causa la acción y que ocurren generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella; a menudo estos se encuentran asociados a fases de construcción, operación, mantenimiento de una instalación o actividad y generalmente el contaminante queda tal como fue emitido al ambiente.</p> <p>Indirectos o secundarios: los impactos secundarios cubren todos los efectos potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción y por lo general son la consecuencia o resultado acumulativo de los impactos directos.</p>
Por manifestación del impacto	<p>Latente: aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca debido a una aportación progresiva de sustancias o agentes. Por ejemplo, la contaminación del suelo por consecuencia de químicos agrícolas.</p> <p>Inmediato: aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de manifestación es prácticamente nulo.</p> <p>Momento Crítico: aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto, independiente de su plazo de manifestación. Como por ejemplo aparición de una plaga en un árbol.</p>
Por la acumulación	<p>Impactos acumulativos: son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro.</p> <p>No acumulativos: por ejemplo, el ruido, este aspecto es el único que no se puede acumular.</p>
Por la extensión	<p>Puntual: cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada.</p> <p>Parcial: cuyo impacto supone una incidencia apreciable en el área estudiada.</p> <p>Extremo: se detecta en una gran parte del territorio considerado.</p> <p>Total: se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado.</p>
Por la persistencia	<p>Temporal: supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo de manifestación que puede determinarse y que por lo general es corto.</p> <p>Permanente: supone una alteración indefinida en el tiempo.</p>
Por la capacidad de recuperación	<p>Recuperable: cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa prácticas de mitigación.</p> <p>Irrecuperable: cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar.</p>
Por la capacidad de reversibilidad	<p>Reversible: aquel en que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, medio o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales.</p> <p>Irreversible: aquel impacto que supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.</p> <p>Inevitable: a pesar de haber tomado todas las medidas para no provocarlo, este se genera.</p>

Fuente: Espinoza, 2002.

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

2.1.6. Plan de Manejo Ambiental (PMA)

El plan de manejo ambiental se lo considera como el instrumento de cumplimiento en el cual se establecen acciones de forma detallada y sistemática respecto a la prevención, mitigación y compensación de posibles impactos negativos que afectan al ambiente o benefician al mismo si sus impactos son positivos, con el fin de generar una propuesta de acciones, medidas preventivas, y correctivas (Gobierno del Ecuador, 2017, p. 37). El Plan de manejo debe considerar cronogramas y actividades a desarrollar en un tiempo determinado y con sus respectivas fuentes de verificación e indicadores de logro (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2015, p. 36).

Espinoza (2002) reporta que el Plan de Manejo Ambiental debe identificar todas las medidas necesarias para dar solución a los impactos ambientales mediante un esquema, como se puede observar en la Ilustración 2-2 (p. 53):

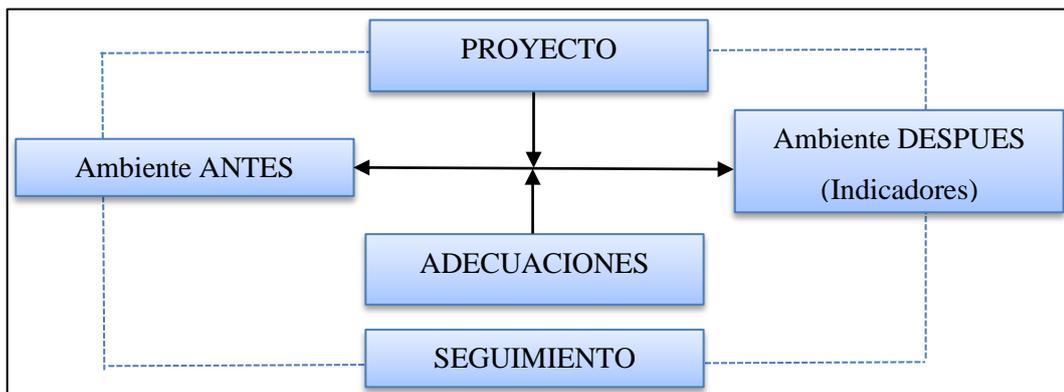


Ilustración 2-2: Esquema del Plan de Manejo Ambiental

Fuente: MAATE, 2015.

Es importante considerar que desde la visión estratégica es necesario realizar previamente la Evaluación del Impacto Ambiental para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental enfocado a brindar soluciones a los proyectos, obras o actividades que causen mediano o alto impacto ambiental.

2.1.7. Conformación de un Plan de Manejo Ambiental

De acuerdo al Código Orgánico del Ambiente (2017) un Plan de Manejo Ambiental para cumplir con los Programas de Protección Ambiental y Manejo de los Impactos principalmente negativos debe conformarse de la siguiente manera (p. 40):

- a) **Plan de Prevención y/o Mitigación de Impactos:** está diseñado en base al cumplimiento de objetivos acoplados en torno a los impactos directos identificados y evaluados previamente en los diferentes componentes ambientales.
- b) **Plan de Contingencias:** se establece en la protección para la conservación de la vida humana de los empleados, así como la población que se encuentra ubicada en las áreas de influencia del proyecto.
- c) **Plan de Capacitación:** programa relacionado con aspectos de protección personal, cuidados ambientales y se hará de acuerdo con el nivel de responsabilidad del trabajador.
- d) **Plan de Manejo de Desechos:** promover un sistema adecuado de manejo de residuos generados durante las actividades del proyecto a ejecutarse, para minimizar el impacto que pueden causar los desechos generados por las mismas.
- e) **Plan de Relaciones Comunitarias:** herramienta estratégica para prevenir conflictos y dirigir los recursos para la implementación de proyectos y programas que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- f) **Plan de Rehabilitación de áreas afectadas:** propone medidas para conservar y/o restaurar ambientes degradados y favorecer la regeneración de los ecosistemas logrando un equilibrio de las condiciones ambientales.
- g) **Plan de rescate de vida silvestre, de ser aplicable:** muestra interés particular en rescatar y reubicar a la fauna silvestre que se encuentren afectadas por el funcionamiento del proyecto y así evitar la pérdida de especies y promover su conservación.
- h) **Plan de Cierre y Abandono:** medidas que se adoptarán al término de la vida útil de un proyecto con el objetivo de dejarlas controladas y/o mitigadas las situaciones que puedan dar origen a impactos socio ambientales indeseados durante el cierre y abandono.
- i) **Plan de Monitoreo y Seguimiento:** conjunto de acciones que se llevarán a cabo para la comprobación de la correcta ejecución de las actividades del proyecto establecidas en la planificación del mismo.

Como se indicó anteriormente, el impacto puede ser mitigado en gran medida con un diseño adecuado desde el punto de vista ambiental y con un cuidado durante la construcción, operación y desmantelamiento, así como también desde el punto de vista económico debido a costos significativos en la aplicación de medidas de mitigación/compensación, otro aspecto importante a considerar es la escala espacial y temporal de la aplicación, debido a que generalmente es importante implementar lo más pronto posible evitando consecuencias no deseadas (Espinoza, 2002, p. 55).

2.1.7.1. *Análisis de peligros*

Existen cinco pasos para la determinación de peligros que deben realizarse específicamente para gestionar los impactos ambientales potenciales de situaciones imprevisibles, estas son, la identificación de peligros, análisis de peligros, análisis de consecuencias, identificación de riesgos y evaluación de riesgos, resultado y respuesta planificada al accidente imprevisto en los que se hayan establecido medidas antes, durante y después del evento (Espinoza, 2002, p. 57).

La mitigación también incluye actividades de suposición de riesgos y gestión de emergencias, considerando que los accidentes son inherentes, inesperadas y poco probables, sin embargo, una revisión sistemática del diseño y la experiencia basada in situ permite estimar con precisión, y vincula la evidencia del impacto en la salud humana y elementos del medio ambiente (Espinoza , 2002, p. 58).

2.2. Marco legal

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador

La normativa jurídica en el Ecuador con respecto a materia ambiental esta normada desde su ley suprema que es la Constitución del Ecuador, seguida por las leyes orgánicas, ordinarias, normas regionales, ordenanzas y decretos. Bajo estos preceptos se detallan los artículos jurídicos que habilitan la sustentación del proyecto:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión (Gobierno del Ecuador, 2008, pp. 13-123).

2.2.2. Código Orgánico del Ambiente (COA)

Art. 173.- De las obligaciones del operador: El operador de un proyecto, obra y actividad, pública, privada o mixta, tendrá la obligación de prevenir, evitar, reducir y, en los casos que sea posible, eliminar los impactos y riesgos ambientales que pueda generar su actividad.

Art. 179.- De los estudios de impacto ambiental. Los estudios de impacto ambiental deberán ser elaborados en aquellos proyectos, obras y actividades que causan mediano y alto impacto o riesgo ambiental para una adecuada y fundamentada evaluación, predicción, identificación e interpretación de dichos riesgos e impactos.

Art. 181.- De los planes de manejo ambiental: El plan de manejo ambiental será el instrumento de cumplimiento obligatorio para el operador, el mismo que comprende varios subplanes, en función de las características del proyecto, obra o actividad.

Art. 191.- Del monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto.

Art. 201.- De los mecanismos. El control y seguimiento ambiental puede efectuarse por medio de los siguientes mecanismos:

- 1. Monitoreos;*
- 2. Muestras;*
- 3. Inspecciones;*
- 4. Informes ambientales de cumplimiento;*
- 5. Auditorías Ambientales;*
- 6. Vigilancia ciudadana o comunitaria; y,*
- 7. Otros que establezca la Autoridad Ambiental Competente (Gobierno del Ecuador, 2017, pp. 51-56).*

2.2.3. Ley de Minería

Art. 68.- Seguridad e higiene minera-industrial: Los titulares de derechos mineros tienen la obligación de preservar la salud mental y física y la vida de su personal técnico y de sus trabajadores, aplicando las normas de seguridad e higiene minera-industrial previstas en las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes, dotándoles de servicios de salud y atención permanente, además, de condiciones higiénicas y cómodas de habitación en los campamentos estables de trabajo, según planos y especificaciones aprobados por la Agencia de Regulación y Control Minero y el Ministerio de Trabajo y Empleo.

Art. 80.- Revegetación y Reforestación: Si la actividad minera requiere de trabajos que obliguen al retiro de la capa vegetal y la tala de árboles, será obligación del titular del derecho minero proceder a la revegetación y reforestación de dicha zona preferentemente con especies nativas, conforme lo establecido en la normativa ambiental y al plan de manejo ambiental (Gobierno del Ecuador, 2011, pp. 24-27).

2.2.4. Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización

Art. 136.- Determina el ejercicio de las competencias de Gestión Ambiental:

- *Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales deben gobernar, dirigir, ordenar, disponer, u organizar la gestión ambiental, la defensoría del ambiente y la naturaleza, en el ámbito de su territorio.*
- *Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales que establecerán, en forma progresiva sistemas de gestión integral de desechos, a fin de eliminar los vertidos contaminantes en ríos, lagos, lagunas, quebradas, esteros o mar, aguas residuales provenientes de alcantarillado, público o privado, así como eliminar el vertido en redes de alcantarillado.*
- *Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales Rurales promoverán actividades de preservación de la biodiversidad y protección del ambiente para lo cual impulsarán en su circunscripción territorial programas y proyectos de manejo sustentable de los recursos naturales y recuperación de ecosistemas frágiles (Gobierno del Ecuador, 2010, p. 56).*

2.2.5. Reglamento Ambiental de Actividades Mineras

Art. 5.- Responsabilidad de los titulares mineros y de sus contratistas: Los titulares mineros serán responsables civil, penal y administrativamente por sus actividades y operaciones de sus contratistas ante el Estado Ecuatoriano, el Ministerio del Ambiente y los ciudadanos en general; por lo tanto, será de su directa y exclusiva responsabilidad la aplicación de todos los subsistemas de gestión ambiental establecidos en la normativa (Ministerio del Ambiente, 2014, p. 6).

2.2.6. Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI

El Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULSMA) del Ministerio del Ambiente (2015a) es una herramienta indispensable para el control y regulación de las actividades que pueden modificar las cualidades de los componentes agua, aire y suelo en el territorio ecuatoriano (p. 6). De este modo, el presente proyecto técnico se rige a esta normativa para verificar si el pH en agua y suelo está dentro de los límites máximos permisibles y como podría afectar a la vida acuática en específico a los macroinvertebrados que serán utilizados como bioindicador de la calidad del agua.

Para la calidad ambiental se utilizará el Anexo 1 del Acuerdo Ministerial y el Anexo 2 para el recurso suelo, como se detallan a continuación en la Tabla 2-3:

Tabla 2-3: Criterios de calidad ambiental de pH para agua y suelo

COMPONENTE	PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD	NORMATIVA
Agua	Potencial Hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9	Tabla 1 / Anexo 1 del AM-097
Suelo	Potencial Hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-8	Tabla 1 / Anexo 2 del AM-097

Fuente: Ministerio del Ambiente, 2015a.

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

2.2.7. Reglamento Especial para Explotación de Materiales Áridos y Pétreos

Art. 31.- Control sobre seguridad e higiene minera: Los Gobiernos Municipales, tendrán competencia para efectuar el control de las obligaciones de los concesionarios y contratistas mineros de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, en lo atinente la obligación de preservar la salud mental

y física y la vida de su personal técnico y de sus trabajadores, aplicando las normas de seguridad e higiene minera-industrial previstas en las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes, servicios de salud y atención permanente, además, de condiciones higiénicas y cómodas de habitación en los campamentos estables de trabajo, según planos y especificaciones aprobados por la Agencia de Regulación y Control Minero y el Ministerio competente (Gobierno del Ecuador, 2012, p. 9).

2.2.8. Acuerdo Ministerial 061

Art. 28.- De la evaluación de impactos ambientales: La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable (Ministerio del Ambiente, 2015b, p. 13).

2.2.9. Instructivo Otorgamiento Concesiones Mineras Minerales No Metálicos

Art. 3.- Caracterización de los Minerales: Para fines de aplicación del presente Instructivo y a efectos del otorgamiento de concesiones dentro del Régimen de Pequeña Minería, los minerales se clasifican en: b) Materiales de Construcción: Se entenderán como materiales de construcción a las rocas y derivados de las rocas, sean estas de naturaleza ígnea, sedimentaria o metamórfica tales como: andesitas, basaltos, dacitas, riolitas, granitos, cenizas volcánicas, pómez, materiales calcáreos, arcillas superficiales; arenas de origen fluvial o marino, gravas; depósitos tipo aluviales, coluviales, flujos laharíticos y en general todos los materiales cuyo procesamiento no implique un proceso industrial diferente a la trituración y/o clasificación granulométrica o en algunos casos tratamientos de corte y pulido, entre su explotación y su uso final y los demás que establezca técnicamente el Ministerio Sectorial previo informe del Instituto de Investigación Nacional Geológico, Minero, Metalúrgico (Gobierno del Ecuador, 2014, p. 3).

CAPITULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Método de investigación

La metodología de investigación que se empleó fue mixta, tanto cualitativa como cuantitativa, mediante recorridos en campo con ayuda de entrevistas semiestructuradas para el levantamiento de la línea base de los componentes bióticos, abióticos y sociales, que permita la evaluación de impactos ambientales, además del análisis de la calidad del agua con ayuda del monitoreo de macroinvertebrados, con la finalidad de proponer acciones de mejora continua en cada uno de los procesos de la actividad minera de áridos y pétreos, de esta manera se dividió la metodología aplicada en tres fases, cada una correspondiente a cada objetivo planteado.

3.2. Tipo de investigación

Es un proyecto técnico, por tal motivo, se realizó la identificación de los Impactos Ambientales provocados por la extracción de materiales áridos y pétreos por parte del área minera “La Plata” en el río Suno, con la finalidad de brindar soluciones de mitigación de los posibles impactos, mediante la propuesta de un Plan de Manejo Ambiental.

3.3. Área de estudio

Las actividades de extracción de áridos y pétreos a escala artesanal del área minera “La Plata”, se encuentra ubicada en la parroquia urbana Loreto, vía Puerto Murialdo a cuatro kilómetros de Loreto, en la cuenca media del río Suno, sector Chonta Cocha, provincia de Orellana.

3.3.1. Zonificación del área de estudio

De acuerdo a Villa (2016, p. 38), para la determinación del área de estudio, se toma puntos GPS en territorio mediante recorridos en campo, para posteriormente cargarlos en formato *shapefiles* en el software QGIS y caracterizar espacialmente el territorio en unidades homogéneas, de acuerdo al clima, uso de cobertura vegetal, taxonomía del suelo, usos del suelo y asentamientos poblacionales, mismas que permitieron establecer los conflictos existentes en territorio.

En lo que respecta al uso de cartografía con fines de evaluación e identificación de impactos ambientales se ha tenido una gran diversidad de aplicaciones tecnológicas, sobre todo en la elaboración de mapas temáticos, fotogrametría entre otros. Así mismo, se ha empleado en la determinación de las etapas de crecimiento, en estudios de la regeneración y la determinación de las etapas sucesiones (Ancira y Treviño, 2015, p. 78).

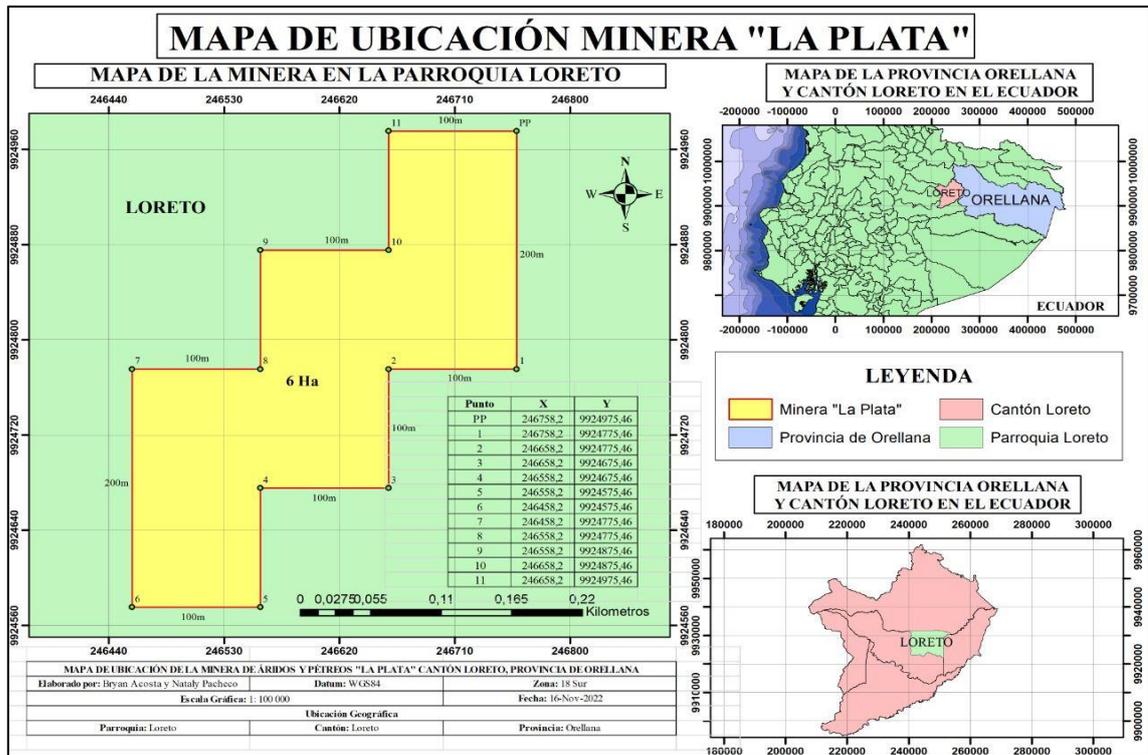


Ilustración 3-1: Ubicación del área minera “La Plata”

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.4. Fase 1. Línea Base

3.4.1. Determinación del pH en agua

Para el proceso de recolección de muestras de agua, se consideró tres puntos específicos, antes, durante y después de las actividades de extracción del material árido y pétreo como se muestra en la Tabla 3-1, para su conservación se utilizó recipientes esterilizados con su respectiva identificación como coordenada geográfica, descripción de los puntos AAM (Antes de la actividad minera), AEM (Área de extracción minera) y DAM (Después de la actividad minera), posteriormente se llevaron a refrigeración para mantener las muestras preservadas y finalmente se realizó el análisis de cada muestra (Cabezas y Jaramillo, 2019, p. 26).

Tabla 3-1: Puntos de recolección de muestras de agua

Descripción del punto	Codificación de punto de muestreo	Coordenadas WGS84		Altitud m.s.n.m
		X	Y	
Zona libre de actividades de extracción minera	AAM	246005	9923986	258
Zona de extracción minera directa	AEM	246143	9924153	259
Zona posterior a las actividades de extracción minera	DAM	246433	9924121	260

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.4.1.1. Metodología para la determinación del pH en agua

Para la determinación del pH en el suelo se utilizó el siguiente equipo:

- Peachímetro 2700 OAKION

3.4.1.2. Procedimiento para la determinación del pH en agua

Para determinar el análisis de la acides o alcalinidad del agua se realizó el siguiente procedimiento: agitar las muestras de agua durante 15 segundos, calibrar el Peachímetro, medir el pH y finalmente registrar los resultados obtenidos.

Todas las muestras fueron llevadas el mismo día al Laboratorio, con la finalidad de que las muestras no sufran ninguna alteración y no se creen diferencias en los resultados.

3.4.2. Determinación del pH en suelo

Respecto al proceso de recolección de muestras de suelo, de igual forma se consideró tres puntos específicos, antes, durante y después de las actividades de extracción del material árido y pétreo como se muestra en la Tabla 3-2, por ende, se tomaron tres sub muestras de suelo de cada punto aproximadamente de 500 gramos, a una profundidad de 30 cm con el barreno, a través del método transecto en cruz o en x, posteriormente se homogenizaron las sub muestras para obtener una sola por cada punto de muestreo (Cabezas y Jaramillo, 2019, p. 25). Las muestras fueron colocadas en fundas plásticas ziploc, con su respectiva identificación como coordenada geográfica, descripción de los puntos AAM (Antes de la actividad minera), AEM (Área de extracción minera) y DAM (Después de la actividad minera), de tal modo, las muestras recolectadas se llevaron a laboratorio a ser analizadas.

Tabla 3-2: Puntos de recolección de muestras de suelo

Descripción del punto	Codificación de punto de muestreo	Coordenadas WGS84		Altitud m.s.n.m
		X	Y	
Zona libre de actividades de extracción minera	AAM	246005	9923986	258
Zona de extracción minera directa	AEM	246143	9924153	259
Zona posterior a las actividades de extracción minera	DAM	246433	9924121	260

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Ciencias Básicas y Especialización de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Orellana (ESPOCH) donde se realizó el análisis de la acides o alcalinidad del suelo.

3.4.2.1. Metodología para la determinación del pH del suelo

La importancia del pH en el suelo es una propiedad química que toma relevancia al indicar que tan ácida o alcalina puede llegar a ser las soluciones del suelo, de donde tanto los organismos, microorganismos y raíces toman sus nutrientes para sobrevivir (Osorio, 2012, p. 1) Para esto se tomaron tres muestras de suelo en tres puntos, antes, durante y después de las actividades de extracción de material árido y pétreo del área minera “La Plata”, para una vez ser secadas en laboratorio, pesar únicamente 20 g de la muestra, añadir agua destilada en relación 1:1 para así poder agitar la suspensión durante veinte minutos y así medir el porcentaje de pH de cada una de las muestras.

Para la determinación del pH en el suelo se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- Peachímetro 2700 OAKION
- Bandeja metálica
- Papel periódico
- Balanza
- Vasos de precipitación de 100mL
- Probeta
- Papel absorbente
- Cronómetro
- Varilla de agitación
- Tamizador

3.4.2.2. Procedimiento para la determinación de pH en el suelo

Para determinar el análisis de la acidez o alcalinidad del suelo se realizó el siguiente procedimiento: secar las muestras de suelo sobre el papel periódico durante 24 horas, tamizar las muestras de dos mm de diámetro, pesar 20 g de la muestra, añadir agua destilada en relación 1:1, agitar a suspensión aproximadamente 20 minutos, calibrar el Peachímetro, posteriormente medir el pH y finalmente registrar los resultados obtenidos.

Todas las muestras fueron llevadas el mismo día al Laboratorio, con la finalidad de que las muestras no sufran ninguna alteración y no se creen diferencias en los resultados.

3.4.3. Componente biótico

3.4.3.1. Flora

Para la determinación de la flora se realizó mediante revisión bibliográfica obtenida en el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Loreto donde se desarrolla la actividad extractiva del área minera “La Plata” en la zona de influencia directa e indirecta, se cuenta con registros informativos sobre las especies locales más representativas del cantón, los bosques húmedos, pluviales pre montanos y montanos bajos (GADM Loreto, 2019, p. 125).

3.4.3.2. Fauna

Para la determinación de la flora se realizó mediante revisión bibliográfica obtenida en el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Loreto, donde menciona que se han observado aproximadamente a más de 180 especies de mamíferos, 36 reptiles, 31 anfibios, así mismo hasta el momento se registran 654 especies de aves dentro del cantón y en cuanto a fauna ictiológica se destaca por ser una de las más diversas del mundo, con más de 470 especies de peces. Sin embargo, estas especies se ven amenazadas debido a la deforestación, la caza de animales silvestres, la contaminación ambiental, entre otras (GADM Loreto, 2019, p. 128).

3.4.4. Muestreo de macroinvertebrados

La recolección y procesamiento de muestras se realizó siguiendo la sugerencia de Mosquera y Peña (2019, p. 1236) principalmente en nueve puntos específicos para la toma de muestras, ubicados tanto antes, durante y después de las actividades operativas de extracción de la minera “La Plata”,

en cada punto de captura de macroinvertebrados se usó una red de pantalla, un método eficiente que nos permitió recolectar directamente del ecosistema lótico, además de la captura manual de los organismos adheridos a sustratos o rocas. El periodo de captura para macroinvertebrados se llevó a cabo durante 10 minutos en cada punto a un kilómetro cuenca arriba y un kilómetro cuenca abajo, por un tiempo de dos horas (Ilustración 2-3).

No obstante, los macroinvertebrados recolectados fueron depositados en recipientes de plástico previamente esterilizados y con su respectivo rotulado, además de añadirles un porcentaje de alcohol al 70%, posteriormente fueron trasladados al laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo dentro del lapso de 24 horas para su identificación taxonómica con la ayuda del estereomicroscopio, guías de identificación y materiales de laboratorio básicos.



Ilustración 3-2: Mapa de puntos de recolección de muestras de macroinvertebrados en el área minera “La Plata”

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.4.4.1. Metodología para la identificación de macroinvertebrados

Para la identificación de macroinvertebrados provenientes del lecho del Río Suno, donde opera el área minera “La Plata” se utilizaron guías y fuentes bibliográficas de identificación y valorización

como; Guía de Macroinvertebrados Bentónicos de la Provincia de Orellana (Albert et al., 2016, pp. 19-106). De esta manera se clasificaron los macroinvertebrados según su orden – familia, para así determinar el grado de tolerancia en los organismos el cual da valores de tolerancia entre 1 (organismos muy tolerantes) y 10 (organismos intolerantes) como se muestra en la Tabla 3-3, seguido de esto se procede a valorar la calidad del medio acuático basado en el índice de Biological Monitoring Working Party (BMWP'), y posteriormente para calcular el índice BMWP' se necesita de la suma de los puntajes de cada una de las familias de macroinvertebrados encontradas y así determinar la calidad del agua según los valores que se presentan en la Tabla 3-4 (Leaño y Pérez, 2020, p. 570).

Tabla 3-3: Grado de tolerancia de los macroinvertebrados

Clase	Grado de Tolerancia	Significado
I	1 – 2	Muy tolerantes
II	3 – 4	Tolerantes
III	5 – 6	Medianamente tolerantes
IV	7 – 8	Poco tolerantes
V	9 - 10	Intolerantes

Fuente: Leaño y Pérez, 2020.

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Una vez ponderado de acuerdo al grado de tolerancia, se procede a determinar la calidad del agua basado en el índice de Biological Monitoring Working Party (BMWP') como se muestra en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Clases de calidad y los valores asignados al BMWP/Bol

Clase	Calidad	BMWP/Bol	Significado	Color
I	Buena	> 101	Aguas muy limpias	
II	Aceptable	61 – 100	Aguas no alteradas	
III	Dudosa	36 – 60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16 – 35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy Crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: Leaño y Pérez, 2020.

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.4.4.2. Equipos y materiales para la identificación de macroinvertebrados

Para la identificación de las muestras de macroinvertebrados, se utiliza los siguientes equipos y materiales de laboratorio:

- Estereomicroscopio
- Cámara digital microscopio
- Computadora portátil
- Cajas Petri
- Pinzas
- Alcohol al 70%
- Guías de Macroinvertebrados bentónicos

3.4.4.3. Procedimiento para la identificación de macroinvertebrados

Para determinar los macroinvertebrados en laboratorio, se debe colocar a los organismos vivos en cajas Petri previamente esterilizadas y se cuantifica los mismos, seguido se toma fotografías de las muestras de alta calidad para facilitar su identificación y finalmente se clasifica los macroinvertebrados según su orden y familia.

Una vez identificado se categoriza a las especies de macroinvertebrados según su grado de tolerancia y este a su vez develará el estado o la calidad en la que se encuentra el agua, en este caso del río Suno específicamente en el área de influencia directa e indirecta donde se desarrolla el proyecto.

3.4.5. Componente social

3.4.5.1. Asentamiento poblacional

Para levantar la información sobre los aspectos socio culturales de la zona, se aplicaron recorridos de campo alrededor del área minera la plata, se tomaron puntos georreferenciales de los centros poblados aledaños con los que se contrastó la información mediante imágenes satelitales con la ayuda del software Google Earth y representados en mapas de Sistemas de información Geográfica (SIG). Se levantó información primaria y de gabinete enfocado a recopilar información de tasas de crecimiento poblacional y las principales actividades productivas.

3.4.5.2. Método de la determinación poblacional

Dentro de la actividad se encontró un factor importante a ser determinado, como lo fue el factor socioeconómico que es afectado directamente por su cercanía con la actividad de extracción de áridos y pétreos de la minera “La Plata”. El área minera cuenta con una extensión de seis ha, en

un radio de dos km un total de 27 viviendas, tales como son casas, fincas, predios o territorios legalmente reconocidos, o como también pueden ser organizaciones sociales (MAE, 2019, p. 5).

3.5. Fase 2. Determinación de las áreas de influencia Directa e Indirecta de los componentes biótico (macroinvertebrados) y factor social (asentamientos poblacionales)

El área minera “La Plata” cuenta con una superficie total de seis hectáreas sobre el lecho del río Suno, este proyecto se encuentra ubicado entre la comunidad Chonta Cocha y el centro poblado de Loreto, las áreas de influencia directa e indirecta se representaron por mapas de sistema de información geográfica donde el área será representada mediante buffers, con un rango de 300 metros a la redonda para el área de influencia directa y dos kilómetros para el área de influencia indirecta desde el área de operaciones del área minera (Universidad Veracruzana, 2013, p. 27).

Mediante técnicas de geoprocésamiento en el software Qgis, se genera un radio que representa el área de influencia directa e indirecta con la herramienta de “Buffer” de ArcToolbox, proceso que se muestra en la Ilustración 3-3 donde se detalla el procedimiento para generar el Buffer alrededor del área minera.

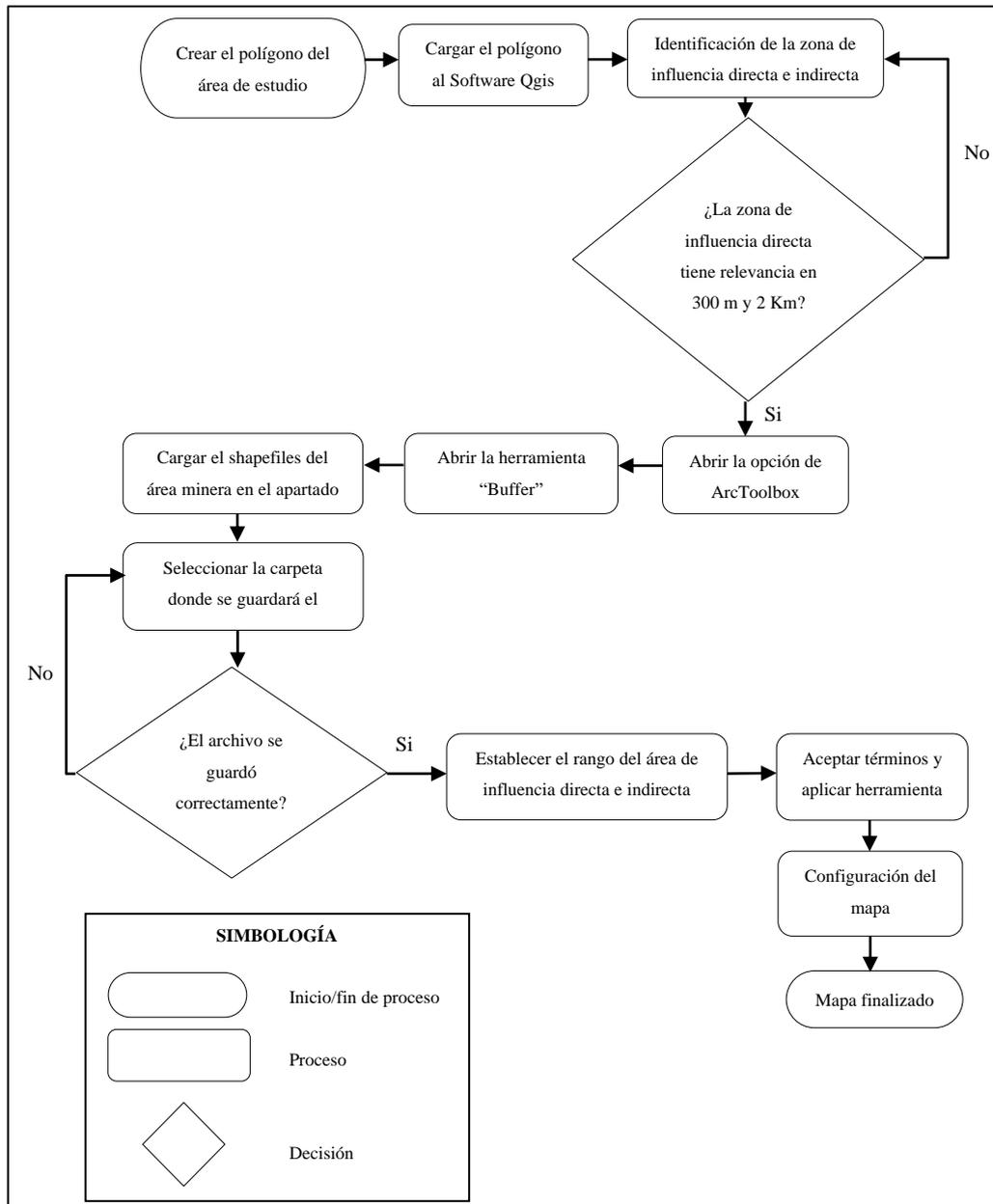


Ilustración 3-3: Proceso para generar un Buffer

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.5.1. Entrevista semiestructurada

Mediante recorridos en campo, se realizaron entrevistas semiestructuradas, dirigidas principalmente al propietario de la minera, operadores y población aledaña, quienes son directamente afectados por las actividades de extracción del material. A criterio de Diaz y Escárcega (2010), las entrevistas son una técnica de gran utilidad que permite recabar información, misma que se plantea con el propósito de obtener respuestas a las interrogantes sobre el problema de investigación, de este modo se establecieron preguntas acerca de la incidencia de calidad de

vida en relación con la actividad minera, seguridad laboral, desplazamiento de la población e impactos al ambiente que haya identificado (Tabla 3-5). (p. 83)

Tabla 3-5: Preguntas establecidas de la entrevista semiestructurada para analizar la situación actual de la minera “La Plata”

Partícipe	Preguntas
Propietario de la minera “La Plata”	<p>¿Cuál es la escala de producción minera que desarrolla?</p> <p>¿Tiene permiso ambiental y de funcionamiento para realizar actividades mineras?</p> <p>¿Qué tipo de técnicas utiliza para la extracción de materiales áridos y pétreos?</p> <p>¿Usted, como minero, utiliza algún procedimiento para mitigar los impactos producidos por la extracción?</p> <p>¿Ha tenido algún tipo de manifestación y/o queja con respecto a sus actividades mineras por parte de la población aledaña?</p> <p>¿Sus trabajadores cuentan con equipo de seguridad enfocada a prevenir lesiones o accidentes?</p> <p>¿Ha recibido charlas, cursos y/o capacitaciones relacionadas a la explotación del recurso natural y/o sus impactos ambientales producidas por la actividad extractiva?</p>
Operarios	<p>¿Dispone con equipo de protección personal para desarrollar sus actividades?</p> <p>¿Tiene conocimiento acerca de la extracción minera y sus consecuencias al ambiente?</p> <p>¿Las vibraciones y ruido a causa de las maquinarias de la minera “La Plata” le ha causado afecciones a su salud?</p> <p>¿Ha sufrido alguna lesión, o enfermedad a corto o largo plazo debido a sus actividades operativas?</p> <p>¿Cada cuánto da mantenimiento a la maquinaria que usted opera?</p> <p>¿Ha recibido charlas, cursos y/o capacitaciones relacionadas a la explotación e impacto ambiental producidas por actividades mineras?</p>
Población	<p>¿Está de acuerdo con las actividades de extracción de materiales áridos y pétreos que ejecuta la minera “La plata”?</p> <p>¿Considera usted que la minería es una actividad que genera desarrollo en la comunidad?</p> <p>¿En qué sentido ha sido beneficiado por las mineras de extracción de materiales áridos y pétreos en el sector?</p> <p>¿Considera usted que a consecuencia de las actividades de la minera “La Plata” se ha disminuido la calidad del agua?</p> <p>¿Las vibraciones a causa de las maquinarias de la minera “La Plata” perturban la calidad de vida de su familia o de la infraestructura de su vivienda?</p> <p>¿Cuándo es más frecuente el ruido producido por la actividad minera?</p> <p>¿Considera usted que la contaminación del agua por las actividades mineras de áridos y pétreos pueda afectar su salud o la de sus animales y productos agrícolas?</p>

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.5.2. Evaluación de Impactos Ambientales

3.5.2.1. Descripción de los procesos

Según Huerta (2016) para la identificación y descripción de los procesos secuenciales involucrados dentro de la actividad minera, se elabora un diagrama de procesos en el que evidencie el conjunto de actividades, etapas y sub-etapas que componen las actividades o procesos previos a la obtención de un resultado específico, esta metodología a más de ser un recurso gráfico permite identificar las etapas de mayor impacto ambiental y mejorar el rendimiento de los procesos de extracción. (p. 6)

Para obtener información verídica y relevante se realizó un levantamiento de información mediante entrevistas semi estructuradas y revisión bibliográfica, por ende, estas etapas fueron escritas con una respectiva simbología como se muestra en la Tabla 3-6.

Tabla 3-6: Simbología para el diagrama de procesos

Simbología	Descripción
	Comienzo y final del proceso
	Proceso
	Subproceso
	Toma de decisión
	Almacenamiento físico
	Registro documental

Fuente: Huerta, 2016.

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.5.2.2. Lista de verificación (Checklist)

Mediante recorridos en campo, entrevistas semi estructuradas y observación directa se recopiló información con el instrumento de levantamiento de información checklist, para develar las causas y consecuencias ambientales que genera las actividades o procesos del área minera “La

Plata”. Después se aplica un método de valoración cualitativa de los posibles impactos ambientales sobre los componentes bióticos, abióticos y sociales (López, 2015, pp. 103-109).

3.5.2.3. Matriz de Véster

Con la información recopilada en campo anteriormente, se jerarquiza los impactos ambientales generados o que podrían generarse por la actividad minera y se relacionan de acuerdo a su causalidad, en otras palabras, la relación causa-efecto, este método permite analizar los problemas activos y pasivos como se muestra en la Tabla 3-7 (Beard, 2015, p. 13). A continuación, se procede a ubicar los problemas de la primera fila y se relaciona con los mismos en las columnas, en la cual se asigna las siguientes ponderaciones de acuerdo a la relación causal (González y Rodríguez, 2021, p. 448):

- 0 = No tiene Relación Causal
- 1= Relación Causal Indirecta
- 2= Relación Causal Directa Poco Fuerte
- 3= Relación Causal Directa Muy Fuerte

Tabla 3-7: Jerarquización de problemas a partir de la Matriz de Vester

Nº	PROBLEMAS AMBIENTALES	PROBLEMA 1	PROBLEMA 2	PROBLEMA 3	PROBLEMA 4	PROBLEMA 5	TOTAL ACTIVOS
1	PROBLEMA 1	0					
2	PROBLEMA 2		0				
3	PROBLEMA 3			0			
4	PROBLEMA 4				0		
5	PROBLEMA 5					0	
TOTAL PASIVOS							

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.5.2.4. Gráfica de interacciones de los impactos ambientales

Flórez et al. (2019) mencionan que después de haber calificado todas las relaciones causales de los impactos ambientales de las filas con las columnas en la matriz de Vester, se obtiene los totales verticales y horizontales de la tabla, mismos que servirán para graficar las interacciones de acuerdo al puntaje obtenido individualmente en cada impacto y para ello se realiza un plano cartesiano dividido en cuatro cuadrantes dependiendo los valores más altos obtenidos en la matriz de Vester, donde el eje de las “Y” corresponde a los totales verticales o sea los impactos pasivos; y el eje de las “X” corresponde a los totales horizontales o impactos activos, a continuación se

procede a graficar y ubicar cada impacto de acuerdo a los siguientes criterios establecidos: activos, pasivos, críticos e indiferentes, como se muestra en la Ilustración 3-4. (p. 41)

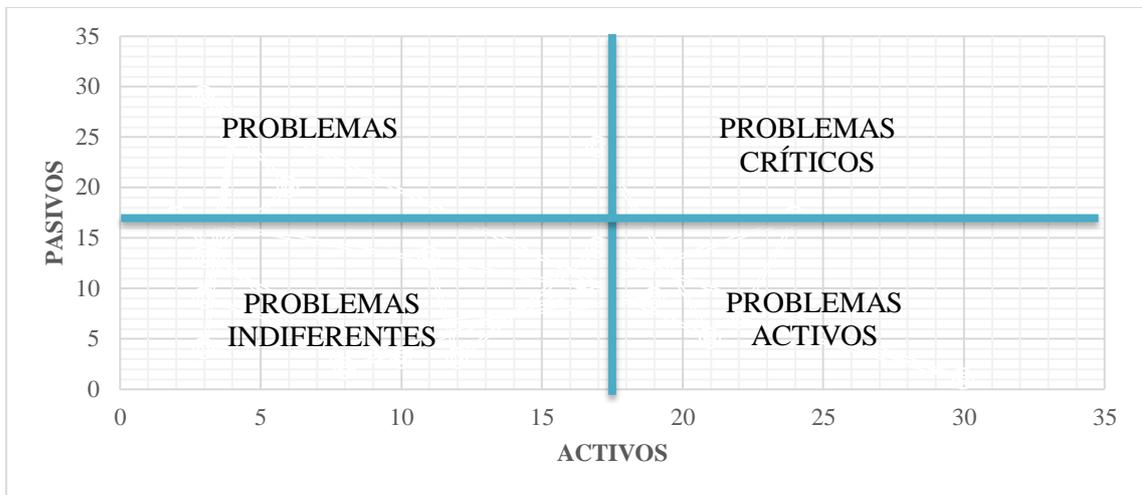


Ilustración 3-4: Gráfica de interacciones

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.5.2.5. *Árbol de problemas*

Según Martínez y Fernández (2018) el árbol de problemas es una de las técnicas participativas que permite identificar los problemas y organizar la información obtenida, para facilitar la identificación de las causas - consecuencias y categorizarlos de acuerdo a la importancia de los problemas (críticos, activos, pasivos e indiferentes) con relación a las actividades de extracción de áridos y pétreos, donde se categorizan de la siguiente manera, en las raíces se ubican los problemas activos o causas, en el tronco los problemas críticos, en las ramas los problemas pasivos o consecuencias y en la copa los problemas indiferentes (Ilustración 3-5). (p. 2)

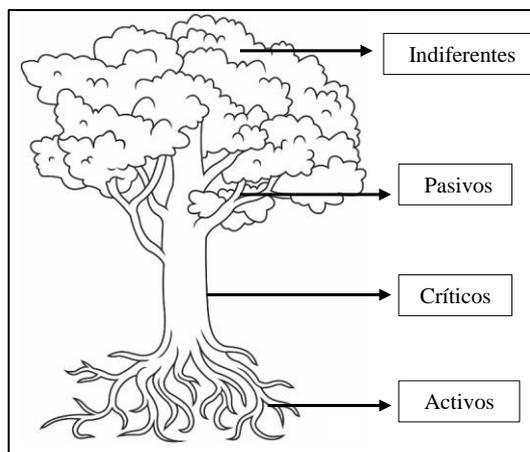


Ilustración 3-5: Árbol de problemas

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.5.2.6. Matriz modificada de Leopold-Conesa

Para la evaluación de la matriz modificada de Leopold-Conesa, se utiliza los impactos ambientales mencionados anteriormente y se procede a estimar el valor potencial de la importancia del impacto por cada actividad específica del área minera “La Plata”, de acuerdo a su clasificación: naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto y periodicidad (Jiménez y Morocho, 2022, p. 31).

Una vez clasificado se procede a estimar valores de acuerdo a los criterios establecidos por el método Leopold-Conesa (Tabla 3-7) y posteriormente se evalúa la importancia del impacto mediante la siguiente fórmula:

$$I = \pm (3(I) + 2(EX) + MO + PS + RV + SI + AC + EF + PR + RC)$$

Nota: Las siglas de cada elemento o parámetro evaluado se detallan en la Tabla 3-8.

Tabla 3-8: Criterios de calificación para determinación de importancia

Carácter (C) Impactos beneficiosos Impacto perjudicial	+ -	Intensidad (I) Baja Medio baja Medio Alta Alta Muy alta Crítico	1 2 3 4 8 12
Extensión (EX) Puntual Parcial Extenso Total Crítico	1 2 4 8 12	Momento (MO) Largo plazo Medio plazo Inmediato Crítico	1 2 4 8
Persistencia (PS) Fugaz Temporal Permanente	1 2 4	Reversibilidad (RV) Corto plazo Medio plazo Irreversible	1 2 4
Sinergia (SI) No sinérgico Sinérgico Muy sinérgico	1 2 4	Acumulación (AC) Simple Acumulativo	1 4
Efecto (EF) Indirecto Directo	1 4	Periodicidad (PR) Irregular Periódico Continuo	1 2 4

Recuperabilidad (RC)			
Recuperable inmediato	1		
Recuperable mediano plazo	2		
Recuperable parcial (mitigación)	4		
Irrecuperable	8		

Fuente: Jiménez y Morocho, 2022.

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Una vez ponderado cada impacto ambiental bajo los criterios mencionados anteriormente, se procede a valorar el grado de importancia como se muestra en la Tabla 3-9.

Tabla 3-9: Criterios de valoración del impacto

Valoración del impacto			
Irrelevante y compatible	Moderado	Severo	Critico
$0 \leq I < 25$	$25 \leq I < 50$	$50 \leq I < 75$	$I \geq 75$

Fuente: Jiménez y Morocho, 2022.

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

3.6. Fase 3. Elaboración del Plan de Manejo Ambiental para el área minera “La Plata” basado en la Normativa Ambiental ecuatoriana

3.6.1. Elaboración del Plan de Manejo Ambiental

Para la elaboración del PMA del área minera áridos y pétreos “La Plata” es fundamental basarse en el Acuerdo Ministerial No. MAATE-2022-122 que rige para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de pequeña minería no metálica, con el fin de contribuir con acciones de mejoras en las técnicas de extracción de materiales para la construcción.

El PMA permite a los operadores del área minera de áridos y pétreos la “La Plata” actuar con efectividad y prontitud ante una eventualidad que ponga en peligro la integridad de las instalaciones y su entorno, mediante la implementación de acciones y medidas de respuesta para prevenir, reducir, neutralizar o evitar los impactos ambientales negativos de las acciones realizadas en el área minera, entre ellos se incluye el desarrollo de programas según lo establecido en el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente (Gobierno del Ecuador, 2017, p. 38), que son:

- Plan de prevención y mitigación de impactos
- Plan de contingencias
- Plan de capacitación
- Plan de manejo de desechos

- Plan de relaciones comunitarias
- Plan de rehabilitación de áreas afectadas
- Plan de rescate de vida silvestre, de ser aplicable
- Plan de cierre y abandono
- Plan de monitoreo y seguimiento.

Estos planes que contiene el PMA son instrumentos esenciales para preservar la calidad ambiental en las zonas de influencia directa e indirecta (Huayhua, 2003, p. 2), además, el formato destinado a los nueve planes contendrá los siguientes ítems: Aspecto ambiental, impacto ambiental, medida propuesta, plazo y medio de verificación.

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Fase 1. Línea Base

4.1.1. Clima

A partir de la recopilación de información bibliográfica del Instituto Geofísico Militar (IGM) Ecuador, el clima predominante que se presenta en el sector de la Parroquia Loreto es Mega térmico lluvioso, que significa que tiene la característica de ser un clima con constantes precipitaciones, altas temperaturas y una humedad relativa uniforme durante todo el año (Ilustración 4-1) (Piña, 2019, p. 5).

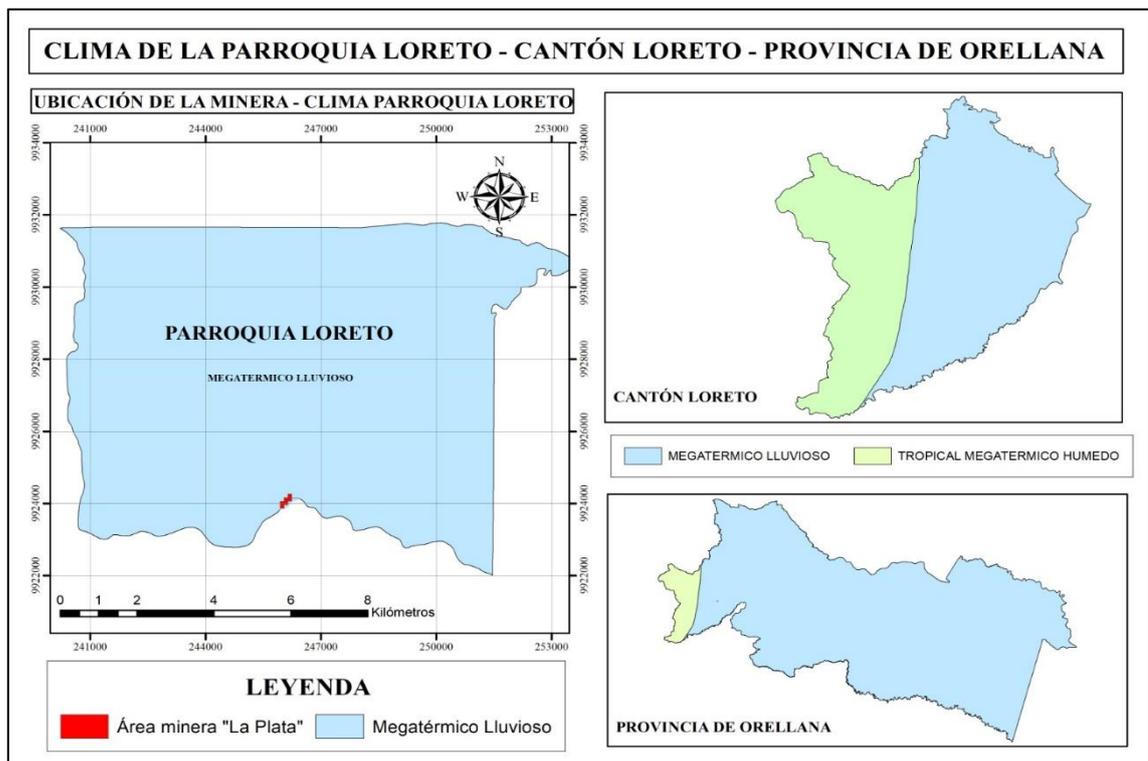


Ilustración 4-1: Climas de la Parroquia Loreto

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.2. Precipitación

La precipitación en el cantón oscila entre los 20 000 y 72 000 mm total anuales, datos basados principalmente en los registros meteorológicos recopilados mediante información georreferenciadas del cantón Loreto, teniendo como resultado la mayor cantidad de precipitaciones en la zona sur del cantón a diferencia de las demás zonas, donde disminuye la precipitación hasta 10 600 mm anuales (Ilustración 4-2) (GADM Loreto, 2019, p. 152).

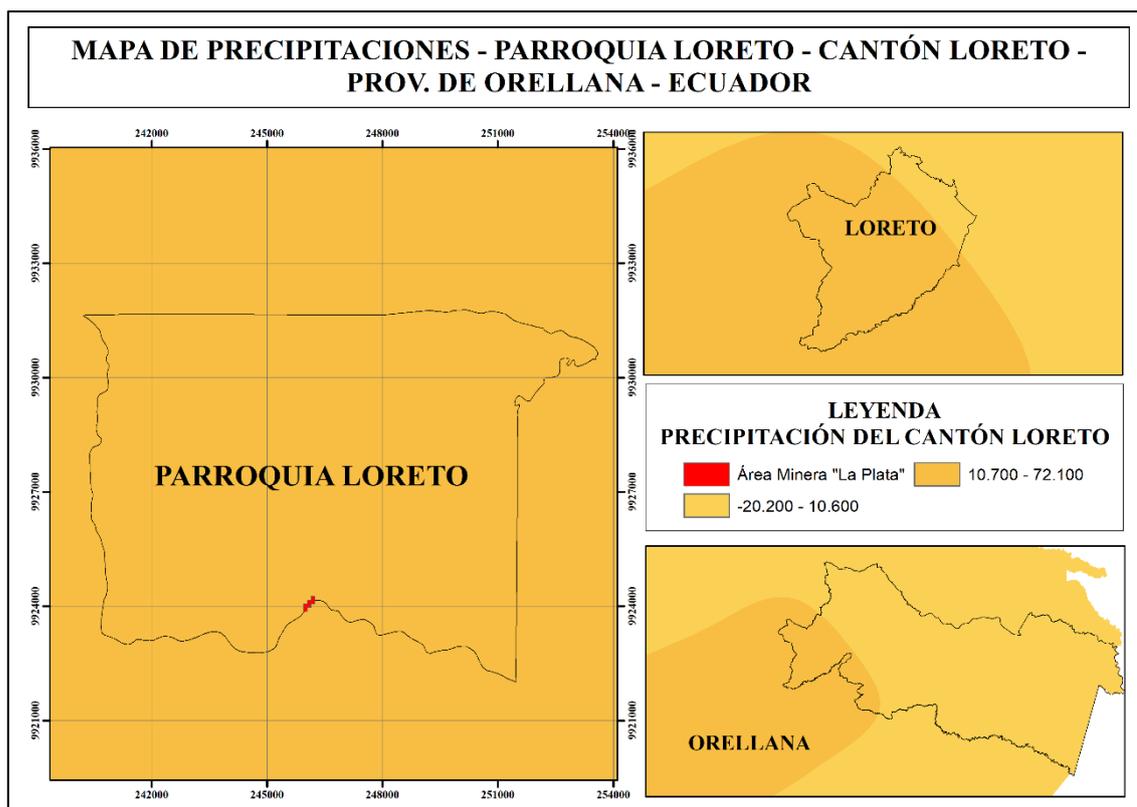


Ilustración 4-2: Precipitación de la Parroquia Loreto

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.3. Clasificación de suelos

En el cantón Loreto, existen relieves que presentan características fuertes y abruptas en un 60% de la superficie total del cantón, sus suelos presentan características y propiedades de Entisoles e Inceptisoles, con una mayor predominancia de suelos con características Inceptisol en un 82,80%, mientras que el suelo Entisol representa un 17,20% de la superficie, sin embargo, la zona de estudio se ubica sobre una superficie donde predomina un suelo Entisol, un suelo que se destaca por no tener horizontes de diagnóstico, de textura moderadamente finas y medias, por ende, son

medianamente fértiles, esto debido a que son suelos aluviales (Ilustración 4-3) (Ibáñez et al, 2011, p. 5).

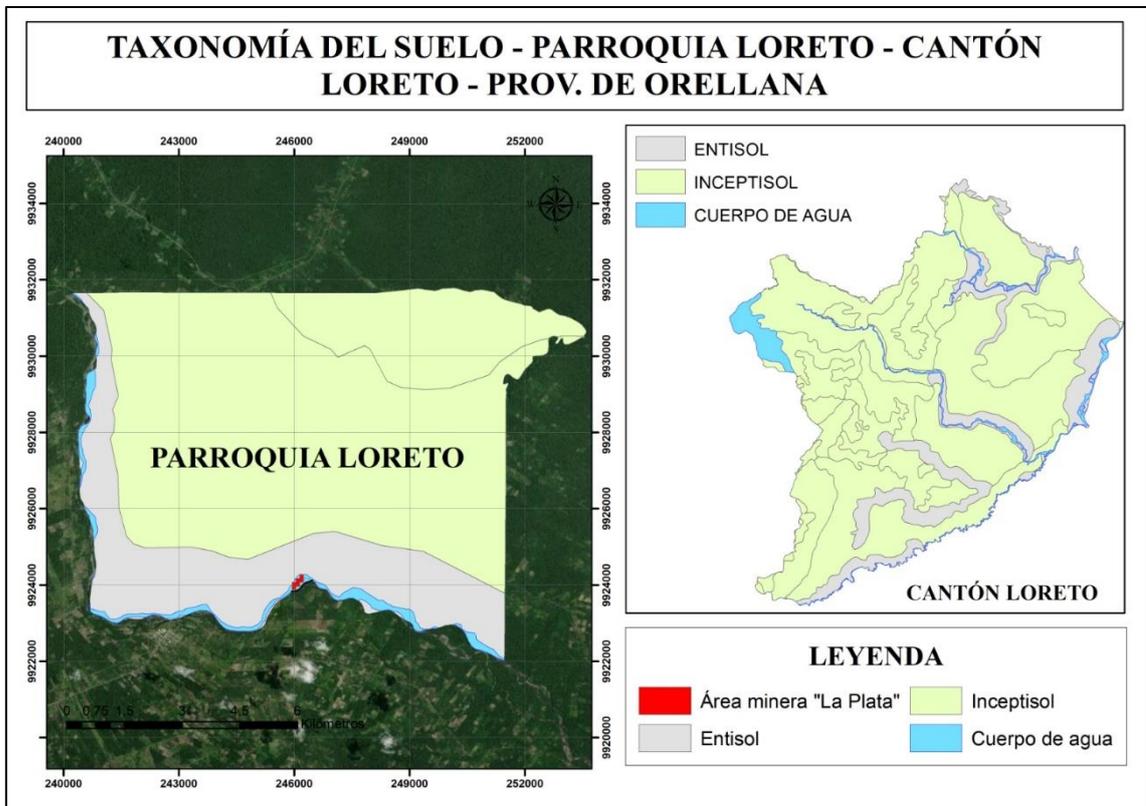


Ilustración 4-3: Suelos de la Parroquia Loreto

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.4. *Uso de suelos*

Se puede observar que en el uso del suelo predomina el bosque nativo con el 83,49% de la superficie del cantón y apenas el 3,09% corresponde a suelos que se caracterizan por ser óptimos para actividades agrícolas y antrópicas ya que son suelos suaves y levemente ondulados. Este cantón se caracteriza por sus actividades ganaderas, lo cual lleva a la población a dedicar gran parte de su superficie apta para el cultivo de pasto, tal cómo se refleja en la Ilustración 4-4 (GADM Loreto, 2019, p. 113).

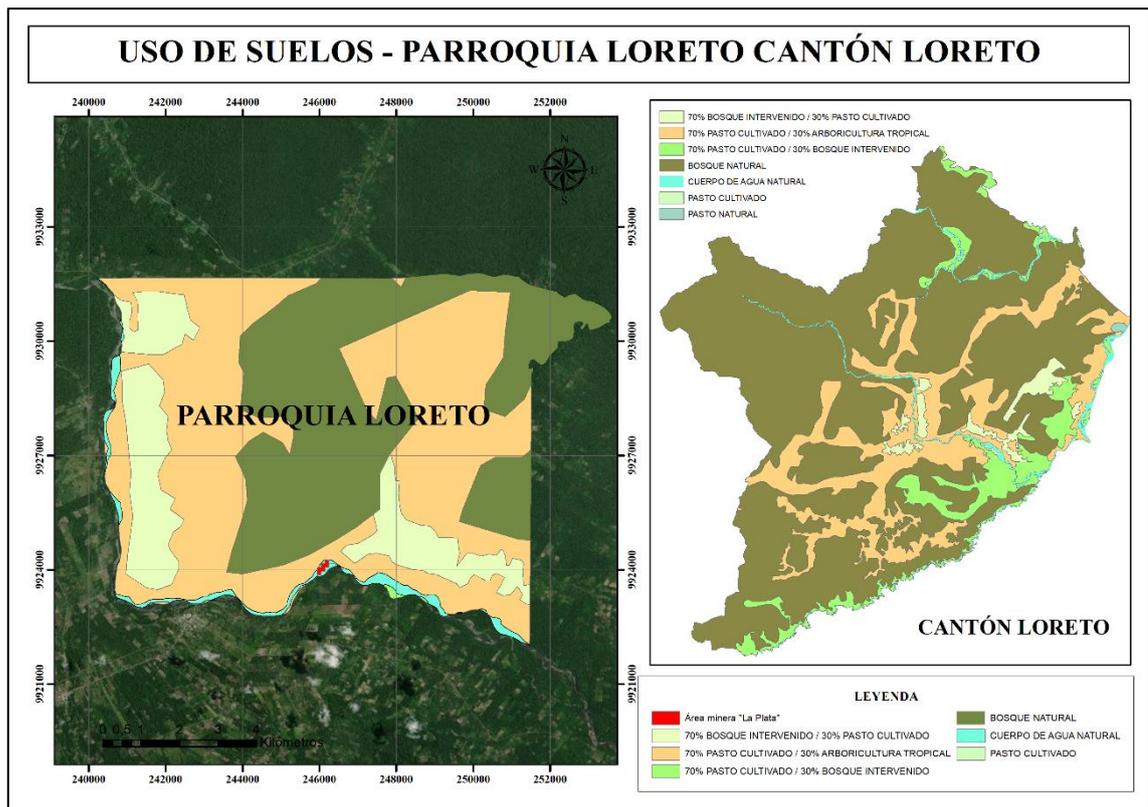


Ilustración 4-4: Uso de suelos de la Parroquia Loreto

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.5. Pendientes

Con lo que respecta a los pendientes del Cantón Loreto, existe un nivel de porcentaje del 50% en zonas más abruptas, una variación del cinco al 12% en la superficie, en su mayoría, pendientes formadas por fuertes deslaves, en otros casos de origen tectónico o volcánico como lo indica la Ilustración 4-5 (GADM Loreto, 2019, p. 119).

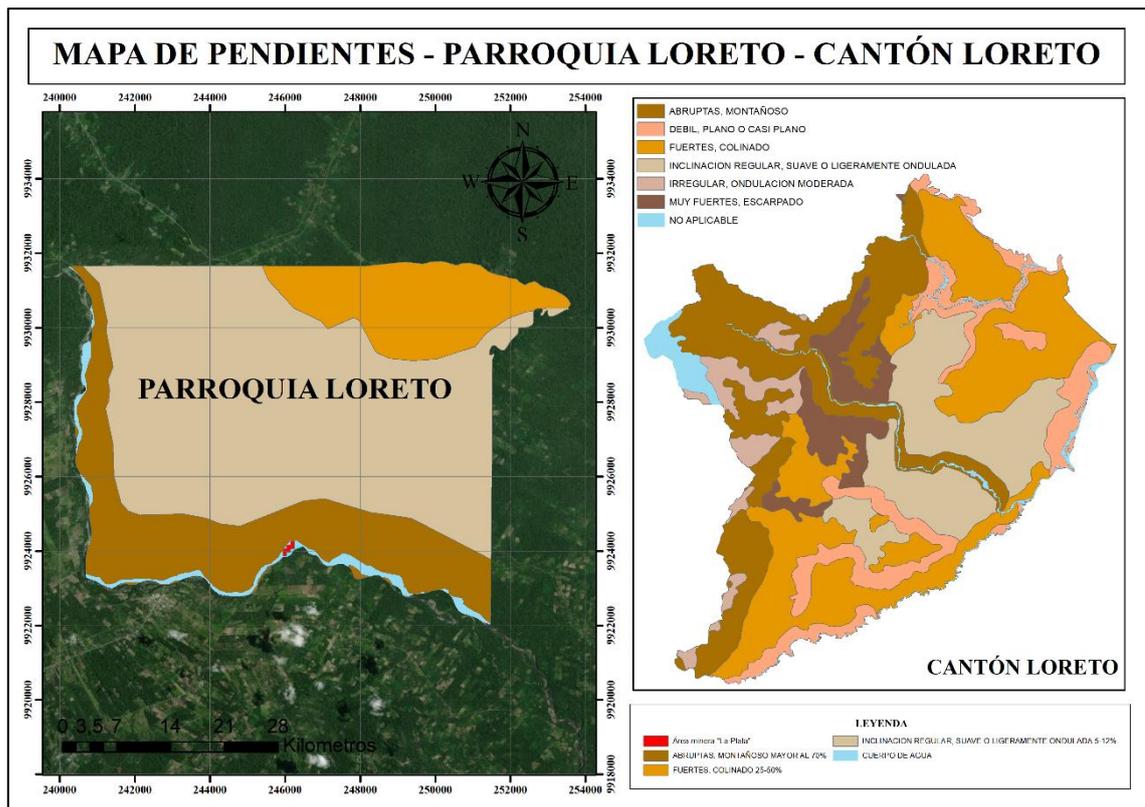


Ilustración 4-5: Pendientes de la Parroquia Loreto

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.6. Cuencas hídricas

El Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Loreto (GADM Loreto, 2019, pp. 97-99) menciona que la principal red hidrográfica que recorre el Cantón Loreto es el Río Suno, la cual presenta una longitud de 96,7 km y una esorrentía media por año de 4 203 hm³, puesto que, en el caso de la minera “La Plata” el material pétreo que se extrae incurre directamente a la cuenca del río Suno, causando una afectación ambiental a la dinámica ecosistémica y problemas sociales con la población aledaña quienes hacen uso del agua para fines agrícolas y ganaderos como se muestra en la Ilustración 4-6.

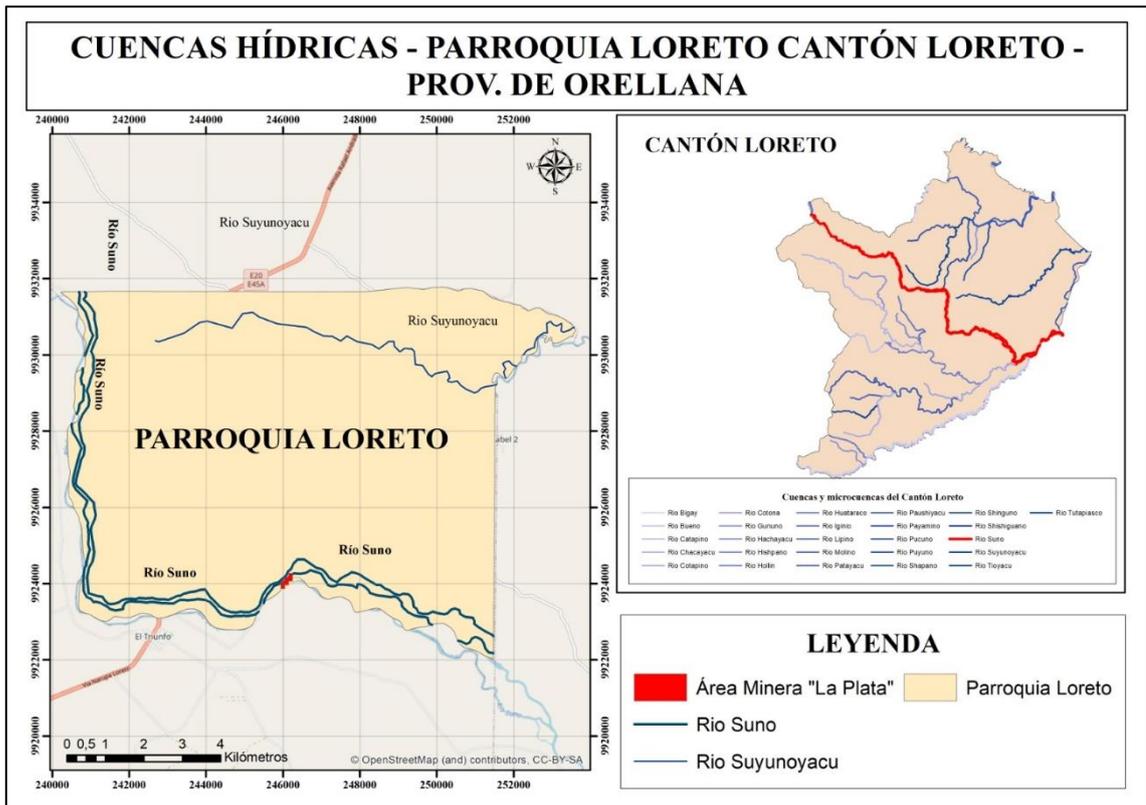


Ilustración 4-6: Cuencas hídricas de la Parroquia Loreto

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.7. Asentamientos poblacionales

Se levanto la información en 13 viviendas que están dentro de la zona de influencia directa y 14 viviendas las cuales se encontraban dentro del rango de los dos kilómetros del área de influencia indirecta, que guardan relación causal con los Impactos Ambientales que genera las actividades de extracción de materiales áridos y pétreos “La Plata”. A los propietarios de las viviendas se realizó las entrevistas semiestructuradas, mismas que se detallan en los resultados de la fase dos que identifica los impactos ambientales como se muestra en la Ilustración 4-7.

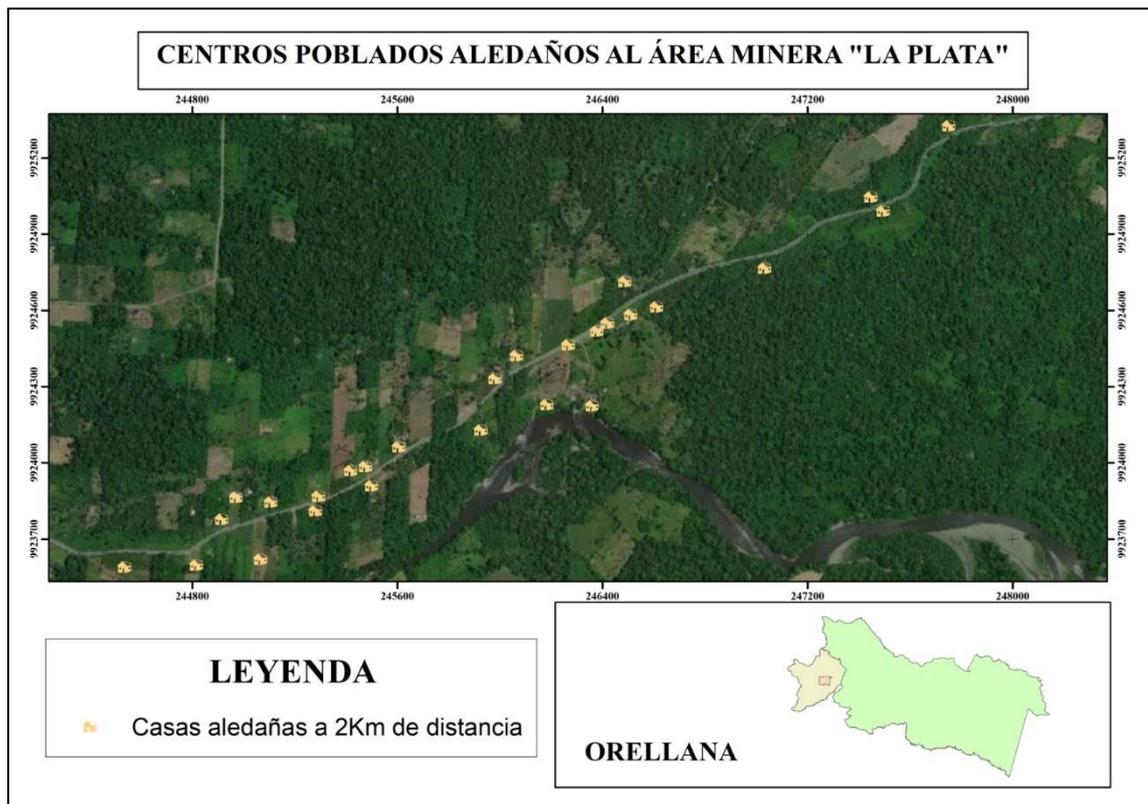


Ilustración 4-7: Puntos de las viviendas aledañas al área minera “La Plata”

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.8. Zona de influencia Directa e Indirecta

4.1.8.1. Zona de influencia Directa

Se priorizó el área de influencia directa el cuál fue establecido en un radio de 300 m del área donde se desarrollan las actividades mineras de “La Plata”, tomando en cuenta la superficie del área minera la cual cuenta con seis hectáreas enfocadas a la extracción de material de construcción. Para determinar el área de influencia directa se utiliza una metodología basada en la apreciación cualitativa del área de influencia en relación con las actividades que genera la minera en cada una de sus fases, es importante usar criterios geográficos, además del uso de herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG), con una zona Buffer de intervención de 300 m alrededor del perímetro establecido (Ilustración 4-8), es en esta zona específicamente donde se efectuaran y se verificaran los aspectos ambientales significativos del proyecto (Gesambconsult, 2013, p. 13).

4.1.8.2. Zona de Influencia Indirecta

El área de influencia indirecta fue establecida en un radio de dos kilómetros del área enfocada a la extracción de materiales de construcción desarrolladas por el área minera, donde se aplicó una metodología de apreciación cualitativa basada en los posibles impactos secundarios que puedan llegar a manifestarse durante cada una de las fases operativas alrededor del perímetro establecido, para ello es importante la aplicación de técnicas, herramientas y criterios geográficos los cuales sean representados en una zona Buffer Ilustración 4-8 donde se aprecie el alcance de los posibles impactos a considerar y evaluar (Gesambconsult, 2013, p. 18).

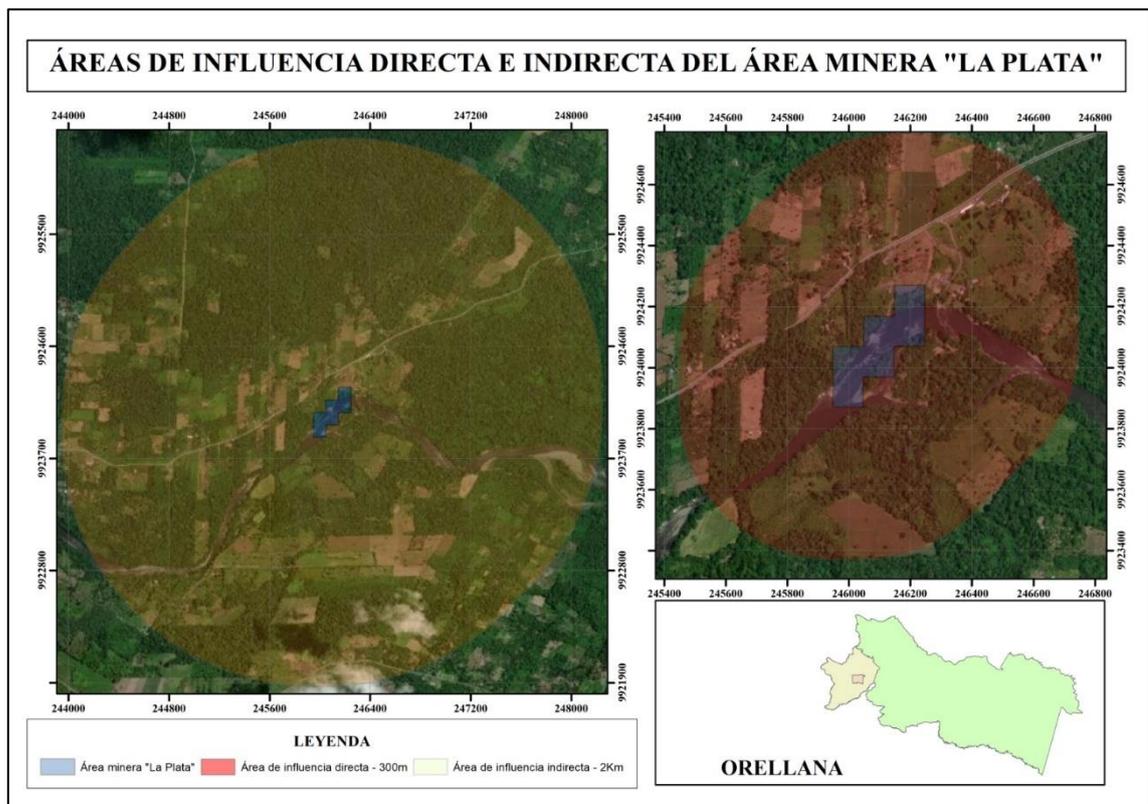


Ilustración 4-8: Área directa e indirecta a los impactos del área minera “La Plata”

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.9. Resultados de la entrevista semi-estructurada

Según resultados de las entrevistas al Sr. German Sanmartín Propietario del área minera la “La Plata” menciona que se desarrolla la minería artesanal y cuenta con los respectivos permisos para ejecutarla, maquinaria pesada (excavadora) para la extracción de los materiales de construcción, no utiliza ningún procedimiento para mitigar los impactos que se generan, no existen molestias ni denuncias de la población aledaña, no cuentan con los equipos de protección personal, a

excepción de zapatos que previenen y reducen posibles lesiones o golpes durante sus actividades operativas, además de haber recibido capacitaciones por parte de ARCOM.

Los datos obtenidos de los señores operarios recalcan que no usan equipo de protección personal a más de solo usar unos zapatos adecuados para prevenir algún golpe, desconocen acerca de los impactos tanto directos como indirectos que producen las actividades de extracción, ni técnicas de mitigación y/o reducción de impactos, esto a consecuencia de no haber recibido capacitaciones. Sin embargo, no han sufrido ninguna enfermedad o lesión a causa de las vibraciones o ruido por la maquinaria en sus actividades operativas pero que consideran que pueden llegar a afectarles a largo plazo, por último, realizan el mantenimiento de la maquinaria cada 250 horas como el cambio aceite, grasas, filtros, entre otras.

Mediante los recorridos en campo alrededor del área minera para realizar las entrevistas a los pobladores aledaños a dos kilómetros a la redonda, manifestaron que están de acuerdo con las actividades que desarrolla el área minera, ya que ha generado desarrollo en la comunidad por el mismo hecho de la compra del material y posterior a la construcción de viviendas, sin embargo, la minera no ha brindado plazas de trabajo ni proyectos en beneficio de comunidad.

En cuanto a las actividades que realiza la minera in situ se ha evidenciado una disminución de la calidad del agua del Rio Suno, por la turbidez del agua y la presencia de basura, por lo que no consideran un medio adecuado en el cual puedan realizar actividades en familia, cabe recalcar que el agua que consume la mayoría de pobladores no es directamente extraída de la microcuenca que está vinculada al área minera, las vibraciones a causa de la minera no han causado ninguna afectación en la salud, ni viviendas de los pobladores, el ruido tampoco es un problema, ya que, no es constante el trabajo que realizan y no existe afectaciones.

4.1.10. Evaluación del pH de agua

En la evaluación del pH en aguas los valores se encuentran dentro de los límites permisibles según la Tabla 1: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico del AM-097 Anexo 1 del libro VI TULSMA: Norma de calidad de ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, el valor de pH obtenido antes de la actividad minera fue de 6,85, durante la actividad minera fue de 6,76 y después de la actividad minera fue de 6,75, lo que significa que se encuentra moderadamente ácido, sin embargo es notorio que el pH decrece y esto se debe al impacto ambiental que se torna sinérgico por las descargas de aguas residuales por parte de los moradores del sector y los vertidos de combustible de la maquinaria utilizada en la extracción

minera Tabla 4-1, cabe recalcar que la determinación del pH es importante y será utilizada como parámetro univariante para el análisis de macroinvertebrados.

Tabla 4-1: Resultados del pH en muestras de agua

PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	VALOR DE PH	ANÁLISIS DE RESULTADO	AM 097-A ANEXO 1 DEL LIBRO VI TULSMA
AAM	Zona libre de actividades de extracción minera	6,85	Moderadamente ácido	Cumple
AEM	Zona de extracción minera directa	6,76	Moderadamente ácido	Cumple
DAM	Zona posterior a las actividades de extracción minera	6,75	Moderadamente ácido	Cumple

Nota: Tabla 4-1 cumple con los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, siendo el límite permisible de 6 a 9.

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.11. Evaluación del pH del suelo

En la evaluación del pH en suelos los valores se encuentran dentro de los límites permisibles según la Tabla 1.- Criterios de calidad del suelo del AM-097 Anexo 2 del libro VI TULSMA: Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados, el valor obtenido antes de la actividad minera fue de 6,78 pH, durante la actividad minera fue de 6,67 y después de la actividad minera fue de 6,37. La disminución del pH del suelo al igual que ocurre en el pH del agua existe un declive hacia la acidez en el suelo lo cual, sucede lo mismo, ya que, muchos de los posibles contaminantes se acumulen o sean absorbidos y retenidos en el suelo Tabla 4-2, cabe recalcar que la determinación del pH es importante y será utilizada como parámetro univariante para el análisis de macroinvertebrados.

Tabla 4-2: Resultados del pH en muestras de suelo

PUNTO DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA	VALOR DE PH	ANÁLISIS DE RESULTADO	AM 097-A ANEXO 2 DEL LIBRO VI TULSMA
AAM	Zona libre de actividades de extracción minera	6,78	Moderadamente ácido	Cumple
AEM	Zona de extracción minera directa	6,67	Moderadamente ácido	Cumple
DAM	Zona posterior a las actividades de extracción minera	6,37	Moderadamente ácido	Cumple

Nota: Tabla 4-2 cumple con los criterios de calidad del suelo, siendo el límite permisible de 6 a 8.

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.12. Resultados de la identificación de macroinvertebrados

4.1.12.1. Análisis de resultados antes del área minera “La Plata”

Los macroinvertebrados identificados antes de la actividad minera, pertenecen al orden Trichoptera, Ephemeroptera, Hemiptera y Diptera, que se interpreta de acuerdo con la sumatoria de todas las familias taxonómicas con relación al BMWP como aguas no alteradas mismas que se detallan en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3: Puntos de muestreo de macroinvertebrados antes de la actividad minera

FICHA DE MONITOREO BIOLÓGICO					
Punto de muestreo	Número de individuos	Orden	Familia	Grado de tolerancia	Interpretación
AM1	1	Trichoptera	Hydropsychidae	5	Medianamente tolerante
	4	Ephemeroptera	Gerridae	8	Poco tolerantes
	4	Hemiptera	Notonectidae	7	Poco tolerantes
AM2	6	Ephemeroptera	Gerridae	8	Poco tolerantes
	1	Hemiptera	Notonectidae	7	Poco tolerante
	3		Corixidae	7	Poco tolerantes
AM3	3	Ephemeroptera	Gerridae	8	Poco tolerantes
	2	Hemiptera	Notonectidae	7	Poco tolerantes
	2	Diptera	Veliidae	8	Poco tolerantes
ÍNDICE BMWP				65	Aguas no alteradas

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

De los datos encontrados se realizó la síntesis por familia en la siguiente Tabla 4-4:

Tabla 4-4: Resultado de las familias de macroinvertebrados antes de la actividad minera

Orden	Familia	Grado de tolerancia	pH	Número de individuos	Interpretación
Trichoptera	Hydropsychidae	5	6,76	1	Medianamente tolerante
Ephemeroptera	Gerridae	8	6,76	13	Poco tolerantes
Hemiptera	Notonectidae	7	6,76	7	Poco tolerantes
	Corixidae	7	6,76	3	Poco tolerantes
Diptera	Veliidae	8	6,76	2	Poco tolerante

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

El muestreo antes del área minera, según la Ilustración 4-9 establecida a continuación, se encontraron cinco familias de macroinvertebrados, de las cuales se destaca las familias *Gerridae* con 13 individuos y *Veliidae*, con dos individuos y un puntaje según su grado de tolerancia de ocho, clasificándolas como poco tolerantes ante la contaminación. Seguido está la familia *Notonectidae* con siete individuos y la familia *Corixidae* con tres individuos y puntuación de siete,

que las clasifica como poco tolerantes. Por último, está la familia *Hydropsychidae* con un individuo y puntaje de cinco, por lo cual se considera medianamente tolerante. Por otro lado, el pH del agua es de 6,76 considerándose moderadamente ácido, esto según el AM-097 A, Tabla 1 y la Tabla 2 referente a los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuario, cumple con los límites permisibles en ambos casos. En síntesis, de acuerdo con los valores obtenidos del índice BMWP y el pH, el recurso hídrico en este punto se considera no alterado.

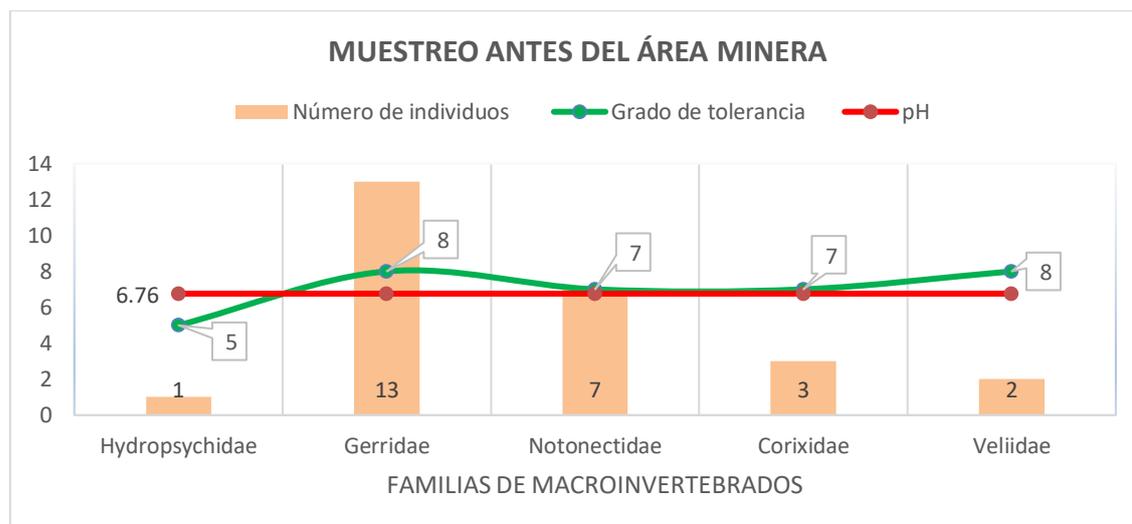


Ilustración 4-9: Punto 1-Muestreo antes del área minera

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.12.2. Análisis de resultados en el área minera “La Plata”

Los macroinvertebrados identificados durante el área de extracción, pertenecen al orden Ephemeroptera, Diptera, Hemiptera y Plecoptera que se interpreta de acuerdo con la sumatoria de todas las familias taxonómicas con relación al BMWP calidad del agua como aguas no alteradas como se muestra en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5: Puntos de muestreo de macroinvertebrados durante actividad minera

FICHA DE MONITOREO BIOLÓGICO					
Punto de muestreo	Número de individuos	Orden	Familia	Grado de tolerancia	Interpretación
AAM1	5	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	Intolerantes
	3		Caenidae	7	Poco tolerantes
	2	Diptera	Simuliidae	8	Poco tolerantes
	2		Chironomidae	2	Muy tolerantes
	5		Ceratopogonidae	3	Tolerantes
	2	Hemiptera	Veliidae	8	Poco Tolerantes
AAM2	3	Plecoptera	Perlidae	10	Intolerantes

	1	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	Intolerantes
	2		Caenidae	7	Poco tolerantes
AAM3	2	Ephemeroptera	Caenidae	7	Poco tolerantes
	3	Hemiptera	Veliidae	8	Poco tolerantes
ÍNDICE BMWP				78	Aguas no alteradas

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

De los datos encontrados se realizó la síntesis por familia en la siguiente Tabla 4-6:

Tabla 4-6: Resultado de las familias de macroinvertebrados en la actividad minera

Orden	Familia	Grado de tolerancia	pH	Número de individuos	Interpretación
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	6,85	6	Intolerantes
	Caenidae	7	6,85	7	Poco tolerantes
Diptera	Simuliidae	8	6,85	2	Poco tolerantes
	Chironomidae	2	6,85	2	Muy tolerantes
	Ceratopogonidae	3	6,85	5	Tolerantes
Hemiptera	Veliidae	8	6,85	5	Poco Tolerantes
Plecoptera	Perlidae	10	6,85	3	Intolerantes

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Referente al muestreo en el área minera; según la Ilustración 10-4 propuesta a continuación, se encontraron siete familias de macroinvertebrados, de las cuales se destaca las familias *Leptophlebiidae* con seis individuos y *Perlidae* con tres individuos y un puntaje según su grado de tolerancia de nueve y diez respectivamente, clasificándolas como intolerantes ante la contaminación. Seguido esta la familia *Caenidae* con siete individuos, la familia *Simuliidae* con dos individuos y la familia *Veliidae* con cinco individuos y puntuaciones de 7,8 y ocho respectivamente, por lo que se consideran poco tolerantes ante la contaminación. Por último, están las familias *Chironomidae* con dos individuos y *Ceratopogonidae* con cinco individuos y puntajes de dos y tres respectivamente, por lo cual se consideran tolerante y muy tolerante. Por otro lado, el pH es de 6,85 considerándose moderadamente ácido, esto según el AM-097 A, Tabla 1 y en la Tabla 2 referente a los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuario, cumple con los límites permisibles en ambos casos. En síntesis, de acuerdo con los valores obtenidos del índice BMWP y el pH, el recurso hídrico en este punto se considera no alterado.

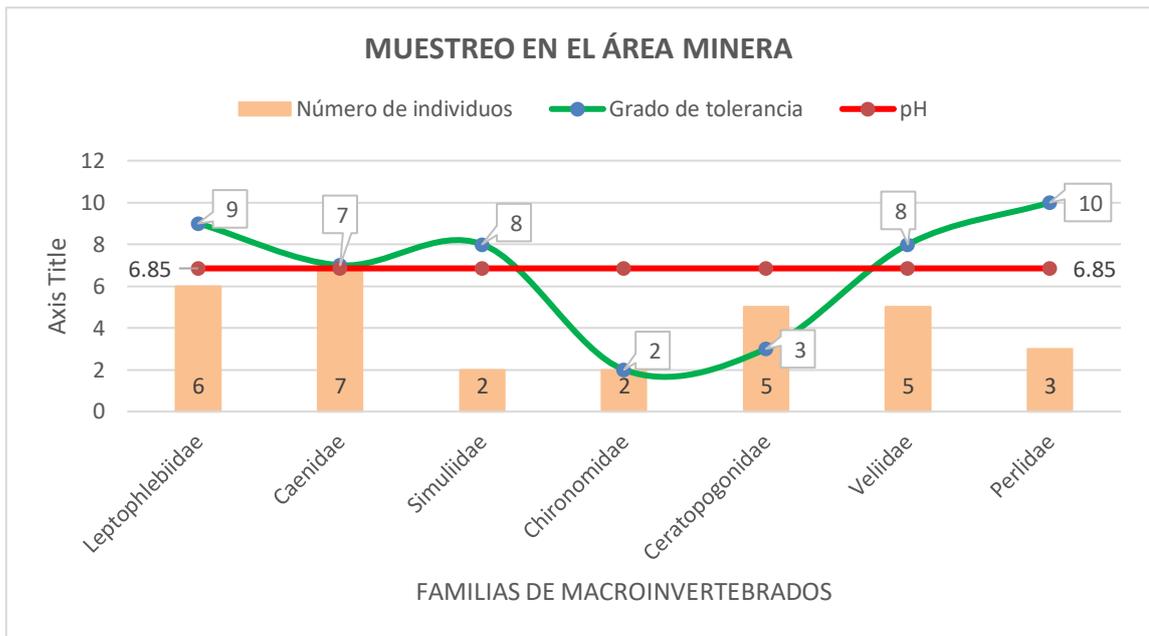


Ilustración 4-10: Punto 1-Muestreo en el área minera

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.12.3. Análisis de resultados después del área minera “La Plata”

Los macroinvertebrados identificados después de la actividad minera, pertenecen al orden Hemiptera, Odonato y Ephemeroptera, que se interpreta de acuerdo con la sumatoria de todas las familias taxonómicas con relación al BMWP calidad del agua como aguas moderadamente contaminadas Tabla 4-7. Esto debido a que antes del punto de muestreo existe otra empresa minera y descargas de aguas residuales lo que hace que sea un impacto sinérgico reduciendo considerablemente la calidad del agua.

Tabla 4-7: Puntos de muestreo de macroinvertebrados después de la actividad minera

FICHA DE MONITOREO BIOLÓGICO					
Punto de muestreo	Número de individuos	Orden	Familia	Grado de tolerancia	Interpretación
DAM1	2	Hemiptera	Veliidae	8	Poco tolerantes
	1	Odonata	Megapodagrionidae	6	Medianamente tolerante
DAM2	2	Ephemeroptera	Baetidae	7	Poco tolerantes
	1	Ephemeroptera	Gerridae	8	Poco tolerante
DAM3	2	Ephemeroptera	Caenidae	7	Poco tolerante
	2	Trichoptera	Hydropsychidae	5	Medianamente tolerantes
ÍNDICE BMWP				41	Aguas moderadamente contaminadas

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

De los datos encontrados se realizó la síntesis por familia en la siguiente Tabla 4-8:

Tabla 4-8: Resultado de las familias de macroinvertebrados después de la actividad minera

Orden	Familia	Grado de tolerancia	pH	N. Individuos	Interpretación
Hemiptera	Veliidae	8	6,37	2	Poco tolerantes
Odonata	Megapodagrionidae	6	6,37	1	Medianamente tolerante
Ephemeroptera	Baetidae	7	6,37	2	Poco tolerantes
	Gerridae	8	6,37	1	Poco tolerante
	Caenidae	7	6,37	2	Poco tolerante
Trichoptera	Hydropsychidae	5	6,37	2	Medianamente tolerantes

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Referente al muestreo después del área minera; según la Ilustración 4-11 propuesta a continuación, se obtuvo seis familias de macroinvertebrados, ubicándose con puntuación de 8 según el grado de tolerancia, la familia *Veliidae* con dos individuos y *Gerridae* con un individuo, identificadas como poco tolerantes ante la contaminación. Seguido está la familia *Baetidae* y *Caenidae* con dos individuos cada una y puntaje de siete, lo cual establece que son poco tolerantes. Por último, las familias *Megapodagrionidae* con un individuo y *Hydropsychidae* con dos individuos, tienen puntuaciones de seis y cinco respectivamente, por lo que se consideran medianamente tolerantes. En cuanto al pH es de 6,85 considerándose moderadamente ácido, esto según el AM-097 A, Tabla 1 y Tabla 2 referente a los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuario, cumple con los límites permisibles en ambos casos. En síntesis, de acuerdo con los valores obtenidos del índice BMWP y el pH, el recurso hídrico en este punto se considera moderadamente contaminado.

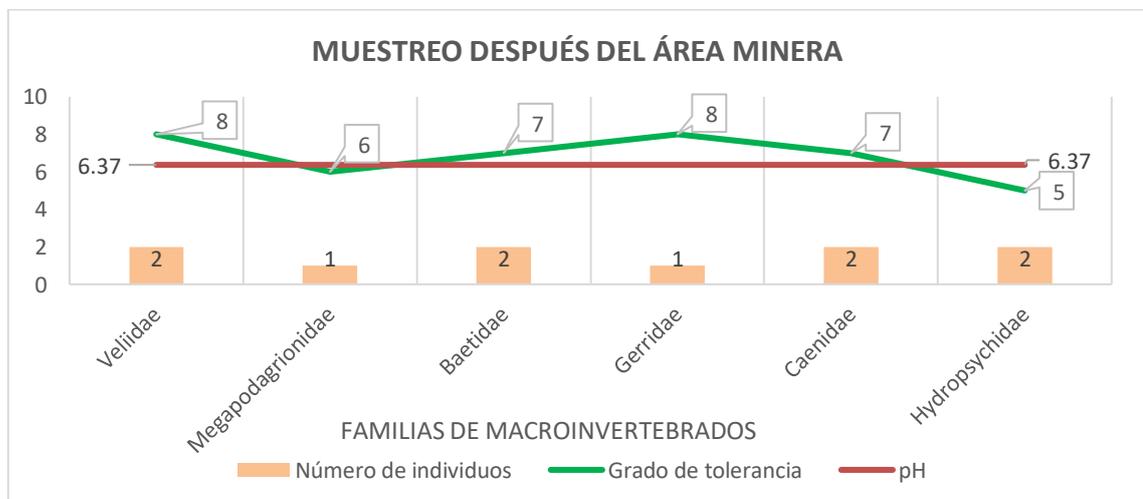


Ilustración 4-11: Punto 1-Muestreo después del área minera

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.1.13. *Discusión de resultados*

Como parte de la evaluación ambiental, los análisis de calidad de agua con macroinvertebrados y el pH, aportan con información relevante que permite verificar el estado de este recurso tomando en cuenta la actividad de extracción de material pétreo que se realiza en el área estudiada.

Según Arango et al. (2008, p. 4) el índice BMWP se basa en la presencia de familias de macroinvertebrados, que pueden ser sensibles o tolerantes ante la contaminación del agua. Ante esto la Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Culiacán (2016, párr. 4), manifiesta que los contaminantes son uno de los agentes que alteran el pH natural del agua, causando modificaciones en el ecosistema acuático. Es así que un pH mayor a siete involucra la presencia de concentraciones de minerales, al contrario de un pH menor a siete que involucra concentraciones de metales como el manganeso, hierro, entre otros siendo así que cualquier cambio brusco del pH, puede facilitar la movilidad de contaminantes o la concentración de minerales, lo cual afecta a todo organismo vivo dentro del ecosistema, especialmente a los macroinvertebrados debido a la sensibilidad o el grado de tolerancia que presentan ante los cambios.

4.2. Fase 2. Identificación y evaluación de los impactos cualitativos y cuantitativos provocados por la actividad minera de áridos y pétreos, mediante observación directa, entrevistas semi estructuradas y la evaluación de Impacto Ambiental por el método Modificado de Leopold-Conesa

4.2.1. *Descripción de los procesos*

Como producto de los recorridos y entrevistas previamente realizadas en campo, las actividades de la fase operativa en el área son:

- **Desbroce:** La explotación, comienza con la limpieza de la vegetación comprendida como: árboles, arbustos, hierbas, entre otros, dentro del área donde se va a realizar los trabajos con el método más común que se aplica en el área de estudio como es la explotación a cielo abierto. De modo que, estas operaciones pueden ser efectuadas indistintamente a mano o mediante el empleo de maquinaria pesada (retro-excavadora).
- **Extracción:** Proceso por el cual se extraen minerales del lecho del río. El objetivo de la extracción es asegurar que los minerales sean extraídos de forma rentable y segura.

- **Zarandeo del material de construcción:** Esto se realiza para separar los materiales de construcción, como la grava, la arena y los agregados, según su tamaño, mediante la Z, el zarandeo también se puede utilizar para separar el material mineral de los desechos.
- **Clasificación del material:** Proceso de separar y clasificar materiales de acuerdo con sus características físicas, como tamaño, forma y peso. Esto es importante para la extracción segura y eficiente de minerales. La clasificación también puede ayudar a determinar la calidad del material, así como a prevenir la contaminación del material.
- **Gestión de residuos sólidos:** Esta etapa hace referencia a la gestión adecuada de los residuos sólidos que son producidos por esta actividad como son materiales no deseados durante el proceso de extracción de minerales, ya que, son un problema ambiental que pueden ser contaminantes tóxicos y difíciles de eliminar. Por lo tanto, es importante que se garantice que los residuos sólidos se manejen de forma segura y según las regulaciones aplicables.
- **Comercialización:** Los materiales áridos y pétreos que se extraen del lecho del río son comercializados en función de las necesidades del consumidor.

4.2.1.1. Mapa de procesos actual del área minera

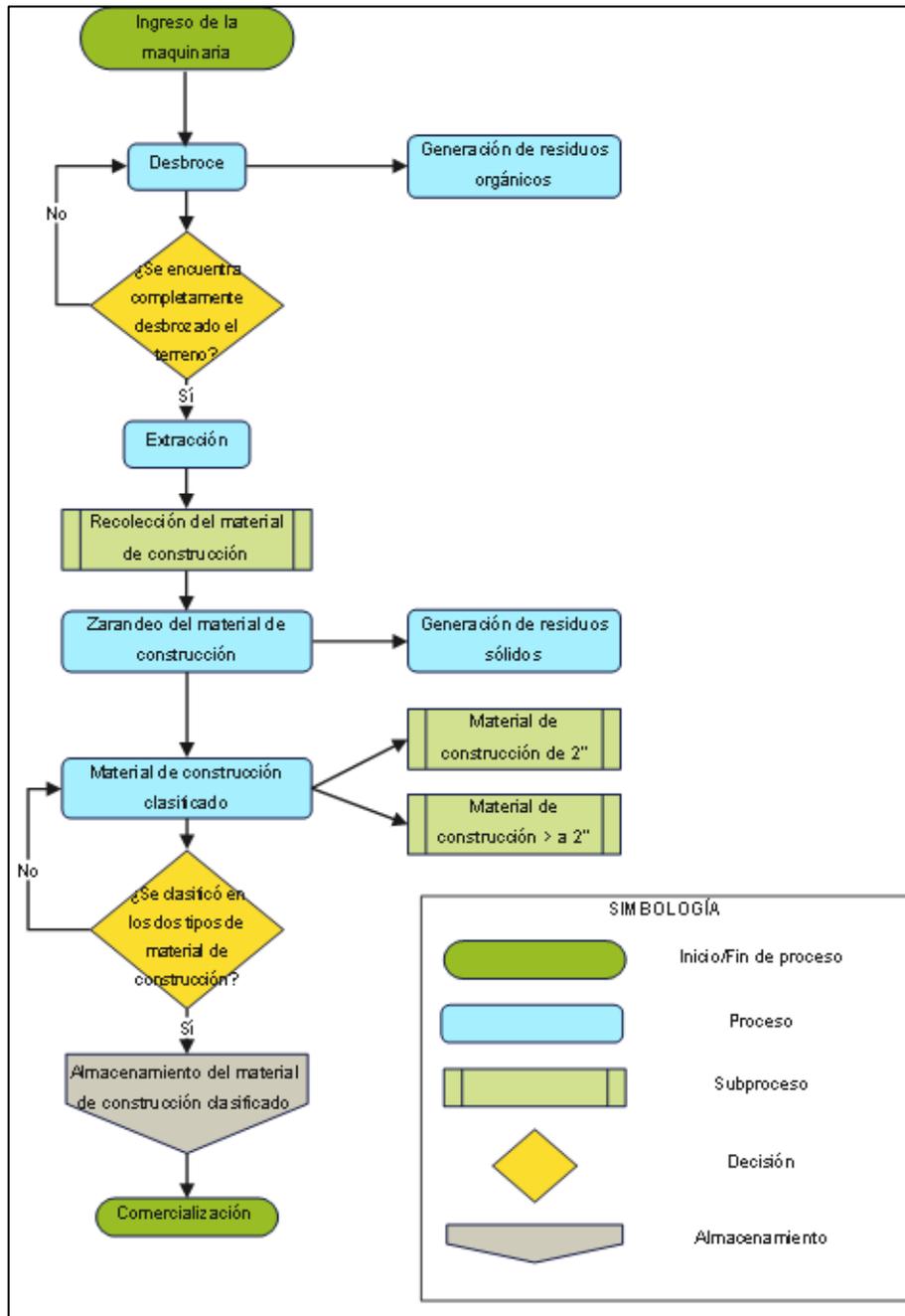


Ilustración 4-12: Mapa de procesos

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.1.2. Mapa de procesos ideal para el área minera

La adecuada gestión para la extracción de los minerales es responsabilidad de los Gobiernos Municipales y por ello se debe implementar una estructura factible y eficiente referente a la minería de materiales de áridos y pétreos en el cantón como se muestra en la Ilustración 4-13.

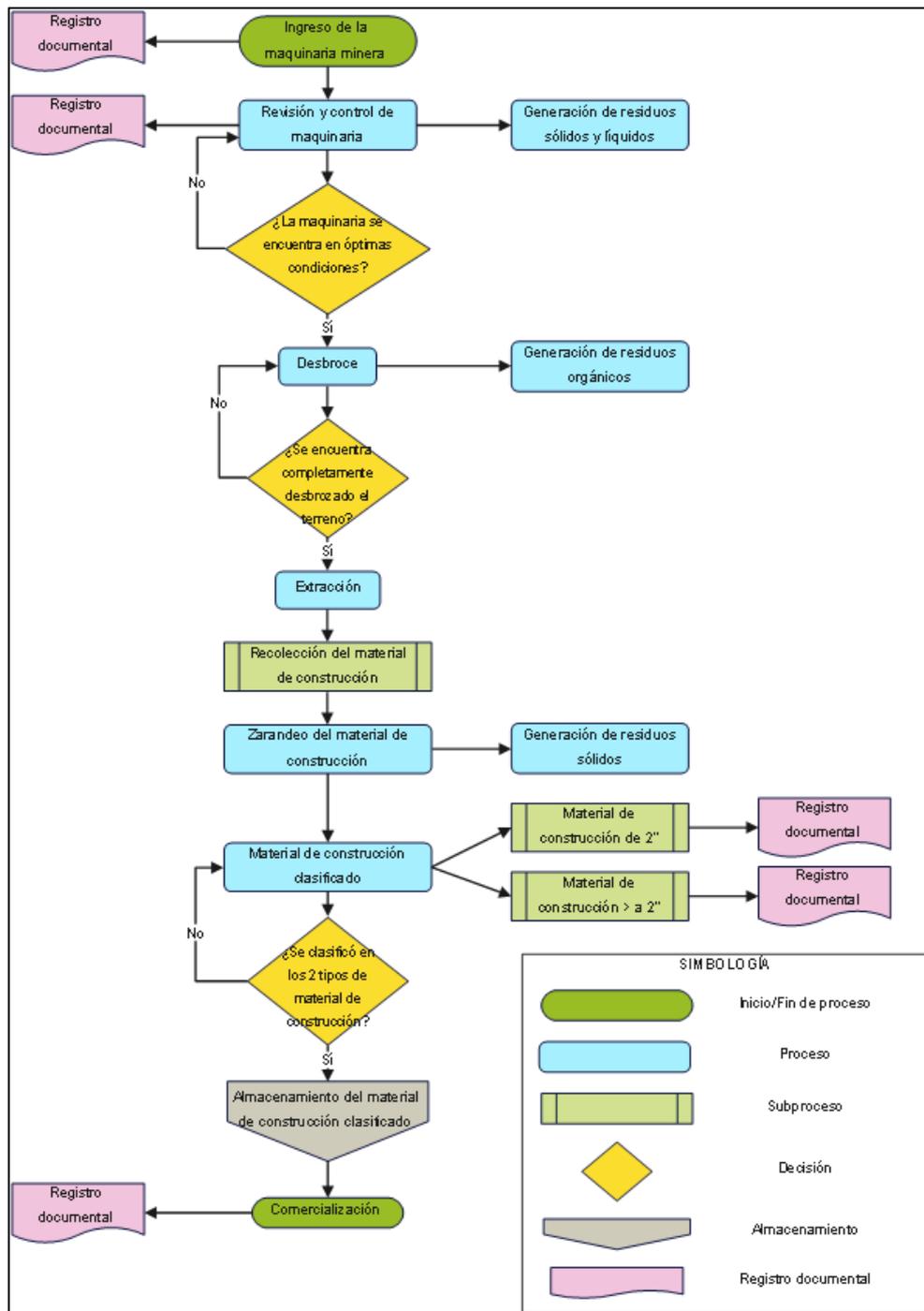


Ilustración 4-13: Mapa de procesos

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.2. Identificación de Aspectos e Impactos Ambientales

Como resultado del trabajo en campo y la identificación de los procesos se determinaron seis aspectos que repercuten en 33 impactos ambientales en el área minera “La Plata”, tal como se detalla en la Tabla 4-9.

Tabla 4-9: Resumen de aspectos e impactos identificados

ACTIVIDAD O PROCESO	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Revisión y control de maquinaria	Generación de residuos sólidos	Cambios en el paisaje
		Contaminación al suelo
		Conflicto social
Desbroce	Generación de ruido	Perturbación a la fauna
		Afectaciones a la salud pública y ocupacional
		Disminución de la calidad del aire
		Conflicto social
	Movimiento de la tierra	Compactación del suelo
		Afectaciones a la salud ocupacional
		Cambios en el paisaje
		Disminución de la biodiversidad
	Generación de polvo	Conflicto social
		Disminución de la calidad del aire
		Perturbación a la fauna
		Afectaciones a la salud pública y ocupacional
	Emisión de gases de efecto invernadero emitidos por la maquinaria	Conflicto social
		Disminución de la calidad del aire
		Perturbación a la fauna
		Perturbación a la flora
Extracción	Generación de ruido	Afectaciones a la salud pública y ocupacional
		Conflicto social
		Disminución de la calidad del aire
		Perturbación a la fauna
	Emisión de gases de efecto invernadero emitidos por la maquinaria	Perturbación a la flora
		Disminución de la calidad del aire
		Perturbación a la fauna
	Excavación del suelo	Erosión de riberas
		Embalse de las aguas
		Cambios en el paisaje
		Erosión del suelo
		Compactación del suelo
		Disminución de la calidad del agua
		Afectación a la salud pública y ocupacional
		Perturbación a la fauna
		Alteración al caudal hídrico
		Conflicto social
		Perturbación de la vegetación ribereña
		Erosión hídrica
Contaminación del agua		
Zarandeo del material de construcción	Generación de ruido	Afectación a la salud ocupacional
		Disminución de la calidad del aire
		Perturbación a la fauna
	Generación de polvo	Disminución de la calidad del aire
		Afectación a la salud ocupacional
		Perturbación a la fauna
	Emisión de gases de efecto invernadero emitidos por la maquinaria	Disminución de la calidad del aire
		Afectación a la salud ocupacional
	Generación de residuos sólidos	Cambios en el paisaje
		Contaminación al suelo
Conflicto social		
	Generación de ruido	Afectación a la salud ocupacional

Clasificación del material de construcción		Disminución de la calidad del aire
		Perturbación a la fauna
	Generación de polvo	Disminución de la calidad del aire
		Afectación a la salud ocupacional
		Perturbación a la fauna
	Emisión de gases de efecto invernadero emitidos por la maquinaria	Disminución de la calidad del aire
Afectación a la salud ocupacional		

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.3. Matriz de Vester

Los problemas ambientales afectan directa o indirectamente a los recursos naturales y de acuerdo con la Tabla 4-10, en el área minera los problemas que más repercuten son: contaminación del agua, disminución de la calidad del agua, alteración al caudal hídrico, contaminación del suelo y la erosión del suelo debido al proceso de extracción de los materiales áridos y pétreos.

Tabla 4-10: Matriz de Vester-Valoración de problemas ambientales

N°	PROBLEMAS AMBIENTALES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	TOTAL ACTIVOS	TOTAL PASIVOS
1	Cambios en el paisaje	0	0	2	3	1	1	1	3	0	0	3	0	1	1	0	0	0	1	17	24
2	Contaminación al suelo	3	0	2	2	1	0	1	2	0	3	3	0	2	0	1	1	0	0	21	5
3	Conflicto social	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	29
4	Perturbación a la fauna	0	0	2	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20
5	Afectaciones a la salud pública	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	13
6	Disminución de la calidad del aire	0	0	2	2	2	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	3
7	Afectaciones a la salud ocupacional	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9
8	Disminución de la biodiversidad	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25
9	Embalse de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	4
10	Erosión del suelo	2	0	1	1	0	0	0	2	0	0	2	0	2	2	0	3	1	3	19	9
11	Perturbación a la flora	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	17
12	Compactación del suelo	3	0	1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	2
13	Disminución de la calidad del agua	3	2	3	2	3	1	1	3	0	2	1	0	0	0	0	2	0	1	24	17
14	Alteración al caudal hídrico	2	0	2	3	0	0	0	2	2	0	1	2	2	0	0	2	2	2	22	7
15	Contaminación del agua	2	3	3	2	3	1	2	3	0	1	3	0	3	0	0	3	0	1	30	1
16	Perturbación de la vegetación ribereña	3	0	2	2	0	0	0	2	1	0	1	0	2	1	0	0	0	3	17	14
17	Erosión hídrica	2	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	2	1	0	1	0	1	12	3
18	Erosión de riberas	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0	0	2	0	1	11	13
TOTAL PASIVOS		24	5	29	20	13	3	9	25	4	9	17	2	17	7	1	14	3	13		

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.4. Gráfica de Interacciones

En la Ilustración 4-14 se muestran los problemas identificados en la gráfica de interacciones, donde se analizó lo siguiente: los problemas críticos son el cambio al paisaje y la disminución de la calidad del agua debido al movimiento de la tierra, excavación del suelo y generación de residuos sólidos; los problemas activos son: contaminación del suelo, erosión del suelo, perturbación de la vegetación ribereña, alteración del caudal hídrico y contaminación del agua debido a la excavación del suelo y la generación de residuos sólidos; los problemas pasivos son: conflicto social, disminución de la biodiversidad, perturbación a la fauna y flora debido al movimiento de tierra, generación de ruido y polvo, emisión de gases de efecto invernadero por la maquinaria y la excavación del suelo; finalmente los problemas indiferentes son: afectaciones a la salud pública y ocupacional, erosión de riberas, compactación del suelo, embalse de agua, disminución de la calidad del aire y erosión hídrica debido a los mismos aspectos ambientales que generan los problemas pasivos.

GRÁFICA DE INTERACCIONES

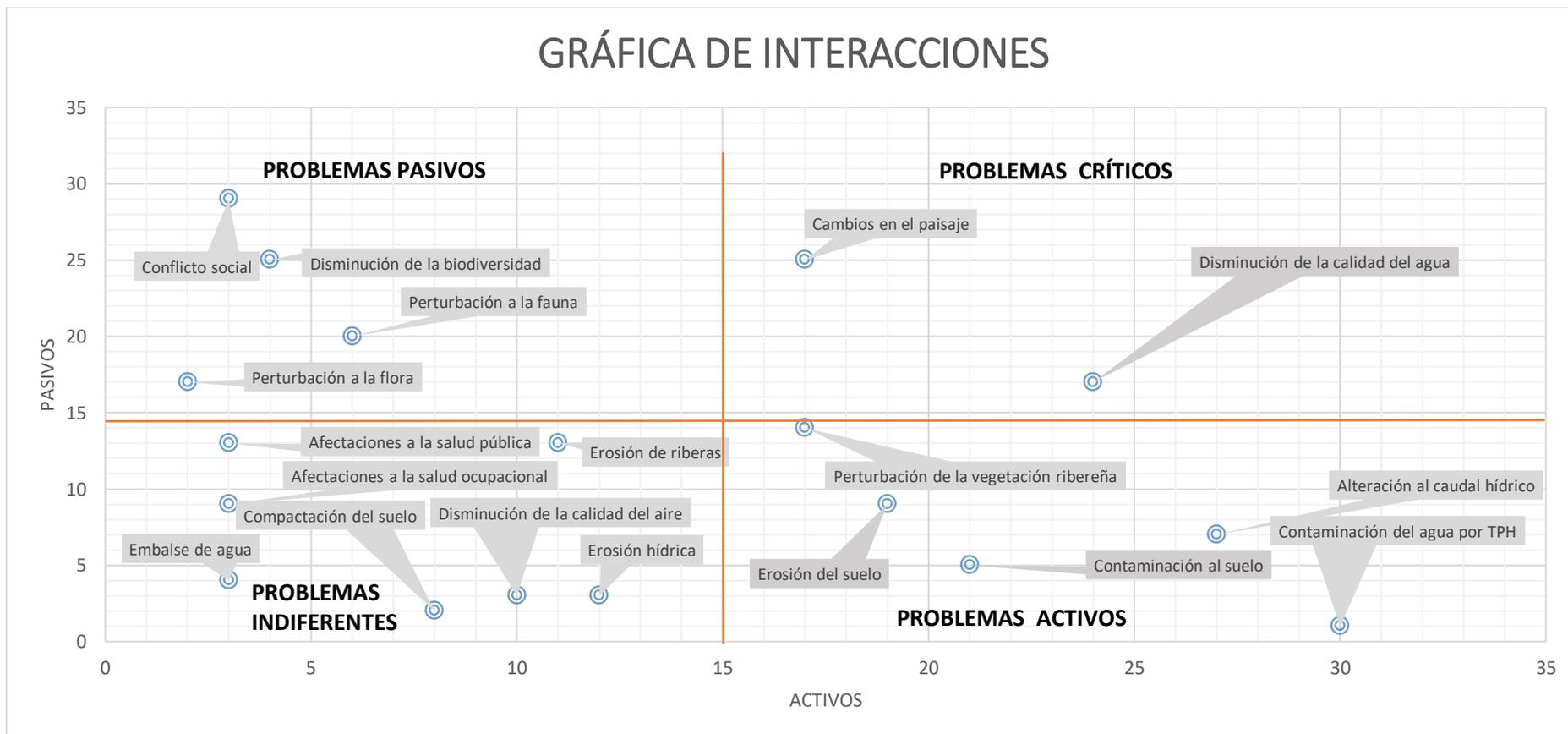


Ilustración 4-14: Gráfica de interacciones de problemas ambientales

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.5. Árbol de problemas

En la Ilustración 4-15 indica la clasificación de los problemas ambientales analizados en la Tabla 4-10, donde los problemas de raíz lo conforman la contaminación del suelo, alteración al caudal hídrico, contaminación del agua, erosión del suelo, contaminación del suelo y perturbación de la vegetación ribereña. De este modo, la solución a estos problemas mitigara los efectos que se desencadenan de las mismas, motivo por el cual se planteó dicha solución en el Plan de Manejo Ambiental.

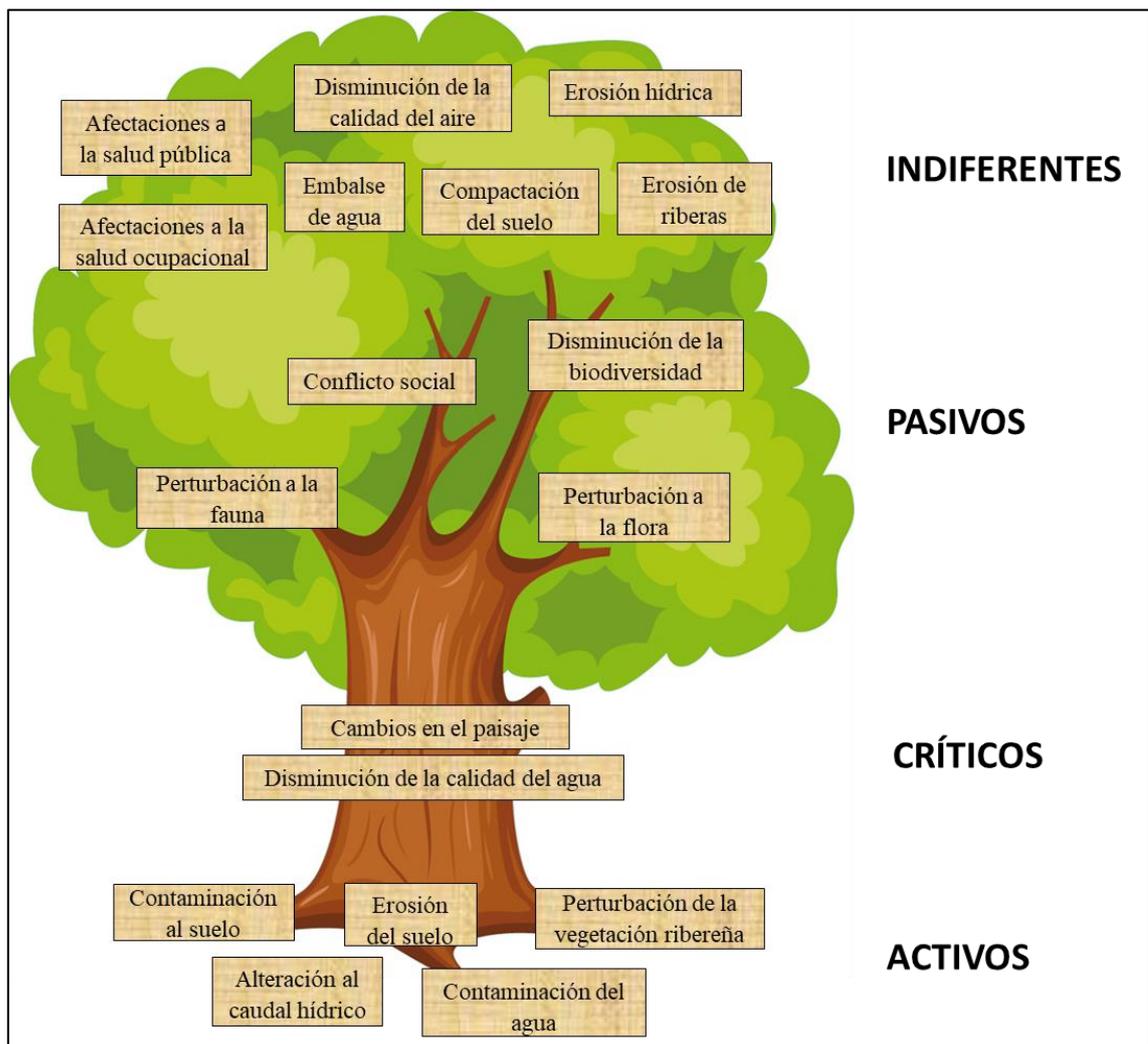


Ilustración 4-15: Clasificación de los problemas ambientales

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.6. Resultados de la Matriz modificada de Leopold

Finalmente se realizó la matriz modificada de Leopold-Conesa (ANEXO B) que permitió evidenciar la importancia de cada impacto en relación a criterios de calificación preestablecidos y cuyos resultados se muestran a continuación:

4.2.6.1. Revisión y Control De Maquinaria

Según el análisis ambiental realizado, la generación de residuos sólidos es muy habitual, debido a las actividades que se desarrollan diariamente en el área de estudio; según la Ilustración 4-16, se obtuvieron puntuaciones que varían entre 26 y 36 para los factores aire, agua, suelo, paisaje, flora y fauna considerando que existe afectación por impactos moderados. Sin embargo, los factores relaciones comunitarias, salud pública y salud ocupacional obtuvieron una puntuación de 19, 22 y 24 respectivamente, lo cual representa la presencia de impactos irrelevantes.

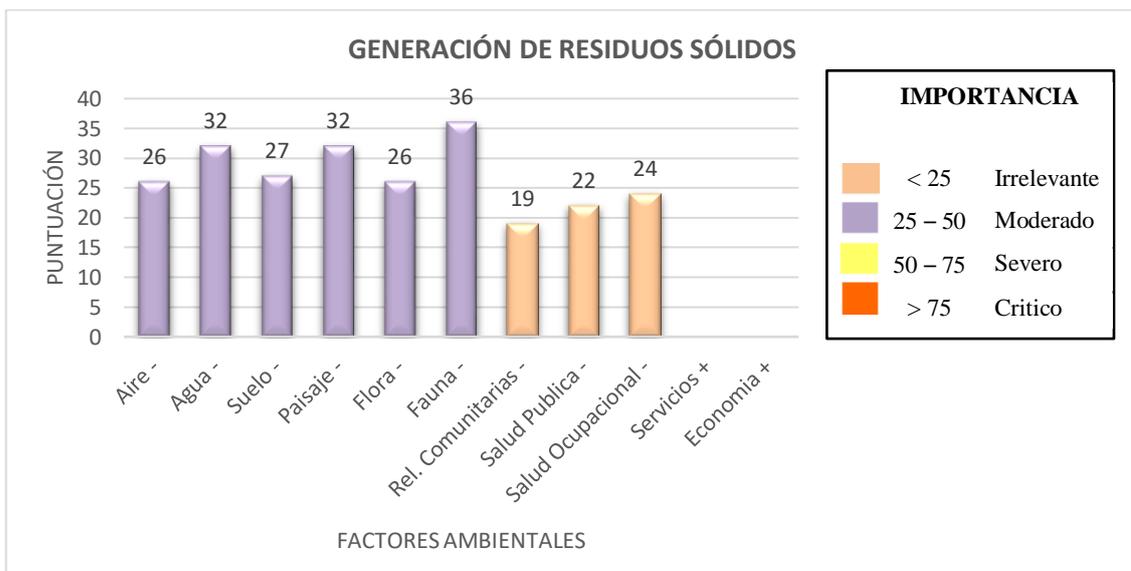


Ilustración 4-16: Generación de residuos sólidos

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.6.2. Desbroce

En relación con la generación de ruido que se produce durante el desbroce, es muy frecuente puesto que es producto del trabajo realizado con la maquinaria durante el proceso de explotación; según la Ilustración 4-17, se ha logrado evidenciar que existen impactos irrelevantes de acuerdo con la puntuación obtenida que se mantiene de 22 y 23 para los factores aire y relaciones

comunitarias, mientras que los factores fauna y salud ocupacional obtuvieron una puntuación de 33 y 25 evidenciando afectación por impactos moderados.

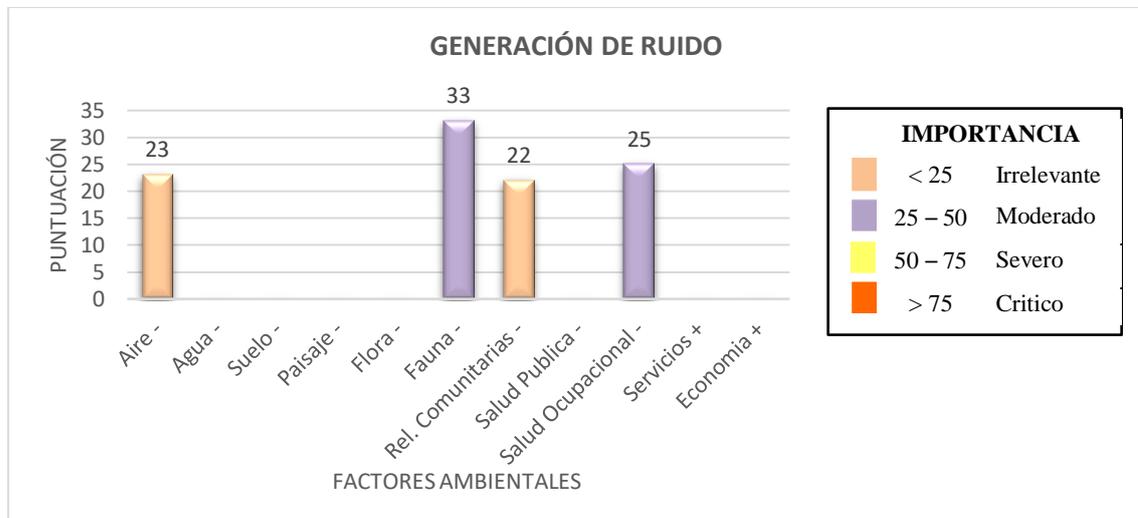


Ilustración 4-17: Generación de ruido

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Durante el desbroce se produce movimientos del suelo debido al uso de maquinaria pesada; según la Ilustración 4-18, se identificó que, este movimiento causa impactos irrelevantes, moderados y severos. Tras el análisis ambiental realizado se determinó que en el factor suelo se produce un impacto severo, al obtener una valoración de 51, del mismo modo en el factor paisaje, el cual obtuvo un valor de 62. Luego están los factores flora y fauna donde se producen impactos moderados según lo determina la puntuación obtenida de 40. Por último, constituyéndose como impactos irrelevantes se encuentran los factores agua con valor de 17, relaciones comunitarias y salud ocupacional con valoración de 22 cada uno.

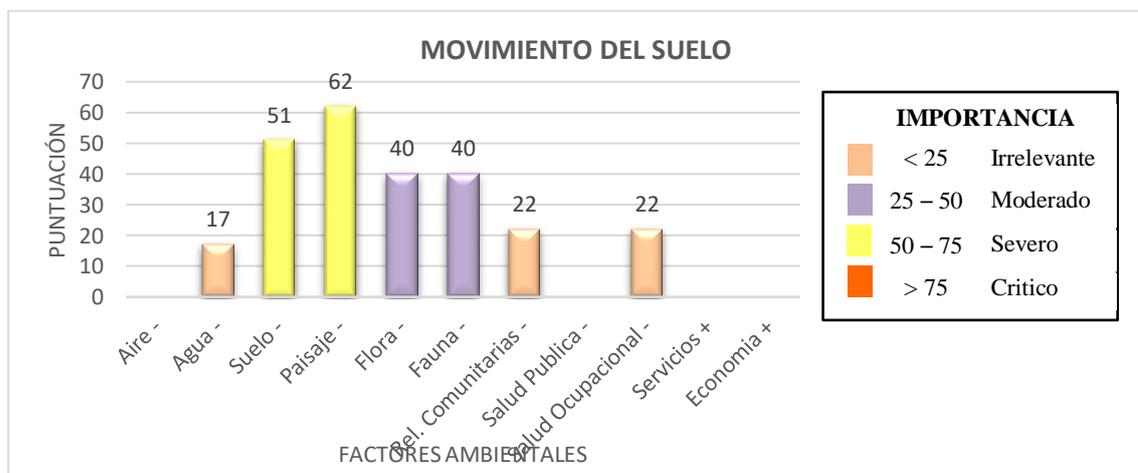


Ilustración 4-18: Movimiento del suelo

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

La generación de polvo es muy común en temporadas secas; según la Ilustración 4-19, presenta afectación al factor aire principalmente, donde se producen impactos moderados con una puntuación de 36, así mismo el factor paisaje y salud presentan impactos moderados al obtener una puntuación de 34 y 33 respectivamente. Por ultimo los factores flora, fauna, relaciones comunitarias y salud pública presentan impactos irrelevantes al encontrarse con valores por debajo de 25.

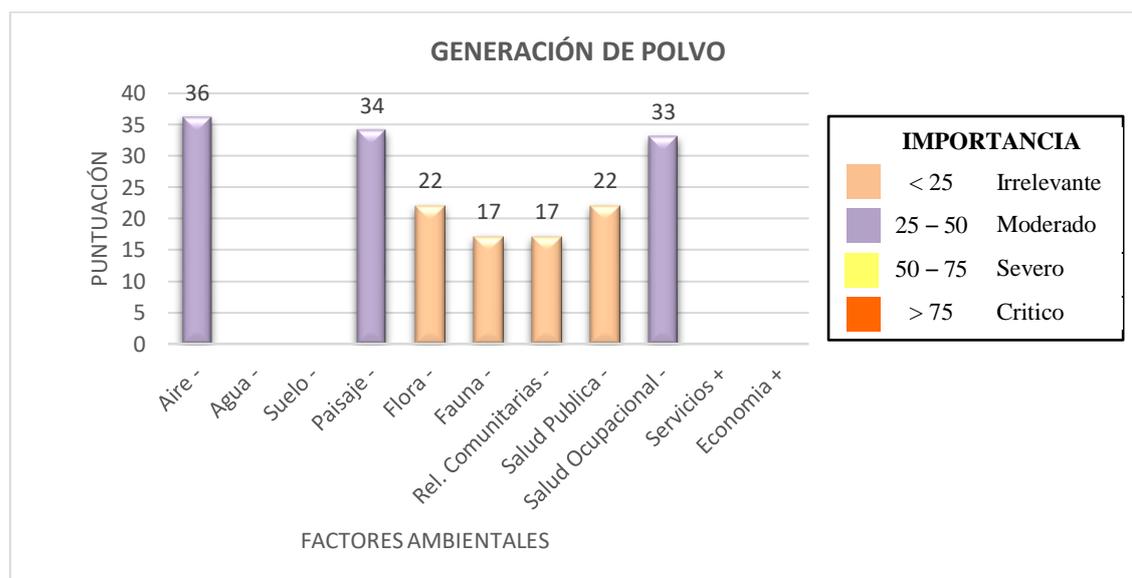


Ilustración 4-19: Generación de polvo

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Durante el uso de maquinaria pesada se presentan emisiones de GEI debido a la combustión; según la Ilustración 4-20, es de mencionar que la mayoría de los factores representan impactos irrelevantes, dentro de los que podemos mencionar el paisaje, flora, fauna, relaciones comunitarias y salud pública con valores que oscilan entre 20 y 24; sin embargo, para los factores aire y salud ocupacional, los valores se encuentran entre 26 y 32, respectivamente, lo cual evidencia la presencia de impactos moderados.

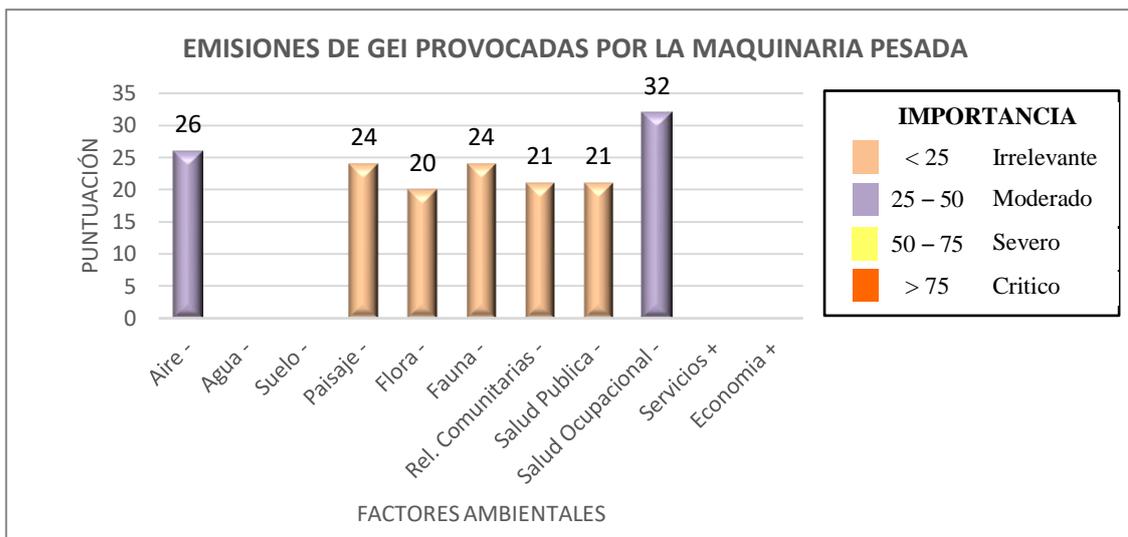


Ilustración 4-20: Emisiones de GEI provocadas por la maquinaria pesada

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.6.3. Extracción

Durante el proceso de obtención del material árido y pétreo se generan ruidos principalmente a causa del uso de maquinaria pesada; según la Ilustración 4-21, el ruido presenta valores de 33 y 25 para el factor fauna y salud ocupacional respectivamente, evidenciando así la presencia de impactos moderados. Mientras que en los factores aire y relaciones comunitarias se evidencia valores de 23 y 22, respectivamente, lo cual indica que estos impactos son irrelevantes.

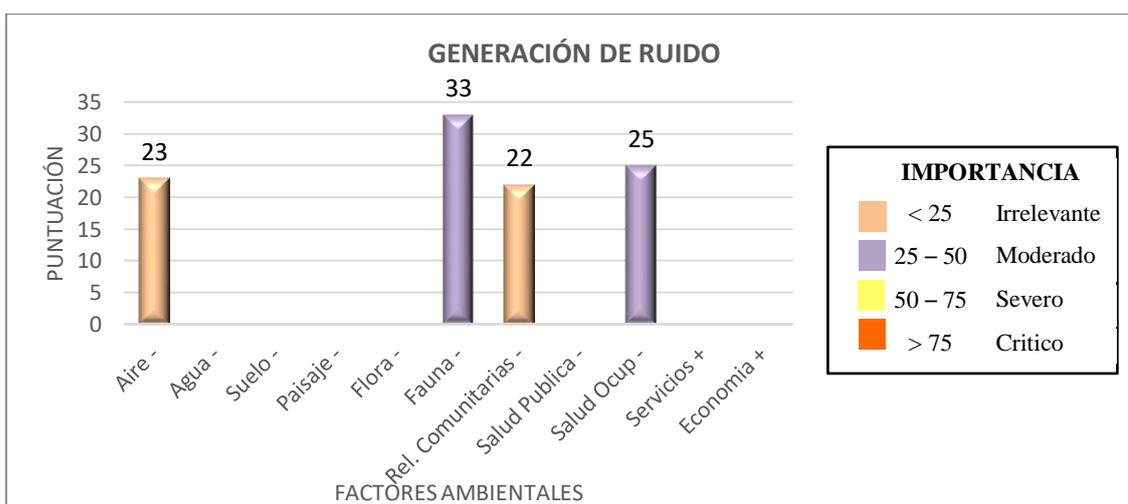


Ilustración 4-21: Generación de ruido

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

En el proceso de extracción, las emisiones de GEI se generan constantemente provocadas por el uso de maquinaria pesada; según la Ilustración 4-22, se ha evidenciado que existen impactos

moderados con puntuaciones entre 26 y 32 para los factores aire y salud ocupacional. Mientras que para los factores paisaje, flora, fauna, relaciones comunitarias y salud pública la puntuación oscila entre 24 y 21, por lo cual se establece que son impactos irrelevantes.

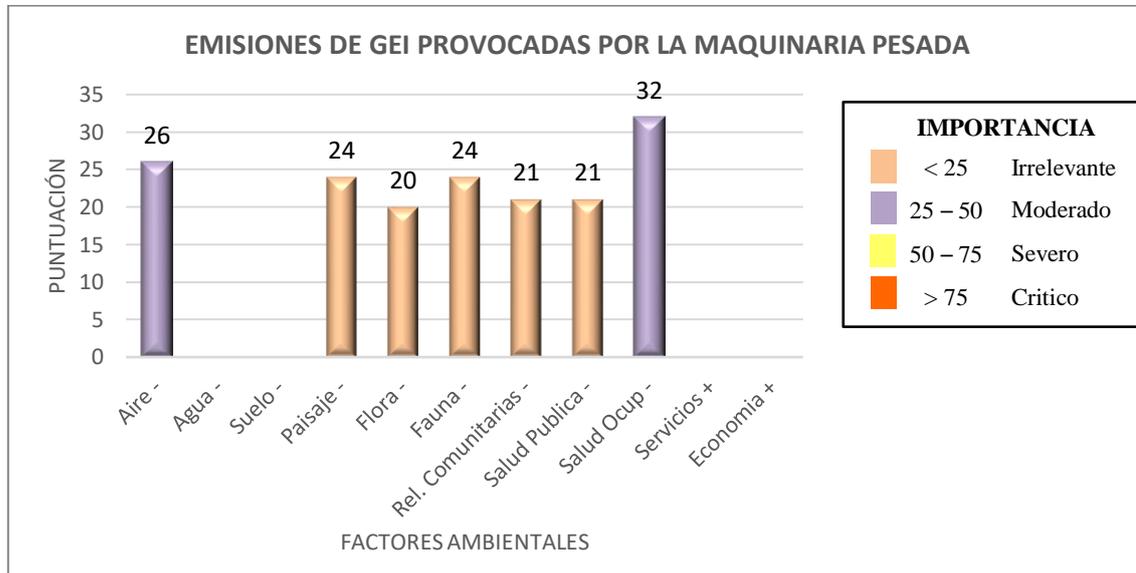


Ilustración 4-22: Emisiones de GEI provocadas por la maquinaria pesada

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Durante el trabajo ejercido con la maquinaria pesada, no se puede descartar los derrames accidentales de fluidos derivados del petróleo; según la Ilustración 4-23, en el área de influencia directa existe un impacto severo que afecta al factor agua, evidenciado al obtener una puntuación de 59 dentro del análisis. Mientras que en los factores paisaje, flora y fauna se mantienen impactos moderados al obtener una puntuación que oscila entre 32 y 36. Finalmente se evidencia que los factores relaciones comunitarias, salud pública y salud ocupacional, mantienen impactos de importancia irrelevante cuya puntuación varía entre 19 y 24.

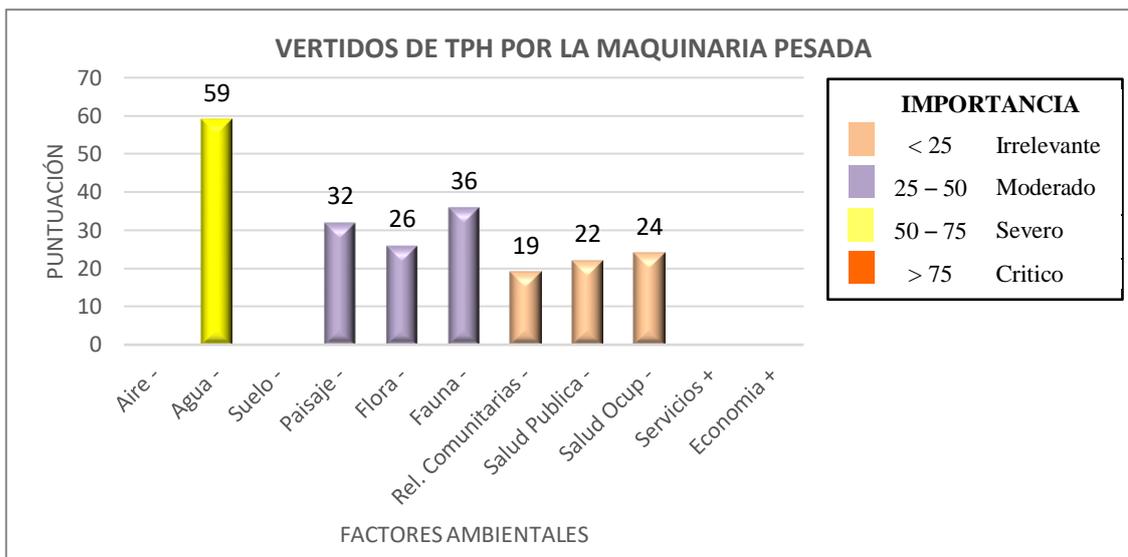


Ilustración 4-23: Vertidos de TPH por la maquinaria pesada

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

En cuanto a la extracción de material árido y pétreo; según la Ilustración 4-24, se determinó que el factor flora es el más afectado al obtener una puntuación de 62, considerándose de importancia severa, por lo que es importante establecer opciones de mejora para esta actividad. Para los factores suelo, paisaje y fauna se obtuvo la puntuación de 33, 32 y 26 respectivamente, considerándolos de importancia moderada. Mientras que en los factores agua, relaciones comunitarias, salud pública, salud ocupacional, servicios y economía se obtuvo puntuaciones que oscilan entre 20 y 24 considerándose como impactos irrelevantes.

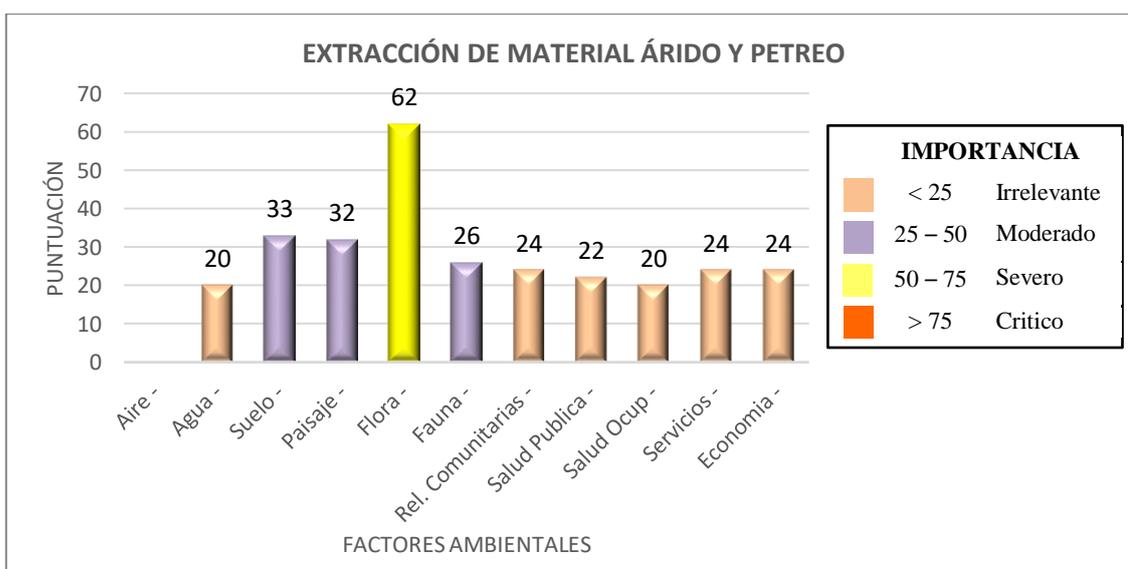


Ilustración 4-24: Extracción de material árido y pétreo

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.6.4. Zarandeo y clasificación del material de construcción en la Z

Durante el proceso de zarandeo y clasificación del material de construcción se generan ruidos producto del uso de la Z y maquinarias pesadas; según la Ilustración 4-25, es de mencionarse que los factores fauna y salud ocupacional son los más afectados obteniendo una puntuación de 33 y 25, por lo que presentan impactos moderados. Mientras que los factores aire y relaciones comunitarias en este caso presentan impactos irrelevantes valorados con una puntuación de 23 y 22.

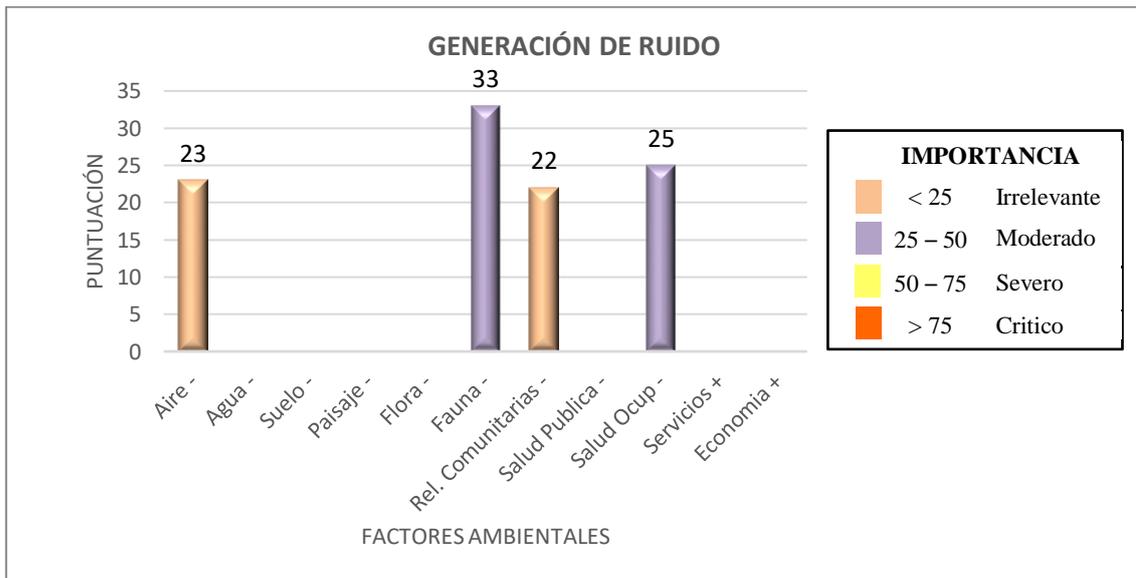


Ilustración 4-25: Generación de ruido

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Se ha evidenciado la presencia de polvo durante el zarandeo y clasificación del material; según la Ilustración 4-26, el polvo produce impactos de importancia moderada en los factores aire, paisaje y salud ocupacional al obtener puntuaciones de 36, 34 y 33 respectivamente. Así mismo los factores flora, fauna, relaciones comunitarias y salud pública se ven levemente afectados por impactos irrelevantes determinados por la puntuación que oscila entre 17 y 22.

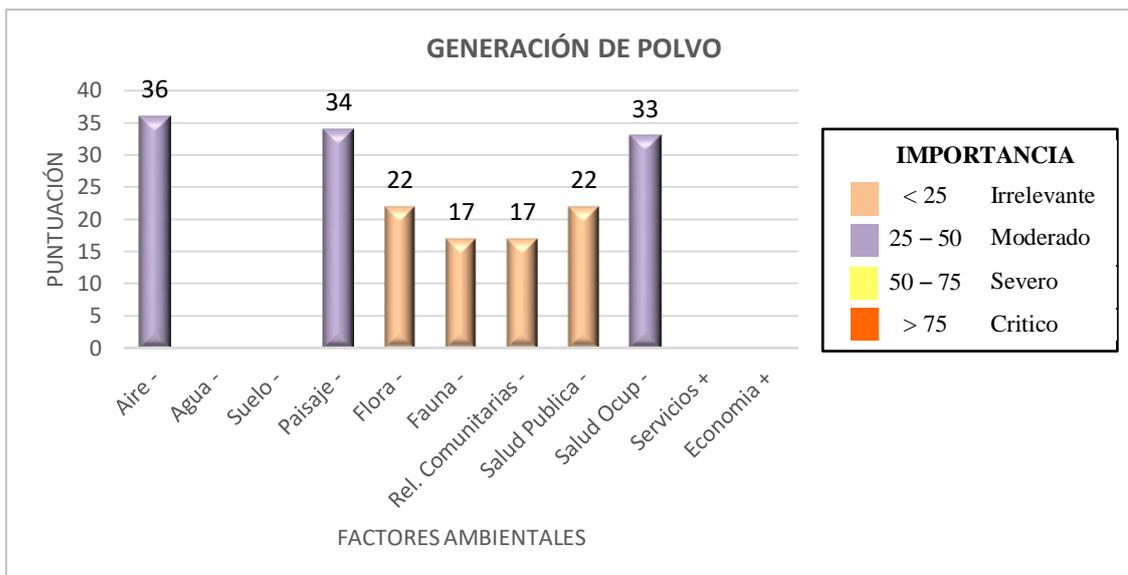


Ilustración 4-26: Generación de polvo

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Las emisiones de GEI son generadas por la combustión de la maquinaria pesada; según la Ilustración 4-27, se ha determinado que existen impactos moderados en los factores aire y salud ocupacional al obtener puntuaciones entre 26 y 32. Mientras que los factores paisaje, flora, fauna, relaciones comunitarias y salud pública se consideran afectados por impactos irrelevantes obteniendo puntuaciones que oscilan entre 21 y 24.

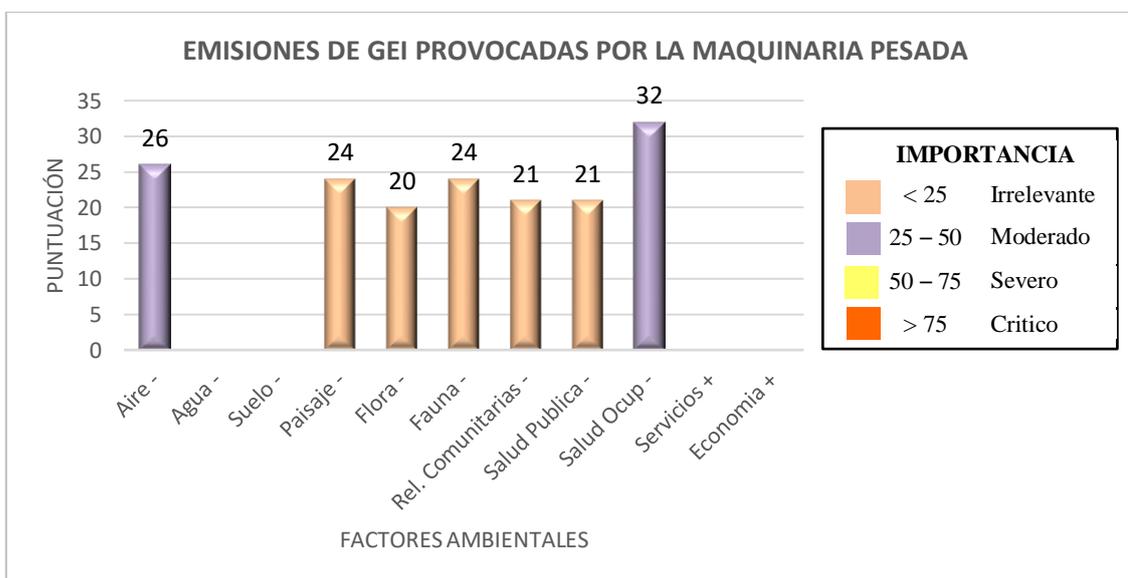


Ilustración 4-27: Emisiones de GEI provocadas por la maquinaria pesada

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

En el proceso de zarandeo y clasificación es común la generación de residuos sólidos plásticos y residuos sólidos de tipo orgánicos (troncos, ramas de árboles extraídos junto con el material de la

mina); según la Ilustración 4-28, se ha establecido que existen impactos moderados en los factores; aire, agua, suelo, paisaje, flora y fauna obteniendo puntuaciones que oscilan entre 26 y 36. Mientras que los factores; relaciones comunitarias, salud pública y salud ocupacional al obtener una puntuación por debajo de 25, se consideran afectados por impactos irrelevantes.

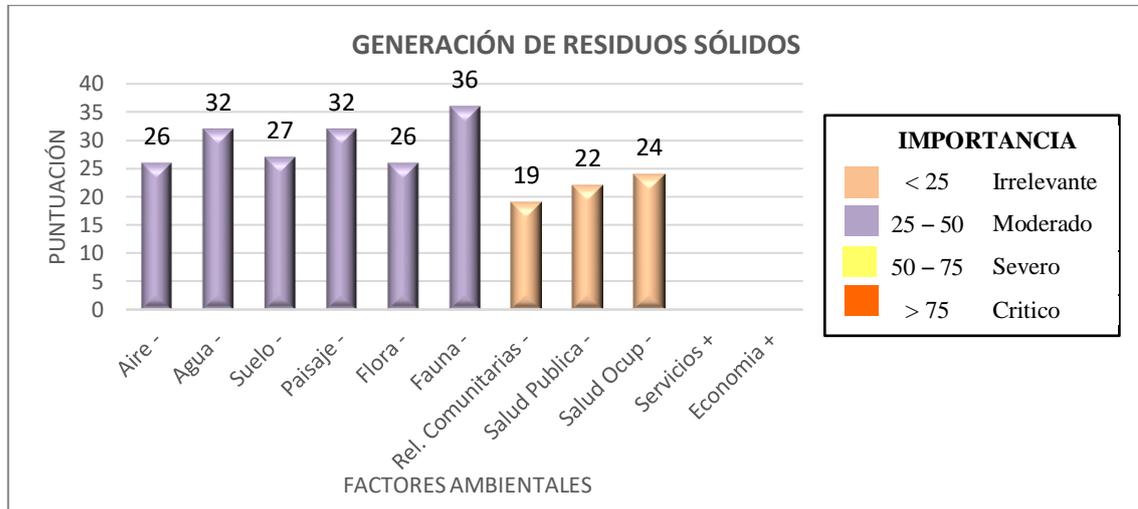


Ilustración 4-28: Generación de residuos sólidos

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.6.5. Comercialización

En cuanto a la Generación de CO₂ por volquetas, se da constantemente durante el proceso de comercialización; según la Ilustración 4-29, se ha identificado dos impactos moderados con puntuaciones de 26 para el factor aire y 32 en el factor salud ocupacional. Los factores paisaje, flora, fauna, relaciones comunitarias y salud pública, se consideran afectados por impactos irrelevantes, puesto que su puntuación se mantiene por debajo de 25.

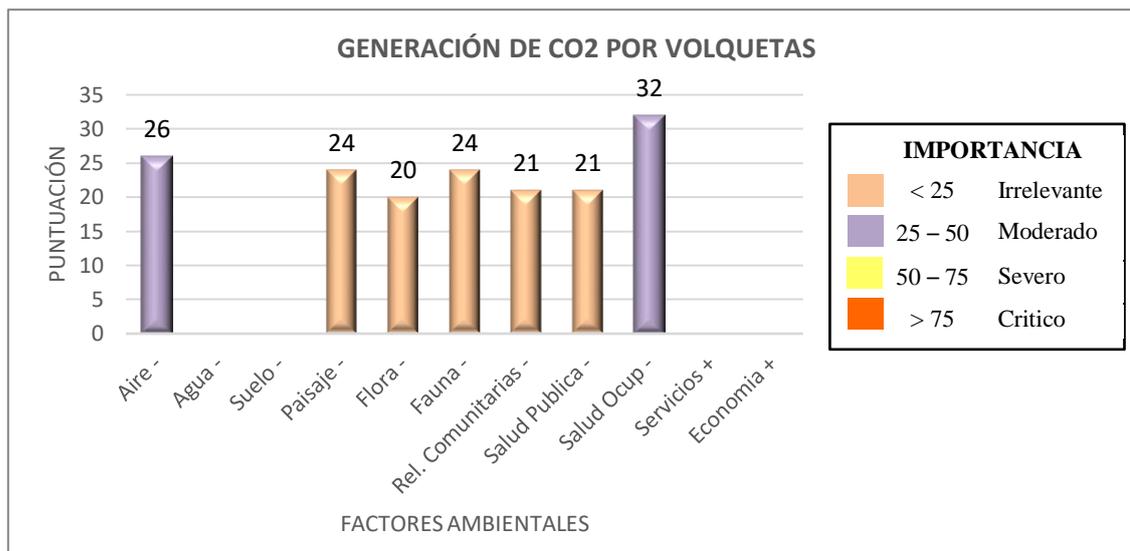


Ilustración 4-29: Generación de CO₂ por volquetas

Elaborado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Adicional a estos impactos, se evidenció la presencia de compactación del suelo debido al movimiento constante que ejerce la maquinaria para realizar el traslado del material, presentando una puntuación de 19 considerado como impacto irrelevante. También existe la presencia de impactos positivos como la contratación de mano de obra profesional y no profesional que representa una puntuación de 31 considerado como impacto severo positivo.

4.2.7. Análisis de resultados de los Impactos del área minera de áridos y pétreos “La plata” de acuerdo con los procesos y los aspectos que conlleva

Mediante la recopilación de datos in situ, se identificaron cinco procesos denominados; revisión y control de maquinaria, desbroce, extracción, zarandeo y clasificación del material de construcción en la Z y comercialización, además se correlacionaron cada uno con los diferentes aspectos que generan impactos al ambiente, en este caso la generación de ruido, polvo, residuos sólidos, compactación del suelo y demás aspectos que se pueden observar en la tabla 4-9. Sin embargo, tomando como factor la importancia del impacto, se determinó que existen impactos de severos, de los cuales podemos mencionar; vertidos de TPH por la maquinaria pesada debido a los derrames accidentales de fluidos derivados del petróleo especialmente en el agua, la extracción de material árido y pétreo por lo perjudicial que puede ser para la flora, el movimiento del suelo que contribuye principalmente a la compactación del suelo y afecta el paisaje. También hay impactos moderados que comparten en su mayoría los mismos aspectos que los impactos de irrelevante siendo en su mayoría relacionados con la extracción del material pétreo, la generación de GEI, el ruido y el movimiento del suelo.

De esta manera se establece que el 100% de los impactos ambientales que están inmersos en los diferentes aspectos que se llevan a cabo durante cada proceso en el área minera de áridos y pétreos “La Plata”, se encuentran distribuidos de la siguiente manera; cuatro impactos severos que representan el 4,08%, 41 impactos moderados que constituyen el 41,84% y finalmente 53 impactos irrelevantes que conforman el 54,08% del total como se muestra en la Tabla 4-11.

Tabla 4-11: Matriz modificada de Leopold-Conesa de los Impactos Ambientales del área minera de áridos y pétreos “La Plata”

PROCESOS	ASPECTOS	IMPACTOS	TIPO DE IMPACTO			
			Irrelevante	Moderado	Severo	Critico
REVISIÓN Y CONTROL DE MAQUINARIA	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR LA LIBERACIÓN DE GASES DE LOS RESIDUOS MECÁNICOS		X		
		CONTAMINACIÓN DEL AGUA CON TPH		X		
		CONTAMINACIÓN DEL SUELO CON TPH		X		
		PERTURBACIÓN AL PAISAJE		X		
		PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN		X		
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA		X		
		CONFLICTO SOCIAL	X			
		AFECCIONES A LA SALUD PÚBLICA	X			
		AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL	X			
DESBROCE	GENERACIÓN DE RUIDO	CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	X			
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA		X		
		CONFLICTO SOCIAL	X			
		AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL		X		
	MOVIMIENTO DEL SUELO	DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	X			
		DEGRADACIÓN DEL SUELO POR COMPACTACIÓN			X	
		PERTURBACIÓN AL PAISAJE			X	
		PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN		X		
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA		X		
		CONFLICTO SOCIAL	X			
		AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL	X			
	GENERACIÓN DE POLVO	DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE		X		

		PERTURBACIÓN AL PAISAJE		X			
		PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN	X				
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA	X				
		CONFLICTO SOCIAL	X				
		AFECCIONES A LA SALUD PÚBLICA	X				
		AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL		X			
	EMISIONES DE GEI PROVOCADO POR LA MAQUINARIA PESADA	POLUCIÓN ATMOSFÉRICA POR GEI (NO _x , CO ₂ , SO _x)		X			
		PERTURBACIÓN AL PAISAJE	X				
		PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN	X				
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA	X				
		CONFLICTO SOCIAL	X				
		AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL	X				
	EXTRACCIÓN	GENERACIÓN DE RUIDO	CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	X			
			PERTURBACIÓN A LA FAUNA		X		
CONFLICTO SOCIAL			X				
AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL				X			
EMISIONES DE GEI PROVOCADO POR LA MAQUINARIA PESADA		POLUCIÓN ATMOSFÉRICA POR GEI (NO _x , CO ₂ , SO _x)		X			
		PERTURBACIÓN AL PAISAJE	X				
		PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN	X				
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA	X				
		CONFLICTO SOCIAL	X				
		AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL	X				
VERTIDOS DE TPH POR LA MAQUINARIA PESADA		CONTAMINACIÓN DEL AGUA			X		
		PERTURBACIÓN AL PAISAJE		X			
		PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN		X			
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA		X			
	CONFLICTO SOCIAL	X					
	AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL	X					
EXTRACCIÓN DE MATERIAL ÁRIDO Y PÉTREO	DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	X					
	EROSIÓN Y COMPACTACIÓN DEL SUELO		X				
	PERTURBACIÓN AL PAISAJE		X				

ZARANDEO Y CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LA Z		PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN RIBEREÑA			X	
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA		X		
		CONFLICTO SOCIAL	X			
		AFECCIONES A LA SALUD PÚBLICA	X			
		AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL	X			
		DISMINUCIÓN AL TURISMO	X			
		DISMINUCIÓN DEL FLUJO CAPITAL	X			
	GENERACIÓN DE RUIDO	CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	X			
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA		X		
		CONFLICTO SOCIAL	X			
	GENERACIÓN DE POLVO	AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL		X		
		DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE		X		
		PERTURBACIÓN AL PAISAJE		X		
		PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN	X			
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA	X			
		CONFLICTO SOCIAL	X			
		AFECCIONES A LA SALUD PÚBLICA	X			
	EMISIONES DE GEI PROVOCADA POR LA MAQUINARIA PESADA	AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL		X		
		POLUCIÓN ATMOSFÉRICA POR GEI (NOx, CO ₂ , SOx)		X		
		PERTURBACIÓN AL PAISAJE	X			
		PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN	X			
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA	X			
		CONFLICTO SOCIAL	X			
		AFECCIONES A LA SALUD PÚBLICA	X			
GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL		X			
	DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR LA LIBERACIÓN DE GASES DE LOS RESIDUOS MECÁNICOS		X			
	CONTAMINACIÓN DEL AGUA		X			
	CONTAMINACIÓN DEL SUELO		X			
	PERTURBACIÓN AL PAISAJE		X			
	PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN		X			
	PERTURBACIÓN A LA FAUNA		X			
	CONFLICTO SOCIAL	X				
AFECCIONES A LA SALUD PÚBLICA	X					

		AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL	X			
COMERCIALIZACIÓN	GENERACIÓN DE CO2 POR VOLQUETAS	POLUCIÓN ATMOSFÉRICA POR GEI (NOx, CO2, SOx)		X		
		PERTURBACIÓN AL PAISAJE	X			
		PERTURBACIÓN A LA VEGETACIÓN	X			
		PERTURBACIÓN A LA FAUNA	X			
		CONFLICTO SOCIAL	X			
		AFECCIONES A LA SALUD PÚBLICA	X			
		AFECCIONES A LA SALUD OCUPACIONAL		X		
	COMPACTACIÓN DEL SUELO	DISMINUCIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO	X			
	GENERACIÓN DE EMPLEO	DINAMISMO DEL FLUJO CAPITAL		X		
	IMPACTOS TOTALES			53	41	4
PORCENTAJE			54,08%	41,84%	4,08%	0%

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

4.2.8. *Discusión de resultados*

Para realizar el análisis es importante evaluar los impactos de manera cuantitativa y clasificarlos de acuerdo como lo plantea Fernández (2010), en su guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental, donde establece una valoración de acuerdo con las características que presenta el impacto, como son: carácter, intensidad, extensión, persistencia, entre otras., y los clasifica según su importancia en irrelevante, moderado, severo y crítico. (p. 39)

Según la Tabla 4-10, existen 16 aspectos ambientales que son las causas de los impactos producidos en el área minera de áridos y pétreos “La Plata”, generando un total de 98 impactos o consecuencias que afectan al medioambiente ya sea de manera directa o indirecta. La mayoría de los impactos que afectan a los diferentes factores, son de importancia irrelevante y de carácter negativo, sin embargo, existe un impacto positivo en la economía por la generación de empleo. En base a este análisis, se determina que podría existir afectación al ambiente si no se sigue un correcto manejo, control y prevención en los procesos de la actividad extractivista, razón por la cual es importante plantear estrategias que permitan la mejora en cada una de las actividades de la industria y actuando desde el principio de prevención y mitigación en el caso de los impactos moderados y severos. En ese sentido se considera dar prioridad en el tratamiento a aquellos impactos cuya importancia sea más relevante, en este caso serían los impactos severos.

4.3. Fase 3. Elaboración del Plan de Manejo Ambiental para el área minera “La Plata” basado en la Normativa Ambiental ecuatoriana.

4.3.1. Elaboración del Plan de Manejo Ambiental

Las actividades y procesos que se realizan en el área minera “La Plata” no son las adecuadas, por ello es de suma importancia modificar las estrategias de Gestión en cuanto a la extracción de los minerales, en base a lo mencionado se presenta el siguiente Plan de Manejo Ambiental enfocado al área minera para que cumpla con todos los parámetros tanto en la fase de diseño y ejecución con la finalidad de minimizar los impactos sociales y medioambientales, mismos que se detallan a continuación:

4.3.1.1. Plan de Manejo Ambiental para el área minera “La Plata”

Tabla 4-12: Plan de Prevención y Mitigación de Impactos (PPM)

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS (PPM)							
Objetivo: Reducir al mínimo los efectos negativos en el medio ambiente provocados por la actividad minera. Esto incluye minimizar la contaminación del aire, el ruido y la contaminación del agua, así como la recuperación de la tierra al finalizar la operación minera.							
Lugar de aplicación: Área minera de áridos y pétreos “La Plata”							
Responsable: Sr. Germán Sanmartín							
Actividad	Aspecto ambiental	Fase	Impacto ambiental	Medida propuesta	Indicadores	Medio de verificación	Periodicidad
Desbroce	Generación de ruido	Operación	Afectación a la salud pública y ocupacional	Utilizar protectores auditivos	Número total de trabajadores ocupando protectores auditivos/número total de trabajadores	Registro fotográfico /facturas de compra /fichas de recibido por el personal que labora	Mensual
Desbroce	Generación de polvo	Operación	Disminución de la calidad de aire	Realizar el mantenimiento preventivo de todos los equipos y maquinarias	Número de equipos hecho el mantenimiento/Número total de equipos	Cronograma de mantenimiento, registros de mantenimiento	Anual
Desbroce	Generación de polvo	Operación/Abandono	Perturbación a la fauna	Plantar árboles a los costados del área de influencia o caminos a fin de mejorar el paisaje y disminuir la velocidad del viento y evitar la afluencia de polvo	(Concentración de polvo en el estado inicial /concentración de polvo luego de la medida) *100	Registros de mediciones y fotografías	Anual
Extracción	Excavación del suelo	Operación/Abandono	Erosión de riberas	Implementación de barreras de sedimentación	Actividades cumplidas/actividades propuestas	Registros, diseños, fotografías	Semestral

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Tabla 4-13: Plan de Contingencias y Emergencias (PDC)

PLAN DE CONTINGENCIAS Y EMERGENCIAS (PDC)							
Objetivo: Establecer una estructura organizativa y procedimientos para enfrentar cualquier incidente, emergencia o desastre que pudiera afectar la seguridad de los trabajadores, el medio ambiente, los bienes y los activos de la empresa.							
Lugar de aplicación: Área minera de áridos y pétreos “La Plata”							
Responsable: Sr. Germán Sanmartín							
Actividad	Aspecto ambiental	Fase	Impacto ambiental	Medida propuesta	Indicadores	Medio de verificación	Periodicidad
Extracción	Desconocimiento de primeros auxilios	Operación	Falta de respuestas a incidentes de emergencia	Establecer brigada de emergencia y capacitarlos	Niveles de emergencias suscitadas/niveles de emergencias atendidas.	Informe de capacitación	Trimestral
Extracción	Contactos de emergencia insuficiente	Operación	Incapacidad de respuesta frente a accidentes	Colocar una hoja de contactos de unidades de rescate en los vehículos	Niveles de emergencias suscitadas/niveles de emergencias atendidas.	Hoja de contactos (números de teléfono)	Trimestral
Extracción	Falta de botiquín	Operación	Incapacidad de respuesta frente a emergencias	Adquisición de un botiquín de primeros auxilios.	Niveles de emergencias suscitadas/niveles de emergencias atendidas.	Fotografías Facturas de insumos medios	Trimestral
Extracción	Desconocimiento de primeros auxilios	Operación	Incapacidad de respuesta a emergencias	Capacitar al personal en prevención de lesiones y primeros auxilios de emergencias.	Niveles de emergencias suscitadas/niveles de emergencias atendidas.	Fotografías Registro de asistencia Informe de la capacitación	Trimestral
Extracción	Falta de EPP	Operación	Riesgo de lesiones y accidentes laborales	Dotar al personal que labora en el proyecto con el Equipo de Protección Personal (EPP) de acuerdo a su actividad	Personal con equipo de protección/total del personal	Registro de entregas Facturas de las compras de EPP Informe técnico	Frecuencia continua o según el EPP

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Tabla 4-14: Plan de Capacitación

PLAN DE CAPACITACIÓN							
Objetivo: Asegura que los empleados estén debidamente preparados para desempeñar sus tareas de manera eficiente y segura mediante capacitación en temas relacionados con la seguridad y el medio ambiente, así como la formación en habilidades específicas para el trabajo en la industria minera.							
Lugar de aplicación: Área minera de áridos y pétreos “La Plata”							
Responsable: Sr. Germán Sanmartín							
Actividad	Aspecto ambiental	Fase	Impacto ambiental	Medida propuesta	Indicadores	Medio de verificación	Periodicidad
Extracción	Excavación del suelo	Operación	Afectación a la salud pública y ocupacional	Capacitar a la persona en temas de: -Principios de prevención -Trabajos en alturas -Emergencias y contingencias ambientales -Emergencias -Manejo de desechos	Indicadores reactivos de accidentabilidad	Cálculo de indicadores reactivos, registros de capacitación, informes y fotografías	Bimestral

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Tabla 4-15: Plan de Manejo de Desechos

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS							
Objetivo: Garantizar la disposición segura y adecuada de todos los desechos generados por las actividades de explotación minera, incluyendo la prevención y el manejo adecuado de los desechos peligrosos, eliminación de los desechos no peligrosos de manera responsable y el control de la contaminación ambiental.							
Lugar de aplicación: Área minera de áridos y pétreos “La Plata”							
Responsable: Sr. Germán Sanmartín							
Actividad	Aspecto ambiental	Fase	Impacto ambiental	Medida propuesta	Indicadores	Medio de verificación	Periodicidad
Zarandeo del material de construcción	Generación de residuos sólidos	Operación/Abandono	Contaminación del suelo	Dar cumplimiento a la normativa ambiental mediante un sistema de generación de desechos y disposición final según características	Cantidad de desechos tratados o gestionados/Cantidad de desechos generados	Fotos, observaciones directas	Durante fase operativa del proyecto

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Tabla 4-16: Plan de Relaciones Comunitarias

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS							
Objetivo: Establecer un diálogo constructivo con la comunidad local para garantizar la sostenibilidad de la actividad minera en el área, a fin de construir y mantener una relación de confianza y respeto entre la empresa minera y la comunidad.							
Lugar de aplicación: Área minera de áridos y pétreos “La Plata”							
Responsable: Sr. Germán Sanmartín							
Actividad	Aspecto ambiental	Fase	Impacto ambiental	Medida propuesta	Indicadores	Medio de verificación	Periodicidad
Extracción	Excavación del suelo	Operación/Abandono	Falta de información	Establecer una estrategia de comunicación para mantener a la comunidad informada (Reuniones)	Porcentaje de encuestados satisfechos.	Encuestas de satisfacción de la comunidad	Bimestral
Extracción	Generación de residuos	Operación/Abandono	Conflicto social	Implementar un sistema de diálogo con la comunidad para solucionar los conflictos (reuniones)	Disminución de los conflictos	Entrevistas con la comunidad/informe	Bimestral
Extracción	Excavación del suelo	Operación	Conflicto social	Socializar temas relacionados a compensaciones y beneficios con la comunidad	Disminución de los conflictos	Reuniones y charlas con la comunidad e informes de cumplimiento	Trimestral

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Tabla 4-17: Plan de Rehabilitación de Áreas Afectadas

PLAN DE REHABILITACIÓN DE ÁREAS AFECTADAS							
Objetivo: Establecer una estrategia para restaurar y rehabilitar áreas afectadas por la actividad minera.							
Lugar de aplicación: Área minera de áridos y pétreos “La Plata”							
Responsable: Sr. Germán Sanmartín							
Actividad	Aspecto ambiental	Fase	Impacto ambiental	Medida propuesta	Indicadores	Medio de verificación	Periodicidad
Extracción	Excavación del suelo	Operación/Abandono	Disminución de la biodiversidad	Aumentar el número de áreas protegidas para promover la biodiversidad.	Km dedicados a áreas protegidas/ Km total de áreas destinadas al proyecto	Observación directa y estudios de campo.	Semestral
Extracción	Excavación del suelo	Operación/Abandono	Pérdida de biodiversidad (especies amenazadas)	Implementar programas para la preservación de la biodiversidad	Índice de biodiversidad $S = 1 - \sum p_i^2$	Inventario de fauna y flora	Anual

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Tabla 4-18: Plan de Rescate de Vida Silvestre

PLAN DE RESCATE DE VIDA SILVESTRE							
Objetivo: Proteger la fauna y la flora silvestres que habitan en el área minera, mediante la identificación de las especies de vida silvestre, prevención de la captura o muerte de los animales, rescate y reubicación de los animales en caso de emergencia a fin de garantizar la sostenibilidad de la actividad minera y preservar la diversidad biológica del área.							
Lugar de aplicación: Área minera de áridos y pétreos “La Plata”							
Responsable: Sr. Germán Sanmartín							
Actividad	Aspecto ambiental	Fase	Impacto ambiental	Medida propuesta	Indicadores	Medio de verificación	Periodicidad
Desbroce	Perturbación de la fauna	Operación/Abandono	Perturbación de la fauna	Las especies silvestres que sean encontradas en las áreas de afectación deberán ser entregadas zoológicos o lugares de estadía temporal	Especies entregadas al zoológico/ total de especies encontradas	Inmediatamente cuando se lo requiera	Durante la fase operativa del proyecto

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Tabla 4-19: Plan de Monitoreo y Seguimiento

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO							
Objetivo: Garantizar la seguridad y la sostenibilidad de las actividades mineras, incluyendo el monitoreo y el seguimiento de los procesos, el mantenimiento de los equipos de seguridad y el cumplimiento de los requisitos legales aplicables.							
Lugar de aplicación: Área minera de áridos y pétreos “La Plata”							
Responsable: Sr. Germán Sanmartín							
Actividad	Aspecto ambiental	Fase	Impacto ambiental	Medida propuesta	Indicadores	Medio de verificación	Periodicidad
Extracción	Excavación del suelo	Operación	Erosión del suelo	Realizar monitoreos en un laboratorio acreditado para determinar los contaminantes presentes según normativa	Monitoreo de la calidad de agua	Informes técnicos /facturas de análisis de laboratorio	Anual
Extracción	Excavación del suelo	Operación/Abandono	Disminución de la calidad del agua	Realizar muestreo y análisis de suelo durante la ejecución del proyecto y al finalizar las actividades	Monitoreo de la calidad de suelo	Informes técnicos /facturas de análisis de laboratorio	Anual

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

Tabla 4-20: Plan de Cierre y Abandono

PLAN DE CIERRE Y ABANDONO							
Objetivo: Garantizar que todas las actividades mineras del presente proyecto se cierren y abandonen de manera segura, sostenible y respetuosa con el medio ambiente.							
Lugar de aplicación: Área minera de áridos y pétreos “La Plata”							
Responsable: Sr. Germán Sanmartín							
Actividad	Aspecto ambiental	Fase	Impacto ambiental	Medida propuesta	Indicadores	Medio de verificación	Periodicidad
Cierre y abandono de actividad	Generación de residuos y escombros.	Abandono	Contaminación del suelo	Se deberá recuperar y/o restaurar el suelo en las zonas afectadas donde se desarrolla el proyecto	Km de zonas recuperadas/Km de zonas afectadas	Fotografía Informe técnico	Una vez se realice la fase de abandono y entrega del área.
				Notificar a la Autoridad Ambiental Competente sobre las actividades de paralización temporal y/o definitiva, cierre y abandono del proyecto.	N/A	Fotografía Informe técnico	Una vez se realice la fase de abandono y entrega del área.
				Planificar con anterioridad las actividades para llevar a cabo el Plan de Abandono.	N/A	Documentación	Una vez se realice la fase de abandono y entrega del área.
				El personal asignado para el Plan de Abandono propuesto, deberán contar con los equipos de protección personal en base a las actividades asignadas.	Porcentaje de personal con EPP/ total del personaje en la actividad.	Fotografía	Cuando se realice la fase de abandono y entrega del área.

Realizado por: Pacheco, Nataly y Acosta, Bryan, 2023.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De acuerdo con la línea base establecida, en el Cantón Loreto predomina el bosque nativo con 83,49% de la superficie y apenas el 3,09% esta intervenido con actividades antrópicas de las cuales se destaca la agricultura y ganadería. En cuanto a especies, existen; 180 especies de mamíferos, 36 especies de reptiles, 31 especies de anfibios, 654 especies de aves y más de 470 especies de peces. Sin embargo, la obtención de recursos por parte del ser humano causa alteraciones, debido a la deforestación, la caza de animales silvestres, la contaminación ambiental, y demás actividades antropogénicas. Respecto al factor social, la población aledaña a la minería “La Plata”, no manifiesta incomodidad o rechazo a la actividad de extracción de áridos y pétreos, sin embargo, en el caso del operador de la retroexcavadora, existe una falta de capacitación referente a la prevención de riesgos laborales, y dotación de equipo de protección personal.

En cuanto a la identificación de Aspectos e Impactos Ambientales se determinó que existen seis aspectos generados a partir de la fase de construcción y operativa que repercuten en 97 impactos considerados negativos de los cuales, cuatro son impactos severos que representan el 4,08% en el que se destaca la disminución de la calidad del agua debido a los vertidos de hidrocarburos de la maquinaria, 40 son impactos moderados que constituyen el 40,81% siendo el principal causante la generación de residuos sólidos, y finalmente 53 impactos irrelevantes que conforman el 54,08% del total. En cuanto a impactos positivos se destaca la generación de empleo que representa el 1,02%, dando un total de 98 impactos.

Referente al Plan de Manejo Ambiental cuenta con nueve subplanes diseñados con propuestas y acciones que permitirán actuar bajo los principios de prevención, mitigación y compensación de los impactos generados por el desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en el área minera “La Plata”.

5.2. Recomendaciones

El GAD Municipal de Loreto debe dar seguimiento y control a las actividades mineras que cada vez van tomando más relevancia y hacer las gestiones correspondientes para aplicar medidas técnicas adecuadas y licenciamientos, generando un menor impacto para el ambiente y la población.

Dar continuidad a que se realicen posteriores estudios e investigaciones enfocadas a la mejora continua en beneficio del medio ambiente y el Cantón Loreto.

En cuanto a la empresa, se recomienda aplicar medidas preventivas y correctoras para evitar afectaciones considerables al ambiente y mantener las buenas relaciones con la población aledaña a la minería “La Plata”.

BIBLIOGRAFÍA

ALBERT, N. *Guía de macroinvertebrados bentónicos de la provincia de Orellana* [En línea]. El Coca-Ecuador: Associació Catalana d'Enginyeria Sense Fronteres, 2016. [Consulta: 14 junio 2023]. ISBN: 978-9942-28-145-6. Disponible en: <https://esf-cat.org/wp-content/uploads/2017/02/Guia-de-Macroinvertebrados-Bentonicos-de-la-provincia-de-Orellana-ESF-Baja-Calidad.pdf.pdf>.

ANCIRA, L. & TREVIÑO, E. “Utilización de imágenes de satélite en el manejo forestal del noreste de México”. *Madera y bosques* [En línea], 2015, (México) vol. 21 (1), pp. 77-91. [Consulta: 13 febrero 2023]. ISSN: 2448-7597. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v21n1/v21n1a7.pdf>.

ANDRADE, W. & TALBOT, F. Influencia de la construcción de la Represa en la Protección Hidrológica de la Microcuenca Río Grande. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Carrera de Medio Ambiente. Calceta-Ecuador. 2018, p. 19. [Consulta: 26 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/797/TTMA1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ANGULO, A. Propuesta de un Plan de Gestión de Riesgos y Salud Ocupacional para la concesión minera “Los Primogénitos” ubicada en los cantones Lago Agrio y Shushufindi, provincia de Sucumbíos. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental. Quito-Ecuador. 2018, p. 181. [Consulta: 26 noviembre 2022]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19440>.

ARANGO, M.; et al. “Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia”. *Revista EIA* [En línea], 2013, (Colombia) vol. 5 (9), pp. 121-141. [Consulta: 14 abril 2023]. ISSN: 1794-1237. Disponible en: <https://revistas.eia.edu.co/index.php/reveia/article/view/203>

ARCOM. *Plan Nacional de Desarrollo del Sector Minero* [En línea]. Quito-Ecuador: ARCOM, 2020, p. 113. [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/10/Plan-Nacional-de-Desarrollo-del-Sector-Minero-2020-2030.pdf>.

BEARD, S. *Matriz de Vester* [En línea]. 2015, p. 13. [Consulta: 22 febrero 2023]. Disponible en: https://prezi.com/jj4wg_s2y8dk/matriz-de-vester/.

BUSTAMANTE, T.; & LARA, R. *El Dorado o la caja de pandora: Matices para pensar la minería en Ecuador* [En línea]. Quito-Ecuador: FLACS Sede Ecuador, 2010, p. 34. [Consulta: 26 noviembre 2022]. ISBN: 978-9978-67-259-4. Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/57142.pdf>.

CABEZAS, L.; & JARAMILLO, A. Evaluación del uso de los Recursos Naturales en las Chacras familiares de la Comunidad San Clemente, Parroquia La Esperanza – Ibarra. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra-Ecuador. 2019, p. 26. [Consulta: 13 febrero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9265/1/03%20RNR%20315%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>.

CEDEÑO, B. Análisis del funcionamiento en los procesos productivos de material árido y pétreo de la cantera Constructora Robles Jiménez, cantón Esmeraldas. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, Escuela de Gestión Ambiental. Esmeraldas-Ecuador. 2020, p. 15. [Consulta: 26 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2230/1/CEDE%c3%91O%20CASTRO%20BRYAN%20MICHEL.pdf>.

CÉSPEDES, A.; & VALBUENA, J. Estudio y análisis geotécnico de procesos erosivos en el tramo del río Magdalena en el sector de Fortalecillas. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de La Salle, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Civil. Bogotá-Colombia. 2017. pp. 36-39. [Consulta: 26 noviembre 2022]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1138&context=ing_civil.

DIAZ, R.; & ESCÁRCEGA, S. *Desarrollo sustentable: Una oportunidad para la vida* [En línea]. México D.F.-México: McGraw Hill, 2010, p. 83. [Consulta: 16 febrero 2023]. ISBN: 978-970-10-7025-3. Disponible en: <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1248/1/D%C3%ADaz-Desarrollo%20sustentable.pdf>.

ELLIOT, S. *El río y la forma. Introducción a la geomorfología fluvial* [En línea]. Santiago de Chile-Chile: RIL Editores, 2010, p. 127. [Consulta: 03 enero 2023]. ISBN 978-956-284-710-0. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=WB-WtOx86XoC&printsec=frontcover&hl=es>.

ESPINOZA, G. *Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental* [En línea]. Santiago de Chile-Chile: Andros Impresores, 2002, pp. 53-69. [Consulta: 09 enero 2023]. Disponible en: https://www.grn.cl/fundamentos_evaluacion_impacto_ambiental.pdf.

FAO. *Evaluación del impacto ambiental* [En línea]. Roma-Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2012, p. 1. [Consulta: 05 enero 2023]. ISBN: 978-92-5-307276-7. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i2802s/i2802s.pdf>.

FERNÁNDEZ, V. *Guía metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental* [En línea]. Madrid-Español: Ediciones Mundi-Prensa, 2010, p. 39. [Consulta: 09 enero 2023]. Disponible en: <http://www.paginaspersonales.unam.mx/app/webroot/files/1613/Asignaturas/1818/Archivo1.5036.pdf>.

FLÓREZ, G.; et al. “El enfoque de solución de problemas en la enseñanza de las ciencias sociales, naturales y la educación ambiental”. *Boletín Divulgativo de La Red de Estudios Rurales* [En línea], 2019, (Colombia) vol. 8 (1) , pp. 40-59. [Consulta: 22 febrero 2023]. Disponible en: <https://revistas.ut.edu.co/index.php/BDRER/article/view/2066/1606>.

GADM LORETO. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Loreto 2019-2023* [En línea]. Loreto-Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loreto, 2019, pp. 113-152. [Consulta: 26 noviembre 2022]. Disponible en: https://www.loreto.gob.ec/loreto/images/RENDICION/RC-2021/PDOT-2019-2023_compressed.pdf.

GARCÍA, M. Diseño de un modelo de gestión para la explotación sostenible de materiales áridos y pétreos en el cantón Coronel Marcelino Maridueña, provincia del Guayas. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Guayaquil-Ecuador. 2018, p. 51. [Consulta: 19 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/47381/1/D-CD70355.pdf>.

GESAMBSCONSULT. *Estudio de impacto ambiental de la primera línea del metro de Quito* [En línea]. Quito-Ecuador: Empresa Pública Metropolitana de Quito, 2013, pp. 13-18. [Consulta: 24 mayo 2023]. Disponible en: https://ewsdata.rightsindevelopment.org/files/documents/11/IADB-EC-L1111_2IYw265.pdf.

GOBIERNO DEL ECUADOR. *Código Orgánico del Ambiente* [En línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2017, pp. 37-56. [Consulta: 09 enero 2023]. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf.

GOBIERNO DEL ECUADOR. *Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización* [En línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2010, p. 56. [Consulta: 13 enero 2023]. Disponible en: <https://www.cpccs.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/cootad.pdf>.

GOBIERNO DEL ECUADOR. *Constitución de la República del Ecuador* [En línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2008, pp. 13-123. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf.

GOBIERNO DEL ECUADOR. *Instructivo Otorgamiento Concesiones Mineras Minerales No Metálicos* [En línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2014, p. 3. [Consulta: 15 enero 2023]. Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-10/Acuerdo%20Ministerial%20612%20Instructivo_Otorgamiento_Peque%C3%B1a%20Miner%C3%ADa%20No%20Met%C3%A1lica.pdf.

GOBIERNO DEL ECUADOR. *Ley de Minería* [En línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2011, pp. 24-27. [Consulta: 13 enero 2023]. Disponible en: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_mineria.pdf.

GOBIERNO DEL ECUADOR. *Reglamento especial para explotación de materiales áridos y pétreos* [En línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2012, p. 9. [Consulta: 15 enero 2023]. Disponible en: <https://historico.mineria.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/08/Reglamento-Aridos-y-Petresos1.pdf>.

GONZÁLES, N. & RODRÍGUEZ, Y. “Priorizar problemas en el aprendizaje de las matemáticas usando la matriz de Vester”. *Revista Boletín Redipe* [En línea], 2021, (Colombia)

vol. 11 (2), pp. 447-460. [Consulta: 22 febrero 2023]. ISSN: 2256-1536. Disponible en: <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1695/1607>.

HERRERA, J. *Introducción a la minería: Conceptos, tecnologías y procesos* [En línea]. Madrid-España: Universidad Politécnica de Madrid, 2017, p. 1. [Consulta: 05 diciembre 2022]. Disponible en: https://oa.upm.es/63396/1/INTRODUCCION_MINERIA-Edicion2_LM1B1T2_R2-20180110.pdf.

HUAYHUA, E. *Plan de Manejo Ambiental (PMA). Miniplanta de cianuración de la sociedad de trabajadores mineros S.A. – Santa Filomena* [En línea]. Lima-Perú: Cooperación, 2003, p. 2. [Consulta: 23 febrero 2023]. Disponible en: http://artisanalmining.org/Repository/01/The_CASM_Files/CASM_Database_documents/Santa_Filomena_Peru_Plan_Manejo_Ambiental-CASM.pdf.

HUERTA, A. *Mapeo de Procesos* [En línea]. Orizaba-México: Gestipolis, 2016, p. 6. [Consulta: 16 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.gestipolis.com/wp-content/uploads/2016/11/definicion-etapas-mapeo-procesos-1.pdf>.

IBÁÑEZ, S.; et al. *Entisoles* [En línea]. Valencia-España: Universidad Politécnica de Valencia, 2011, p. 5. [Consulta: 23 mayo 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12883/Entisoles.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

JIMÉNEZ, A.; & MOROCHO, J. Propuesta del Plan de Manejo Ambiental para el Botadero a cielo abierto del cantón Loreto, Provincia de Orellana. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Ambiental. El Coca-Ecuador. 2022, p. 31.

JUNTA MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE CULIACÁN. *Descubre cómo afecta el pH al agua* [En línea]. Culiacán- México: JAPAC Agua y Salud para Todos, 2016. [Consulta: 14 abril 2023]. Disponible en: <https://japac.gob.mx/2016/06/20/descubre-como-afecta-el-ph-al-agua/>.

LEAÑO, J.; & PÉREZ, D. “Determinación de la Calidad del Agua mediante el índice BMWP/BOL (bioindicadores ecológicos) del Rio Trancas, Municipio de Entre Ríos – Tarija”. *Acta Nova* [En línea], 2020, (Bolivia) vol. 9 (4), pp. 569-591. [Consulta: 15 febrero 2023]. ISSN: 1683-0768. Disponible en: http://www.scielo.org/bo/pdf/ran/v9n4/v9n4_a07.pdf.

LEÓN, M. Diseño de explotación para materiales pétreos en el río Jubones de la concesión minera Sánchez. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería en Minas. Cuenca-Ecuador. 2017, p. 20. [Consulta: 20 diciembre 2022]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/6855/1/12826.pdf>.

LÓPEZ, F. *Evaluación del Impacto Ambiental* [En línea]. México D.F.-México: Trillas, 2015. pp. 103-109. [Consulta: 17 febrero 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303447428_Evaluacion_del_Impacto_Ambiental_Tecnicas_y_procedimientos_metodologicos.

MAATE. *Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Arenillas* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2015, p. 36. [Consulta: 12 enero 2023]. Disponible en: <http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/PLAN%20DE%20MANEJO%20REAR%202015.pdf>.

MAE. *Acuerdo ministerial 013* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente, 2019, p. 5. [Consulta: 17 febrero 2023]. Disponible en: <https://ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/02/Acuerdo-013-reformas-acuerdos-ministeriales-109-y-083-B.pdf>.

MARTÍNEZ, R.; & FERNÁNDEZ, A. *Árbol de problema y áreas de intervención* [En línea]. Santiago de Chile-Chile: CEPAL, 2018, p. 2. [Consulta: 23 febrero 2023]. Disponible en: https://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/martinez_rodrigo.pdf.

MIDDLETON, E. Análisis del impacto ambiental generado por la explotación de material de arrastre en el río Guatiquia en el municipio de Villavicencio – Meta: caso Mina Guatiquia Centro S.A.S. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ingenierías, Programa de Ingeniería Civil. Villavicencio-Colombia. 2019, p. 20. [Consulta: 05 enero 2023]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/99da4a03-75cf-4652-896d-037b0bf0b6f6/content>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Acuerdo NO. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador,

2015b, p. 13. [Consulta: 15 enero 2023]. Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_acuerdo-ministerial-061.pdf.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Proyecto de Reparación Ambiental y Social* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017, p. 24. [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible en: <http://pras.ambiente.gob.ec/documents/228536/3386018/INCORPORACI%C3%93N+DE+LOS+APORTE+CIUDADANOS+2017.pdf/56bc6d0f-b1a5-481b-ad8e-fc1ff698d1f0;jsessionid=B0Oo-xPiyevz-GR6lRq9I5Rv>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Reglamento Ambiental de Actividades Mineras* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014, p. 6. [Consulta: 13 enero 2023]. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/REGLAMENTO_AMBIENTAL_DE_ACTIVIDADES_MINERAS_MINISTERIO_AMBIENTE.pdf.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI* [En línea]. Quito-Ecuador: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015a, p. 6. [Consulta: 15 enero 2023]. Disponible en: <https://www.ruminahuiseo.gob.ec/periodo2015/documentos/tulas.pdf>.

MOSQUERA, D.; & PEÑA, E. ““Ensamblaje” de macroinvertebrados acuáticos y su relación con variables fisicoquímicas en un río de montaña en Colombia”. *Revista de Biología Tropical* [En línea], 2019, (Colombia) vol. 67 (6), pp. 1235-1246. [Consulta: 15 febrero 2023]. ISSN: 0034-7744. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442019000601235.

OBSERVATORIO DE CONFLICTOS MINEROS DE AMÉRICA LATINA. *Conflictos Mineros en América latina* [En línea]. Oruro-Bolivia: Observatorio de Conflictos Mineros de América Latina, 2020. [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible en: https://mapa.conflictosmineros.net/ocmal_db-v2/conflicto.

ONU. *17 objetivos para transformar nuestro mundo* [En línea]. Nueva York-Estados Unidos: Organización Mundial de las Naciones Unidas, 2016. [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible

en: <http://www.ccpidguayaquil.gob.ec/noticias/17-objetivos-de-desarrollo-sostenible-para-transformar-nuestro-mundo.html>.

OSORIO, N. “Toma de muestras de suelos para evaluar la fertilidad del suelo”. *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal* [En línea], 2012, (Colombia) vol. 1 (1) , pp. 1-4. [Consulta: 15 febrero 2023]. Disponible en: https://issuu.com/andres2312/docs/1_1_toma_de_muestras_de_suelos_evaluacion_de_ferti.

PEÑA, E. “Evaluación de impacto ambiental en el plano de inundación del río «Yara» en el tramo urbano del municipio Yara”. *Revista Cubana de Ciencias Forestales: CFORES* [En línea], 2016, (Cuba) vol. 4 (1) , pp. 59-71. [Consulta: 05 enero 2023]. ISSN: 2310-3469. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5608598.pdf>.

PÉREZ, J. “Identificación y evaluación de impactos ambientales en el Campus Ciudad Universitaria, Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro de Coatepec, Toluca México”. *Acta Universitaria* [En línea], 2017, (México) vol. 27 (3) , pp. 36-56. [Consulta: 09 enero 2023]. ISSN: 2007-9621. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/au/v27n3/2007-9621-au-27-03-36.pdf>.

PIÑA, D. Recomendaciones bioclimáticas de diseño arquitectónico en vivienda unifamiliar clima megatérmico lluvioso, parroquia Huamboya, provincia Morona Santiago. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Católica de Cuenca, Carrera de Arquitectura. Cuenca-Ecuador. 2019, p. 5. [Consulta: 25 mayo 2023]. Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/bitstreams/9b35668b-dbe4-4193-834c-dae2b1d68b01/download>.

REGLAMENTO ESPECIAL PARA LA EXPLOTACIÓN DE MATERIALES ÁRIDOS Y PÉTREOS. *Materiales áridos y pétreos en lechos de los causes de ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras Art. 2.* [En línea]. Quito-Ecuador: Consejo Nacional de Competencias, 2012, p. 25. [Consulta: 08 diciembre 2022]. Disponible en: <http://www2.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/05-04NOR2012-REGLAMENTO.pdf>.

REYES, A. “Camino a una minería sostenible: A propósito del nuevo reglamento de protección ambiental para las actividades de explotación minera”. *THEMIS Revista De Derecho* [En línea], 2018, (Perú) vol. 1 (74) , pp. 27-37. [Consulta: 05 diciembre 2022]. ISSN: 2410-9592. Disponible en: <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/themis/article/view/21231/20934>.

REYNALDO, C.; & AGUILERA, R. “La valoración económica y ambiental en la actividad minera”. *Revista Científica Ecociencia* [En línea], 2018, (Ecuador) vol. 5 (5) , pp. 1–17. [Consulta: 06 diciembre 2022]. ISSN: 1390-9320. Disponible en: <https://doi.org/10.21855/ecociencia.55.118>.

SÁNCHEZ, J.; et al. *Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad* [En línea]. Santiago-Chile: Naciones Unidas, 2019, p. 25. [Consulta: 25 noviembre 2022]. ISBN: 978-92-1-047946-2. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/8/S1900378_es.pdf.

SARALEGUY, C. Generación de energía eólica en manos de privados. El Estado y los nuevos desafíos. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Licenciatura). Universidad de la República, Facultad de Ciencias Sociales, Licenciatura en Desarrollo. Montevideo-Uruguay. 2016, p. 6. [Consulta: 26 noviembre 2022]. Disponible en: https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9823/1/TDes_SaraleguyClaudio.pdf.

TORO, A. Relación entre los usos de suelo y los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad hídrica en el río Quevedo, Ecuador. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica de Quevedo. Quevedo-Ecuador. 2018, p. 10. [Consulta: 26 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3075>.

UNIVERSIDAD VERACRUZANA. *Manual Operativo para la utilización del sistema de información geográfica Quantum GIS 1.8* [En línea]. Xalapa-México: Universidad Veracruzana, 2013, p. 27. [Consulta: 15 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.uv.mx/cuo/files/2013/05/Manual-QGIS-CUOM.pdf>.

VELRUB. *Estudio de impacto ambiental expost del área de libre aprovechamiento Rumiloma código 290504 y complejo industrial* [En línea]. Quito-Ecuador: Velrub Consultora Minera Ambiental-Ministerio del Ambiente, 2014, p. 23. [Consulta: 27 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/10/EIA-Conjunto-Rumiloma-y-Complejo-Industrial-con-correcciones-de-panavial.pdf>.

VELLOSA, M.; et al. “Un enfoque integrador para identificar los impactos de múltiples fuentes de contaminación por metales en el piedemonte andino oriental de la Amazonía ecuatoriana”. *Ciencia del Medio Ambiente Total* [En línea], 2020, (Ecuador) vol. 709, p. 2. [Consulta: 25

noviembre 2022]. ISSN: 1879-1026. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136088>.

VILLA, Á. Modelos de Zonificación utilizando Información Geoespacial a través de SIG, para establecer Categorías de Manejo en función de los conflictos de la reserva hídrica y ecológica de San Cristóbal Galápagos. [En línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Postgrados. Quito-Ecuador. 2016, p. 38. [Consulta: 12 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5746/1/126990.pdf>.

Cristian Tenelonda, S.



ANEXOS

ANEXO A: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y TRABAJO DE CAMPO EN EL ÁREA DE EXTRACCIÓN MINERA DE ÁRIDOS Y PÉTREOS “LA PLATA”



Imagen 1: Inspección de campo



Imagen 2: Extracción de material árido y pétreo



Imagen 3: Recolección de macroinvertebrados

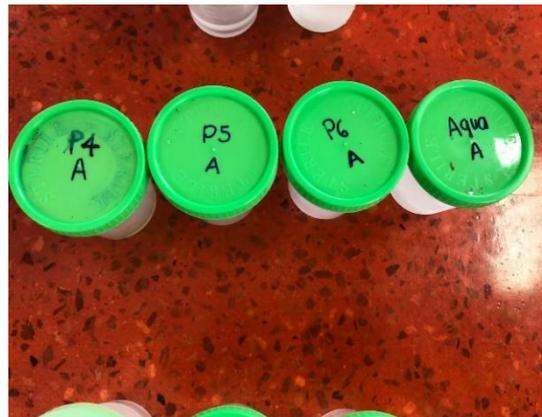


Imagen 4: Muestra de macroinvertebrados y agua



Imagen 5: Identificación taxonómica de macroinvertebrados



Imagen 6: Análisis de pH en suelo



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 16/ 11/ 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A
Nombres – Apellidos: Bryan Damian Acosta Zambrano Nataly Cristina Pacheco Espinoza
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Ciencias
Carrera: Ingeniería Ambiental
Título a optar: Ingeniero/a Ambiental.
f. responsable: Ing. Cristian Sebastian Tenelanda Santillan.

Cristian Tenelanda. S.

Ing. Cristian Tenelanda. S

Ci: 060468670-9



1877-DBRA-UPT-2023