Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

INCIDENCIA DE LA EXPLOTACIÓN DE ARIDOS Y PETREOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA AMBUQUI

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Sostenible y Aprovechamiento de recursos naturales

SUBLINEA:

AUTOR: MARIA BELEN RIVERA MENA

ASESORA: MGS. MORAIMA MERA

Ibarra, 08 de abril de 2024

Ibarra, 08 de abril de 2024

Mgs. Moraima Mera

ASESORA

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



(f)……

Mgs. Moraima Mera

C.C.: 1001743721

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f)……

Mgs. Moraima Mera

C.C.: 1001743721

(f)……

Dr. Rubén del Toro Déniz

C.C.: 175754447-1

(f)……

Mgs. Diego Mejía Romo

C.C.: 1001912961

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo MARIA BELEN RIVERA MENA, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 08 de abril del 2024

f): 

MARIA BELEN RIVERA MENA

C.C.: 1004442768

AUTORÍA

Yo, MARIA BELEN RIVERA MENA, portador de la cédula de ciudadanía N° 1004442768, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o accione legales.

f): 

MARIA BELEN RIVERA MENA

C.C.: 1004442768

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, MARIA BELEN RIVERA MENA, con C.C.: 1004442768, autor del trabajo de grado intitulado: INCIDENCIA DE LA EXPLOTACIÓN DE ARIDOS Y PETREOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA AMBUQUI previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Ambiental, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontifica Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 08 de abril del 2024

f): 

MARIA BELEN RIVERA MENA

C.C.: 1004442768

DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: INCIDENCIA DE LA EXPLOTACIÓN DE ARIDOS Y PETREOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA AMBUQUI, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 22 de abril de 2023.

Para constancia firma:

f): 

María Belén Rivera Mena
C.C: 1004442768
Carrera: Licenciatura Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo

Ibarra, 08 de abril del 2024

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico primeramente a Dios por haberme permitido concluir con mi carrera universitaria, a mis padres y a mi hermano por siempre brindarme el apoyo, amor y cariño que han sido mi pilar fundamental para construir mi vida profesional, mi responsabilidad y el deseo de superarme cada día más, a mi novio por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mis estudios, a mis abuelitos y familia que han sido mi motivación con sus palabras de aliento para salir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la vida por haberme permitido culminar con mis estudios, gracias a mis padres, a mi hermano, a mi novio y a mi familia por apoyarme y guiarme para cumplir mis sueños, sin su amor y apoyo no lo habría logrado y hago presente mi agradecimiento dedicándoles mi gran afecto a ustedes que son mi razón de cada día ser mejor.

Gracias a mi prestigiosa Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, que me ha dado la oportunidad de formarme como profesional, gracias a mis maestros por impartir sus conocimientos, a mis compañeros por los gratos momentos compartidos.

ÍNDICE

CERTIFICA: i

PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL ii

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS iii

AUTORÍA iv

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN v

DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN vi

DEDICATORIA vii

AGRADECIMIENTO viii

ÍNDICE ix

ÍNDICE DE TABLAS xii

ÍNDICE DE FIGURAS xiii

ÍNDICE DE ANEXOS xiv

RESUMEN 1

ABSTRACT 2

CAPÍTULO I 3

INTRODUCCIÓN 3

CAPÍTULO II 4

OBJETIVOS 4

2.1. Objetivo general 4

2.2. Objetivos específicos. 4

2.3. Pregunta de investigación. 4

CAPÍTULO III 5

ESTADO DEL ARTE 5

3.1 La Minería 5

3.2 Situación actual sobre la minería en Ecuador. 5

3.3 Contaminación y efectos generados en el medio ambiente por la extracción de pétreos en ríos y quebradas. 7
3.3.1 La contaminación de Aire 7
3.3.2 La contaminación del Suelo 8
3.3.3 La contaminación del Agua 9
3.4 Industria minera en el cantón Ibarra 10
3.4.1 Caracterización de la concesión minera 10
3.4.2 Proceso de explotación de material pétreo. 11
3.5 Marco Legal 11
3.5.1 Constitución República del Ecuador 11
3.5.2 Ley Minera 12
3.5.3 Ley de Gestión Ambiental 12
3.5.4 Ley de Aguas 12
3.5.5 Ordenanzas Municipales 13
3.5.6 Actividades mineras en el cantón Ibarra 13
CAPÍTULO IV 15
MATERIALES Y MÉTODOS 15
4.1. Materiales de campo y de laboratorio 15
4.2 Equipos de campo y laboratorio 15
4.3. Métodos 16
4.3.1 Ubicación del área de estudio 16
4.3.2 Coordenadas del área de estudio con el sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) 16
4.3.3 Levantamiento de línea base en el área de extracción de material pétreo, sector Ambuquí en el cantón Ibarra. 17
4.3.3.1 Delimitación del área de estudio. 18
4.3.3.2 Levantamiento de información. 18
4.3.3.3 Elaboración de base de datos. 18
4.3.3.4 Interpretación de datos y resultados 19
4.3.4 Metodología para realizar la matriz de identificación de impactos negativos 19
4.3.5 Metodología para el análisis de la calidad de agua. 20
4.3.5.1 Reconocimiento del lugar 20
4.3.5.2 Puntos de muestreo 21
4.3.5.3 Cantidad de muestras recolectadas 21

4.3.5.4 Recolección de la muestra 21
4.3.5.5 Proceso para la recolección de muestras. 21
4.4.6 Determinación del índice de calidad de agua 22
4.4.6.1 Fórmula para la estimación del índice de calidad de agua ICA 25
4.4.7 Diseño del Plan de Manejo Ambiental 26
CAPÍTULO V 27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 27
5.1 Levantamiento y delimitación de la línea base en el área de extracción de material pétreo. 27
5.2 Matriz de evaluación de impactos generados en la explotación de materiales pétreos. 30
5.3 Estudio de calidad de agua 31
5.4 Diseño del Plan de Manejo Ambiental de la Concesión Minera 491194 34
5.4.1 Desarrollo de Plan de Manejo Ambiental 35
CAPÍTULO VI 44
CONCLUSIONES 44
CAPÍTULO VII 45
RECOMENDACIONES 45
CAPÍTULO VIII 46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46
ANEXOS 49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Minas y canteras de material árido y pétreo por provincia 6

Tabla 2 Materiales de campo y laboratorio para la determinación de calidad de agua 15

Tabla 3 Equipos de campo y laboratorio para la determinación de calidad de agua 15

Tabla 4 Puntos de muestreo en la quebrada Ambuquí 16

Tabla 5 Escala de valoración con referencia a matriz de Leopold 20

Tabla 6 Parámetros del índice de calidad de agua ICA 24

Tabla 7 Clasificación general de la calidad de agua propuesto por Brown 25

Tabla 8 Pesos ponderados para cálculo ICA 25

Tabla 9 Puntos de muestreo de agua con unidades UTM 27

Tabla 10 Detalle de equipos y maquinaria pesada 28

Tabla 11 Matriz de impactos ambientales con referencia de matriz de Leopold 31

Tabla 12 Promedio de los parámetros físico, químicos y microbiológicos en los 4 puntos de muestreo de la Quebrada Ambuquí 32

Tabla 13 Índice de calidad de agua ICA en cada punto 33

Tabla 14 Determinación promedio del índice de Calidad de Agua ICA en el tamo estudiado33

Tabla 15 Programa de calidad de agua 36

Tabla 16 Programa de calidad del suelo 37

Tabla 17 Programa calidad del aire 38

Tabla 18 Programa de reducción ruido 39

Tabla 19 Programa de manejo y disposición de desechos solidos 40

Tabla 20 Programa de manejo de combustibles 41

Tabla 21 Programa de salud ocupacional y seguridad industrial 42

Tabla 22 Datos obtenidos en cada salida 49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de explotación en el área minera 11

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Zona de estudio y caracterización del área 17

Anexo 2 Recolección de agua y toma de datos en campo. 50

Anexo 3 Lugar de extracción de material pétreo 50

Anexo 4 Muestras de agua en laboratorio 51

Anexo 5 Subíndices para calcular ICA 51

Anexo 6 Reglamento Ley Minera 53

Anexo 7 Artículos de la Ley de Gestión Ambiental 54

Anexo 8 Artículos de la Ley de aguas 54

Anexo 9 Ordenanza Municipal del Cantón San Miguel de Ibarra 55

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal abordar de manera específica los efectos adversos que se han observado en el agua, así como en el suelo y el aire, con un enfoque prioritario en las medidas a corto plazo para contrarrestar el deterioro ambiental en el área de estudio. Este deterioro se deriva principalmente de la extracción de materiales áridos y pétreos en la quebrada Ambuquí, ubicada en el sector Ramal de Ambuquí, en el cantón Ibarra de la Provincia de Imbabura. La metodología propuesta se concentra en la identificación, evaluación y abordaje de los impactos ambientales generados por la extracción de materiales, con el propósito de mejorar la calidad ambiental del área investigada. Esta evaluación se realiza conforme a las normativas establecidas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, así como por otros organismos reguladores del medio ambiente. A través de la elaboración de una línea de base, se han identificado una serie de impactos adversos en el área de estudio, así como también se han detectado irregularidades normativas que pueden atribuirse a la falta de regulación por parte de las autoridades competentes. Estas deficiencias permiten la extracción de materiales áridos y pétreos de los cuerpos de agua, lo que ha generado impactos negativos directos en el agua, el suelo y el aire en la zona investigada. Se ha dado prioridad al impacto negativo en el agua, debido a su relevancia ambiental y su urgencia de abordaje a corto plazo. En este sentido, se ha propuesto un plan de gestión ambiental que comprende siete acciones para la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales. Estas acciones están diseñadas con el propósito de eliminar, minimizar o mitigar los efectos adversos asociados con la explotación de materiales pétreos, con el fin de contrarrestar el grave deterioro ambiental y sus consecuencias generando impactos directos en el ambiente, y proponiendo un plan de gestión ambiental para cumplir las normativas y mejorar ciertas afectaciones ambientales.

Palabras clave: Impacto, prevención, explotación de áridos y pétreos, quebrada Ambuquí.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to specifically address the adverse effects that have been observed in water, as well as in soil and air, with a priority focus on short-term measures to counteract environmental deterioration in the area of study. This deterioration is mainly derived from the extraction of arid and stone materials in the Ambuquí ravine, located in the Ramal de Ambuquí sector, in the Ibarra canton of the Province of Imbabura. The proposed methodology focuses on the identification, evaluation and addressing of the environmental impacts generated by the extraction of materials, with the purpose of improving the environmental quality of the investigated area. This evaluation is carried out in accordance with the regulations established by the Ministry of the Environment, Water and Ecological Transition, as well as other environmental regulatory bodies. Through the development of a baseline, a series of adverse impacts have been identified in the study area, as well as regulatory irregularities that can be attributed to the lack of regulation by the competent authorities. These deficiencies allow the extraction of arid and stone materials from bodies of water, which has generated direct negative impacts on the water, soil and air in the investigated area. Priority has been given to the negative impact on water, due to its environmental relevance and its urgency to address in the short term. In this sense, an environmental management plan has been proposed that includes seven actions for the prevention, control and mitigation of environmental impacts. These actions are designed with the purpose of eliminating, minimizing or mitigating the adverse effects associated with the exploitation of stone materials, in order to counteract the serious environmental deterioration and its consequences by generating direct impacts on the environment, and proposing an environmental management plan. to comply with regulations and improve certain environmental impacts.

Keywords: Impact, prevention, exploitation of aggregates and stones, Ambuquí ravine

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los problemas medioambientales se originan debido al daño causado al entorno natural y los recursos disponibles. La actividad minera, por ejemplo, contamina los ecosistemas acuáticos y terrestres, altera el paisaje y causa cambios en la vegetación. Estos efectos van más allá de la degradación del suelo e incluyen la contaminación del agua y del aire, la pérdida de tierras productivas, la disminución de la biodiversidad y los impactos en la salud humana. (Ofosu, Dittmann, Sarpong & Botchie, 2020)

En muchos casos, durante el desarrollo de estas operaciones, hay escaso interés en proteger el medio ambiente o en cumplir con la normativa vigente. En la provincia de Imbabura, específicamente en el cantón Ibarra, se lleva a cabo la extracción de materiales de construcción en un área de 909 hectáreas. Esta actividad se realiza en las cuencas hidrográficas y en áreas destinadas a obras viales y proyectos de desarrollo provincial y cantonal. (Gobierno Autónomo Descentralizado San Miguel de Ibarra, 2015).

Los áridos y pétreos se forman naturalmente a lo largo de miles de años mediante procesos de erosión, pero su extracción se realiza a un ritmo mucho más rápido que el proceso de renovación. Esto afecta los niveles de agua, la turbidez del agua, la biodiversidad, el paisaje y el clima. (Álvarez y Ravelo, 2014)

La extracción excesiva de material pétreo tiene impactos tanto negativos como positivos en el medio ambiente y la sociedad. Sin embargo, es crucial abordar los impactos negativos para desarrollar un plan de manejo ambiental efectivo. Se propone un plan de manejo para la "cantera Mena" en el sector Ambuquí, ubicado a 29 km de la ciudad de Ibarra vía Tulcán. Este plan incluye programas, acciones y protocolos para controlar, prevenir y mitigar los problemas ambientales asociados con la extracción irracional de materiales pétreos. (Chiliquinga, 2016)

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar la incidencia de la explotación de áridos y pétreos sobre la calidad del agua de la quebrada Ambuquí.

2.2. Objetivos específicos.

- Levantar una línea base de estudio de impacto ambiental en el área de extracción de áridos y pétreos de la "Cantera Mena".
- Evaluar la incidencia del proceso de extracción de áridos y pétreos sobre la calidad del agua de la quebrada Ambuquí.
- Establecer una propuesta de plan de manejo ambiental en la "Cantera Mena"

2.3. Pregunta de investigación.

- ¿La extracción de áridos y pétreos influye en la calidad del agua de la quebrada Ambuquí?

CAPÍTULO III

ESTADO DEL ARTE

3.1 La Minería

La minería no metálica es una de las principales actividades industriales en Ecuador, siendo crucial para el desarrollo económico del país y proporcionando una amplia gama de materiales a diversas industrias. Además de ser una fuente de ingresos, desempeña un papel significativo en las zonas rurales al crear oportunidades de empleo para trabajadores de diversos niveles de habilidad, incluyendo operadores de maquinaria, profesionales de distintas disciplinas y personal gubernamental. (Uribe, 2015)

Sin embargo, Uribe, (2015), ha afirmado que la minería no metálica conlleva diversos impactos ambientales debido a las técnicas y métodos de extracción utilizados, que a menudo implican operaciones a cielo abierto y el uso de maquinaria pesada. Estos impactos negativos en el medio ambiente se multiplican con el tiempo, generando preocupaciones ambientales a largo plazo.

3.2 Situación actual sobre la minería en Ecuador.

La minería en Ecuador se basa en la extracción de materiales pétreos como arena, grava y gravilla, que se encuentran en los lechos de los ríos, cerca de áreas urbanas y vías de acceso. Esta actividad se centra en las concesiones de no metales y materiales de construcción en varias provincias del país. (Chiliquinga, 2016).

El análisis técnico de la extracción de materiales para la construcción en los ríos del país es importante. La actividad de extraer arena, grava y gravilla de los lechos fluviales causa impactos ambientales significativos. Valbuena y Céspedes (2017), Se señala que la erosión causada por los ríos impacta en la configuración de los cursos de agua, así como en el transporte y la deposición de los sedimentos que constituyen el lecho del cauce. Con el paso del tiempo, las corrientes de agua desgastan las montañas y contribuyen a la formación de llanuras a lo largo de millones de años. Andrade y Talbot (2018), La extracción de material pétreo se describe como el procedimiento de separar el suelo y sus componentes mediante el uso de agua o maquinaria especializada durante el proceso de extracción.

De acuerdo a la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (2021), con el Geo portal del Catastro Minera Nacional, constan 1171 minas y canteras de material pétreo, de las cuales 867 se encuentran inscritas o registradas y 304 en trámite.

En la siguiente tabla se detalla el número y superficie de minas y canteras de material árido y pétreo por provincia, que se encuentran legalmente inscritas:

Tabla 1

Minas y canteras de material árido y pétreo por provincia

Provincia	**N° de minas y canteras de material árido y pétreo**	**Superficie (ha)**
Guayas	119	3979
Sucumbíos	102	1882
Esmeraldas	88	1279
Imbabura	85	909
Loja	63	824
Santo Domingo de los Tsáchilas	56	805
El Oro	50	777
Morona Santiago	34	760
Azuay	32	675
Napo	30	581
Los Ríos	26	473
Zamora Chinchipe	25	434
Orellana	25	432
Chimborazo	23	418
Pichincha	21	321
Cotopaxi	16	277
Manabí	16	189
Cañar	16	172
Pastaza	15	126

Santa Elena	9	90
Carchi	6	81
Bolívar	5	70
Tungurahua	5	19
Total	867	15574

Nota. Modificado de: (Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos, 2022).

3.3 Contaminación y efectos generados en el medio ambiente por la extracción de pétreos en ríos y quebradas.

La extracción de minerales no metálicos se concentra mayormente en áreas de tamaño reducido, sin embargo, su repercusión ambiental puede ser considerable. Desde tiempos ancestrales, la humanidad ha dependido de la utilización de minerales, lo que hace imperativo establecer un balance entre los beneficios y perjuicios de las operaciones mineras en su totalidad. (Galliski, 2011)

Es importante resaltar que la etapa de extracción de materiales pétreos es donde se registra la mayor contaminación. Después de un análisis minucioso, se ha identificado que esta fase ocasiona impactos constantes en la fauna, la flora, así como la degradación y erosión del suelo debido a la remoción de capas durante el proceso de perforación. (Velasco, 2015)

3.3.1 La contaminación de Aire

Durante la etapa de extracción de minerales no metálicos en una concesión minera o cantera, se produce contaminación del aire, principalmente a través de la emisión de partículas y gases causados por la combustión de combustibles utilizados por la maquinaria. (Unión Internacional para la conservacion de la Naturaleza, 2020)

Este fenómeno se manifiesta en la forma de polvo minero, que está compuesto por partículas en suspensión y tiene propiedades similares a la roca o mineral que se está extrayendo. (Velasco, 2015)

El problema de las partículas en suspensión o polvo de la mina radica en los siguientes factores:

- **Granulometría**

Las partículas con un diámetro de hasta 10 micras contribuyen a problemas respiratorios al acumularse en los pulmones, lo que reduce la capacidad respiratoria. Del mismo modo, las partículas más pequeñas, menores a 2.5 micras, son aún más dañinas, ya que al ser muy livianas pueden viajar largas distancias, afectando a una mayor población e interfiriendo con la función pulmonar al depositarse en los alveolos. (Velasco, 2015)

- **Composición**

La exposición a diferentes materiales durante la explotación, como áridos, piedras pómez y otros materiales de construcción, puede causar irritación en los ojos, la piel y las vías respiratorias. (Unión Internacional para la conservacion de la Naturaleza, 2020)

Además, la extracción de material pétreo conlleva la emisión de gases contaminantes debido a la combustión de combustibles en la maquinaria y el transporte, como monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NO_x), contribuyendo directamente a la contaminación del aire. (Velasco, 2015)

3.3.2 La contaminación del Suelo

La actividad minera es especialmente propensa a contaminar el suelo, ya que implica la extracción de minerales de entre las rocas, generando canteras o minas que afectan negativamente al ecosistema y a la calidad del suelo.

Entre los impactos físicos significativos se encuentran:

- **Remoción de la capa vegetal**

Se remueve la capa vegetal primaria con el fin de abrir caminos y diferentes vías de accesos para el normal ingreso de la maquinaria. (UICN, 2009)

- **Eliminación de la capa fértil**

Se realizan movimientos grandes de tierra luego de la eliminación de la cobertura vegetal con el fin de obtener los minerales requeridos, el tipo de movimiento de tierra o extracción de tierra se

conoce como un tipo de erosión no natural teniendo como consecuencia la perdida de la fertilidad de este recurso. (Velasco, 2015)

- **Cambios en la topografía y morfología**

Según Reina, (2013), existe una alteración de la forma del relieve por la construcción de caminos de acceso a la zona minera alterando la geomorfología del sitio de estudio, este tipo de impacto se presenta de forma progresiva a corto plazo y es irreversible.

- **Cambios en las características físico-químicas del suelo**

La explotación de materiales pétreos es una de las actividades que cambia de forma total la estructura física-química del suelo, afectando principalmente a su estructura y composición, por lo que una vez que este recurso entre a un proceso de erosión antropogénica no volverá a tener las mismas condiciones que las del terreno inicial. (Velasco, 2015)

- **Hidrocarburos en el suelo**

Ante la presencia de maquinaria dentro de la concesión minera o cantera con el fin de explotar los minerales presentes es vital el uso de combustibles como aceites minerales, gasolina, diésel y lubricantes con el fin de mantener adecuadamente sus condiciones mecánicas, el derrame de estas sustancias es uno de los impactos que el recurso suelo puede adquirir, visualizando así la muerte total de la capa vegetal. (Velasco, 2015)

3.3.3 La contaminación del Agua

La contaminación del agua es un desafío global, especialmente causado por actividades mineras que generan contaminantes que pueden dañar las fuentes hídricas cercanas. En Ecuador, el agua está protegida como recurso vital para el consumo humano, por lo que se prohíbe su contaminación, especialmente por la minería ilegal y artesanal, que son las principales responsables de este problema debido a una gestión deficiente de residuos y desechos. (Parra, 2009)

Cuando finaliza la extracción de minerales en áreas mineras, se forman lagunas artificiales al llenarse las depresiones excavadas con agua utilizada en el proceso. Estas lagunas están conectadas con aguas subterráneas y se recuperan lentamente, a veces tardando hasta 50 años. Uno de los

principales problemas que enfrentan estas lagunas es un pH muy bajo, lo que favorece la eutrofización debido a la falta de flujo de entrada y salida de agua. (Haberer, 2015)

Por tanto, es crucial implementar políticas que regulen la explotación de minerales en lechos de ríos y quebradas, ya que la extracción indiscriminada causa daños ambientales y afecta la salud de las personas que dependen de esos recursos. (Velasco, 2015)

3.4 Industria minera en el cantón Ibarra

El Ministerio de Energía y Minas registra las siguientes actividades de minería en el cantón Ibarra, siendo estas concesiones fundamentalmente de explotación de material para construcción. La explotación de materiales pétreos para la construcción es la actividad principal que realizan todas las minas registradas en el cantón, sin embargo, de un total de 85 minas y canteras, que se encuentran inscritas como concesiones mineras. (Agencia de Recursos y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2021)

3.4.1 Caracterización de la concesión minera

La concesión Minera con código 491194 considerada dentro del régimen de pequeña minería, con una extensión de 12 hectáreas en el que se explota principalmente material de construcción, se encuentra ubicada en la Provincia de Imbabura Cantón Ibarra, específicamente en la parroquia de Ambuquí, a una distancia aproximada de 34 km de la ciudad de Ibarra, con una altitud de 1600 m.s.n.m, su precipitación de 500 mm – 2000 mm la vegetación es suelta y dispersa se encuentra en el bosque mediterráneo que se extiende hasta la parte alta del valle del chota, está compuesta principalmente por espinos, nogales etc. Su clima es cálido seco con una temperatura de 8°C a 24°C. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2019)

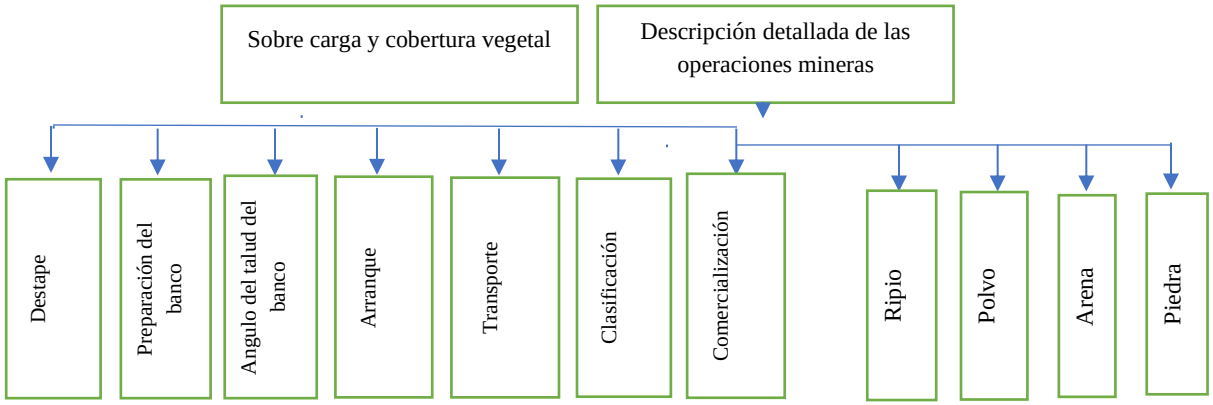
- **Provincia:** Imbabura
- **Cantón:** Ibarra
- **Parroquia:** Ambuquí
- **Sector:** El Ramal

3.4.2 Proceso de explotación de material pétreo.

En el siguiente esquema presentaremos el respectivo proceso de explotación en el área minera y logrando así comercializar 4 tipos de materiales como ripio, polvo, arena y piedra.

Figura 1

Proceso de explotación en el área minera



Nota: Modificado de: (Toapanta y Yanchaluisa, 2021).

3.5 Marco Legal

3.5.1 Constitución República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador, (2008), asigna un trato particular y favorito al medio ambiente y a su tutela jurídica, haciéndolo de forma de forma significativa y sensible.

Art. 395 reconoce los próximos principios del medio ambiente

1. “El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. Las políticas de administración ambiental se aplicarán de manera transversal y van a ser de forzoso cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por toda la gente naturales o jurídicas en el territorio nacional.

3. El Estado garantizará la colaboración activa y persistente de los individuos, sociedades, pueblos y nacionalidades dañadas, en la planeación, ejecución y control de toda actividad que haga impactos del medio ambiente.

4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

3.5.2 Ley Minera

Encargada de regular toda actividad minera en lo referente a establecer las áreas de prospección, así como la forma de concesión de los recursos a personas naturales o jurídicas, al respecto me permito analizar algunos de los preceptos legales contenidos en la mencionada ley. (Ley Minera Ecuador, 2009)

Art. 144.- Libre aprovechamiento de materiales de construcción para obras públicas. El Estado directamente o a través de sus contratistas podrá aprovechar libremente los materiales de construcción para obras públicas en áreas no concesionadas o concesionadas. (Ley Minera Ecuador, 2009)

Dicho material podrá emplearse, única y exclusivamente, en beneficio de la obra pública para la que se requirió el libre aprovechamiento. El uso para otros fines constituirá explotación ilegal que se someterá a lo determinado para este efecto en la presente ley. (Ley Minera Ecuador, 2009)

3.5.3 Ley de Gestión Ambiental

La presente Ley instituye los principios y directrices de política ambiental; determinando las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y apunta los parámetros permisibles, controles y sanciones en esta materia. (Ley de Gestión Ambiental, 2004)

3.5.4 Ley de Aguas

En este cuerpo legal, se determina la intencionalidad de establecer en forma real y definitiva la Soberanía Nacional sobre las aguas territoriales, del suelo y el subsuelo, relevando la importancia y necesidad de administrar la misma con criterio técnico. (Ley de aguas, 2004)

Ley de aguas, (2004) establece que, por administración defectuosa de las cuencas hidrográficas, éstas han sido víctimas de procesos erosivos, anulando la recarga natural de los manantiales que alimentan los ríos y facilitando las inundaciones de localidades bajas. Respecto a acciones que deterioren la calidad del agua, la ley expresamente determina una prohibición de carácter general respecto a toda contaminación de las aguas, que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

3.5.5 Ordenanzas Municipales

Se han considerado dos ordenanzas municipales relacionadas al manejo de áridos y pétreos aplicados en el cantón Ibarra.

Ordenanza para regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos que se encuentran en los lechos de los ríos, lagos y canteras existentes en la jurisdicción del Cantón San Miguel de Ibarra.

Según la Resolución N° 0004-CNC-2014 [Consejo Nacional de Competencias], por el cual se establece la regulación para el ejercicio de la competencia para regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos y canteras, a favor de los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales. (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal San Miguel de Ibarra, 2015)

3.5.6 Actividades mineras en el cantón Ibarra

El Ministerio de Energía y Minas registra las siguientes actividades de minería en el cantón Ibarra, siendo estas concesiones fundamentalmente de explotación de material para construcción. El volumen de extracción como referencia es de 140.390,87 metros cúbicos en el cantón Ibarra la minería ha sido constante, sobre todo la extracción de material pétreo, la misma que hay provocado grandes impactos ambientales y sociales. (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal San Miguel de Ibarra, 2015)

En el caso específico de Ambuquí, Imbabura, es posible que la minería en la zona esté generando contaminación del agua debido a la extracción de minerales donde se comercializan alrededor de 80 a 100 metros cúbicos de diversos materiales, lo que suma un total de 2.200 metros cúbicos al

mes y 26.400 metros cúbicos al año que son comúnmente empleados en la construcción de viviendas y carreteras. También el manejo inadecuado de los desechos mineros que son comunes en los procesos mineros y pueden filtrarse en los ríos y arroyos cercanos, afectando la calidad del agua y la vida acuática. (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal San Miguel de Ibarra, 2015)

CAPÍTULO IV

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describen los materiales y métodos utilizados para evaluar la situación inicial de la quebrada Ambuquí determinando el impacto de la extracción de áridos y pétreos en la calidad del agua de la quebrada Ambuquí, y la elaboración del plan de manejo ambiental correspondiente.

4.1. Materiales de campo y de laboratorio

Tabla 2

Materiales de campo y laboratorio para la determinación de calidad de agua

MATERIALES DE CAMPO	MATERIALES DE LABORATORIO
Frascos boeco	Kits para determinación de nitratos
Libreta	Kits para determinación de fosfatos
Esfero	Placas petrifilm

4.2 Equipos de campo y laboratorio

Tabla 3

Equipos de campo y laboratorio para la determinación de calidad de agua

Equipos de campo	
Conductímetro	Extech EC400
Anemómetro	Extech 45158
Oxímetro	Hanna HI9146
GPS	Magellan
Cámara fotográfica	IPhone 7 plus

Equipos de laboratorio	
DBO	Velp scientifica
Turbidímetro	LaMotte
Potenciómetro	Hanna HI5221-02
Espectrofotómetro uv-vis	LaMotte Smart 3

4.3. Métodos

4.3.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio de la investigación se encuentra en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura sector Ambuquí, presenta una altura 1600 m.s.n.m. Se encuentra a 34 km al noreste de Ibarra dentro del valle del chota. Su clima es cálido seco con una temperatura de 8°C a 24°C. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Ambuquí, 2019)

4.3.2 Coordenadas del área de estudio con el sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator)

Tabla 4

Puntos de muestreo en la quebrada Ambuquí

Puntos de muestreo de agua		
Puntos	Latitud	Longitud
1	832240	51255
2	832944	51325
3	832061	51958
4	832019	52257

Nota: Se eligieron cuatro puntos para tomar muestras, considerando el acceso a la quebrada y la seguridad personal durante la recolección. El propósito es evaluar diferentes etapas: el inicio de la quebrada donde no hay afectación de la minera, en el sitio de extracción, el punto posterior a la

extracción y el lugar donde la quebrada desemboca en el río Chota. Según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176 (2013) estos puntos de muestreo nos permitirán analizar el impacto de la minería en la degradación del agua.

Anexo 1

Zona de estudio y caracterización del área



4.3.3 Levantamiento de línea base en el área de extracción de material pétreo, sector Ambuquí en el cantón Ibarra.

Durante la creación de la línea base, se implementaron acciones para adquirir la información requerida para el diagnóstico, siendo este el primer objetivo de la investigación.

Según el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, nos indica que debemos seguir los siguientes pasos para el levantamiento de la línea base:

- Delimitar el área de estudio
- Realizar una visita de reconocimiento
- Levantamiento de información
- Elaboración de una base de datos
- Describir los resultados e interpretar en un plan de manejo ambiental como tercer objetivo de nuestra investigación. (Medianero, 2011).

- **4.3.3.1 Delimitación del área de estudio.**

Según el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la delimitación de la zona es aquella donde se llevará a cabo los estudios de caracterización que conforman la línea base, Para definir esta área, es necesario tener una comprensión conceptual del proyecto a desarrollar y una descripción general del entorno donde se ubicaría, incluyendo posibles alternativas de diseño y desarrollo del proyecto a evaluar. (Medianero, 2011).

- **4.3.3.2 Levantamiento de información.**

Según el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, las actividades necesarias para el levantamiento de información es la observación o el registro de evidencias directas e indirectas, así como la recolección de muestras para caracterizar los factores físicos y biológicos, La utilización de instrumentos para recopilar información cuantitativa y/o cualitativa como registros técnicos que permitan caracterizar los factores sociales, que son importantes para documentar y complementar la caracterización de los resultados, en este caso no se realizó encuestas a las personas de los alrededores o al personal que trabaja en la empresa ya que es una concesión minera propia, se pudo evidenciar los problemas ambientales de forma cualitativa. (Medianero, 2011).

- **4.3.3.3 Elaboración de base de datos.**

Según el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, el proceso de construcción de la base de datos, es crucial para que las interpretaciones de resultados sean construidas de manera ordenada, clara y lo más sencilla posible, para garantizar una interpretación fácil y directa. (Medianero, 2011)

- Detalle del personal que labora en la concesión minera
- Detalle de equipos y maquinaria minera
- Equipos de protección personal para trabajadores
- Señalética informática dentro de la concesión minera
- Descripción de las actividades de la concesión minera

- **4.3.3.4 Interpretación de datos y resultados**

Según el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la interpretación de resultados debe ser interpretados en función a cada disciplina correspondiente de manera coherente y clara. Medianero, (2011).

4.3.4 Metodología para realizar la matriz de identificación de impactos negativos

Según Conesa, (1993), la evaluación de impacto ambiental es presentada como un instrumento para la ejecución de estudio de impactos con la finalidad de identificar, predecir, cuantificar y valorar las alteraciones de impactos ambientales, basados en las siguientes directrices para la evaluación:

- Identificación de los impactos ambientales mediante el levantamiento de información línea base (Polvo, smog, calidad del aire, nivel sonoro, contaminación, calidad del agua, erosión y degradación)
- Fases de identificación de impactos negativos (Fases de extracción, trituración y distribución)
- Valoración de los impactos negativos

Tabla 5

Escala de valoración con referencia a matriz de Leopold

VALORACION	NIVEL
Excelente	0
Muy Bueno	1
Bueno	2
Regular	3
Malo	4
Muy malo	5

Nota: En esta tabla de evaluación, tomamos como referencia la escala de valores de la matriz de Leopold con una estimación subjetiva de la magnitud del impacto en una escala de 0 a 5. Es esencial notar que un valor de 0 representa el mínimo nivel de impacto, mientras que un valor de 5 indica el nivel más alto de impacto ambiental. Por lo tanto, cuanto mayor sea el valor asignado, mayor será la calificación del impacto ambiental. (Leopold, Clarke, Hanshaw, & Balsley, 1971)

4.3.5 Metodología para el análisis de la calidad de agua.

El proceso de muestreo adecuado implica seguir una serie de pasos preliminares antes de recoger las muestras, ser trasladadas y analizadas en laboratorio. NTE INEN 2169, (2013).

- Reconocimiento del lugar, visualización de la zona de estudio y los puntos de muestreo.
- Preparación de recipientes opacos o de vidrio.
- Calibración y preparación de los equipos de campo para análisis in situ.
- Preparar el GPS y la cámara fotográfica para el muestreo.
- Transporte de muestras a laboratorio para análisis ex situ.

● 4.3.5.1 Reconocimiento del lugar

Se consideró la quebrada situada dentro de las instalaciones de la concesión minera para evaluar la calidad del agua en cuatro puntos distintos, para medir la variación de degradación del agua.

- **4.3.5.2 Puntos de muestreo**

La investigación requirió de cuatro puntos para tomar muestras, considerando para ello el acceso a la quebrada y la seguridad personal durante la recolección y la representatividad de los puntos.

El propósito fue evaluar la calidad del agua de la quebrada antes, durante y luego de la extracción minera: el punto inicial sin afectación del sitio de extracción, el segundo y tercer punto durante y posterior a la extracción y por último donde la quebrada desemboca en el río Chota. Estos puntos de muestreo nos permitieron analizar el impacto de la minería en la degradación del agua y como variaban los valores de cada parámetro analizado a lo largo del trayecto. Además, se llevó a cabo una evaluación de las condiciones actuales de la calidad ambiental del agua en la quebrada, dado que previamente no había sido objeto de estudio.

- **4.3.5.3 Cantidad de muestras recolectadas**

La toma de muestras puntuales se realizó mensualmente, tomando una muestra por cada punto, durante tres meses, en total se analizaron 12 muestras, estas muestras fueron tomadas de forma mensual en función de la extracción de material pétreo y del momento cuando los contaminantes estaban presentes (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176, 2013)

- **4.3.5.4 Recolección de la muestra**

Se siguieron las pautas establecidas por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169 (2013) para recolectar las muestras de agua, con la finalidad de cumplir las necesidades del estudio, cada muestra fue tomada a los 40 centímetros de profundidad con toma puntual no compuesta.

- **4.3.5.5 Proceso para la recolección de muestras.**

Se propuso utilizar recipientes opacos de vidrio ámbar para reducir las actividades foto sensitivas considerablemente debido a que estos materiales son capaces de bloquear o reducir significativamente la entrada de luz. (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169, 2013) Una vez que los frascos estuvieron lavados, esterilizados y desinfectados, se procedió a homogeneizar con el agua a muestrear. Se recomendó realizarlos 3 veces para que estuvieran bien

homogeneizados y se lograra una muestra correcta. (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169, 2013)

Los frascos boeco fueron llenados completamente y se taparon de tal forma que no hubiera aire dentro de la muestra. Esto limitó la interacción de la fase gaseosa y la agitación durante el transporte, evitando así la modificación del contenido de dióxido de carbono y la variación en el valor del pH, así como la conversión de bicarbonatos a la forma de carbonatos precipitables. También se redujo la tendencia del hierro a oxidarse, limitando las variaciones de color, etc. (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169, 2013)

Las muestras fueron guardadas a temperaturas por debajo de 10°C que la temperatura a la cual se recolectaron. La refrigeración de las muestras fue efectiva, ya que se realizó inmediatamente después de la recolección. Se utilizaron cajas térmicas de campo desde el lugar del muestreo.

Una vez tomadas las muestras, estas fueron trasladadas al laboratorio de Química, Suelos y Agua de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, para realizar los análisis físico-químicos y microbiológicos. Posteriormente, se logró la determinación del Índice de calidad de agua. (Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169, 2013)

4.4.6 Determinación del índice de calidad de agua

Para la evaluación del índice de calidad de agua se deben determinar nueva parámetros:

- **Temperatura**: El método Standard Methods 2550 B, se mide con un termómetro calibrado adecuadamente. Es importante tomar la temperatura del agua en el momento del muestreo. (Andrew, Lenore, Eugene, & Arnold, 2005)

- **pH**: El método Standard Methods 4500–HB, mide la concentración de iones hidronio presentes en el agua. El pH metro consta de un electrodo de vidrio que genera una corriente eléctrica proporcional a la concentración de protones de la solución y que se mide en un galvanómetro. (Andrew, Lenore, Eugene, & Arnold, 2005)
- **Turbidez**: El método Standard Methods 2130 B, se mide utilizando un turbidímetro, que detecta la cantidad de partículas suspendidas en el agua. La turbidez es una propiedad

óptica que hace que los rayos luminosos se dispersen y se absorban, en lugar de que se transmitan sin alteración a través de una muestra. (Andrew, Lenore, Eugene, & Arnold, 2005)

- **DBO_5**: El método Standard Methods 5210 – B, las pruebas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) miden la cantidad de oxígeno que las aguas residuales, los efluentes y las aguas contaminadas requieren para descomponer los materiales orgánicos presentes. Su principal uso es para medir la carga de residuos y evaluar la eficacia en la eliminación de la DBO, midiendo el oxígeno consumido durante un tiempo de incubación determinado. (Andrew, Lenore, Eugene, & Arnold, 2005)

- **Nitratos**: El método Standard Methods 4500 – NO_3 – Emod, para la determinación de nitratos (NO_3) en muestras de agua se utiliza la técnica de espectrofotometría para medir la concentración de nitratos en la muestra, proporcionando así información sobre la calidad del agua en términos de contaminación por nitratos. (Andrew, Lenore, Eugene, & Arnold, 2005)

- **Fosfatos**: El método Standard Methods 4500 – P – E, es un procedimiento estándar utilizado para la determinación de fosfato (P) en muestras de agua, se emplea la técnica de espectrofotometría para medir la concentración de fosfato presente en la muestra, lo que proporciona información sobre la calidad del agua en términos de contaminación por fosfatos. (Andrew, Lenore, Eugene, & Arnold, 2005)

- **Oxígeno disuelto**: El método Standard Methods 4500-O-G mod es un procedimiento estándar utilizado para la determinación de oxígeno disuelto en muestras de agua. Este método se utiliza para medir la cantidad de oxígeno disuelto en agua, lo que es crucial para evaluar la calidad del agua y su idoneidad para sostener la vida acuática. (Andrew, Lenore, Eugene, & Arnold, 2005)

- **Solidos totales disueltos**: El método Standard Methods 2540 es un procedimiento estándar utilizado para la determinación de sólidos totales disueltos (STD) y sólidos suspendidos

totales (SST) en muestras de agua. Este método implica la evaporación controlada de una muestra de agua para eliminar el agua y dejar los sólidos, que luego se pesan para determinar su concentración en la muestra original. (Andrew, Lenore, Eugene, & Arnold, 2005)

- **Coliformes fecales**: El método Standard Methods 9221, es utilizado para la determinación de coliformes totales y Escherichia coli (E. coli) en muestras de agua. Este método implica el uso de medios de cultivo selectivos, la incubación, y luego se observa la presencia de colonias características de coliformes y E. coli. Los resultados se interpretan para determinar la presencia o ausencia de estos microorganismos en la muestra de agua, lo que proporciona información sobre su calidad microbiológica y la posible contaminación fecal. (Andrew, Lenore, Eugene, & Arnold, 2005)

Tabla 6

Parámetros del índice de calidad de agua ICA

Parámetro	**Unidad**	**Método para la determinación**
Temperatura	°C	SM 2550 B
pH	U de pH	SM 4500 – H B
Turbidez	NTU	SM 2130 B
DBO_5	mg /l	SM 5210 – B
Nitratos	mg /l	SM 4500 – NO3 – Emod
Fosfatos	mg /l	SM 4500 – P – E
Oxígeno disuelto	mg /l	SM 4500-O-G mod
Solidos totales disueltos	ppm	SM 2540
Coliformes fecales	NMP	SM 9221

Modificado de: (Andrew, Lenore, Eugene, & Arnold, 2005).

Tabla 7

Clasificación general de la calidad de agua propuesto por Brown

Calidad de agua	Valor
Excelente	91 a 100
Buena	71 a 90
Regular	51 a 70
Mala	26 a 50

Nota: El Índice de Calidad del Agua (ICA) establece un valor máximo ideal de 100 para condiciones óptimas, el cual decrece conforme aumenta la contaminación en el cuerpo de agua analizado. Después del cálculo, se emplea una tabla para clasificar la calidad del agua de forma general, basándose en el ICA obtenido. (Water Quality Index, 1970)

- **4.4.6.1 Fórmula para la estimación del índice de calidad de agua ICA**

Según Water Quality Index, (1970), nos plantea la formula para la determinacion del valor ICA

$\mathbf{ICA_a} = \sum_{i=1}^{9} \quad (Subi * Wi)$

Wi: Peso relativo asignado a cada parámetro (Sub_i) y ponderados entre 0 y, de tal forma que la sumatoria sea igual a uno.

Sub_i: Subíndice del parámetro i.

Tabla 8

Pesos ponderados para cálculo ICA

Parámetro	Unidad	Wi ICA
Temperatura	°C	0.10 %
pH	U de pH	0.12 %

Turbidez	NTU	0.08 %
DBO^5	mg /l	0.10 %
Nitratos	mg /l	0.10 %
Fosfatos	mg /l	0.10 %
Oxígeno disuelto	mg /l	0.17 %
Solidos totales disueltos	ppm	0.08 %
Coliformes fecales	NMP	0.15 %

Modificado de: (Water Quality Index, 1970).

4.4.7 Diseño del Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental permite la identificación de hallazgos en el estudio de la línea de base, análisis de calidad del agua e identificación de impactos en varias actividades que se generan dentro de la concesión minera número 491194 este plan se desarrolló acuerdo a las necesidades en las instalaciones del proceso minero y lugar de trabajo con la guía de las leyes ambientales del Ecuador, las leyes locales, las normas y políticas de seguridad, salud y protección del medio ambiente que deben estar integradas en las instalaciones , para lo cual se escoge planes y programas de acuerdo a lo que se requiera implementar en la minera y que se desarrollaran con el fin de que las actividades sean más sostenibles para el medio ambiente.

El diseño de cada PMA se estableció conforme a las actividades, teniendo el siguiente esquema:

- Título del Plan de Manejo Ambiental
- Programa del Plan de Manejo Ambiental
- Objetivos del plan
- Lugar de aplicación
- Medidas Propuestas o acciones propuestas
- Indicadores
- Medio de Verificación
- Responsables

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Levantamiento y delimitación de la línea base en el área de extracción de material pétreo.

El diagnóstico ambiental detalla minuciosamente las condiciones actuales del entorno o zona en estudio, proporcionando información fundamental sobre cómo los elementos ambientales afectan el proceso de extracción de materiales áridos y pétreos llevado a cabo por la concesión minera número "491194". Se analizan en detalle los aspectos físicos, bióticos y abióticos a través de observaciones directas y análisis de los factores ambientales. (Chiliquinga, 2016)

El proceso comienza con la delimitación de las áreas de influencia directa e indirecta, que abarcan el espacio físico donde se ubica la maquinaria y donde se realizan las distintas etapas de extracción, transporte, trituración, almacenamiento y disposición final de los materiales. Por consiguiente, la información recopilada ofrece una exploración cualitativa de aspectos como los flujos de procesos, la identificación de materiales y el cumplimiento de los requisitos legales. (Chiliquinga, 2016)

Coordenadas UTM del área de estudio

Tabla 9

Puntos de muestreo de agua con unidades UTM

Puntos de muestreo de agua con unidades UTM		
Puntos	Latitud	Longitud
1	832240	51255
2	832944	51325
3	832061	51958
4	832019	52257

Descripción de la concesión minera 491194

Dirección: Panamericana Norte 142 Km – Sector el Ramal de Ambuquí

Actividad minera: Extracción de material pétreo destinado para actividades de construcción.

Extensión: 12 hectáreas.

Levantamiento de información

A continuación, se detallará el levantamiento de información dentro de la concesión minera, situada en la quebrada Ambuquí, cantón Ibarra.

Personal que labora en la concesión minera

- Operador de cargadora frontal
- Chofer de volqueta
- Operador de máquina de trituradora
- Administrador
- Gerente

Tabla 10

Detalle de equipos y maquinaria pesada

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	TIPO	MODELO	AÑO	CAPACIDAD
1	Cargadora frontal	Hidráulica	Changlin ZL50H	2011	3 m3
1	Trituradora	Trituradoras mandíbulas	x	x	24 m3
1	Zaranda				
1	Volqueta	Transmisión	Ford	1990	8 m3

- **Equipos de protección personal para trabajadores**

La seguridad laboral en la concesión minera no se ajusta a los requisitos legales, ya que el personal únicamente utiliza botas con punta de acero y overoles, sin emplear otros equipos necesarios para proteger a los trabajadores en entornos laborales con riesgos para su salud y seguridad. Según la Ley de Minería (2004) nos informa que es fundamental el uso adecuado de los implementos para prevenir accidentes, lesiones y enfermedades laborales. Algunos de los equipos más comúnmente utilizados incluyen: casco, guantes, gafas, tapones auditivos, mascarillas, chalecos reflectivos, por lo cual se planteó un programa de salud ocupacional y seguridad industrial (tabla 21) para la concesión minera.

- **Señalética informativa**

Existen regulaciones y normativas que exigen ciertos tipos de señalización en entornos mineros para lo cual esta empresa necesita cumplir con estas normas ya que es crucial para evitar sanciones y para garantizar un entorno de trabajo seguro y legalmente conforme. Según la Ley de Minería (2004) deben realizarse rótulos informativos y uso de equipos de seguridad como: oficina**,** bodega, extintor**,** basureros, por lo cual se planteó un programa de salud ocupacional y seguridad industrial (tabla 21) para la concesión minera.

Descripción de las actividades de la Concesión

El sistema de explotación que se desarrolla en la cantera es a cielo abierto son las siguientes fases:

- Fase de extracción
- Fase de trituración
- Fase de distribución

- **Actividades que se desarrollan en la Fase de Extracción**

Las actividades comienzan trasladando a la cargadora frontal y a la volqueta a la quebrada donde se realiza la extracción con una excavación de material pétreo como piedra o lastre para ser

acumulado a continuación cargar a una volqueta de 8 metros cúbicos para ser trasladado al lugar de trituración o almacenamiento de acuerdo a lo que se requiera y proceden a descargar el material en el lugar adecuado, esta actividad de la volqueta es alrededor de 10 a 15 viajes, alrededor de 120 metros cúbicos diarios. (Badillo y Rodiguez, 2005).

- **Actividades que se desarrollan en la Fase de Trituración**

Durante el proceso de trituración, el material almacenado o transportado a la trituradora es sometido a un fraccionamiento en el cono de la máquina, que dura entre 20 y 30 minutos, para luego separar los diferentes componentes como arena, ripio, piedra y polvo. Estos materiales se almacenan y se venden como material pétreo para construcción. (Badillo y Rodiguez, 2005).

- **Actividades que se desarrollan en la Fase de Distribución**

En este lugar, se lleva a cabo la venta de material pétreo, donde la volqueta que llega a adquirirlo debe estacionarse en el área designada y cargar la cantidad necesaria de material. (Badillo y Rodiguez, 2005).

Cada día se comercializan alrededor de 80 a 100 metros cúbicos de diversos materiales, lo que suma un total de 2.200 metros cúbicos al mes y 26.400 metros cúbicos al año. Estos materiales, que incluyen ripio, polvo, arena y piedra, son comúnmente empleados en la construcción de viviendas y carreteras.

5.2 Matriz de evaluación de impactos generados en la explotación de materiales pétreos.

Esta evaluación realizada por una matriz nos permite la toma de decisiones de los eventuales efectos negativos derivados de la extracción de materiales pétreos y poder elaborar estrategias para reducir su impacto. Asimismo, permite detectar oportunidades para potenciar los beneficios sociales y económicos de esta actividad.

Tabla 11

Matriz de impactos ambientales con referencia de matriz de Leopold

COMPONENTE AMBIENTAL	FASES		
	EXTRACCION	TRITURACION	DISTRIBUCION
Polvo	3	4	5
Smog	2	4	5
Calidad del aire	2	4	5
Nivel sonoro	1	3	3
Contaminación	5	0	0
Calidad de agua	4	0	0
Erosión	0	1	1
Degradación	2	2	2
TOTAL	19	18	21

Nota: Según la fase de distribución de material pétreo, se han logrado identificar varios impactos ambientales negativos como: la generación de polvo y smog. Afectando la calidad del aire con una alta calificación, si no se gestionan adecuadamente.

Sin embargo, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, (2019) como medidas de implementación de prácticas de transporte más sostenibles y medidas de mitigación ambiental, sugiere el uso de carpas en volquetas para cubrir los materiales pétreos y riego periódico con agua para evitar la contaminación ambiental.

5.3 Estudio de calidad de agua

Se presentan los resultados de la calidad del agua de la quebrada de la que se extraen áridos y pétreos con una agrupación de los parámetros contaminantes más representativos, este análisis nos ayudó a identificar el deterioro o mantenimiento de la calidad en el cuerpo de agua.

Tabla 12

Promedio de los parámetros físico, químicos y microbiológicos en los 4 puntos de muestreo de la Quebrada Ambuquí

Parámetro	Unidad	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Criterio de calidad
Oxígeno disuelto	%	106.03	115.33	107.23	102.33	>80
Coliformes fecales	NMP/10mL	506	697.66	1303.33	1188.33	1000
pH	Unidades de pH	9.31	9.21	8.82	8.60	6.5-9
DBO_5	mg/L	72.6	99.06	52.43	56.26	20
Temperatura	°C	19.03	18.8	21.03	22.9	+3
Fosfatos	mg/L	2.84	3.20	2.99	3.76	
Nitratos	mg/L	0.41	0.44	0.52	0.41	13
Turbidez	NTU	109.41	124.43	111.16	65.04	100
Solidos totales disueltos	mg/L	116.46	88.23	89.46	143.9	1600

Nota: Los datos presentados en la tabla representan los promedios de cada punto de muestreo, los cuales comprenden cuatro puntos distintos, evaluados en función de nueve parámetros para su análisis. Estos datos son fundamentales para el cálculo del Índice de Calidad del Agua (ICA), como se detalla en la (tabla 13). No obstante, es evidente que algunos parámetros, como los coliformes fecales, el pH, la DBO_5 y la turbidez, exceden los límites permisibles establecidos para la calidad del agua. Tanto estos datos como aquellos que se encuentran dentro de los criterios aceptables serán objeto de análisis para determinar el índice de calidad del agua.

Tabla 13

Índice de calidad de agua ICA en cada punto

Parámetro	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Oxígeno disuelto	16,49	15,64	15,98	16,49
Coliformes fecales	4,35	3,9	2,4	2,55
Ph	4,8	3,84	7,2	7,32
DBO^5	0,2	0,2	0,2	0,2
Temperatura	0,9	0,9	0,9	0,9
Fosfatos	2,3	8,5	2,1	1,9
Nitratos	9,5	9	9,3	9,4
Turbidez	0,4	0,4	0,4	2,48
Solidos totales disueltos	6,96	6,8	6,8	6,4
ICA	45,9	49,18	45,28	47,64

Nota: Según Water Quality Index, (1970) establece un valor máximo ideal de 100 para condiciones óptimas, después del cálculo promedio por punto se obtiene cuatro calificaciones propuesto por Brown donde nos indica que el agua se encuentra en una categoría mala e indica que no cumplen con buenas condiciones.

Tabla 14

Determinación promedio del índice de Calidad de Agua ICA en el tamo estudiado

Parámetro	Unidad	Promedio	Sub_i	W_i	$Sub_i * W_i$
Oxígeno disuelto	mg/L	108,30	93,00	0,17	15,81
Coliformes fecales	NMP/10mL	923,83	24,00	0,15	3,6
pH	Unidades de pH	8,99	60,00	0,12	7,2
DBO_5	mg/L	70,09	2,00	0,1	0,2
Temperatura	°C	20,44	9,00	0,1	0,9
Fosfatos	mg/L	3,20	20,00	0,1	2
Nitratos	mg/L	0,45	99,00	0,1	9,9
Turbidez	NTU	102,51	18,00	0,08	1,44
Solidos totales disueltos	mg/L	109,51	83,00	0,08	6,64
				TOTAL	47,69

Nota: Según Water Quality Index, (1970) establece un valor máximo ideal de 100 para condiciones óptimas, después del cálculo se obtiene un valor de 47.69 por lo cual se entiende con referencia a la tabla de clasificación general de la calidad de agua propuesto por Brown que la calidad de agua es mala, no tiene buenas condiciones y las aguas con un "ICA" de categoría "Mala", no cumplen con los valores de la normativa del criterio de calidad de agua obtenidos en el lugar de extracción de pétreos y en estas condiciones se pueden solamente apoyar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación, estos valores tiene una variación con el punto inicial donde se toma la muestra sin ningún tipo de influencia por la extracción, sin embargo el punto inicial y los siguiente puntos se han determinado como un problema de contaminación ya que desde el inicio tienen un rango de condición "Mala".

5.4 Diseño del Plan de Manejo Ambiental de la Concesión Minera 491194

Introducción

Como parte del estudio se llevó a cabo un plan de manejo ambiental que contiene información detallada necesaria para evitar impactos ambientales negativos, con medidas preventivas y de control frente a la contaminación generada por diversos procesos de extracción y trituración en la concesión minera 491194, Ubicado en Ambuquí del Cantón Ibarra.

Objetivo

Objetivo General

- Desarrollar una propuesta de Plan de manejo ambiental para los impactos que se generan en la concesión minera 491194.

Objetivos Específicos

- Identificar los impactos ambientales mediante la matriz de impactos.
- Establecer medidas de acción para prevenir o mitigar los impactos generados por la actividad minera.

Acciones

- Reducción de los impactos negativos en todos los componentes ambientales derivados de estas actividades mineras.
- Proporcionar conocimientos a los trabajadores sobre el manejo de residuos sólidos, señalización, uso de equipos para la eliminación de residuos, manejo de combustibles, protección y seguridad personal.
- Determinar las instalaciones adecuadas como separación, almacenamiento, recolección y manejo para los residuos generados y utilizados en la mina.

5.4.1 Desarrollo de Plan de Manejo Ambiental

Nuestro objetivo es establecer un conjunto de directrices y métodos de trabajo de manera que las acciones ambientales propuestas puedan llevarse a cabo.

Plan de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales Negativos.

Tabla 15

Programa de calidad de agua

Plan de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales Negativos					
Nombre del programa	**Objetivo**	**Acciones propuestas**	**Indicadores**	**Medio de verificación**	**Responsable**
Programa de calidad de agua	Mitigar el impacto de contaminación del agua en la quebrada donde se realiza la extracción de material pétreo.	Generación de registro de metro cubico extraído diariamente en la quebrada.	Registro diario o semanal	Registro	Administración
		Evitar el derrame o fuga de combustibles y aceites de las cargadoras y volquetas al momento de extraer y cargar el material.	Mantenimiento de maquinaria	Ficha de mantenimiento de la maquina cada mes	Administración
		Instalar contenedores para el desecho de residuos la quebrada aledaña	Capacitación de manejo de residuos	Lista de asistencia a capacitaciones	Administración
		Capacitaciones en el buen manejo de residuos sólidos y líquidos generados en la mina para no ser desechados en la fuente de agua.	Cumplir con las capacitaciones o charlas en un cierto tiempo	Lista de asistencia a capacitaciones	Administración

Tabla 16

Programa de calidad del suelo

Plan de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales Negativos					
Nombre del programa	**Objetivo**	**Acciones propuestas**	**Indicadores**	**Medio de verificación**	**Responsable**
Programa de calidad de suelo	Prevenir el impacto de contaminación del suelo y la destrucción de lomas	Manejo adecuado de combustibles y aceites de las cargadoras y volquetas.	Lugares adecuados para la disposición de combustibles y aceites.	Bodega	Administración
		Instalación de contenedores o bodegas para la disposición de aceite quemado o envases de implementos para la maquinaria, para entregar a los gestores ambientales.	Implementación de un lugar de contenedores adecuados	Fotografías	Administración
		Planificación de la extracción de material pétreo de forma técnica o con normativas correspondientes.	Delimitar zonas de extracción	Fotografías	Administración

Tabla 17

Programa calidad del aire

Plan de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales Negativos					
Nombre del programa	**Objetivo**	**Acciones propuestas**	**Indicadores**	**Medio de verificación**	**Responsable**
Programa de calidad del aire	Prevenir o mitigar el impacto que genera la extracción de material pétreo como el polvo y smog.	Adquirir llovederas de agua en las zonas de extracción, almacenamiento y trituración del material.	Reducción de polvo.	Registro de horas	Administración
		Mantenimiento de cargadoras y volquetas para evitar el smog.	Mantenimiento mensual	Ficha de mantenimiento	Administración
		Colocación de carpas en todas las volquetas que salgan cargadas de material pétreo.	Evitar derrame de material en la vía	Registro de firma	Administración

Tabla 18

Programa de reducción ruido

Plan de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales Negativos					
Nombre del programa	**Objetivo**	**Acciones propuestas**	**Indicadores**	**Medio de verificación**	**Responsable**
Programa de reducción de ruido	Mitigar el impacto de ruido generado por la extracción y trituración de material pétreo	Monitoreo de ruido y cumplimiento de límites permisibles de acuerdo a las normas establecidas	Cumplimiento de normas vigentes	Registro de monitoreo mensualmente	Administración
		Uso adecuado de tapones auditivos todos los trabajadores de cargadora, volqueta y trituradora.	Entrega de tapones auditivos	Lista de entrega de tapones auditivos	Administración

Tabla 19

Programa de manejo y disposición de desechos solidos

Plan de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales Negativos					
Nombre del programa	**Objetivo**	**Acciones propuestas**	**Indicadores**	**Medio de verificación**	**Responsable**
Programa de manejo y disposición de desechos solidos	Prevenir el impacto generado por residuos sólidos en la concesión minera	Implementación de una bodega de almacenamiento para residuos comunes e industriales y aceites usados etc.	Separación de residuos	Fotografías	Administración
		Almacenamiento de chatarra y piezas metálicas que son retiradas de las maquinas deberán ser recolectadas y almacenadas en un área específica que tenga señalización y permanecer cubierta.	Área adecuada para materiales metálicos	Señalética	Administración

Tabla 20

Programa de manejo de combustibles

Plan de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales Negativos					
Nombre del programa	**Objetivo**	**Acciones propuestas**	**Indicadores**	**Medio de verificación**	**Responsable**
Programa de manejo de combustibles	Prevenir el impacto generado por combustibles que son generados en la concesión minera.	Readecuación la bodega para almacenar combustibles.	Área de almacenamiento con señalética	Fotografías	Administración
		Uso de implementos adecuados para la carga de combustible (embudo o manguera) para así evitar el derrame de combustible	Capacitaciones a trabajadores y personal de administración	Registro de asistencia	Administración
		Implementación de área de emergencia (duchas)	Capacitaciones a trabajadores y personal de administración	Registro de asistencia	Administración

Tabla 21

Programa de salud ocupacional y seguridad industrial

Plan de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales Negativos					
Nombre del programa	**Objetivo**	**Acciones propuestas**	**Indicadores**	**Medio de verificación**	**Responsable**
Programa de salud ocupacional y seguridad industrial	Reforzar la salud y la seguridad de cada uno de los trabajadores y personal administrativo	Uso obligatorio de protección personal: ● Casco ● Guantes ● Zapatos o botas con punta de acero ● Gafas ● Tapones auditivos ● Chaleco reflectivo ● Mascarilla	Registro diario del uso de protección personal	Registro	Administración
		Realización de señalética: ● Señalética de información en cada uno de los procesos de extracción. ● Señalética de prohibición para evitar accidentes. ● Señalética de advertencia de zonas de riesgo.	Señalética con los respectivos colores de acuerdo a lo mencionado	Registro o fotografías	Administración
		Capacitación en normas de seguridad industrial para el buen manejo de	Capacitaciones a trabajadores y	Registro de asistencia	Administración

		protección personal e información de las señaléticas implementadas	personal de administración		

Nota: El plan de manejo ambiental establece un total de siete planes de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales, destinados a elimin

los impactos negativos que pueden originar la construcción y operación del proyecto, este plan de manejo ambiental tiene un plazo de ejecución de 6 m

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- La línea base establecida nos proporciona la obtención de un punto de partida crucial para la planificación y ejecución de nuestros objetivos. Sin embargo, la evaluación inicial detallada de las condiciones de seguridad y salud en el lugar de trabajo, permite identificar áreas de riesgo y establecer medidas preventivas adecuadas. La falta de Equipos de Protección Personal y señalética adecuada representa un riesgo significativo para la seguridad de los trabajadores, así mismo nos permitió analizar la calidad de agua de la quebrada para identificar como incide con la extracción de áridos y pétreos. Por lo tanto, la información recopilada a través del levantamiento de la línea base es esencial para implementar medidas preventivas efectivas y garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable, así también mejorar ciertas afectaciones ambientales en el recurso agua.

- La obtención de un valor de ICA 47.69 de acuerdo a los análisis realizados en la investigación nos permite obtener una visión integral de la calidad del agua de la quebrada Ambuquí, con el análisis se determinó que no tiene buenas condiciones y las aguas con un "ICA" de categoría "Mala", en esas condiciones solo se puede evidenciar una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación, la necesidad de las acciones para proteger y restaurar su capacidad para sostener la vida acuática y mantener los ecosistemas saludables por influencia de la extracción de material pétreo en la quebrada.

- Para mitigar los impactos ambientales derivados de la explotación de materiales áridos y pétreos, se ha desarrollado un plan de manejo ambiental integral. Este plan incluye siete programas específicos de Prevención, Control y Mitigación de Impactos Ambientales. Se destaca la urgencia de priorizar la ejecución del programa de Calidad de Agua, dado su papel crucial en la reducción de los efectos negativos sobre el entorno. Al enfocarnos en este programa, podemos tomar medidas concretas para minimizar el impacto ambiental y garantizar una gestión más sostenible de los recursos naturales involucrados en la actividad extractiva.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

- Se propone continuar con los monitoreos de manera semestral y expandir la red de puntos de monitoreo a lo largo de la zona alta de la quebrada, donde se llevan a cabo más actividades de extracción. Esto permitirá obtener una visión más completa del estado de la calidad del agua en esa área.

- Se sugiere revisar detalladamente los permisos o licencias ambientales necesarios para garantizar el funcionamiento adecuado de la empresa.

- Es fundamental evaluar el impacto que los residuos sólidos tienen en la quebrada, como se evidenció en el estudio, para tomar medidas correctivas si es necesario

- Implementar las acciones que requieren los resultados de este estudio y el plan de manejo resultante, utilizándolos como guía para mejorar las prácticas ambientales en las empresas dedicadas a la extracción en la zona.

CAPÍTULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, A., & Ravelo , A. (2014). *Sobreexplotación de arenas y gravas afecta la disponibilidad de agua.* Mexico.

Andrade, & Talbot. (2018). *Influencia de la construcción de la Represa en la Protección Hidrológica de la Microcuenca Río Grande.*

Andrew, D., Lenore, S., Eugene, W., & Arnold, E. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* New York: American Public Health Association.

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2021). *Catastro minero nacional.*

Badillo, J, & Rodiguez, R. (2005). *Mecanica de suleos.* Mexico: Limusa.

Candeias, Ávila, Coelho, & Teixeira. (2019). *Mining activities: Health impacts.*

Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos. (2022). *Centro Ecuatoriano de Eficiencia de Recursos.*

Chiliquinga, J. A. (2016). *Evaluacion del impacto ambiental de la extraccion de material petreo.* Loja: Universidad Nacional Loja

Conesa, V. (1993). *Auditorías Medioambientales, guia metodológica* . España: Mundi-Prensa.

Consejo Ambiental Regional. (2008). *Plan Estratégico Ambiental Regional.*

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Capítulo segundo Naturaleza y Recursos Naturales.* Ecuador

Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal de San Miguel de Ibarra. (2015). *Ordenanza para regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos que se encuentran en los lechos de los ríos, lagos y canteras existentes en la jurisdicción del Cantón San Miguel de Ibarra.*

Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal San Miguel de Ibarra. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del canton Ibarra.* Ibarra.

Galliski. (2011). *Contaminación por Explotaciones Mineras.*

Gobierno Autónomo Descentralizado Distrito Quito. (2022). *otorgaramiento del Titulo Minero para la Explotación de materiales áridos y pétreos.* Quito.

Haberer. (2015). *Guía de Manejo Ambiental para Minería No Metálica.*

Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B., & Balsley, J. (1971). *procedure for evaluating environmental impact.* Washington: D.C.

Ley de aguas. (2004). *Titulo ll de la conservación y contaminación de las aguas.* Ecuador.

Ley de Gestión Ambiental . (2004). *Capítulo ll de la evaluación de impacto ambiental y del control del ambiente.* Ecuador.

Ley de Minería. (2004). *Reglamento de Seguridad Minera.* Ecuador: Lexis.

Ley Minera Ecuador. (2009). *Capítulo Vl libre aprovechamiento de materiales de construccion para obra pública.* Ecuador.

Medianero, D. (2011). *Metodología de estudios de línea base. Pensamiento crítico.* Lima, Perú.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2019). *Estudio de Impacto Ambiental.* Pelileo.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2169:2013. (2013). *Agua, calidad de agua, muestreo, manejo y conservación de muestras.* Quito, Ecuador.

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2176. (2013). *Agua, calidad del agua, muestreo y técnicas de muestreo.* Quito, Ecuador.

Ofosu, Dittmann, Sarpong, & Botchie. (2020). *Socio-economic and environmental implications of Artisanal and Small-scale Mining (ASM) on agriculture and livelihoods.*

Parra. (2009). *La responsabilidad ambiental de las empresas mineras conforme a la Legislación del Ecuador.* Cuenca.

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Ambuquí. (2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Ambuqui.* Ambuqui.

Plan desarrollo y ordenamiento territorial Ibarra. (2031). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.*

Reina. (2013). *Diagnóstico Ambiental de la actividad minera de materiales pétreos en las canteras del sector de Calderón, Provincia de Pichincha.* Quito, Ecuador.

Texto Unificado de Legislacion Secundaria de Medio Ambiente. (2017). *TULSMA.* Quito.

Toapanta, & Yanchaluisa. (2021). *Proceso de explotacion de material petreo.*

Unión Internacional para la Conservacion de la Naturaleza. (2009). *Guia de gestion ambiental para mineria no metalica.*

Unión Internacional para la Conservacion de la Naturaleza. (2020). *Guía de gestión ambiental para minería no metálica.*

Uribe. (2015). *Investigaciones de materias primas y minerales.*

Valbuena, & Céspedes. (2017). *Estudio y análisis geotécnico de procesos erosivos en el tramo del río Magdalena en el sector de Fortalecillas.*

Velasco. (2015). *Contaminantes generados en la exploración y explotación minera, métodos de análisis y sus efectos ambientales.* Quito.

Velrub. (2014). *Consultora Minera Ambiental.* Rumiloma.

Water Quality Index. (1970). *El Índice de calidad de agua propuesto por Brown.* EE.UU.

ANEXOS

Tabla 22

Datos obtenidos en cada salida

PRIMERA SALIDA 22-09-2022									
Punto	Oxígeno disuelto	Coliformes fecales	pH	DBO_5	Temperatura	Fosfatos	Nitratos	Turbidez	Solidos totales
1	105,9	943	9,7	174,6	14,1	0,48	0,15	13,3	111,7
2	113,5	460	9,43	78,6	20,4	7,64	1,17	287	62,5
3	126,6	690	8,5	44	21,9	1,49	0	73	90,5
4	115,33	697,67	9,21	99,07	18,80	3,20	0,44	124,43	88,23
SEGUNDA SALIDA 22-10-2022									
1	106,4	1334	8,95	10,9	16,2	0,7	0,16	10,2	20,8
2	101,4	736	9,21	95,8	25	5,45	1,42	278	76,6
3	113,9	1840	8,32	50,6	21,9	2,83	0	45,3	171
4	107,23	1303,33	8,83	52,43	21,03	2,99	0,53	111,17	89,47
TERCERA SALIDA 22-11-2022									
1	89,6	1104	8,83	14,6	25,1	0,64	0,19	12,13	105,4
2	102	851	9,06	91,2	22,8	7,1	1,05	129	111,3
3	115,4	1610	7,93	63	20,8	3,55	0	54	215
4	102,33	1188,33	8,61	56,27	22,90	3,76	0,41	65,04	143,90

Anexo 2

Recolección de agua y toma de datos en campo.





Anexo 3

Lugar de extracción de material pétreo





Anexo 4

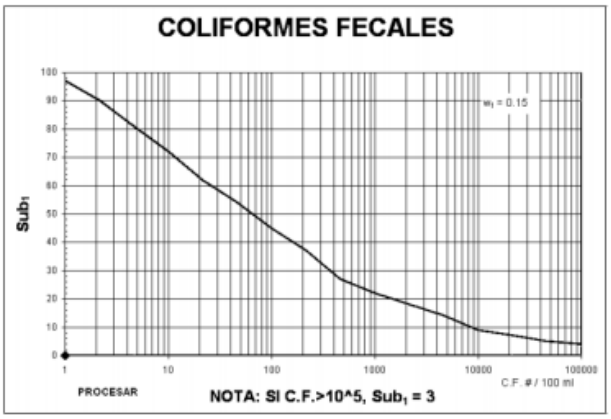
Muestras de agua en laboratorio

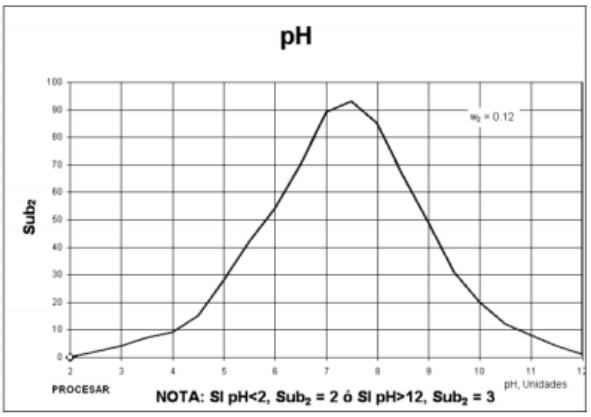




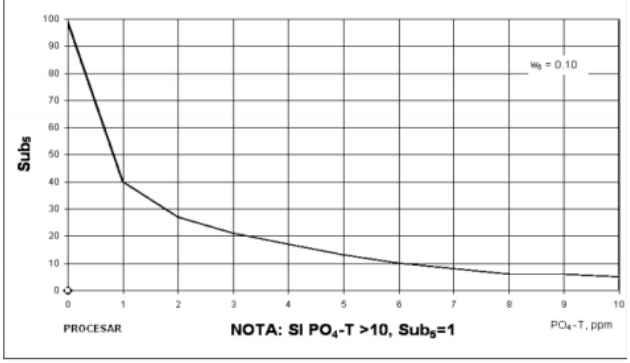
Anexo 5

Subíndices para calcular ICA



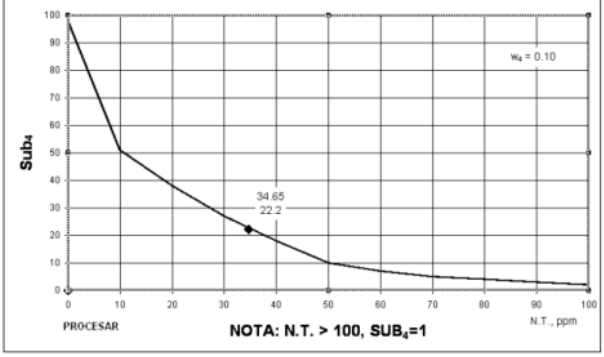


FOSFATOS



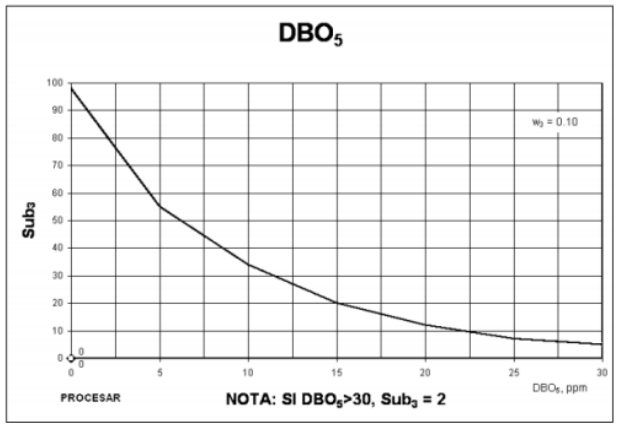
NOTA: SI PO_4-T >10, Sub_5=1

NITRATOS



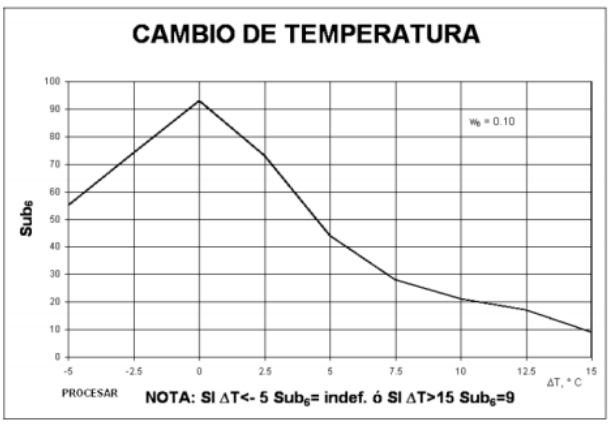
NOTA: N.T. > 100, SUB_4=1

DBO_5



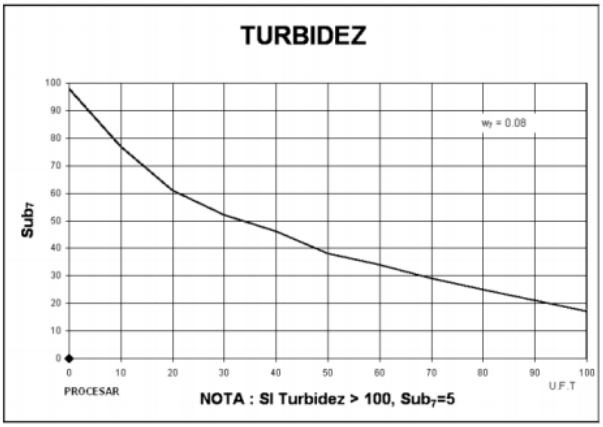
NOTA: SI DBO_5>30, Sub_3 = 2

CAMBIO DE TEMPERATURA



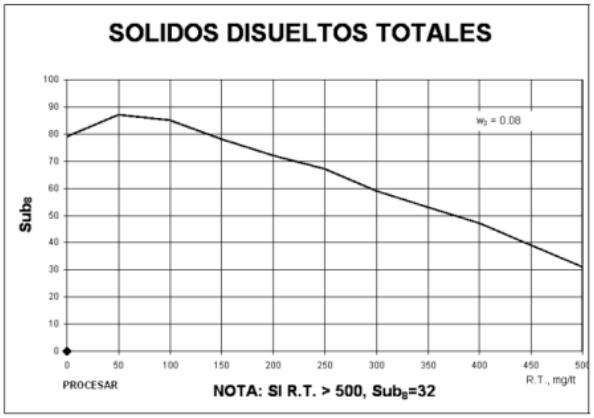
NOTA: SI ΔT<- 5 Sub_6= indef. ó SI ΔT>15 Sub_6=9

TURBIDEZ

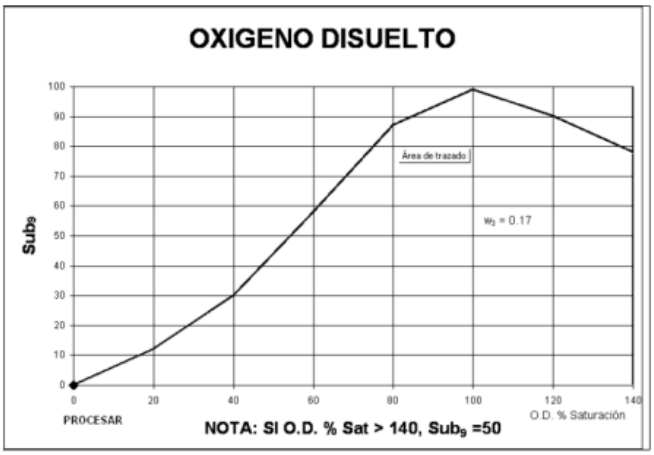


NOTA : SI Turbidez > 100, Sub_7=5

SOLIDOS DISUELTOS TOTALES



NOTA: SI R.T. > 500, Sub_8=32



Anexo 6

Reglamento Ley Minera

- Según los Reglamentos- Mineros-**RO-(SP) No-67-16Nov-2009** Se menciona lo siguiente:

Art. 48.- Explotación de materiales de construcción para obra pública. -Las entidades e instituciones del Estado, directamente o por intermedio de sus contratistas, podrán aprovechar los materiales de construcción para obra pública en áreas libres, concesionadas y aquellas autorizadas por los gobiernos municipales.

Art. 49.- Autorización. - El Ministerio Sectorial podrá autorizar, mediante resolución, el libre aprovechamiento temporal de materiales de construcción para obras públicas, contando con el informe catastral y técnico emitido por la Agencia de Regulación y Control Minero. En la misma resolución se establecerá: la denominación de la entidad o institución, nombres y apellidos o razón social de la contratista, en caso de haberlo, sus obligaciones y responsabilidades conforme a lo prescrito en el artículo 144 de la Ley de Minería; el plazo de duración del libre aprovechamiento, la obra pública a la que se destinarán los materiales, el lugar donde se emplearán los materiales y los volúmenes, hectáreas y coordenadas UTM y cuando no fuere posible establecer el área bajo estos parámetros, se estará a las disposiciones del instructivo técnico expedido por el Ministerio Sectorial, respecto de los cuales se autoriza el libre aprovechamiento.

Anexo 7

Artículos de la Ley de Gestión Ambiental

Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

Art. 21.- Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

Art. 22.- Los sistemas de manejo ambiental en los contratos que requieran estudios de impacto ambiental y en las actividades para las que se hubiere otorgado licencia ambiental, podrán ser evaluados en cualquier momento, a solicitud del Ministerio del ramo o de las personas afectadas. La evaluación del cumplimiento de los planes de manejo ambiental aprobados se realizará mediante la auditoría ambiental, practicada por consultores previamente calificados por el Ministerio del ramo, a fin de establecer los correctivos que deban hacerse.

Anexo 8

Artículos de la Ley de aguas

- **Artículos de la contaminación de aguas para fines energéticos, industriales y mineros**.

En el Capítulo II de la Ley de aguas, (2004) se menciona el tema de la contaminación en el siguiente articulo:

Art. 22.- Prohíbase toda contaminación de las aguas que afecte al desarrollo de la flora o de la fauna. El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición. Se concede acción popular para denunciar los hechos que se relacionan con contaminación de agua.

En el Titulo VII de la Ley de aguas, (2004) se menciona el tema aguas para fines energéticos, industriales y mineros en el siguiente articulo:

Art. 42.- Se concederán derechos de aprovechamiento de aguas para la generación de energía destinada a actividades industriales y mineras, especialmente a las contempladas en el Plan General de Desarrollo del País. Las aguas destinadas a la generación de energía y trabajos mineros, deberán ser devueltas a un cauce público, obligándose el concesionario a tratarlas, si el Consejo Nacional de Recursos Hídricos lo estimare necesario.

Art.- 35 La autorización para la explotación minera de materiales áridos y pétreos se concreta en habilitación previa para desarrollar actividades de explotación, que no van a poder ejercerse sin el expreso consentimiento de la Administración Municipal por consiguiente un acto administrativo que se sustenta en la Constitución de la República del Ecuador, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, la Ley de Minería, y esta Ordenanza.

Art. 42.- **Derechos.-** El Gobierno Municipal a través de la Coordinación de Áridos y Pétreos, garantiza los derechos de los autorizados para realizar la explotación de materiales áridos y pétreos, en concordancia con los principios de la Ley de Minería, en cuanto concierne a los que emanen de las resoluciones de autorización y tratamiento de materiales áridos y pétreos, así como también a los relativos a las denuncias de internación, amparo administrativo, órdenes de abandono y desalojo, de las sanciones a invasores de áreas mineras y a la formulación de oposiciones y constitución de servidumbres.

Anexo 9

Ordenanza Municipal del Cantón San Miguel de Ibarra

Ordenanza para regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos que se encuentran en los lechos de los ríos, lagos y canteras existentes en la jurisdicción del Cantón San Miguel de Ibarra.

Art. 43.- **Obligaciones**.-El Gobierno Municipal velará que las actividades de explotación y tratamiento de materiales áridos y pétreos se desarrollen cumpliendo las disposiciones de las leyes pertinentes de conformidad a sus competencias y de la presente Ordenanza en lo que corresponda, en lo referente a obligaciones laborales, seguridad e higiene minero, prohibición de trabajo infantil, resarcimiento de daños y perjuicios, conservación y alteración de hitos demarcatorios, mantenimiento y acceso a registros, inspección de instalaciones, empleo de personal nacional, capacitación de personal, apoyo al empleo local y formación de técnicos y profesionales, plan de

manejo ambiental y auditorías ambientales, tratamiento de aguas, acumulación de residuos y prohibición de descargas de desechos, conservación de flora y fauna, manejo de desechos, protección del ecosistema, cierre de operaciones mineras, daños ambientales; información, participación, procesos de información, procesos de participación, procedimiento especial de consulta a los pueblos, denuncias de amenazas o daños sociales y regalías por la explotación de minerales; y, regulaciones especiales sobre la calidad de los materiales áridos y pétreos.

Art. 44.- **Duración de la Autorización**. - La autorización para la explotación y tratamiento de materiales áridos y pétreos a favor de quienes hayan cumplido las regulaciones prescritas en esta Ordenanza no será superior a cinco años, contados de la fecha de su registro.

Art. 45.- **Renovación de las autorizaciones**. - Las autorizaciones para la renovación de la explotación y tratamiento de materiales áridos y pétreos, serán autorizadas por el alcalde o alcaldesa o su delegado/a, podrán renovarse por periodos iguales a los de la primera autorización.

Art. 70.- **Control sobre la conservación de flora y fauna**. - La Dirección de Gestión Ambiental Municipal controlara que los estudios de impacto ambiental y los planes de manejo ambiental de la respectiva autorización para explotar áridos y pétreos, contengan información acerca de las especies de flora y fauna existentes en la zona, así como la obligación de realizar estudios de monitoreo y las respectivas medidas de mitigación de impactos en ellas.

Art. 71.- **Del seguimiento a las obras de protección**.- La Coordinación de Áridos y Pétreos y la Dirección de Obras Públicas Municipales será la encargada de verificar e informar al Alcalde sobre el cumplimiento en la ejecución de las obras de protección para evitar afectaciones, en caso de incumplimiento dará aviso al Alcalde o Alcaldesa, quien suspenderá la explotación hasta que se ejecuten las obras de protección Si se negare o no lo hiciere en el plazo previsto, se procederá a la ejecución de las obras por parte de la Municipalidad, las cuales serán cobradas con un recargo del 20% y se suspenderá definitivamente la autorización de la explotación de materiales pétreos.

Art. 72**.- Del control ambiental y seguridad Industrial**. La Dirección de Gestión Ambiental de la Municipalidad realizará el seguimiento y control permanente del cumplimiento de las actividades previstas en los estudios de impacto ambiental que hubieren sido aprobados. En caso de inobservancia se le requerirá por escrito al concesionario el cumplimiento de lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental, y en caso de incumplimiento se suspenderá la actividad minera hasta

que se cumpla con el referido Plan, caso contrario se revocarán los derechos, la autorización y la licencia ambiental.

Art. 93.- **De la obligatoriedad de regularizarse de los entes administrados**. - Toda actividad minera, ubicada en el Cantón San Miguel de Ibarra está en la obligación de regularizarse ambientalmente, ya sea mediante el registro o licencia ambiental, de conformidad con la normativa establecida por la Autoridad Ambiental Nacional. Si la explotación minera se refiere a un Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción otorgado a favor de este Municipio, la regularización ambiental será a través de la Autoridad Ambiental Nacional.