



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO AMBIENTAL DE LA EXPLOTACION DE MATERIALES
PETREOS EN LA CANTERA EL JOBO, CANTON ARENILLAS,
PROVINCIA EL ORO, PERIODO 2023

PADILLA ABADIE JOSE ELIAS
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO AMBIENTAL DE LA EXPLOTACION DE MATERIALES
PETREOS EN LA CANTERA EL JOBO, CANTON ARENILLAS,
PROVINCIA EL ORO, PERIODO 2023

PADILLA ABADIE JOSE ELIAS
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO TITULACIÓN
PROYECTO TÉCNICO

ESTUDIO AMBIENTAL DE LA EXPLOTACION DE MATERIALES PETREOS EN LA
CANTERA EL JOBO, CANTON ARENILLAS, PROVINCIA EL ORO, PERIODO 2023

PADILLA ABADIE JOSE ELIAS
INGENIERO CIVIL

CABRERA GORDILLO JORGE PAUL

MACHALA, 16 DE OCTUBRE DE 2023

MACHALA
2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	maecanar.files.wordpress.com	Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Universidad Técnica de Machala	Trabajo del estudiante	1%
3	Submitted to Consorcio CIXUG	Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.utmachala.edu.ec	Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC	Trabajo del estudiante	1%
6	maesantodomingo.files.wordpress.com	Fuente de Internet	<1%
7	archive.org	Fuente de Internet	<1%
8	www.asc-aqua.org	Fuente de Internet	<1%
9	congresocienciasambientales.org	Fuente de Internet	<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, PADILLA ABADIE JOSE ELIAS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ESTUDIO AMBIENTAL DE LA EXPLOTACION DE MATERIALES PETREOS EN LA CANTERA EL JOBO, CANTON ARENILLAS, PROVINCIA EL ORO, PERIODO 2023, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 16 de octubre de 2023



PADILLA ABADIE JOSE ELIAS
0706394533

DEDICATORIA

Con gran emoción y gratitud, dedico esta tesis a todos aquellos que han sido mi apoyo incondicional a lo largo de este arduo camino académico. Vuestras palabras de aliento, paciencia y comprensión han sido un faro luminoso en los momentos de dificultad y dudas.

Agradezco a mis padres por su amor y sacrificio, por ser mi inspiración y sostén en cada paso que he dado. Vuestra confianza en mí me ha impulsado a superar cada obstáculo y a perseverar en la búsqueda del conocimiento.

A mi familia, por su cariño y aliento constante, y por entender mis ausencias durante el tiempo dedicado a este proyecto académico. Vuestra presencia ha sido el motor de mi determinación y fortaleza.

A mis amigos, por su compañía y alegría compartida, por ser mi escape y respiro en los momentos de tensión. Vuestra amistad ha hecho que este viaje sea más ligero y significativo.

AGRADECIMIENTO

En este momento de culminación, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron y apoyaron en la realización de esta tesis. En primer lugar, agradezco a mis profesores y asesores, cuyos conocimientos y comentarios fueron fundamentales para el éxito de este trabajo. No puedo dejar de mencionar a mis amigos y familiares, quienes me brindaron su inquebrantable apoyo emocional y comprensión durante los momentos desafiantes. Además, quiero expresar mi gratitud a [nombre de la institución] por proporcionar los recursos y las facilidades necesarias para llevar a cabo esta investigación. Por último, pero no menos importante, agradezco a todas las personas que participaron como voluntarios en el estudio, su colaboración fue esencial para la obtención de los datos. A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento por ser parte de este camino académico y por hacer posible la culminación de esta tesis.

RESUMEN

El proyecto de estudio ambiental en la cantera El Jobo, ubicada en el Cantón Arenillas de la provincia de El Oro, tiene como objetivo principal analizar los impactos negativos y positivos de la explotación de materiales pétreos en el medio ambiente para proponer medidas de mitigación. Esta iniciativa se basa en la necesidad de evaluar de manera exhaustiva la situación actual de la cantera, comprender los tipos de materiales pétreos que se extraen en la cantera y los factores ambientales que influyen en los impactos generados por estas operaciones.

En la fase inicial del proyecto, se enfocó en determinar la viabilidad de soluciones alternativas. Para ello, se recopilaron datos relevantes que incluyen información sobre los tipos de materiales pétreos extraídos en la cantera. Además, se profundizó en el análisis de factores ambientales cruciales, como el ruido, la calidad del aire, la generación de polvo, el impacto en el agua, la biodiversidad, el estado del suelo granulométrico y las condiciones climáticas. Estos aspectos son esenciales para comprender la magnitud de los efectos ambientales y poder diseñar estrategias de mitigación efectivas.

En cuanto a la metodología empleada, se optó por un enfoque descriptivo, que permitió examinar detalladamente parámetros físicos, químicos y biológicos relacionados con la explotación de materiales pétreos en la cantera El Jobo. Además, se llevó a cabo una investigación bibliográfica exhaustiva para respaldar el estudio con información proveniente de fuentes confiables y orientación técnica. Esta investigación previa en la literatura científica contribuyó a una comprensión más profunda de los problemas ambientales asociados con la explotación de canteras.

La investigación de campo fue un componente esencial del proyecto, ya que permitió estudiar el fenómeno en su ambiente natural. Durante esta fase, se realizaron diversas actividades, como la toma de muestras de suelo, que se sometieron a un ensayo granulométrico en un laboratorio de la Universidad Técnica de Machala. Los datos obtenidos no solo se utilizaron para evaluar los posibles efectos en la calidad del suelo, sino que también proporcionaron información para comprender cómo las actividades de la cantera podrían estar afectando la estabilidad del suelo y la biodiversidad en la región. Estos datos sirvieron como base para el diseño de estrategias específicas de mitigación que abordan la conservación y restauración del suelo en áreas impactadas.

Además de los aspectos mencionados, el proyecto consideró otros elementos importantes, como la monitorización de niveles de ruido y calidad del aire en el área de la cantera, así como la evaluación de la biodiversidad local. Estos datos contribuyeron a una comprensión más completa de los impactos ambientales y ayudaron a definir las medidas de mitigación necesarias.

En resumen, el proyecto de estudio ambiental en la cantera El Jobo se basa en una metodología integral que combina la recopilación de datos, la investigación bibliográfica, el análisis de factores ambientales y la investigación de campo. Este enfoque proporciona una base sólida para identificar los impactos ambientales, tanto negativos como positivos, de la explotación de materiales pétreos y proponer medidas efectivas de mitigación. El objetivo final es lograr una explotación sostenible de la cantera que minimice su impacto en el medio ambiente y contribuya al desarrollo sostenible de la región.

Palabras clave: Extracción, Materiales pétreos, Estudio ambiental, Mitigación, Cantera.

ABSTRACT

In The environmental study project at the El Jobo quarry, located in the Arenillas Canton of the El Oro province, aims to analyze the negative and positive impacts of the extraction of stone materials on the environment and propose mitigation measures. This initiative is based on the need to comprehensively assess the current situation of the quarry, understand the types of stone materials being extracted, and the environmental factors influencing the impacts generated by these operations.

In the initial phase of the project, the focus was on determining the feasibility of alternative solutions. To do this, relevant data was collected, including information about the types of stone materials being extracted at the quarry. Furthermore, a deep analysis of crucial environmental factors such as noise, air quality, dust generation, water impact, biodiversity, granulometric soil conditions, and climatic conditions was conducted. These aspects are essential for understanding the magnitude of the environmental effects and designing effective mitigation strategies.

Regarding the methodology used, a descriptive approach was chosen, allowing for a detailed examination of physical, chemical, and biological parameters related to the extraction of stone materials at the El Jobo quarry. Additionally, an extensive bibliographic research was carried out to support the study with information from reliable sources and technical guidance. This prior research in the scientific literature contributed to a deeper understanding of the environmental issues associated with quarrying.

Field research was an essential component of the project, as it allowed the study of the phenomenon in its natural environment. During this phase, various activities were conducted, such as soil sampling, which underwent granulometric testing in a laboratory at the Technical University of Machala. The data obtained was not only used to assess potential effects on soil quality but also provided information to understand how quarry activities might be affecting soil stability and biodiversity in the region. This data served as the basis for the design of specific mitigation strategies addressing soil conservation and restoration in impacted areas.

In addition to the mentioned aspects, the project considered other important elements, such as monitoring noise levels and air quality in the quarry area, as well as evaluating local biodiversity. These data contributed to a more comprehensive understanding of environmental impacts and helped define the necessary mitigation measures.

In summary, the environmental study project at the El Jobo quarry is based on a comprehensive methodology that combines data collection, bibliographic research, analysis of environmental factors, and field research. This approach provides a solid foundation for identifying both negative and positive environmental impacts of stone material extraction and proposing effective mitigation measures. The ultimate goal is to achieve sustainable quarrying that minimizes its environmental impact and contributes to the sustainable development of the region.

Keywords: Extraction, Stone materials, Environmental study, Mitigation, Quarry.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	8
INDICE GENERAL.....	10
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	12
LISTA DE TABLAS.....	13
LISTA DE GRÁFICOS.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I.....	16
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	16
1.1. Contextualización y descripción del problema objeto de Intervención.....	16
1.2. Objetivo del proyecto técnico.....	16
1.2.1. Objetivo General.....	16
1.2.2. Objetivos Específicos.....	16
1.3. Justificación e importancia del proyecto técnico.....	17
CAPÍTULO II.....	18
2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION ADOPTADA.....	18
2.1. Estudios de ingeniería para la definición de alternativas técnicas de solución y sus escenarios.....	18
2.1.1. Materiales Pétreos.....	18
2.1.1.1. Definición.....	18
2.1.1.2. Importancia.....	18
2.1.1.3. Clasificación.....	19
2.1.1.4. Tipo de Materiales.....	19
2.1.1.5. Características.....	21
2.1.1.6. Ventajas y Desventajas de la explotación de materiales pétreos.....	21
2.1.2. Estudios de Impacto ambiental.....	22
2.1.2.1. Definición.....	22
2.1.2.2. Metodologías de Evaluación.....	22
2.1.2.3. Impacto ambiental en las canteras.....	23
2.1.2.4. Factores que influyen en el impacto ambiental.....	23
2.1.2.5. Medidas de Mitigación.....	24
2.1.3. Normativa Vigente.....	25
2.1.3.1. Constitución de la República del Ecuador.....	25
2.1.3.2. Ley de Gestión Ambiental.....	26
2.1.3.3. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.....	27
2.2 Prefactibilidad.....	27
2.3 Factibilidad.....	27
2.4 Identificación de la alternativa de solución viable para su diseño.....	27
CAPÍTULO III.....	28
3. DISEÑO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	28

3.1. Concepción del prototipo	28
3.2 Memoria Técnica.....	28
3.2.1 Datos actuales de la Cantera El Jobo	28
3.2.1.1 Localización Geográfica Y Política Administrativa	28
3.2.1.2 Infraestructura y la maquinaria existente en el Área.....	30
3.2.2 Materiales Pétreos extraídos en la cantera el Jobo.....	31
3.2.3 Factores que Influyen en el Impacto Ambiental.	34
3.2.3.1 Clima y calidad del aire	34
3.2.3.1.1 Precipitación	35
3.2.3.1.2 Viento.....	37
3.2.3.1.3 Temperatura	37
3.2.3.1.4 Ruido.....	38
3.2.3.2 SUELO.....	39
3.2.3.2.1 Geomorfología del suelo.....	39
3.2.3.2.2 Factores físicos del suelo	41
3.2.3.3 Geología.....	42
3.2.3.3 Agua Superficial	43
3.2.3.4 Flora y fauna	44
3.2.3.5 MEDIO SOCIO-ECONOMICO.....	45
3.2.3.5.1 Empleo	45
3.2.3.5.2 Economía Provincial.....	46
3.2.3.5.3 Paisaje	46
3.2.4 Matriz de Leopold Impacto ambiental de la cantera El Jobo.....	49
3.2.5 Planes de Mitigación.....	51
3.2.5.1 Medidas para el Clima	51
3.2.5.2 Medidas para la calidad del aire.....	52
3.2.5.3 Medidas para el Suelo.....	53
3.2.5.4 Medidas para el Agua	53
3.2.5.5 Medidas para el Medio Biótico.....	54
3.2.5.6 Medidas para el Paisaje.....	54
3.3 Presupuesto.....	55
3.4 Programación de Obras	57
CAPITULO IV.....	58
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	58
4.1. Conclusiones	58
4.2. Recomendaciones.....	58
BIBLIOGRAFÍA.....	59
ANEXOS.....	63
Anexo 1. Memorias fotográficas en campo	63
Anexo 2. Memoria fotográfica en Laboratorio	64
Anexo 3. Plano San Vicente El Jobo.....	67

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización de la Cantera el Jobo, cantón Arenillas. Fuente Google Earth. .	16
Ilustración 2. Ubicación del área de libre. Fuente: Google Earth.....	29
Ilustración 3. Infraestructura y Maquinaria de la cantera El Jobo. Elaboración: Propia.	30
Ilustración 4. Accesos a la cantera. Elaboración: Propia.	31
Ilustración 5. Arcilla. Elaboración: Propia	31
Ilustración 6. Caliza. Elaboración: Propia	32
Ilustración 7. Rocas Ígneas Extrusivas. Elaboración: Propia.	32
Ilustración 8. Relleno fino. Elaboración: Propia.....	33
Ilustración 9. Cascajo Azul. Elaboración: Propia	33
Ilustración 10. Rocas en etapa de formación. Elaboración: Propia.	34
Ilustración 11. Escollera o roca grande. Elaboración: Propia.....	34
Ilustración 12. Elevaciones y Ondulaciones. Elaboración: Propia	39
Ilustración 13. Lomas y Cuestas. Elaboración: Propia.	40
Ilustración 14. Estanque de Extracción en Depresiones. Elaboración: Propia	40
Ilustración 15. Formaciones rocosas en capas geológicas. Elaboración: Propia.	41
Ilustración 16. Suelo de la Cantera el Jobo. Elaboración: Propia.	41
Ilustración 17. Flora en el sitio y alrededores a la Cantera. Elaboración: Propia	44
Ilustración 18. Flora y Fauna. Elaboración: Propia.	45
Ilustración 19. Paisaje. Elaboración: Propia.	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas y delimitación del área de libre. [37].....	29
Tabla 2. Estación meteorológica	35
Tabla 3. Precipitaciones periodo 2004 - 2021	35
Tabla 4. Predominación del viento.....	37
Tabla 5. Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo. [38]	38
Tabla 6. Caracterización Litológica del Cantón Arenillas.	42
Tabla 7. Calidad del paisaje	47
Tabla 8. Valoración del paisaje.	48
Tabla 9. Valoración y Cuantificación del paisaje.....	48
Tabla 10. Matriz de Leopold	49
Tabla 11. Presupuestos.	55
Tabla 12. Programación de Obra.....	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Precipitaciones periodo 2004-2021	36
Gráfico 2. Temperaturas periodo 2004-2021. Elaboración: Propia.....	37
Gráfico 3. Curva Granulométrica de la Cantera El Jobo.....	43

INTRODUCCIÓN

La extracción de materiales pétreos es una actividad que abastece una amplia gama de industrias y proyectos de construcción. Estos materiales incluyen rocas, arena, grava y otros agregados que se utilizan en la creación de infraestructuras, edificaciones, carreteras y obras civiles. La explotación de estos recursos es esencial para el desarrollo económico y el progreso de las sociedades modernas. Sin embargo, los impactos negativos de la extracción de materiales perjudican en el medio ambiente, hábitad natural, ecosistemas, paisaje, entre otros.

En relación a lo anterior, un estudio ambiental contribuye de manera significativa al entendimiento integral de los efectos ambientales, sociales y económicos de esta actividad, permitiendo la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas adecuadas para minimizar los impactos negativos.

En Ecuador, los estudios de impacto ambiental en canteras son evaluaciones que se realizan para determinar cómo la actividad de extracción de materiales de construcción afecta al medio ambiente. Estos estudios analizan factores ambientales como la calidad del aire, ruido, polvo, el agua, la vegetación, la fauna y el paisaje, con el objetivo de mitigar los posibles efectos negativos y asegurar un equilibrio entre la explotación de recursos y la conservación ambiental.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Contextualización y descripción del problema objeto de Intervención

El presente trabajo se efectuó con el propósito de realizar un estudio ambiental relacionado con la explotación de materiales pétreos en la cantera del Jobo en Arenillas con la finalidad de evaluar los impactos positivos y negativos generados por esta actividad.

Coordenadas: N9607434.959 E607267.717

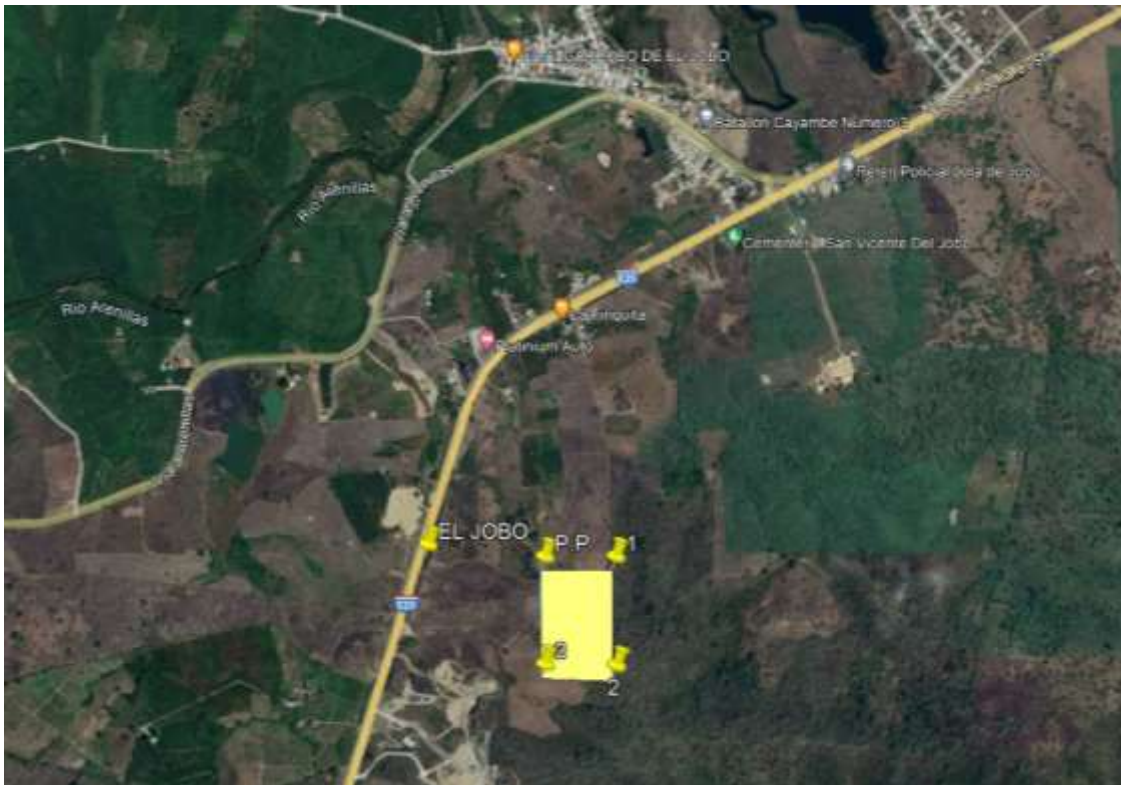


Ilustración 1. Localización de la Cantera el Jobo, cantón Arenillas. **Fuente** Google Earth.

1.2. Objetivo del proyecto técnico

1.2.1. Objetivo General

- Realizar un estudio ambiental de la explotación de materiales pétreos con la finalidad de identificar los impactos negativos y positivos en el medio ambiente para proponer medidas de mitigación en la cantera El Jobo, Cantón Arenillas provincia de El Oro.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar un análisis exhaustivo de los datos actuales de la cantera El Jobo a través de un trabajo de campo.
- ✓ Determinar los factores que influyen en el estudio ambiental que se ocasiona en la cantera el Jobo.

- ✓ Elaborar un informe de un estudio de impacto ambiental de la explotación de materiales pétreos para proponer medidas de mitigación

1.3. Justificación e importancia del proyecto técnico

La explotación de materiales pétreos tiene un impacto ambiental significativo, lo cual es de gran relevancia en nuestra sociedad. Estos materiales desempeñan un papel fundamental en la construcción de infraestructuras y edificaciones, lo que resulta beneficioso para el medio socioeconómico. La extracción de rocas, grava, arena y finos, entre otros materiales pétreos, tiene impactos negativos en el medio ambiente, debido a la remoción de grandes volúmenes de material ya que genera la destrucción de ecosistemas naturales, la pérdida de hábitat, degradación del suelo, cambios en el paisaje, contaminación del aire y agua, etc.

Es fundamental mencionar que existen reglamentos normativos vigentes que establecen medidas y requisitos para mitigar y controlar los impactos ambientales asociados a la explotación de materiales pétreos. Por esta razón, el proyecto cobra relevancia al proporcionar una solución concreta a este problema ambiental.

CAPÍTULO II

2. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION ADOPTADA

En este proyecto, se realizó un **estudio ambiental** derivado de la explotación de materiales pétreos en la zona rural del Cantón Arenillas. A través de un trabajo de campo, se indagaron los datos actuales de la cantera, los tipos de materiales extraídos y los factores ambientales que influyen en este proceso. La profundidad de este análisis permitió establecer medidas de mitigación destinadas a los impactos ambientales, los cuales fueron diseñados para salvaguardar la salud del entorno ecológico y la calidad de vida de la comunidad.

2.1. Estudios de ingeniería para la definición de alternativas técnicas de solución y sus escenarios.

2.1.1. Materiales Pétreos

2.1.1.1. Definición

Los materiales pétreos se obtienen de las canteras y son empleados en combinaciones asfálticas, mezclas hidráulicas y diversos proyectos de ingeniería civil. Es importante considerar que el comportamiento de los materiales pétreos varía según su origen y composición geológica. [1] Además, rinden en varios estados zonas del país. Por esta razón, es necesario conocer los métodos de utilización y las implicaciones generadas por su empleo. [2]

En relación a lo anterior, se enfatiza la importancia de entender cómo estos materiales se comportan de manera diferente según su procedencia y composición geológica. Se destaca su capacidad para funcionar eficientemente en diferentes ubicaciones dentro del país. El llamado a adquirir comprensión sobre los métodos de uso y las consecuencias asociadas subraya la necesidad de considerar de manera integral tanto los aspectos técnicos como los impactos ambientales y estructurales de su empleo.

2.1.1.2. Importancia

La utilización de materiales pétreos en la preservación del patrimonio cultural y en la arquitectura es una costumbre que se origina en tiempos remotos. Las estructuras de piedra, según los materiales de edificación y su situación muestran una alta susceptibilidad a los efectos climáticos. En particular, resultan especialmente expuestas a los fenómenos meteorológicos. [3]

Se considera una actividad que ha generado empleo e ingresos económicos para muchas familias de la región, convirtiéndose en una fuente significativa de materiales de construcción.

[4]

La extracción de materiales pétreos en canteras se ha convertido en algo esencial debido a la demanda constante en la industria de la construcción. Las canteras, ubicadas en áreas accesibles y ricas en recursos, generan oportunidades laborales a diferentes niveles, desde la extracción hasta el procesamiento y la distribución de los materiales.

Esta actividad no solo crea empleo, sino que también impulsa el desarrollo de habilidades y contribuye al estímulo económico en áreas rurales. Además de su contribución al desarrollo económico local, la preservación también desempeña un papel fundamental en la promoción del turismo sostenible y el fomento de la identidad cultural de una región.

Estas construcciones históricas a menudo se convierten en puntos de referencia que atraen a visitantes de diversas partes del mundo, generando un flujo constante de turistas interesados en explorar la riqueza arquitectónica y cultural de la zona.

2.1.1.3. Clasificación

Las rocas se dividen en tres categorías principales: ígneas, metamórficas y sedimentarias. Las rocas ígneas se originan a partir del enfriamiento y solidificación de la lava. A su vez, se subdividen en dos grupos: plutónicas o intrusivas, que se forman en el interior de la corteza terrestre, y las volcánicas o extrusivas, que se crean en la superficie de la Tierra. [5]

Por otra parte, las rocas metamórficas las cuales se emergen cuando otras rocas experimentan cambios debido al calor, la presión o la circulación de líquidos: estas se clasifican en foliadas, que tienen una estructura laminar, y no foliadas, que carecen de esta estructura. En el caso de las rocas sedimentarias, se originan mediante la acumulación y cementación de sedimentos. Estas se subdividen en tres categorías: detríticas, químicas y orgánicas. [5]

La clasificación de las rocas es importante, ya que brinda una comprensión más profunda de los procesos geológicos que han dado forma al planeta a lo largo del tiempo y cómo estos han influido en la creación de los distintos tipos de rocas.

2.1.1.4. Tipo de Materiales

La explotación de canteras se considera una industria ya que proporciona los materiales utilizados para la creación de estructuras sólidas: como el granito, la caliza, el mármol, la arenisca, la pizarra e incluso la arcilla para fabricar baldosas cerámicas y cemento. [6]

Piedra: tiene propiedades aptas para el levantamiento de edificios y la pavimentación de suelos y carreteras, así como para la elaboración de muebles, elementos decorativos y un sinnúmero de objetos. La amplia gama de variedades pétreas, junto a las posibilidades que ofrecen sus innumerables características estéticas. [7]

Gneis triturado: un tipo de material pétreo extraído de canteras, está compuesto por arena y es idóneo para incorporarse en mezclas de asfalto; sin embargo, no es adecuado para ser utilizado en la fabricación de concreto debido a sus propiedades específicas. [8]

Granito: se describe como una formación rocosa compuesta principalmente por cuarzo (33.7%), albita y calcio (30.7%), así como microclina (25.1%). Además de estos componentes, también se encuentran presentes otros elementos (10.5%). Esta roca presenta una combinación característica de minerales que le confieren sus propiedades y apariencia únicas. Su composición y la interacción de estos minerales influyen en su resistencia, textura y colores visibles. [9]

Mármol: se caracteriza por ser una de las piedras más puras en color blanco, aunque también puede presentar variaciones en forma de vetas de colores diversos, creando efectos singulares. Por otro lado, los travertinos, que son de naturaleza calcárea y porosa, suelen exhibir tonalidades blancas y crema, con toques amarillos o rojos, similares a los matices presentes en tipos de madera como el nogal. [10]

Caliza: es una roca sedimentaria que contiene principalmente carbonato de calcio. Tiene un papel crucial en diversas industrias como materia prima, destacando en la producción de cemento y construcción. También se usa en la fabricación de carreteras, edificios y puentes tras procesos de extracción y trituración. Su empleo como agregado es esencial en la creación de hormigón y avance de proyectos civiles. [11]

Arenisca: es una roca que se destaca en los ámbitos de la mecánica y la ingeniería de rocas debido a su amplio estudio. Esto se debe por sus aplicaciones de ingeniería geotécnica en la vida diaria. Su composición porosa y su resistencia la convierten en un material preferido para la construcción. La comprensión de sus propiedades mecánicas y comportamiento bajo cargas diversas es esencial para garantizar la seguridad y durabilidad de las construcciones en las que se utiliza. [12]

Pizarra: es una roca sedimentaria con estratos, compuesta por sedimentos finos y arcillosos. Tiene una textura en capas delgadas y planas, lo que permite dividirla fácilmente. Se emplea en construcción y como fuente de combustible fósil. La variante de pizarra con contenido orgánico, llamada pizarra carbonosa, se usa para obtener petróleo y gas. La interacción con el agua y la meteorización pueden afectar sus propiedades físicas y mecánicas. Hay dos tipos: amarilla y parda, ambas con textura pelítica de sericita, compuestas por moscovita y cuarzo. [13]

Basáltica: es uniforme en su superficie, lo que la convierte en una opción conveniente para la adsorción de agua contaminada. Esta elección es beneficiosa debido a que el basalto es un recurso natural disponible y no implica gastos. Además, su estructura porosa proporciona una mayor área de superficie para la adsorción, lo que puede contribuir de manera significativa a la purificación del agua contaminada. [14]

2.1.1.5. Características

Estos agregados son procedentes del magma y en su mayoría son reutilizados para aprovechar su resistencia. [15]

- ❖ **Artificiales:** Son rocas pómez las cuales se caracterizan por ser porosas y de escasa resistencia.
- ❖ **Naturales:** son resistentes a la compactación, intemperie, esfuerzos y desgaste.
- ❖ **Sedimentarias:** son partículas que han sido arrastradas por distintos modos atmosféricos (gravas y arenas).
- ❖ **Metamórficas:** Padecen de extensas presiones y elevadas temperaturas (mármol y pizarra).

Para que un material pétreo natural pueda ser utilizado en aplicaciones específicas, se considera a sus propiedades físicas: absorción, desorción, densidad, porosidad, capilaridad e hinchamiento. También las propiedades mecánicas, que abarcan la resistencia a la compresión, tracción y flexión, así como el módulo de elasticidad, resistencia al impacto y módulo de ruptura. Asimismo, las propiedades de superficie: como la resistencia a la abrasión, dureza y resistencia al deslizamiento, Por último, se estudian las propiedades térmicas, incluyendo el coeficiente de dilatación térmica, coeficiente de enfriamiento y resistencia al choque térmico, que son importantes para prever cómo el material reacciona ante cambios de temperatura. [16]

2.1.1.6. Ventajas y Desventajas de la explotación de materiales pétreos

Ventajas: La actividad de extracción de minerales menores de canteras tiene un impacto significativo en términos económicos, ambientales y sociales en las áreas donde se lleva a cabo,

así como en las regiones circundantes. La explotación de estos recursos puede generar consecuencias que abarcan diversas esferas, incluyendo el desarrollo económico, la sostenibilidad ambiental y la dinámica social. [17] Las canteras son valiosos recursos en el suelo y han sido históricamente reutilizadas con propósitos prácticos. [18]

Desventajas: La extracción de materiales rocosos de un entorno natural no puede llevarse a cabo sin ocasionar impactos ambientales. La actividad de cantería causa la destrucción de los hábitats rocosos y su acceso, resultando en la supervivencia especies móviles capaces de encontrar nuevos refugios. Además, puede alterar corrientes de agua subterránea en funcionamiento o bloquear su flujo, llevando a consecuencias para la biodiversidad. El riesgo para los recursos hídricos subterráneos y la modificación de los cauces de agua superficiales podría llevar a la desecación de sistemas hidrológicos con sus ecosistemas. [8] Otro factor, que afecta es el aumento de la demanda de piedra y arena para la construcción ha provocado la explotación agresiva de canteras de roca dura en muchas partes del mundo. [19]

2.1.2. Estudios de Impacto ambiental

2.1.2.1. Definición

Los estudios ambientales y evaluaciones tienen como objetivo identificar y evaluar los posibles impactos que diversas actividades humanas pueden causar en el entorno natural. A través de estos estudios, se generan medidas preventivas, correctivas y compensatorias para proteger y preservar el medio ambiente. Y esto, permite a la industria autosugestionarse para planificar actividades y plazos definidos para mejorar su gestión en el pro del ambiente. [20]

2.1.2.2. Metodologías de Evaluación

La evaluación de impacto ambiental es un proceso que involucra aspectos técnicos y políticos en todas sus fases. Donde se manifiestan las normativas y metodologías de evaluación. [21]

El monitoreo ambiental es una metodología de evaluación que permite hacer seguimiento a las actividades, obras y proyectos implementados, con el objetivo de tomar acciones correctivas orientadas al uso racional de los recursos naturales, así como a la conservación y protección del ambiente. Esta metodología debe ser flexible para adaptarse a situaciones nuevas, imprevisibles o temporales, ya sean de origen natural o humano, cuyas consecuencias necesiten ser evaluadas. [22]

El monitoreo ambiental es fundamental para seguir y corregir la ejecución de proyectos, enfocándose en la conservación y protección de los recursos naturales. La flexibilidad de esta metodología es crucial, ya que permite ajustarse a situaciones imprevistas y temporales, lo cual

es relevante en un mundo en constante evolución. Las acciones de observación, muestreo, medición y análisis de datos técnicos son resaltadas como componentes esenciales del monitoreo, desempeñando un papel fundamental en la identificación de los impactos ambientales.

2.1.2.3. Impacto ambiental en las canteras

Las canteras tienen varios impactos ambientales negativos: como el deterioro de vías urbanas, cambios en la calidad del agua, cambios en la cantidad de nutrientes del suelo, cambios en el uso del suelo, contaminación del agua, contaminación del aire, deterioro del paisaje, perjuicios al ecosistema de fauna y flora, entre otros. [23]

El principal problema ambiental surge durante las actividades de voladura, ya que involucran temblores de tierra, cañones de aire, proyección de rocas y polvo. Estas explosiones pueden ocasionar daños en edificaciones cercanas y generar inconvenientes para la población residente en la zona. Los trabajadores también pueden sufrir mareos, falta de concentración, desvanecimientos y problemas temporales debido a las altas temperaturas por dichas explosiones. La liberación de polvo, fugas de productos químicos, emisiones de humos nocivos, liberación de metales pesados y sustancias radiactivas pueden causar enfermedades. Además, los vehículos de gran tamaño, incluyendo camiones de propiedad de las canteras, que frecuentan estos lugares para realizar excavaciones, también dañan las carreteras circundantes. [24]

2.1.2.4. Factores que influyen en el impacto ambiental

Ruido: Se refiere a la emisión significativa de ruido causada por la industria minera en todas las fases tecnológicas, incluyendo la minería superficial, el procesamiento mineral y la eliminación de residuos. [25]

Aire: Es un factor ambiental con impactos en ecosistemas y salud humana. La calidad del aire ha emergido como un problema global debido a sus efectos perjudiciales en la salud pública y el entorno. La contaminación del aire es un tema de gran interés para los expertos, ya que el aire puede dispersar rápidamente contaminantes, lo que resulta en daños ambientales y efectos adversos en la salud humana. [26]

Polvo: Se produce como consecuencia de la voladura, excavación, carga y transporte de minerales en canteras. [27]

Agua: Durante el proceso industrial, se emplea en las instalaciones para enfriar la herramienta de corte (disco) y para el acabado de las piedras con fines comerciales. La provisión de agua implica su transporte en camiones cisterna hasta las instalaciones. Una vez utilizada, pasa por un sistema de decantación con piscinas que permiten la separación entre sólidos y líquidos. Esta operación se efectúa sin el uso de reactivos químicos.

Aproximadamente el 90 % del agua es reutilizada en las instalaciones y no se realizan vertidos a cuerpos de agua naturales. [28]

Biodiversidad: Las actividades extractivas tienen impactos duraderos en los ecosistemas locales, inevitablemente dañando la diversidad biológica y agotando los servicios ecosistémicos. Muchas empresas extractivas están ahora conscientes de sus efectos y, bajo la presión de la sociedad, buscan soluciones concretas de parte de los investigadores para revertir los efectos de la explotación, restaurar la biodiversidad y restablecer los servicios ecosistémicos. [29]

Suelo: Un suelo es un material natural que compone la capa superior de la corteza terrestre y está compuesto por partículas minerales, materia orgánica, agua y aire. Es raro encontrar un suelo fino con propiedades expansivas que sea adecuado como material de construcción para soportar cargas, sin la necesidad de mejorar algunas de sus propiedades. Además, la mayoría de las técnicas de construcción involucran alguna forma de compactación del suelo para crear un material sólido y estable. [30]

Clima: Es un concepto meteorológico que se utilizan para describir el estado presente o inmediato de la atmósfera en un rango de horas a días. [31]

2.1.2.5 Medidas de Mitigación

En proyectos de extracción de materiales, es crucial establecer un cronograma para las acciones llevadas a cabo, empleando enfoques para reducir los efectos negativos en el entorno, lo que se conoce como Plan de Manejo Ambiental (PMA). La ausencia de este plan en un proyecto puede representar peligros para la comunidad y el medio ambiente. [32]

Las medidas de mitigación para reducir el impacto ambiental en canteras pueden variar dependiendo de la ubicación, las características geológicas y las actividades específicas en cada sitio. Sin embargo, aquí hay algunas medidas generales que se pueden considerar:

La función principal del gobierno: debe ser hacer cumplir la legislación y los reglamentos que controlan las actividades de las canteras. Es necesario reestructurar los roles de las autoridades

y un plan ambiental que incluya procedimientos para monitorear las actividades de explotación de canteras. El monitoreo y la inspección por parte de las autoridades son importantes para garantizar que el sector implemente las regulaciones de manera efectiva. Esto debe complementarse con campañas de concientización, seminarios, talleres y otras actividades específicas para los residentes y para aumentar el conocimiento de las actividades de explotación de canteras. Al implementar estas propuestas de manera efectiva, los residentes pueden disfrutar de un desarrollo sostenible ahora y en el futuro. [6]

La mejora del sistema de monitoreo y protección laboral: no solo salvaguarda la salud de los trabajadores, sino que también tiene un impacto indirecto en la reducción de los impactos ambientales. Los trabajadores seguros y saludables son más propensos a seguir prácticas operativas adecuadas y a utilizar equipos de manera correcta. Esto a su vez reduce la posibilidad de incidentes que podrían desencadenar derrames de productos químicos, dispersión de polvo y otros efectos adversos en el entorno circundante. El énfasis en proporcionar dispositivos de protección laboral especializados para cada puesto de trabajo se traduce en una operación más eficiente y segura. La aplicación de equipos adecuados minimiza la exposición a sustancias dañinas y al polvo, reduciendo la probabilidad de contaminación del aire y del agua cercana a la cantera. [27]

Planes de mitigación en canteras con enfoque en los suelos: Buscan minimizar el impacto negativo de las actividades de extracción. En la descontaminación de suelos existen tres estrategias posibles sobre el contaminante: destruirlo o modificarlo, extraerlo y separarlo, y aislarlo o inmovilizarlo. Siempre que sea posible es mejor que el contaminante sea transformado en compuestos más inocuos para el ambiente; como los hidrocarburos son compuestos orgánicos que pueden ser degradados. [33]

2.1.3. Normativa Vigente

2.1.3.1. Constitución de la República del Ecuador

La Constitución de la República del Ecuador del 2008 establece disposiciones relacionadas con el medio ambiente y sienta las bases para el desarrollo del Derecho Constitucional Ambiental en el país.

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*. [34]

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías

ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. [34]

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional. [34]

Art.74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado. [34]

2.1.3.2. Ley de Gestión Ambiental

Art. 13.- Los consejos provinciales y los municipios, dictarán políticas ambientales seccionales con sujeción a la Constitución Política de la República y a la presente Ley. Respetarán las regulaciones nacionales sobre el Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas para determinar los usos del suelo y consultarán a los representantes de los pueblos indígenas, afro ecuatorianos y poblaciones locales para la delimitación, manejo y administración de áreas de conservación y reserva ecológica. [35]

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. [35]

Art. 33.- Se establece como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento. [35]

2.1.3.3. Reglamento al Código Orgánico del Ambiente

El Reglamento al Código Orgánico del Ambiente publicado en el Registro Oficial No 507 del 12 de Junio del 2019, establece:

Art. 435.- Plan de manejo ambiental.- El plan de manejo ambiental es el documento que contiene las acciones o medidas que se requieren ejecutar para prevenir, evitar, mitigar, controlar, corregir compensar, restaurar y reparar los posibles impactos ambientales negativos, según corresponda, al proyecto, obra o actividad. [36]

2.2 Prefactibilidad

En este capítulo, se llevó a cabo un estudio ambiental centrado en la extracción de materiales pétreos en la cantera El Jobo. A través de una investigación de campo, se identificó los datos actuales relacionados con la cantera, así como los factores ambientales y los tipos de materiales. Además, se realizó una revisión detallada de la normativa vigente en nuestro país en relación a esta actividad.

2.3 Factibilidad

Durante la fase de estudio ambiental en la etapa de prefactibilidad, es importante destacar que los materiales pétreos se extraen del suelo, por esta razón se tomó una muestra del suelo para realizar un estudio granulométrico. Este proceso se llevó a cabo en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Machala.

2.4 Identificación de la alternativa de solución viable para su diseño

Se recopiló documentación centrándose en estudios previos que han abordado los diversos factores ambientales. Además, se realizó la toma de muestras con el propósito de llevar a cabo un estudio de suelo granulométrico. Estas muestras se analizaron en el laboratorio de la Universidad Técnica de Machala, con el fin de obtener datos precisos y confiables. La información recolectada a partir de estas fuentes auténticas permitió fundamentar la propuesta de las correspondientes medidas de mitigación.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEFINITIVO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

3.1. Concepción del prototipo

Dados los resultados del estudio de impacto ambiental en la cantera el Jobo, y tomado los efectos negativos al medio ambiente, se plantaron medidas preventivas, correctivas y compensatorias que permitan la ejecución armónica de la extracción de material pétreo en la cantera El Jobo, Cantón Arenillas provincia de El Oro.

3.2 Memoria Técnica

3.2.1 Datos actuales de la Cantera El Jobo

Dentro del área de aprovechamiento libre de la cantera "El Jobo", actualmente se encuentra en pleno proceso de explotación de materiales pétreos. Este proceso tiene como objetivo primordial la generación de recursos para la construcción de carreteras, puentes, edificaciones y otras estructuras esenciales en la infraestructura. Todo esto se lleva a cabo con la intención de satisfacer las necesidades fundamentales de la provincia, a la vez que se contribuye al desarrollo vial y se mejoran las condiciones de vida de sus residentes.

La extracción inicial se ha situado en coordenadas específicas: 607600 E – 9607100 N. Desde este punto de partida, la dirección de la extracción se ha orientado hacia el noreste, y el progreso de esta actividad se ha extendido hacia el norte. Por eso, es importante destacar que no se ha observado ningún tipo de afectación ni a los márgenes de las vías ni a las propiedades contiguas.

3.2.1.1 Localización Geográfica Y Política Administrativa

La cantera "El Jobo", identificada con el código 391385, se extiende a lo largo de unas amplias 9 hectáreas y se encuentra ubicada en la parroquia de Arenillas Cabecera Cantonal, perteneciente al cantón Arenillas, en la provincia de El Oro, Ecuador. Esta zona está destinada para mejorar la infraestructura vial de los Cantones de Arenillas y Huaquillas. La ejecución se lleva a cabo bajo la Administración Directa y convenio interinstitucional con los GAD Municipales.

Las coordenadas U.T.M., con precisión en el punto de partida y en cada uno de los distintivos vértices que delinear el polígono, se encuentran meticulosamente definidas en relación al reconocido DATUM PSDAD-56 y en sintonía con la zona geográfica No. 17. El perímetro del área se encuentra delimitado por un trazado polígono, en el que cada uno de sus lados ostenta

una distancia de 300 metros entre puntos adyacentes, garantizando así una delimitación precisa y detallada.

El propósito esencial consiste en la explotación a cielo abierto de 400,000 m³ de material rocoso y arcilloso de libre aprovechamiento en la cantera El Jobo, ubicada en el cantón Arenillas. El material se utilizará en obras públicas de diversos sectores rurales, para el beneficio comunitario en la zona de Las Lajas, Arenillas y Huaquillas, dentro de la provincia de El Oro. Estas obras públicas y comunitarias están programadas por el Gobierno Provincial Autónomo de El Oro, en concordancia con el Proyecto de Construcción y Mantenimiento Vial.

Tabla 1. Coordenadas y delimitación del área de libre. [37]

PUNTOS	COORDENADAS UTM		DELIMITACIÓN DEL POLÍGONO	
	ESTE	NORTE	Distancia al Punto Anterior (metros)	Distancia al Punto Anterior (metros)
P.P	607600	9607400	-	300
1	607800	9607400	300	300
2	607800	9607100	300	300
3	607600	9607100	300	-

Fuente: GADPEO, 2016. **Elaboración:** Propia



Ilustración 2. Ubicación del área de libre. **Fuente:** Google Earth.

3.2.1.2 Infraestructura y la maquinaria existente en el Área

El GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE EL ORO cuenta con una estratégica instalación de guardianía, situada en los niveles superiores del área de aprovechamiento libre, abarcando una extensión de 8 m². En adición, pone a disposición de manera eficaz una máquina excavadora Hyundai sobre orugas, que se convierte en una herramienta esencial para las actividades operativas en el sitio. También se dispone de una flota de volquetas con una capacidad de 12 m³ cada una, aspecto que resalta significativamente en el equipamiento a disposición.

Se destaca que estas maquinarias de alto rendimiento, no forman parte del inventario directo del GADPEO, sin embargo, se encuentran disponibles y listas para contribuir al éxito y avance de las operaciones en el sitio. Su presencia y funcionamiento garantiza una gestión eficiente, respaldando así los objetivos del proyecto en cuestión y fortaleciendo la capacidad del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de El Oro para llevar a cabo con éxito las tareas relacionadas con el desarrollo y mejora de la infraestructura vial en la región.



Elaboración: Propia.

Accesos y Vías de Maquinaria en Terrenos Ondulados: Estas rutas permiten el desplazamiento eficiente de la maquinaria en un entorno topográfico caracterizado por sus elevaciones y ondulaciones, por esta razón, se han diseñado una serie de caminos y vías de acceso.



Elaboración: Propia.

3.2.2 Materiales Pétreos extraídos en la cantera el Jobo

En el contexto de las exploraciones realizadas en la cantera El Jobo, se constató una rica diversidad de materiales pétreos, que incluyen no solo rocas metamórficas, sino también otros tipos fundamentales: como la arcilla, la caliza, las rocas ígneas extrusivas, relleno fino, el cascajo azul y rocas en etapas de formación, escolleras o rocas grandes. Cada uno de estos materiales presenta características únicas que pueden influir en su potencial de aplicación en diversos proyectos de construcción e infraestructura.

Arcilla: Es un material sedimentario que se caracteriza por su naturaleza plástica y suavidad al tacto. Aunque es menos resistente en comparación con las rocas, su plasticidad la hace valiosa en aplicaciones de albañilería y cerámica. En términos de dureza, la arcilla tiende a ser blanda, lo que puede ser beneficioso en contextos donde la maleabilidad es necesaria.



Elaboración: Propia

Caliza: Es un material sedimentario compuesto principalmente por carbonato de calcio. Su

presencia aporta una opción versátil para la construcción. La caliza se destaca por su dureza variable, que puede variar desde suave hasta bastante resistente. Esto la hace adecuada para una gama diversa de usos, como la producción de cemento, revestimientos de edificios y construcción de carreteras.



Elaboración: Propia

Rocas Ígneas Extrusivas: La presencia de rocas ígneas extrusivas, que se forman por la solidificación de lava volcánica, es un hallazgo interesante en la cantera El Jobo. Estas rocas pueden variar ampliamente en cuanto a su composición y dureza. Algunas pueden ser bastante resistentes, como el basalto, mientras que otras pueden ser más porosas y menos duras. Su potencial de aplicación incluye adoquines, revestimientos y otros proyectos de construcción.



Elaboración: Propia.

En conjunto, estos diversos materiales en la cantera El Jobo brindan una oportunidad única para aprovechar sus cualidades individuales en proyectos de desarrollo. La selección y uso adecuado de estos materiales depende de sus características específicas, como dureza, plasticidad y composición química. Considerar estas propiedades en la planificación y ejecución de proyectos puede conducir a resultados duraderos y exitosos.

Relleno Fino: Consiste en materiales como arena, tierra tamizada y otros agregados de tamaño pequeño que se utilizan para rellenar los espacios vacíos dejados por la extracción. Este material también se lo utiliza en acondicionamiento para construcciones, para nivelar terrenos, restaurar áreas impactadas.



Elaboración: Propia.

Casajo Azul: Se refiere generalmente a fragmentos de roca, concreto, ladrillo u otros materiales pétreos que resultan de la demolición, construcción o excavación. Estos fragmentos pueden variar en tamaño, desde pequeñas partículas hasta trozos más grandes.



Elaboración: Propia

Rocas en etapas de formación: Se pueden triturar y tamizar para crear áridos y agregados que son esenciales en la fabricación de concreto y asfalto.



Elaboración: Propia.

Escollera o roca grande: Se utilizan como elementos de construcción en proyectos que pueden ser utilizadas para crear cimientos sólidos, muros de contención, pilotes y bases para estructuras como puentes y edificios.



Elaboración: Propia.

3.2.3 Factores que Influyen en el Impacto Ambiental.

3.2.3.1 Clima y calidad del aire

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) ha identificado que el clima en el cantón Arenillas corresponde a los tipos climáticos de Tropical Mega térmico Seco y Tropical Mega térmico Semiárido. Las coordenadas geográficas en las que se ubica el cantón son las siguientes:

- ❖ Latitud: 3° 32' 50" S.
- ❖ Longitud: 80° 03' 30" W.
- ❖ Altura: 25 m.s.n.m.

En el siguiente cuadro realizamos la identificación de la estación meteorológica más cercana al área de estudio.

Tabla 2. Estación meteorológica

Estación	Código	Tipo	COORDENADAS				ALTITUD
			GEOGRÁFICAS		UTM		
			Lat. (Sur)	Long. (Oeste)	X (Este)	Y (Norte)	m.s.n.m
Arenillas	M-179	CO	3°33'37"	80°03'22"	604834,6	9606423,6	60
Chacras	M-482	CO	3°32'37"	80°11'53"	589069,8	9608281	60

Fuente: INAMHI **Elaboración:** Propia

Latitud: 3° 32' 50" S: Esta ubicación sugiere que la estación se encuentra en una región subtropical, lo que puede tener implicaciones en los patrones climáticos, las estaciones y las variaciones en la cantidad de luz solar durante el año.

Longitud: 80° 03' 30" W: Se indica la ubicación de la estación en relación con el meridiano de Greenwich y se señala que la estación está en la zona horaria del tiempo universal coordinado (UTC) -5, que corresponde al horario de Ecuador. Esto es crucial para interpretar los registros de tiempo y eventos climáticos en función de la hora local.

Altura: 25 m.s.n.m.: Esto proporciona que tiene una altitud de 25 metros sobre el nivel del mar. Esto puede influir en las condiciones climáticas locales, como la temperatura y la humedad, ya que la altitud puede tener un impacto en la presión atmosférica y en la formación de nubes.

3.2.3.1.1 Precipitación

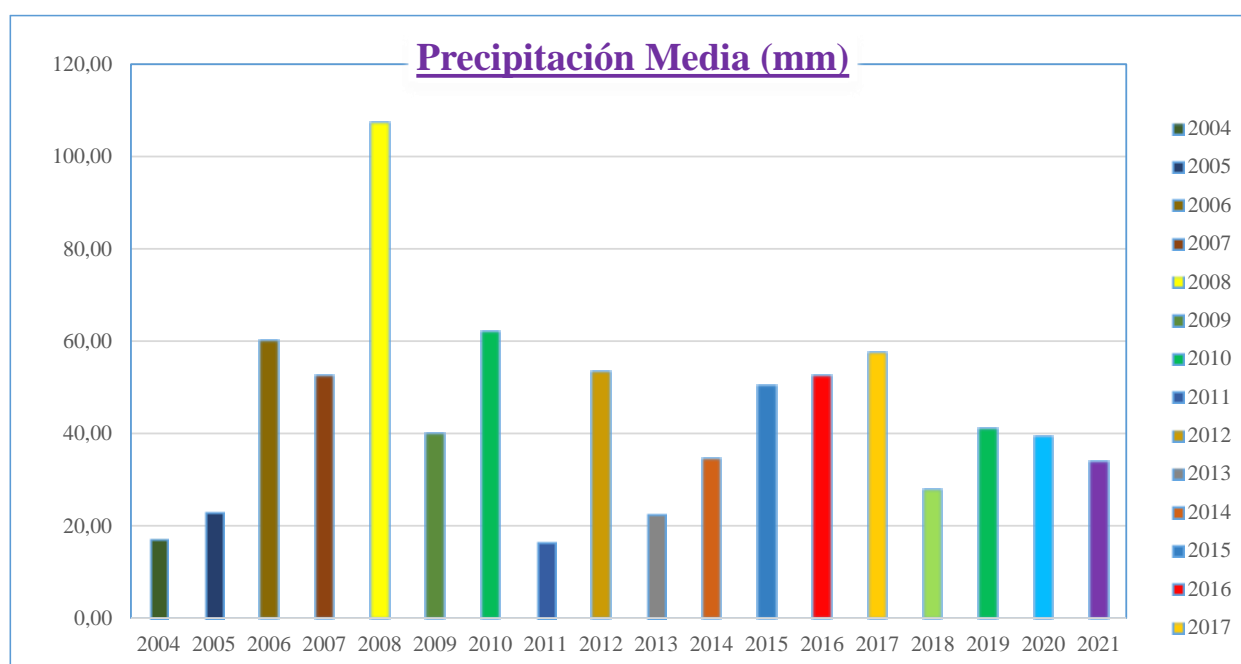
Es cualquier tipo de agua que cae sobre la superficie de la Tierra. Las diferentes formas de precipitación incluyen llovizna, lluvia, nieve, granizo, agua nieve, y lluvia congelada.

Tabla 3. Precipitaciones periodo 2004 - 2021

Años	Precipitación Total (mm)	Precipitación Media (mm)	Años	Precipitación Total (mm)	Precipitación Media (mm)
2004	206,3	17,19	2013	270,4	22,53
2005	274,2	22,85	2014	413,6	34,47
2006	720,3	60,03	2015	604	50,33
2007	628,8	52,40	2016	628,1	52,34
2008	1287,5	107,29	2017	688,1	57,34
2009	479,5	39,96	2018	331,3	27,61
2010	743,8	61,98	2019	490,2	40,85
2011	197,6	16,47	2020	470,17	39,18
2012	638,8	53,23	2021	405,16	33,76

Fuente: INAMHI y Google Earth

Gráfico 1. Precipitaciones periodo 2004-2021



Elaboración: Propia

El análisis de las precipitaciones anuales a partir del gráfico de barras muestra patrones los siguientes patrones en los niveles de lluvia a lo largo de diferentes años:

El año con las precipitaciones más bajas fue el 2011, con una precipitación media de 16.11 mm. En segundo lugar, el año 2004 con una precipitación media de 17.19 mm. El tercer puesto lo ocupa el año 2013, con una precipitación media de 22.53 mm. En términos de altas precipitaciones, el año de mayor cantidad fue el 2008, con una precipitación media de 107.29 mm. El segundo lugar, lo ocupa el año 2006 con un promedio de 61.98 mm y el tercer puesto corresponde al año 2006, con una precipitación media de 60.03 mm.

3.2.3.1.2 Viento

Es el movimiento del aire en la atmósfera de la Tierra, causado principalmente por diferencias de presión atmosférica que resulta de la distribución desigual del calor solar en la superficie terrestre.

Tabla 4. Predominación del viento.

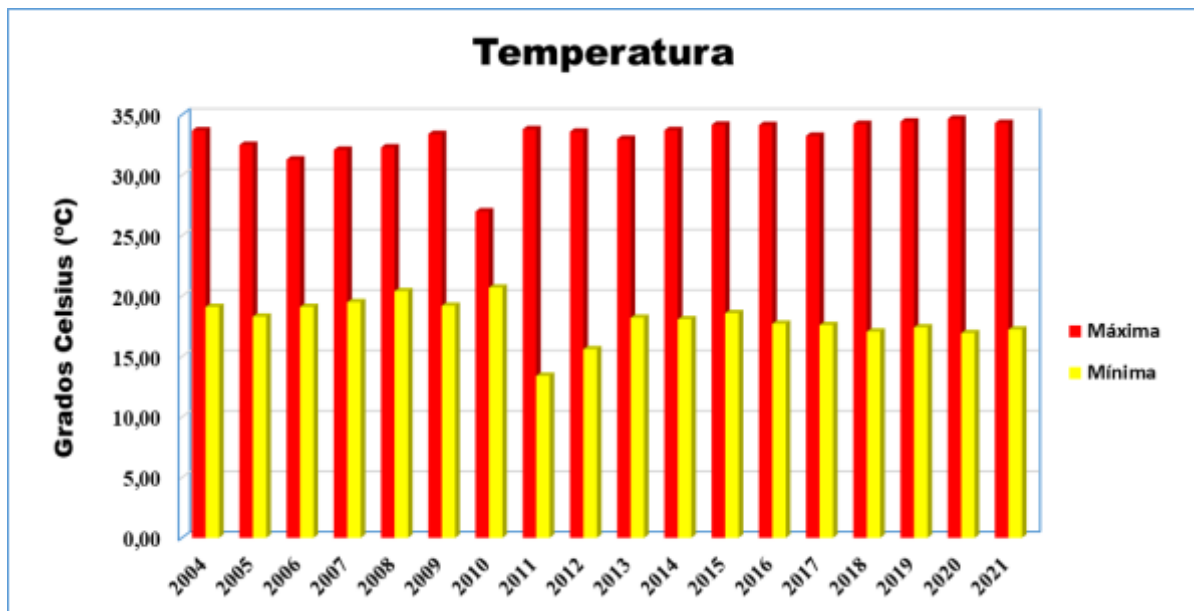
Años	Dirección	Vel. Mayor Observada (m/s)	Años	Dirección	Vel. Mayor Observada (m/s)
2004	N	6,00	2013	N	8,00
2005	N	8,00	2014	N	6,00
2006	N	10,00	2015	N	7,00
2007	NE	9,00	2016	N	7,00
2008	N	8,00	2017	N	8,00
2009	N	6,00	2018	N	8,00
2010	N	7,00	2019	NE	9,00
2011	N	4,00	2020	N	8,00
2012	N	4,00	2021	N	8,00

Fuente: INAMHI Y Google Earth

3.2.3.1.3 Temperatura

La temperatura en la región donde se localiza el área de libre aprovechamiento se registra lo siguiente:

Gráfico 2. Temperaturas periodo 2004-2021. **Elaboración:** Propia.



Fuente: INAMHI Y Google Earth

Según la representación gráfica, las isotermas anuales indican que la mayor parte del territorio

ha experimentado variaciones de temperatura dentro del rango de 18 a 33 grados Celsius. Esto sugiere que durante el período comprendido entre 2004 y 2021, la temperatura mínima registrada ha sido de 18 grados Celsius, mientras que la temperatura máxima ha alcanzado los 33 grados Celsius.

3.2.3.1.4 Ruido

El ruido representa un desafío ambiental que afecta la calidad de vida y el equilibrio del entorno. La exposición prolongada a niveles altos de ruido causa daños auditivos, perturba el sueño, genera estrés y otros problemas de salud, resaltando la necesidad crucial de establecer límites máximos para el ruido, tanto de fuentes estacionarias como de vehículos.

Los meses con las temperaturas más elevadas son febrero, marzo y abril.

Según la legislación ecuatoriana del ministerio del Ambiente TULAS establece los siguientes niveles máximos del ruido conforme a su categoría, y detalla métodos de medición, disposiciones de control y medidas preventivas para reducir la exposición a niveles sonoros elevados. En conjunto, esta regulación resguarda la salud y el bienestar de las personas y el medio ambiente.

Tabla 5. Niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo. [38]

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DEL SUELO	LIMITES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	55	45
Zona Residencial	60	50
Zona Residencial mixta	65	55
Zona Comercial	65	55
Zona Comercial mixta	70	60
Zona industrial	75	65
Zona de Preservación de Hábitat	60	50

Fuente: TULAS, Libro VI, Anexo 5, Tabla 1

4.1.1.5 En las áreas rurales, los límites de presión sonora corregidos que se obtengan de una fuente fija, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no deberán superar al nivel ruido de fondo en diez decibeles A [10 dB(A)]. [38]

3.2.3.2 SUELO

3.2.3.2.1 Geomorfología del suelo

Dentro de este componente se lleva a cabo un análisis de las configuraciones superficiales en la corteza del Cantón Arenillas, vinculadas a factores como el clima regional, la topografía, la formación del suelo y la composición del material parental. Estos aspectos son cruciales para evaluar condiciones hidrogeológicas, erosión y fenómenos de inestabilidad, que definen la morfología del paisaje.

En cuanto a la fitología, se identifican predominantemente materiales limo-arcillosos con tonalidad parda oscura y amarillenta en la superficie. La alta proporción de componentes arcillosos contribuye a la falta de cohesión y a la susceptibilidad a asentamientos diferenciales, especialmente durante las temporadas lluviosas. La topografía irregular y ondulada, especialmente cerca de la cantera El Jobo, ha dado lugar a la identificación y descripción de diversas formas geomorfológicas, detalladas en las secciones siguientes:

Elevaciones Suaves y Ondulaciones: Al ingresar a la cantera, se aprecian suaves elevaciones y ondulaciones en la topografía, creando una especie de paisaje ondulado que se extiende por varias áreas del sitio. Estas suaves elevaciones aportan una dinámica visual y una diversidad en la configuración del terreno.



Elaboración: Propia

Lomas y Cuestas: A lo largo de la cantera, se presentan lomas y cuestas que contribuyen a la variabilidad del paisaje. Estas formaciones no solo agregan un aspecto visual interesante, sino que también pueden afectar las rutas de acceso y los enfoques para la extracción.



Elaboración: Propia.

Estanque de Extracción en Depresión: Este fenómeno ha surgido como resultado directo de las actividades de explotación y ha dado origen a lo que podría describirse como un "estanque de extracción". El agua acumulada creada por las excavaciones ha configurado un ambiente acuático que contrasta de manera llamativa con las formaciones terrestres circundantes.



Elaboración: Propia

Formaciones Rocosas: Son el resultado de la interacción de factores geológicos y climáticos a lo largo de un período considerable de tiempo. Estas formaciones se presentan en una amplia variedad de tamaños y formas, añadiendo una dimensión visual y táctil intrigante al entorno, desde imponentes afloramientos hasta rocas más pequeñas dispersas por el terreno.



Elaboración: Propia.

3.2.3.2.2 Factores físicos del suelo

Las descripciones proporcionadas para la geomorfología en "La Cantera El Jobo", se consideró las siguientes características físicas del suelo y cómo podrían interactuar con las condiciones de topografía específicas:



Ilustración 3. Suelo de la Cantera el Jobo. **Elaboración:** Propia.

Textura: Puede variar según las diferentes elevaciones y formas del terreno en la cantera. En las zonas de elevaciones suaves y ondulaciones, es posible que haya una combinación de texturas debido a los procesos de erosión y sedimentación en estas áreas cambiantes.

Estructura del Suelo: La topografía ondulada puede influir en la estructura del suelo, creando agregados más grandes en las zonas de lomas y cuestras, y estructuras más compactas en las áreas de microformas del suelo.

Porosidad y Permeabilidad: Las lomas y cuestras podrían tener un efecto en la porosidad y permeabilidad del suelo, influyendo en cómo el agua se mueve a través de estas áreas. Las

depresiones y el estanque de extracción podrían tener una influencia significativa en la retención y drenaje del agua.

Compactación: Las áreas de lomas y cuevas podrían tener una menor compactación del suelo en comparación con las áreas donde hay acumulación de agua, como el estanque de extracción. La presencia de formaciones rocosas también influye en la compactación del suelo debido a la alteración de las capas subyacentes.

Profundidad del Suelo: La presencia de formaciones rocosas puede afectar la profundidad del suelo en ciertas áreas, lo que a su vez influirá en la cantidad de sustrato disponible para el crecimiento de las raíces de las plantas.

La topografía irregular y las diferentes formas del terreno influyen en la textura, estructura, porosidad, permeabilidad, retención de agua, compactación y profundidad del suelo en diferentes áreas de la cantera. Estas interacciones entre la topografía y las características del suelo son importantes para comprender cómo el suelo responderá a las actividades de extracción y cómo pueden ser mitigados o gestionados los impactos ambientales.

3.2.3.3 Geología

Se describen los distintos tipos de materiales geológicos (rocas y sedimentos) que emergen en la superficie del Cantón Arenillas. Estos se distinguen según su composición (litología) y la época en que se originaron. El Cantón Arenillas exhibe una diversidad de categorías geológicas, las cuales se extienden a lo largo de su territorio. A continuación, se detalla la litología presente en el cantón, así como el tipo de formación y el período correspondiente. Se proporciona información acerca de la extensión en hectáreas y la proporción en porcentaje en relación al área del Cantón Santa Rosa.

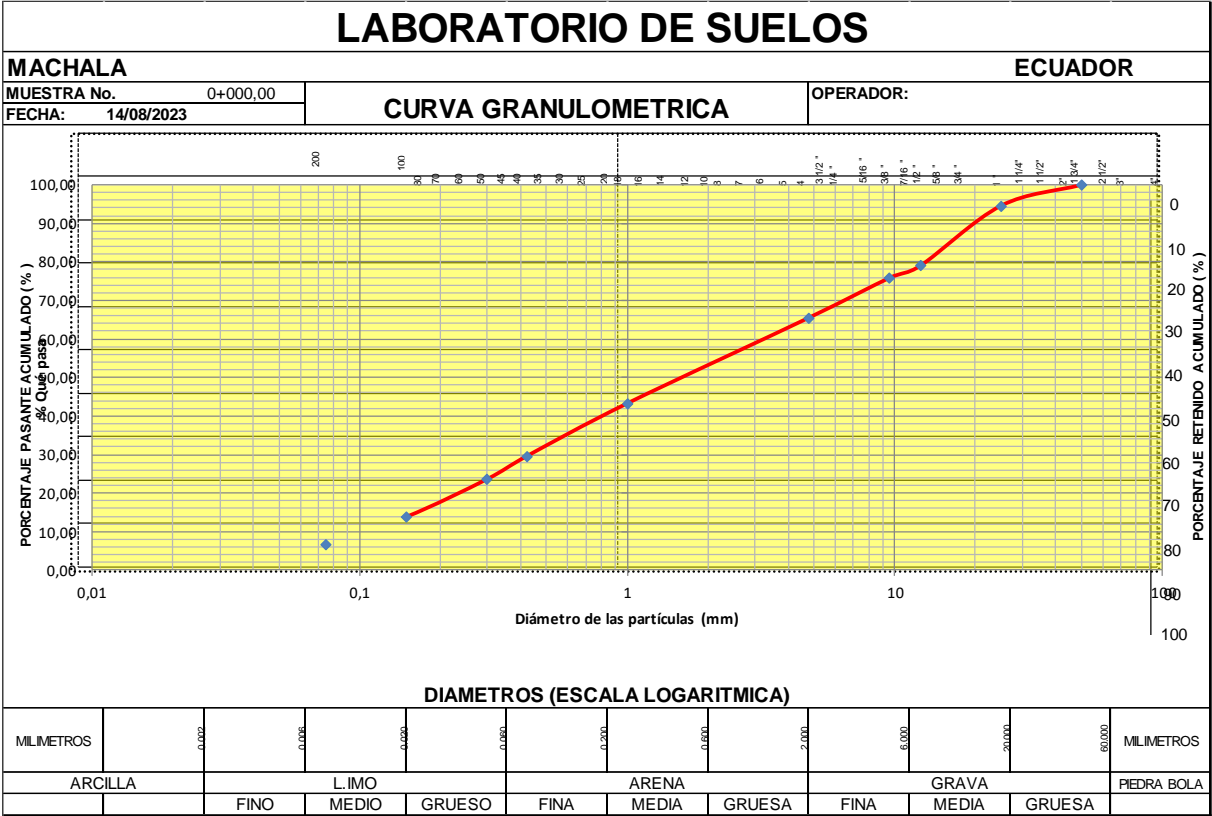
Tabla 6. Caracterización Litológica del Cantón Arenillas.

LITOLOGÍA	PERIODO	ÁREA (ha)	%
Arcillas marinas de estuario	Cuaternario	49.049,38	59,45
Granito gneísico per-aluminio	Triásico	5.375,36	6,52
Granodiorita, diorita, pórfido	Cenozoico	8.827,88	10,7
Rocas ultrabásicas y básicas	Jurásico/Cretáceo	1.153,52	1,4
Esquistos negros	Jurásico	0,16	0,0002
Esquistos y gneises semipelíticos	Paleozoico	11.956,44	14,49
Esquistos verdes, negros, azules y eclogistas	Jurásico	1.192,42	1,45
Lavas andesíticas, a riolíticas, piroclastos	Oligoceno	4.949,39	6
Total		82.504,55	100

Fuente: GAD. Municipal del Cantón Arenillas.

Geología Estructural: Realicé un estudio granulométrico para clasificar el suelo, utilizando el método S.U.C.S. Los ensayos arrojaron que el suelo pertenece a la categoría de partículas gruesas. Específicamente, se clasifica como Arena mal graduada con limo y grava, identificado con la nomenclatura de símbolo doble SP SM.

Gráfico 3. Curva Granulométrica de la Cantera El Jobo.



Elaboración: Propia

3.2.3.3 Agua Superficial

El estanque de tamaño mediano emerge con una forma irregular y sinuosa, como si hubiera sido esculpido por la mano de la naturaleza en respuesta a la acción humana. A simple vista, se manifiesta como un oasis inesperado, un rincón de serenidad que se contrasta con la actividad pasada. Sus aguas reflejan la evolución de la cantera, un testimonio visual de cómo la explotación y la regeneración coexisten en este espacio singular.

Los límites del estanque están delineados por la vegetación acuática: Lirios acuáticos y flores flotantes. Los juncos, erguidos y altos, se alinean a lo largo de la orilla, creando un perímetro propicio para que las aves y pequeñas criaturas encuentren refugio y oportunidades de anidación.

3.2.3.4 Flora y fauna

Las áreas verdes que subsisten en la cantera son compuestas por malezas y plantas de bajo crecimiento. Entre las malezas, se encuentran especies como el diente de león, el cardo, la hierba de la pampa y el trébol. Los brotes de pequeños árboles, como arbustos de enebro y matorrales esparcidos, han logrado echar raíces en las grietas y en los rincones menos alterados del terreno. Su tamaño modesto y sus ramificaciones tortuosas son adaptaciones a las condiciones de nutrientes limitados y a la exposición al viento y al sol.



Ilustración 4. Flora en el sitio y alrededores a la Cantera. **Elaboración:** Propia

Con respecto a la fauna, existe la presencia Aves adaptadas a entornos abiertos y secos, como gorriones, mirlos y palomas, frecuentan el área en busca de refugio en los pequeños árboles y arbustos. Algunos pájaros más pequeños, como las currucas y los jilgueros, encuentran en las malezas.

Insectos: La diversidad de insectos es sorprendente en su adaptabilidad. Las mariposas, como la mariposa de la col, revolotean entre las flores de las malezas, mientras que escarabajos y arañas, los grillos, saltamontes, lagartijas se encuentran en la vegetación.

Roedores: Pequeños mamíferos como ratones de campo y lirones han encontrado resquicios para esconderse y buscar alimento en las áreas verdes dispersas.

Reptiles: Lagartijas y geckos son comunes en este tipo de entorno. Su coloración críptica les permite camuflarse entre las rocas y el suelo, mientras que su capacidad para asolearse en las áreas expuestas les proporciona energía vital.



Ilustración 5. Flora y Fauna. **Elaboración:** Propia.

3.2.3.5 MEDIO SOCIO-ECONOMICO

3.2.3.5.1 Empleo

La generación de empleo se desarrolla a través de red de roles directos e indirectos que se entrelazan para mantener las operaciones y actividades de extracción en funcionamiento. En este contexto específico, las fuentes de empleo se generan de la siguiente manera:

- La cantera emplea a trabajadores en las tareas centrales de extracción y procesamiento. Operadores de maquinaria pesada, como excavadoras y cargadoras, se encargan de extraer los materiales del suelo.
- En un entorno donde el equipo de extracción es fundamental, los mecánicos y técnicos de mantenimiento son vitales para asegurar que las máquinas operen de manera eficiente. Los electricistas son esenciales para mantener el funcionamiento de los sistemas eléctricos y electrónicos de los equipos.
- El transporte de los materiales, conductores de camiones y operadores de equipo de carga y descarga son responsables de asegurar que los materiales se transporten.
- En la supervisión y seguridad: Ingenieros de seguridad, inspectores y supervisores de turno garantizan que se sigan las normas y regulaciones, y que las operaciones se lleven a cabo de manera segura para todos los involucrados.
- En la restauración y rehabilitación Ambiental se incluyen a los profesionales en ecología, paisajismo y restauración ambiental para planificar y ejecutar la restauración del área una vez que la explotación termine.

3.2.3.5.2 Economía Provincial

Las actividades económicas preponderantes en estos territorios giran en torno a la agricultura, la avicultura y la ganadería. Entre estas actividades, destaca la explotación de minerales preciosos como el oro, así como la producción de carne, leche y queso. De igual manera, se lleva a cabo la producción de diversos productos agrícolas como frejoles, cítricos, cacao y café. Asimismo, se desarrolla la cría de ganado porcino, bovino y la crianza de aves de corral, incluyendo la producción de tejidos de lana y artesanías elaboradas con una variedad de materiales.

En conjunto, la promoción de la actividad económica y el progreso de estos cantones, al facilitar el transporte y la conexión entre sus localidades y fomentar las diversas actividades productivas que sustentan su desarrollo. Además, está influenciada por una serie de factores interrelacionados que definen su impacto económico en la región.

- ❖ **Producción y Ventas de Materiales:** La producción determina la cantidad de materiales extraídos y procesados, lo que afecta los ingresos generados. La demanda de estos materiales, como rocas, minerales y áridos, se relaciona con la actividad de construcción y desarrollo en la provincia. Un aumento en la producción puede generar mayores ingresos, especialmente en momentos de auge en la industria de la construcción.
- ❖ La cantera genera empleo directo e indirecto, lo que contribuye al tejido económico local. Los trabajadores involucrados en operaciones, mantenimiento, administración y logística, entre otros roles, generan salarios y gastos que impactan en la comunidad.
- ❖ La adquisición y el mantenimiento de maquinaria y equipos necesarios para la extracción y procesamiento de materiales son costos significativos. Estas inversiones no solo afectan los costos operativos, sino también la eficiencia y la productividad de la cantera en el largo plazo.

3.2.3.5.3 Paisaje

El paisaje de la Cantera El Jobo se despliega como una sinfonía de elementos naturales y humanos en armonía. El terreno presenta pequeñas ondulaciones, estas ligeras elevaciones crean una sensación de dinamismo en el paisaje. El estanque, ocupa un lugar central en este cuadro. Su tamaño mediano y su forma irregular se adaptan a las ondulaciones del terreno, la superficie del estanque refleja los cielos cambiantes y las formaciones rocosas que lo rodean.

A lo largo de los bordes del estanque, la vegetación acuática crea un marco de vida. Los lirios acuáticos flotan delicadamente sobre el agua, sus flores blancas. Las aves acuáticas se deslizan sobre la superficie del estanque, los insectos zumban en la vegetación cercana, y en ocasiones.

En conjunto, el paisaje de la Cantera El Jobo es una representación de la coexistencia entre la naturaleza y la actividad humana. Las ondulaciones del terreno, el estanque sereno y la vegetación abundante crean un equilibrio visual y ecológico. Es un recordatorio tangible de cómo, incluso en entornos modificados, la naturaleza puede florecer y adaptarse, creando una narrativa de belleza y vitalidad en constante evolución.



Ilustración 6. Paisaje. **Elaboración:** Propia.

Tabla 7. Calidad del paisaje

Cantidad	Descripción
Mayor a 138	Muy alto
114 - 138	Alto
91 - 114	Medio
67 -91	Bajo
Menor a 67	Muy bajo

Elaboración: TULAS

Tabla 8. Valoración del paisaje.

Factores	Peso (1-5)	Categoría	Puntos (1-5)	Valor (Peso x Puntos)
Pendiente	5	0 a 15%	5	25
		15 a 30%	4	20
		30 a 45%	3	15
		45 a 60%	2	10
		60 a más	1	5
Erosión	3	Sin erosión	5	15
		Baja	4	12
		Media	3	9
		Alta	1	3
Suelo	5	Muy fértil	5	25
		fértil	4	20
		Moderadamente fértil	3	15
		Poco fértil	1	5
Disponibilidad de agua	3	Ausencia de agua potable	5	15
		Pozo privado	4	12
		Pozo comunal	2	6
		Agua potable cañería	1	3
Topografía	5	Altamente ondulado	5	25
		Moderadamente ondulado	4	20
		Ligeramente ondulado	3	15
		Muy poco ondulado	2	10
		Llano	1	5
Cubierta Vegetal	2	Lleno de vegetación natural	5	10
		3/4 Cubierta	4	8
		1/2 Cubierta	3	6
		1/4 Cubierta	2	4
		Sin vegetación natural	1	2
Tipo de Terreno	2	Acantilado	5	10
		alomado	4	8
		Terraza	3	6
		Urbano residencial	2	4
		Sin característica específica	1	2
Hechos visuales y culturales	2	Playa o acantilado	5	10
		Presencia de algún hecho	3	6
		Sin calidad visual	1	2
Transporte	3	Carretera lejana	5	15
		Carretera cercana	3	9
		Carretera en la unidad	1	3
Accesibilidad	1	Más de 15 km de poblado	5	5
		De 10 a 15 km de un poblado	4	4
		De 5 a 10 km de un poblado	3	3
		De 1 a 5 km de un poblado	2	2
		En el poblado	1	1

Elaborado: Propia

Tabla 9. Valoración y Cuantificación del paisaje.

Factores	Peso (1-5)	Categoría	Puntos (1-5)	Valor (Peso x Puntos)
Pendiente	5	30 a 45%	3	15
Erosión	3	Baja	4	12
Suelo	5	Moderadamente fértil	3	15
Disponibilidad de agua	3	Ausencia de agua potable	5	15
Topografía	5	Moderadamente ondulado	4	20
Cubierta Vegetal	2	1/4 Cubierta	2	4
Tipo de Terreno	2	Alomado	4	8
Hechos visuales y culturales	2	Presencia de algún hecho	3	6
Transporte	3	Carretera cercana	3	9
Accesibilidad	1	De 1 a 5 km de un poblado	2	2
TOTAL				106

Elaboración: Propia

3.2.4 Matriz de Leopold Impacto ambiental de la cantera El Jobo.

Tabla 10. Matriz de Leopold

FACTORES AMBIENTALES		ASPECTOS DEL PROYECTO	Características del área antes de la extracción	Creación de Accesos, áreas de trabajo e infraestructura	Extracción de materiales pétreos	Transporte del material extraído a diferentes zonas	Áreas de almacenamiento de materiales extraído en la cantera	Uso de Agua	Emisiones de Gases Contaminantes:	Afectación Positiva	Afectación Negativa	Agregación de Impacto	
MEDIO FÍSICO	CLIMA	Precipitación							-6	0	1	-36	
		Viento		-1						-6	0	2	-37
		Temperatura		-4	-4	-2		5		-6	1	4	-50
	AIRE	Ruido		-6	-6	-1					0	3	-34
		Polvo		-6	-6	-1		4		-6	1	4	-40
	SUELO	Geomorfología	-2	-6	-6		-2	4			1	4	-22
		Factores Físicos	-2	-6	-6		-2	4			1	4	-22
	AGUA	Superficiales	-1	-6	-6		-2	4			1	4	-21
	MEDIO BIÓTICO	Flora	-1	-6	-6			4		-6	1	4	-37
Fauna		-1	-6	-6			4		-6	1	4	-37	
MEDIO SOCIO-ECONÓMICO	Empleo	9	9	9	8	5				5	0	193	
	Economía Provincial	9	9	9	8					4	0	183	
	Paisaje	-1	-6	-6		5	4			2	3	-4	
AFECTACIONES POSITIVAS			2	2	2	2	2	8	0	18	37	36	
AFECTACIONES NEGATIVAS			6	10	9	3	3	0	6	37			
AGREGACIÓN DE IMPACTOS			64	-11	-48	80	19	94	-162	36	36		

Elaboración: Propia.

En la siguiente matriz de Leopold, en el análisis del medio físico en relación a la extracción de materiales pétreos se consideraron una serie de factores: como la precipitación, el viento, la temperatura, el agua, el polvo, el ruido y el suelo.

Precipitación, Viento Temperatura:

- **Evaluación Previa y Creación de Accesos:** Alteran la superficie del suelo y, en combinación con las lluvias, aumentar el riesgo de erosión y la sedimentación en cuerpos de agua cercanos.
- **Emisiones de Gases Contaminantes:** Afectan la calidad del aire y, en algunos casos, pueden interactuar con la humedad atmosférica, contribuyendo a la formación de lluvias ácidas.
- **Extracción de Materiales:** La remoción de vegetación y el disturbio del suelo pueden aumentar la vulnerabilidad a la erosión e influir en la dirección y velocidad del viento.

Agua:

- La disminución de la cobertura vegetal puede aumentar el escurrimiento superficial y la escorrentía, lo que puede afectar los patrones de flujo de agua.

Polvo:

- La alteración del suelo y el movimiento de maquinaria pueden generar polvo en el aire, lo que afecta la calidad del aire y puede tener consecuencias negativas para la salud humana y el medio ambiente.

Ruido:

- La construcción de accesos e infraestructura puede generar ruido, afectando la tranquilidad del entorno y la fauna local.
- Las operaciones de extracción, el uso de maquinaria y el transporte de materiales pueden contribuir al ruido ambiental, lo que podría tener impactos negativos en la fauna y en la calidad de vida de la comunidad circundante.

Suelo:

- La alteración del suelo puede comprometer su capacidad para retener nutrientes y agua, lo que afecta la salud de la vegetación y la calidad del suelo en general.

En conjunto, estas actividades tienen un impacto negativo moderado en la cantera El Jobo en términos del medio físico. La interacción de estos factores subraya la necesidad de implementar medidas de mitigación para abordar los desafíos ambientales planteados por la extracción de materiales pétreos.

En el análisis del medio biótico, dado que las emisiones de gases contaminantes y la extracción constante de materiales tienen un impacto negativo en la flora y fauna.

El análisis del medio socioeconómico en el contexto de la extracción de materiales pétreos en la Cantera El Jobo refleja una interacción compleja entre las actividades industriales y su impacto en la comunidad local. A continuación, profundizaremos en cómo estas actividades influyen en el medio socioeconómico:

Actividades de Evaluación Previa y Creación de Accesos:

Impacto Positivo Alto: Estas actividades pueden tener un efecto positivo en el medio socioeconómico al generar empleo local. La creación de accesos también podría facilitar la movilidad y el acceso a la zona, lo que puede ser beneficioso para la comunidad.

Extracción Constante de Materiales, Transporte y Emisiones de Gases Contaminantes:

Impactos Negativos Moderados: La extracción constante de materiales puede generar preocupaciones en la comunidad debido a la alteración del paisaje, la posibilidad de ruido y polvo constante. El transporte de material extraído también puede causar molestias relacionadas con el tráfico, el ruido y la seguridad vial. Las emisiones de gases contaminantes pueden afectar la calidad del aire y, por lo tanto, la salud respiratoria de la población cercana. Si bien la generación de empleo es un factor positivo, la preservación de la salud, el acceso a recursos limpios y la tranquilidad también son aspectos esenciales en la evaluación global.

3.2.5 Planes de Mitigación

3.2.5.1 Medidas para el Clima

Según Tulas:

Art. 213.- Componentes abióticos. - Entiéndase a los componentes sin vida que conforman un espacio físico que pueden ser alterados de su estado natural por actividades antrópicas, siendo entre otros: el agua, el suelo, los sedimentos, el aire, los factores climáticos, así como los fenómenos físicos. [38]

En este contexto, se aborda que los componentes abióticos se refieren a los elementos no vivos que componen un entorno físico, estos componentes abarcan de manera primordial a los factores climáticos como la precipitación, viento y temperatura se deben tomar las siguientes medidas de mitigación para reducir el impacto Ambiental.

- ❖ Construcción de terrazas y diques de contención en las zonas más expuestas, formando barreras naturales para frenar el flujo de agua y prevenir la erosión.
- ❖ Diseño de sistemas de drenaje que dirijan el agua de lluvia lejos de las áreas sensibles y canalicen su flujo hacia zonas donde pueda ser gestionada adecuadamente.

- ❖ Mantener un cronograma de limpieza y retiro de sedimentos acumulados en áreas críticas.
- ❖ Diseño de estanques de retención estratégicamente ubicados para capturar el agua pluvial, permitiendo que se filtre y reducir el flujo hacia áreas vulnerables.
- ❖ Establecer un programa de monitoreo regular para evaluar la calidad del agua en arroyos y cuerpos de agua cercanos, evaluando niveles de sedimentos y contaminantes.
- ❖ Instala vallas, barreras vegetales o estructuras físicas para interceptar el viento y reducir la propagación de partículas.
- ❖ Planta árboles y vegetación en áreas expuestas para proporcionar sombra y reducir la exposición directa al sol.
- ❖ Suministra a los trabajadores ropa y equipo de protección adecuados para enfrentar condiciones climáticas extremas, incluyendo protección solar y ropa transpirable.
- ❖ Implementa horarios de trabajo flexibles para evitar las horas más calurosas del día, si es posible.

3.2.5.2 Medidas para la calidad del aire

Polvo

- ❖ Implementar sistemas de rociado de agua en áreas de actividad para mantener el suelo húmedo y evitar la generación de polvo.
- ❖ Emplear supresores de polvo, como productos químicos o polímeros, para mantener el polvo en el suelo y prevenir su dispersión por el viento.
- ❖ Reglamenta la velocidad de vehículos y maquinaria en áreas propensas a generar polvo.
- ❖ Mantén las vías y caminos en buen estado para reducir la cantidad de polvo generado por el tráfico de vehículos.
- ❖ Utilizar técnicas de compactación en áreas de excavación y movimiento de tierras para evitar la formación de polvo
- ❖ Establecer una regulación en la velocidad de ingreso de los volquetes a la zona, con el propósito de reducir las emisiones de partículas en suspensión.
- ❖ Llevar a cabo un mantenimiento adecuado de la maquinaria propulsada por motores de combustión interna que utilicen combustibles fósiles.

Ruido

- ❖ Establecer horarios de trabajo que limiten las operaciones más ruidosas durante las horas en que las comunidades circundantes están más activas.

- ❖ Invertir en maquinaria y equipos con tecnología de reducción de ruido, como silenciadores y aislantes acústicos en motores y equipos ruidosos.
- ❖ Realizar un mantenimiento regular de la maquinaria y equipos para asegurarse de que funcionen de manera óptima y generen menos ruido.
- ❖ Asegurarse de que las operaciones de la cantera cumplan con todas las regulaciones y estándares locales y nacionales relacionados con el ruido y el medio ambiente.

3.2.5.3 Medidas para el Suelo

- ❖ Definir claramente las zonas de extracción y establecer límites precisos para evitar la expansión descontrolada que pueda afectar el suelo circundante.
- ❖ Implementar programas de revegetación y reforestación en las áreas ya explotadas para restaurar la cubierta vegetal, prevenir la erosión y mejorar la calidad del suelo.
- ❖ Diseñar y construir estructuras de control de erosión, como terrazas, barreras de contención y sistemas de drenaje, para prevenir la pérdida de suelo y la sedimentación en áreas cercanas.
- ❖ Gestionar adecuadamente los residuos generados por las operaciones, incluyendo los desechos de la extracción, para evitar la contaminación del suelo.
- ❖ Emplear métodos de extracción selectiva que minimicen la alteración de grandes áreas y eviten la degradación innecesaria del suelo.
- ❖ Almacenar y conservar el suelo removido durante las operaciones para su posterior uso en la restauración de áreas impactadas.
- ❖ Cubrir áreas expuestas con materiales inertes para proteger el suelo de la erosión y mejorar su estabilidad.

3.2.5.4 Medidas para el Agua

- ❖ Establecer un sistema de gestión del agua que controle la cantidad y calidad del agua en el estanque y asegure un uso eficiente y sostenible.
- ❖ Evitar el vertido de sustancias químicas y materiales contaminantes en el estanque para mantener la calidad del agua.
- ❖ Establecer un programa de monitoreo regular para evaluar la calidad del agua en el estanque y tomar medidas inmediatas si se detectan cambios adversos.
- ❖ Captar y redirigir aguas pluviales hacia el estanque para recargar su nivel y reducir la demanda de agua de fuentes externas.
- ❖ Implementar prácticas de uso eficiente del agua en las operaciones de la cantera, como sistemas de riego controlados y reutilización del agua cuando sea posible.

- ❖ Mantener y revisar regularmente las estructuras que contienen el agua, como diques y represas, para prevenir fugas y daños.

3.2.5.5 Medidas para el Medio Biótico

Flora:

- ❖ Realizar un inventario detallado de la flora existente en la zona para comprender la diversidad de especies y su distribución.
- ❖ Antes de comenzar las operaciones, identificar y trasplantar especies vegetales raras o amenazadas a áreas seguras para su preservación.
- ❖ Establecer programas de revegetación y reforestación en áreas impactadas para restaurar la biodiversidad y la cubierta vegetal.
- ❖ En los proyectos de revegetación, dar prioridad al uso de especies vegetales nativas, ya que son más adecuadas para el ecosistema local.
- ❖ Mantener corredores biológicos entre áreas naturales circundantes para facilitar el movimiento de la fauna y mantener la conectividad del hábitat.
- ❖ Limitar el acceso a áreas sensibles y restringir la entrada de vehículos y maquinaria en zonas con vegetación frágil.

Fauna:

- ❖ Realizar estudios de fauna para identificar las especies presentes y su importancia en el ecosistema.
- ❖ Construir refugios y hábitats artificiales para proporcionar lugares seguros para la fauna local durante las operaciones. Medio Biótico
- ❖ Establecer zonas de acceso restringido o prohibido en áreas donde la fauna es especialmente vulnerable.
- ❖ Implementar programas de monitoreo regular para evaluar la presencia y el estado de la fauna y tomar medidas en consecuencia.
- ❖ Educar al personal y a la comunidad local sobre la importancia de la fauna y cómo interactuar de manera respetuosa con ella.
- ❖ Implementar medidas para prevenir atropellos de fauna, como señalización, reducción de velocidad y pasos de fauna.

3.2.5.6 Medidas para el Paisaje

- ❖ Planificar y diseñar un programa de restauración del paisaje que incluya la rehabilitación estética de las áreas impactadas por la extracción.

- ❖ Utilizar técnicas de diseño y revegetación que restauren la apariencia natural del paisaje y minimicen las alteraciones visuales.
- ❖ Emplear técnicas de paisajismo que integren elementos naturales y artificiales para crear una transición suave entre las áreas explotadas y el entorno circundante.
- ❖ Utilizar materiales naturales y locales para la revegetación y la construcción de características del paisaje, como caminos y estructuras.
- ❖ Incorporar elementos naturales, como rocas, árboles y cuerpos de agua, en el diseño del paisaje restaurado.
- ❖ Mantener un control estricto sobre el polvo y los sedimentos generados durante las operaciones para prevenir la deposición en áreas circundantes y mantener la limpieza del paisaje.
- ❖ Integrar cualquier infraestructura necesaria, como edificios o estructuras de retención, de manera armoniosa en el paisaje circundante.
- ❖ Implementar la restauración de áreas impactadas de manera progresiva, a medida que las operaciones avancen, para reducir la exposición prolongada de áreas afectadas.
- ❖ Involucrar a la comunidad local en la planificación y el diseño del paisaje restaurado para asegurarse de que se respeten sus valores y expectativas.
- ❖ Educar al personal y a la comunidad sobre la importancia de la preservación del paisaje y cómo contribuir a su mantenimiento.
- ❖ Diseñar áreas de recreación y espacios abiertos en el paisaje restaurado que puedan ser utilizados por la comunidad local.
- ❖ Establecer un programa de monitoreo a largo plazo para evaluar la efectividad de las medidas de restauración y realizar ajustes según sea necesario.

3.3 Presupuesto

Para la ejecución de este proyecto, se lograron minimizar los gastos debido a la disponibilidad de los equipos utilizados para los ensayos en el laboratorio de la Universidad Técnica de Machala.

Tabla 11. Presupuestos.

	ITEM	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
1	Transporte	2	\$5,50	\$11,00
2	Servicio de Red Inalámbrica	2	\$3,00	\$6,00
3	Alimentación	2	\$5,00	\$10,00
TOTALES				\$27,00

Elaboración: Propia

1. Rubro: Transporte

Actividad: Viajes a la Cantera El Jobo en el Cantón Arenillas, Provincia de El Oro (45 km desde Machala)

2. Rubro: Servicio de Red Inalámbrica

Actividad: Recargas de Datos para Obtener Información y Ubicación de la Cantera

3. Rubro: Alimentación

Actividad: Comida para Almuerzos y Bebidas en Ambos Viajes

3.4 Programación de Obras

A continuación se expone el plan de actividades llevadas a cabo durante la implementación del proyecto.

Tabla 12. Programación de Obra.

Descripción de las actividades realizadas	MESES Y SEMANAS								
	Junio		Julio				Agosto		
	Semana 1	Semana 2	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 1	Semana 2	Semana 3
	19 a 25	26/Jun a 2/Julio	3 a 9	10 a 16	17 a 23	24 a 30	31/Julio a 6/Agost	7 a 13	14 a 17
Entrevista con el tutor para establecer lineamientos del proceso de titulación									
Investigación Bibliográfica									
Desarrollo del Capítulo I									
Desarrollo de la Fundamentación Teórica									
Desarrollo de la Metodología									
Visita a Obra y recolección de muestras									
Ejecución de ensayos en Laboratorio									
Análisis de Resultados									
Revisión y corrección del informe									

Elaboración: Propia

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- ✓ Se realizó un trabajo de campo en la cantera El Jobo, donde se recopiló datos sobre la extracción de materiales pétreos, métodos de extracción, volúmenes de producción, gestión de residuos, y otros aspectos relevantes. Se identificó los tipos de materiales pétreos que se extraen en la cantera el Jobo. La diversidad de materiales presenta características únicas que pueden influir en su aplicabilidad y rendimiento en contextos específicos.
- ✓ Se identificó una serie de factores que influyen en el impacto ambiental en la cantera El Jobo. Estos factores incluyen, entre otros, la deforestación, la erosión del suelo, la contaminación del agua, la alteración del hábitat de la fauna, la generación de polvo y ruido, y el uso de explosivos. Se realizó un análisis detallado de cada uno de estos factores, evaluando su magnitud y alcance en términos de impacto ambiental.
- ✓ Se elaboró un informe de estudio ambiental con una recopilación completa de los datos y hallazgos obtenidos durante el trabajo de campo y el análisis. Incluye una evaluación detallada de los impactos ambientales y propuestas de medidas de mitigación.

4.2. Recomendaciones

- ✓ Compartir los datos y hallazgos de manera más amplia y accesible para beneficiar a investigadores, reguladores y partes interesadas que deseen comprender mejor la operación de la cantera El Jobo.
- ✓ Establecer un sistema de monitoreo ambiental continuo para evaluar constantemente los factores ambientales críticos y garantizar una gestión ambiental sostenible.
- ✓ Compartir el informe con las autoridades ambientales pertinentes y partes interesadas locales para fomentar la comprensión y el apoyo a las medidas de mitigación propuestas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. S. B. Pabón, “CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES PÉTREOS DEL DEPÓSITO ARENAS EL PALMAR DE ROLDANILLO VALLE PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO”. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/41479/Gonzalez%20Vergara%20Alvaro%20Andres%202020.pdf.pdf?sequence=3> (accedido 6 de agosto de 2023).
- [2] N. Hernández-Cortez y L. C. Ruelas-Monjardín, *Sustentabilidad del desarrollo: desafíos y propuestas*. Secretaría de Educación de Veracruz, 2018, p. 318.
- [3] N. Rovella et al., “A methodological approach to define the state of conservation of the stone materials used in the Cairo historical heritage (Egypt)”, *Archaeol. Anthropol. Sci.*, vol. 12, no 8, p. 178, jul. 2020.
- [4] Suárez Suárez, Sofía Cueva Vinuesa, Ricardo Germán, “Propuesta de modelo de gobernanza socioambiental, en la explotación de las canteras de material pétreo en la Parroquia de San Antonio de Pichincha –DMQ”, Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica, 2021. Accedido: 7 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/2653>
- [5] B. B. Lázaro y E. Laita, “Escrito en las rocas”, *ConCIENCIAS.digital: revista de divulgación científica de las Facultad de Ciencias de Zaragoza*, no 28, pp. 56–67, 2022.
- [6] E. M. A. Zawawi y W. H. W. Ibrahim, “The Environmental Impact on Human Wellbeing: A Case Study on Residences in Quarry Area”, *ijscet*, vol. 12, no 1, pp. 31–39, may 2021.
- [7] Alba Alonso Mora, Andrés Molina Franco, Anselmo Carretero Gómez, Francisca Victoria Sánchez Martínez, José Nieto Sánchez, Begoña Soler Huertas, Juan Antonio Antolinos Marín., *LA VIDA DE LA PIEDRA*. 2022, p. 145.
- [8] N. D. Georgi Gadzhev, Ed., “Environmental Impact of Quarry Activities: the Case Study of a Gneiss Deposit in the Region of Blagoevgrad”, en *Proceeding of 1st International Conference on Environmental Protection and Disaster RISKS (29 – 30 September 2020, Sofia, Bulgaria)*, Национално издателство за образование и наука „Аз-буки“, 2020, pp. 206–216.
- [9] D. Chen et al., “Mechanical characteristics and damage evolution of granite under freeze–thaw cycles”, *Frontiers in Energy Research*, vol. 10, 2023, doi: 10.3389/fenrg.2022.983705.
- [10] DEPARTAMENTO DE INTELIGENCIA DE MERCADO, “Perfil Producto Mercado - Mármoles y travertinos en Ecuador 2021”, *Exportemos.pe*, agosto de 2023.

<https://boletines.exportemos.pe/recursos/boletin/Perfil%20Producto%20Mercado%20-%20M%C3%A1rmoles%20y%20travertinos%20en%20Ecuador%202021.pdf> (accedido 2021).

[11] A. Kamran et al., “Aggregate Evaluation and Geochemical Investigation of Limestone for Construction Industries in Pakistan: An Approach for Sustainable Economic Development”, *Sustain. Sci. Pract. Policy*, vol. 14, no 17, p. 10812, ago. 2022.

[12] S. Villalobos-Cifuentes, M. Muñiz-Menéndez, y I. Pérez-Rey, “Estudio de la correlación entre la resistencia a la compresión uniaxial y la velocidad de ondas P en arenisca”, *Obras y Proyectos*, no 32, pp. 41–53, 2022.

[13] E. Li, Y. Wei, Z. Chen, P. Archbold, y B. Mullarney, “Experimental Study on Tensile Characteristics of Layered Carbonaceous Slate Subject to Water–Rock Interaction and Weathering”, *Sustain. Sci. Pract. Policy*, vol. 15, no 1, p. 885, ene. 2023.

[14] M. E. Mata, “Filtro de roca basáltica para agua residual”, *Alerta (San Salvador)*, vol. 2, no 2, pp. 163–172, jul. 2019.

[15] R. M. Delgado Urquijo y C. I. Percy Hernandez, “Caracterización física y mecánica de los materiales pétreos en el municipio de Girardot Cundinamarca”, *Corporación Universitaria Minuto de Dios - Uniminuto*, 2023. Accedido: 7 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/17157>

[16] “Diseño de tornillo sinfin-corona del sistema de transmisión para máquina de ensayo de impacto por caída libre en materiales pé-treos”. <https://citt.itsm.edu.mx/ingeniantes/articulos/ingeniantes6no2vol1/07%20Dise%C3%B1o%20de%20tornillo%20sinfin-corona%20del%20sistema%20de%20transmision.pdf> (accedido 8 de agosto de 2023).

[17] M. Vandana, S. E. John, K. Maya, y D. Padmalal, “Environmental impact of quarrying of building stones and laterite blocks: a comparative study of two river basins in Southern Western Ghats, India”, *Environ. Earth Sci.*, vol. 79, no 14, jul. 2020, doi: 10.1007/s12665-020-09104-1.

[18] K. Talento, M. Amado, y J. C. Kullberg, “Quarries: From Abandoned to Renewed Places”, *Land*, vol. 9, no 5, p. 136, may 2020.

[19] M. Vandana, S. E. John, K. Maya, S. Sunny, y D. Padmalal, “Environmental impact assessment (EIA) of hard rock quarrying in a tropical river basin-study from the SW India”, *Environ. Monit. Assess.*, vol. 192, no 9, p. 580, ago. 2020.

- [20] W. Villalobos-González, J. P. Sibaja-Brenes, J. C. Mora-Barrantes, y B. Álvarez-Garay, “Evaluación del impacto ambiental en una industria gráfica, que utiliza impresión litográfica tipo ‘offset’”, *UNICIENCIA*, vol. 35, no 1, pp. 367–383, ene. 2021.
- [21] C. P. Gumucio y M. P. A. Zúñiga, “De la evaluación de impacto ambiental a la evaluación ambiental estratégica: desafíos para la política ambiental en Chile y América Latina”, *Política y gobierno*, vol. 28, no 1, ene. 2021, Accedido: 8 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://politicaygobierno.cide.edu/index.php/pyg/article/view/1337>
- [22] Y. E. Hernández, D. D. López, y F. O. Moya, “Monitoreo ambiental como herramienta para el seguimiento continuo previsto en la evaluación de impacto ambiental”, *revistaESPACIOS*, vol. 40, no 3, p. 17, 2019.
- [23] L. A. Mendoza Zapata, C. A. Pacheco Bustos, y W. D. Certain Abraham, “Evaluación de impactos ambientales asociados a la eventual recuperación ambiental de canteras con residuos inertes de construcción y demolición en Barranquilla y su área metropolitana”, *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 39, no 2, pp. 275–295, 2021.
- [24] S. İlseven, Art and Science Faculty, Near East University Nicosia, Mersin 10, Turkey, N. Kaşot, Taşkent Nature Park, Cyprus Wildlife Research Institute, Kyrenia, Mersin 10, Turkey, y Faculty of Education, Cyprus International University, Nicosia, Mersin 10, Turkey, “Impact of quarries on the Kyrenia mountains (Cyprus) towards human and natural environment”, *J. Environ. Biol.*, vol. 41, no 2(SI), pp. 323–327, abr. 2020.
- [25] U. Pantelic, P. Lilic, A. Cvjetic, y N. Lilic, “Environmental Noise Impact Assessment for Large-Scale Surface Mining Operations in Serbia”, *Sustain. Sci. Pract. Policy*, vol. 15, no 3, p. 1798, ene. 2023.
- [26] P. Mariel, M. A. Khan, y J. Meyerhoff, “Valuing individuals’ preferences for air quality improvement: Evidence from a discrete choice experiment in South Delhi”, *Econ. Anal. Policy*, vol. 74, pp. 432–447, jun. 2022.
- [27] L. T. Bui, P. H. Nguyen, y D. C. M. Nguyen, “Model for assessing health damage from air pollution in quarrying area - Case study at Tan Uyen quarry, Ho Chi Minh megapolis, Vietnam”, *Heliyon*, vol. 6, no 9, p. e05045, sep. 2020.
- [28] N. J. Marchevsky, A. A. Giubergia, y N. H. Ponce, “Evaluación de impacto ambiental de la cantera ‘La Represa’, en la provincia de San Luis, Argentina”, *revistas.udistrital*, vol. 22, pp. 51–56, 2018.
- [29] P. A. Salgueiro, K. Prach, C. Branquinho, y A. Mira, “Enhancing biodiversity and ecosystem services in quarry restoration – challenges, strategies, and practice”, *Restor. Ecol.*, vol. 28, no 3, pp. 655–660, may 2020.

- [30] D. J. Estrada Luna y C. A. Román Martínez, “Evaluación del proceso de estabilización de un suelo fino empleando residuo de piedra caliza”, MSc, UNIVERSIDAD DE CARTAGENA , 2023. doi: 10.57799/11227/12029.
- [31] V. M. T. Puente, “Tiempo, clima y los fenómenos atmosféricos: desde torbellinos hasta cambio climático”, RDU, vol. 20, no 1, 2019, doi: 10.22201/codeic.16076079e.2019.v20n1.a3.
- [32] C. A. Pereira Bolaños y E. D. Ariza Ruiz, “Caracterización de pasivos ambientales: caso colombiano”, revHUMAN, vol. 19, no 3, pp. 1–12, mar. 2023.
- [33] L. Roncallo, “Canteras en San Carlos de Bariloche: evaluación de la situación actual y propuesta para el plan de cierre de una cantera”, Universidad Nacional de Río Negro, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/447>
- [34] A. C. Del Ecuador, “Constitución de la República del Ecuador”, Quito: Tribunal Constitucional del Ecuador. Registro oficial Nro, vol. 449, pp. 79–93, 2008.
- [35] L. D. E. G. Ambiental, “LEY DE GESTION AMBIENTAL, CODIFICACION”, LEY DE GESTION AMBIENTAL, CODIFICACION, 2004, [En línea]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- [36] R. del C. O. del Ambiente, “Reglamento al Código Orgánico del Ambiente”, Registro Oficial Suplemento 507 de 12-jun, 2019, [En línea]. Disponible en: <https://site.inpc.gob.ec/pdfs/lotaip2020/REGLAMENTO%20AL%20CODIGO%20ORGANICO%20DEL%20AMBIENTE.pdf>
- [37] GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE EL ORO, “SERVICIO DE EXPLOTACIÓN DE MATERIAL PÉTREO DE LAS CANTERAS CONCESIONADAS AL GADPEO, EN EL SITIO SAN VICENTE DEL JOBO, CANTÓN ARENILLAS; Y PARROQUIA SARACAY, DEL CANTÓN PIÑAS, PROVINCIA DEL EL ORO”, Sistema Oficial de Contratación Pública, 2016. https://www.compraspublicas.gob.ec/ProcesoContratacion/compras/PC/informacionProcesoContratacion2.cpe?idSoliCompra=25Ts5-NYok967HHQJXCpehN9FfyW_TW95MvzGNfvdNE, (accedido 9 de agosto de 2023).
- [38] T. U. de Legislación Secundaria, “Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria”, ruminahui, 2015. <http://www.ruminahui-aseo.gob.ec/periodo2015/documentos/tulas.pdf> (accedido 2021)

ANEXOS

Anexo 1. Memorias fotográficas en campo



Solicitando permisos en la Prefectura para visitar Cantera El Jobo.



Observación del área de la cantera y la toma de muestras.



Diálogo y obtención de información con especialistas de Cantera El Jobo.

Anexo 2. Memoria fotográfica en Laboratorio



Granulometría en la Universidad Técnica de Machala.

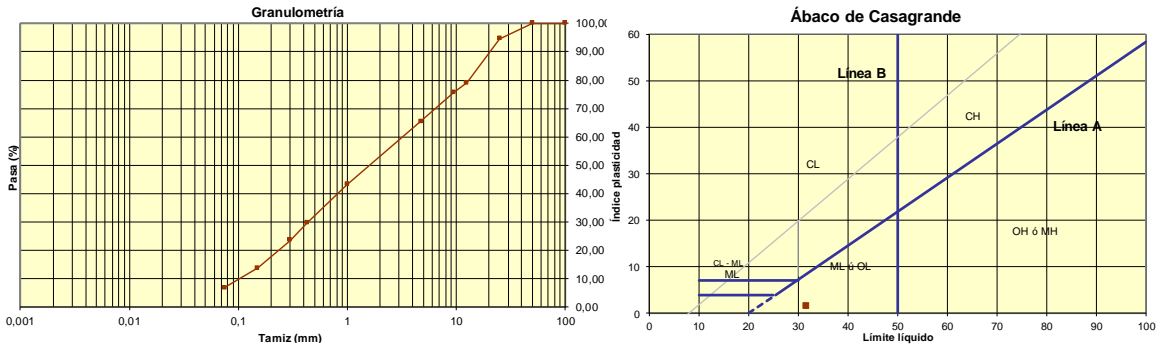


	Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
			100,00	0,00	0,00
			100,00	0,00	0,00
			100,00	0,00	0,00
			100,00	0,00	0,00
			100,00	0,00	0,00
4"	100	100,00	100,00	0,00	0,00
2"	50	100,00	100,00	0,00	0,00
1"	25	94,57	94,57	5,43	5,43
1/2"	12,5	79,01	79,01	20,99	15,56
tamices	3/8"	75,73	75,73	24,27	3,28
	#4	65,38	65,38	34,62	10,34
#10 (2mm)	#18	43,22	43,22	56,78	22,17
	#40	29,66	29,66	70,34	13,56
#40 (0.425mm)	#50	23,57	23,57	76,43	6,09
	#100	13,81	13,81	86,19	9,76
#200 (0.075mm)	#200	6,81	6,81	93,19	7,01

Límite líquido LL	31,62	%	$D_x = \frac{D_2 - D_1}{\log \%_2 - \log \%_1} * \log \%_x - \log \%_1 + D_1$
Límite plástico LP	30,05	%	
Índice plasticidad IP	1,57	%	$D_x = \frac{0,075 - 0,150}{\log 37,56 - \log 75,3} * \log 60 - \log 75,3 + 0,150$ $D_x = D_{60} = 0,087$

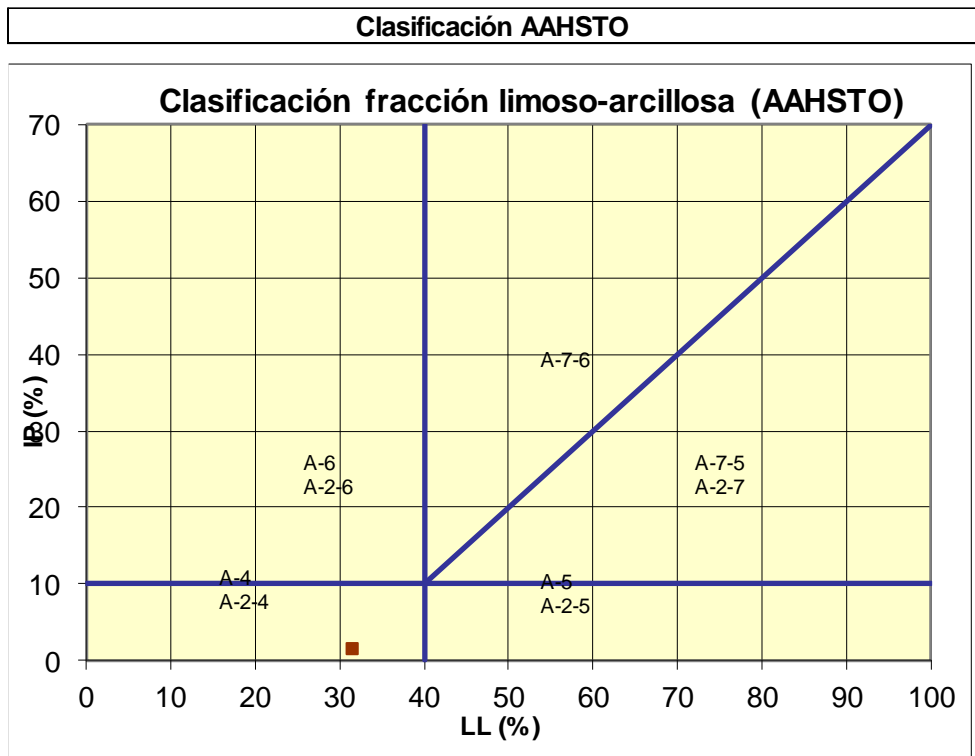
Pasa tamiz N° 4 (4.75mm):	100,00	%
Pasa tamiz N° 200 (0,075 mm):	6,81	%
D60:	3,84	mm
D30:	0,44	mm
D10 (diámetro efectivo):	0,11	mm
Coficiente de uniformidad (Cu):	35,16	
Grado de curvatura (Cc):	0,46	

Se registraron datos en Excel y se calcularon límites y el índice de plasticidad.



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Arena mal graduada con limo con grava SP SM

Se clasificó el suelo como SP o SM usando una curva en Excel y el ábaco de Casagrande.



Material granular
 Excelente a bueno como subgrado
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Valor del índice de grupo (IG): **0**

Según la clasificación AASHTO, el material granular se cataloga como A-1-a.

Anexo 3. Plano San Vicente El Jobo

SAN VICENTE (EL JOBO)

