



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS DE LAS AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL  
EX POST EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN  
MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTORES:**

**JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE**

**EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ**

**TUTOR:**

**ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA, MS.c**

La Libertad, Ecuador

2023

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS DE LAS AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL  
EX POST EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN  
MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTORES:**

JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE

EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ

**TUTOR:**

ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA, MS.c

La Libertad, Ecuador

2023

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

Ing. Richard Ramírez Palma, Mg.

**DIRECTOR DE CARRERA**

f. 

Ing. Gastón Proaño Cadena, MSc.

**DOCENTE TUTOR**

f. 

Ing. Jonny Raúl Villao Borbor, MSc.

**DOCENTE ESPECIALISTA**

f. 

Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, PhD

**DOCENTE UIC**

## **DEDICATORIA**

Con gran emoción y gratitud dedico esta investigación a Dios, a mi madre quien en vida fue Nelly Rocafuerte Reyes, a mi padre Jaime Cortez Velastegui, a mis hermanos: Jefferson, Lisbeth, Tamily y a mi cuñada Lenny Bazarro, quienes han sido una fuente de constante apoyo, aliento e inspiración en todo este arduo proceso. Su confianza en mis capacidades me ha impulsado a superar cada obstáculo, a preservar cuando las dificultades parecían insuperables y a mantenerme enfocado en mis objetivos sin ellos este logro no habría sido posible.

**Jaime Cortez**

Dedico este proyecto de investigación en primer lugar a Jehová Dios por siempre brindarme salud y capacidad para poder culminar con este gran propósito.

Segundo a mis padres Miriam Suarez y Diogene Rodriguez y hermanas Anai Rodriguez y Nina Rodriguez que siempre estuvieron prestos a apoyarme, animarme y sobre todo por siempre estar, por esto y mucho más, sin ustedes nada de esto hubiera sido posible.

Tercero a mi enamorado Felix Reyes quién estuvo siempre para brindarme su mano cada vez que lo necesite y también por estar cuando sentía que no podía más, brindándome su cariño y comprensión,

**Evelyn Rodriguez**

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

Ing. Gastón Nicolás Proaño Cadena, MSc.

**TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación para denominado “ANÁLISIS DE LAS AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL EX POST EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA”, elaborado por los estudiantes, JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE y EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ, con C.I.: 245009395-6 y C.I.: 240015467-6 respectivamente, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, de la facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de INGENIERO CIVIL, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido los requerimientos exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con 1% de la valoración permitida, por consiguiente se procede emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud

Atentamente,

f. 

Ing. Gastón Nicolás Proaño Cadena, MSc.

DOCENTE TUTOR



## TESIS - CORTEZ, RODRIGUEZ

< 1%  
Similitudes



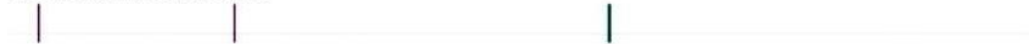
1% Texto entre comillas  
0% similitudes entre comillas  
< 1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: TESIS - CORTEZ, RODRIGUEZ.docx  
ID del documento: 8a97e1d0fd3e102cfee56db9d83fd6f0a2f4f07e  
Tamaño del documento original: 76,92 kB

Depositante: GASTON NICOLAS PROAÑO CADENA  
Fecha de depósito: 12/7/2023  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 12/7/2023

Número de palabras: 6762  
Número de caracteres: 43.781

Ubicación de las similitudes en el documento:



### Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> <a href="http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/64209/14/Trabajo_de_titulacion_Ivonne_Roca.pdf">http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/64209/14/Trabajo_de_titulacion_Ivonne_Roca.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://repositorio.pucese.edu.ec">repositorio.pucese.edu.ec</a> <a href="https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2220/1/CEDEÑO CASTRO BRYAN MICHEL.pdf">https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2220/1/CEDEÑO CASTRO BRYAN MICHEL.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)
2	Diagnóstico Ambiental de la actividad minera de materiales pétreos en las cantera... <a href="http://dspace/bitstream/15000/6169/3/CD-4823.pdf">Ver/dspace/bitstream/15000/6169/3/CD-4823.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

# DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE** y **EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ**, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “**ANÁLISIS DE LAS AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL EX POST EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA**”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**, Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondiente a este trabajo, a la Universidad Estatal Península De Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente

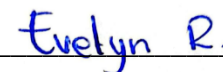
Atentamente,

f. 

Jaime Anderson Cortez Rocafuerte

CI. 2450093956

**AUTOR DE TESIS**

f. 

Evelyn Estefany Rodriguez Suarez

CI. 2400154676

**AUTOR DE TESIS**



# CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Gastón Nicolás Proaño Cadena, MSc.

**TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo denominado “ANÁLISIS DE LAS AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL EX POST EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA”, previo a la obtención del Título de ingeniero Civil elaborado por, JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE y EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ, con C.I.: 245009395-6 y C.I.: 240015467-6 respectivamente, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, de la facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes,

Atentamente,

f.



Ing. Gastón Nicolás Proaño Cadena, MSc.

DOCENTE TUTOR

# CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA

*Certificación de Gramatología*

Lic. MARIANA MEDINA SUAREZ

*Magister En Diseño Y Evaluación*

*De Modelos Educativos*

La Libertad, agosto 1 del 2023.

## Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de titulación en opción al título de INGENIERO CIVIL de: CORTEZ ROCAFUERTE JAIME ANDERSON & RODRIGUEZ SUAREZ EVELYN ESTEFANY, cuyo tema es: “ANÁLISIS DE LAS AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL EX POST EXPLICACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA”, me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.

  
Lic. Mariana Medina S, MSc.  
Docente de Español A: Literatura  
Cel: 0986380800  
marianoem1@hotmail.com

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera empezar agradeciendo a Dios y a la vida por este gran logro obtenido.

Agradezco sinceramente a mi familia por su amor incondicional y apoyo constante a lo largo de mi vida y en este proyecto en particular. Su aliento y confianza en mí han sido mi mayor fortaleza. A mis padres, hermanos, abuelos y demás familiares, les agradezco por estar siempre ahí para mí, por brindarme un ambiente de apoyo y por inspirarme a dar lo mejor de mí en cada paso que doy.

A mi tutor Ing. Gastón Proaño por su guía invaluable, conocimientos y paciencia durante todo el proceso de investigación.

A mi compañera de tesis Evelyn Rodríguez quien ha sido pilares fundamentales en esta investigación y a mis compañeros: Nicolle, Carol, Patricia, Ronald, Brayner y Douglas gracias por ser mi red de apoyo, por escucharme, animarme y por compartir risas y momentos de distracción que me han ayudado a mantener el equilibrio y la cordura durante este desafiante proceso. Su amistad ha sido un regalo invaluable.

**Jaime Cortez**

Agradezco de forma infinita a cada una de las personas que hicieron todo esto posible, en primer lugar, a Jehová Dios, que siempre me brindo la sabiduría e inteligencia para poder culminar esta gran meta.

A mis familiares que siempre estuvieron motivándome a seguir adelante y a no declinar en la carrera.

A mi enamorado Felix Reyes quien siempre estuvo para animarme e impulsarme a querer superarme y por aguantar mis momentos de desesperación y angustia.

A mi tutor de tesis Gastón Proaño quien ha dirigido este trabajo de investigación de la mejor manera impartiéndonos sus mejores conocimientos y a mi compañero de tesis Jaime Cortez quien ha sido un pilar fundamental para culminar este trabajo de investigación.

Y finalmente a mis amigos Ronald Cruz, Douglas Liriano y Jonnathan Alvia quienes fueron participes con su ayuda en la realización de este proyecto investigativo.

**Evelyn Rodriguez**

# TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO .....	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	vii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	viii
CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA.....	ix
AGRADECIMIENTOS .....	x
TABLA DE CONTENIDO .....	xii
LISTA DE FIGURAS .....	xvi
LISTA DE TABLAS .....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT .....	xx
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.2 ANTECEDENTES .....	4
1.3 HIPÓTESIS.....	7
1.3.1 Hipótesis General. ....	7
1.3.2 Hipótesis Específicas. ....	7
1.4 OBJETIVOS .....	8
1.4.1 Objetivo General. ....	8
1.4.2 Objetivos Específicos. ....	8
1.5 ALCANCE .....	8
1.6 VARIABLES.....	9
1.6.1 Variables Independientes. ....	9

1.6.2	Variables Dependientes. ....	9
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....		<b>10</b>
2.1	<b>EXPLOTACIÓN DE CANTERA</b> .....	<b>10</b>
2.1.1	Sistemas extractivos mineros. ....	10
2.1.2	Cantera a cielo abierto.....	10
2.1.3	Volumen de extracción de canteras y reservas del yacimiento. ....	11
2.1.4	Vida útil de canteras. ....	11
2.2	<b>TOPOGRAFÍA</b> .....	<b>12</b>
2.3	<b>CLASIFICACIÓN DE MATERIALES</b> .....	<b>13</b>
2.3.1	Propiedades físicas. ....	13
2.3.2	Propiedades mecánicas. ....	13
2.4	<b>MARCO INSTITUCIONAL</b> .....	<b>14</b>
2.4.1	Ministerio de minería.....	14
2.4.2	Agencia de regulación y control minero, ARCOM. ....	15
2.4.3	Ministerio del Ambiente del Ecuador, MAE. ....	16
2.4.4	Gobiernos Autónomos Descentralizados.....	17
2.5	<b>MARCO LEGAL</b> .....	<b>18</b>
2.5.1	Constitución de la República del Ecuador. ....	18
2.5.2	Código Orgánico de Organización Territorial y Descentralización, COOTAD.....	19
2.5.3	Ley de Minería.....	22
2.6	<b>LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL</b> .....	<b>24</b>
2.7	<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b> .....	<b>25</b>
2.7.1	Marco legal y normativo.....	25
2.7.2	Diagnóstico ambiental.....	25
2.7.3	Plan de acción. ....	26
2.7.4	Monitoreo y evaluación.....	26
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b> .....		<b>27</b>

<b>3.1</b>	<b>TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>27</b>
3.1.1	Tipo.....	27
3.1.2	Nivel.....	27
<b>3.2</b>	<b>MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>28</b>
3.2.1	Método.....	28
3.2.2	Enfoque. ....	28
3.2.3	Diseño. ....	28
<b>3.3</b>	<b>POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO .....</b>	<b>28</b>
3.3.1	Población.....	29
3.3.2	Muestra. ....	29
3.3.3	Muestreo.....	29
<b>3.4</b>	<b>GEOLOGÍA REGIONAL .....</b>	<b>30</b>
<b>3.5</b>	<b>GEOLOGÍA LOCAL.....</b>	<b>32</b>
<b>3.6</b>	<b>METODOLOGÍA DEL OE.1: OBTENER EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO MEDIANTE EL EQUIPO GNSS RTK PARA DELIMITAR LA ZONA DE ESTUDIO Y SEGÚN LA ALTIMETRÍA Y PLANIMETRÍA DETERMINAR EL VOLUMEN DE LA CANTERA ...</b>	<b>33</b>
3.6.1	Ubicación del Sector de Estudio.....	34
3.6.1.1	Ubicación del Punto de Control Geodésico del I.G.M. ....	34
3.6.1.2	Levantamiento Topográfico. ....	34
3.6.1.3	Cálculo de volumen. ....	36
<b>3.7</b>	<b>METODOLOGÍA DEL OE.2: REALIZAR ENSAYOS DE LABORATORIO Y SU RESPECTIVA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS MEDIANTE EL MUESTREO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EXISTENTE .....</b>	<b>50</b>
3.7.1	Caracterización de materiales según normativa MTOP. ....	54
3.7.1.1	Bases.....	54
3.7.1.2	Sub-Base. ....	56
3.7.1.3	Mejoramiento de la Subrasante. ....	57

3.8	METODOLOGÍA DEL OE.3: IDENTIFICAR LAS AFECTACIONES EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA PROPONER MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	57
3.9	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	61
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		63
4.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL OE.1: OBTENER EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO MEDIANTE EL EQUIPO GNSS RTK PARA DELIMITAR LA ZONA DE ESTUDIO Y SEGÚN LA ALTIMETRÍA Y PLANIMETRÍA DETERMINAR EL VOLUMEN DE LA CANTERA .....	63
4.1.1	Delimitación de la zona de estudio.....	63
4.1.2	Cálculo de volumen.....	65
4.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL OE.2: REALIZAR ENSAYOS DE LABORATORIO Y SU RESPECTIVA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS MEDIANTE EL MUESTREO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EXISTENTE .....	66
4.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL OE.3: IDENTIFICAR LAS AFECTACIONES EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA PROPONER MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	69
4.4	Discusión de resultados .....	84
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		85
5.1	CONCLUSIONES .....	85
5.2	RECOMENDACIONES .....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		88
ANEXOS .....		93



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Geología regional de la zona de estudio</i> .....	30
<b>Figura 2</b> <i>Leyenda Estratigráfica de la provincia de Santa Elena</i> .....	31
<b>Figura 3</b> <i>Mapa geológico del sector de estudio</i> .....	33
<b>Figura 4</b> <i>Fijación del equipo topográfico en el hito de hormigón</i> .....	34
<b>Figura 5</b> <i>Ubicación de las coordenadas de los vértices del polígono de estudio</i>	35
<b>Figura 6</b> <i>Perfil Longitudinal de la cantera “Los Pozos”</i> .....	36
<b>Figura 7</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 000,00</i> .....	37
<b>Figura 8</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 020,00</i> .....	37
<b>Figura 9</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 040,00</i> .....	38
<b>Figura 10</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 060,00</i> .....	39
<b>Figura 11</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 080,00</i> .....	39
<b>Figura 12</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 100,00</i> .....	40
<b>Figura 13</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 120,00</i> .....	41
<b>Figura 14</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 140,00</i> .....	41
<b>Figura 15</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 160,00</i> .....	42
<b>Figura 16</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 180,00</i> .....	43
<b>Figura 17</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 200,00</i> .....	43
<b>Figura 18</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 220,00</i> .....	44
<b>Figura 19</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 240,00</i> .....	45
<b>Figura 20</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 260,00</i> .....	45
<b>Figura 21</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 280,00</i> .....	46
<b>Figura 22</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 300,00</i> .....	47
<b>Figura 23</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 320,00</i> .....	47
<b>Figura 24</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 340,00</i> .....	48
<b>Figura 25</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 360,00</i> .....	49
<b>Figura 26</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 380,00</i> .....	49
<b>Figura 27</b> <i>Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 400,00</i> .....	50

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Coordenadas de los vértices del polígono de estudio</i> .....	35
<b>Tabla 2</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 000,00</i> .....	36
<b>Tabla 3</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 020,00</i> .....	37
<b>Tabla 4</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 040,00</i> .....	38
<b>Tabla 5</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 060,00</i> .....	38
<b>Tabla 6</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 080,00</i> .....	39
<b>Tabla 7</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 100,00</i> .....	40
<b>Tabla 8</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 120,00</i> .....	40
<b>Tabla 9</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 140,00</i> .....	41
<b>Tabla 10</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 160,00</i> .....	42
<b>Tabla 11</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 180,00</i> .....	42
<b>Tabla 12</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 200,00</i> .....	43
<b>Tabla 13</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 220,00</i> .....	44
<b>Tabla 14</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 240,00</i> .....	44
<b>Tabla 15</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 260,00</i> .....	45
<b>Tabla 16</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 280,00</i> .....	46
<b>Tabla 17</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 300,00</i> .....	46
<b>Tabla 18</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 320,00</i> .....	47
<b>Tabla 19</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 340,00</i> .....	48
<b>Tabla 20</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 360,00</i> .....	48
<b>Tabla 21</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 380,00</i> .....	49
<b>Tabla 22</b> <i>Cálculo de volumen en abscisa 0 + 400,00</i> .....	50
<b>Tabla 23</b> <i>Peso de agregado y Número de Esferas para agregados gruesos de tamaños mayores a <math>\frac{3}{4}</math>"</i> .....	51
<b>Tabla 24</b> <i>Peso de agregado para ensayo Resistencia a los sulfatos</i> .....	52
<b>Tabla 25</b> <i>Requisitos para el cumplimiento de una Base.</i> .....	54
<b>Tabla 26</b> <i>Especificaciones de granulometría para el uso de Base clase 1</i> .....	54
<b>Tabla 27</b> <i>Especificaciones de granulometría para el uso de Base clase 2</i> .....	55
<b>Tabla 28</b> <i>Especificaciones de granulometría s para el uso de Base clase 3</i> .....	55

<b>Tabla 29</b> <i>Especificaciones de granulometría para el uso de Base clase 4</i> .....	55
<b>Tabla 30</b> <i>Requisitos para el cumplimiento de una Subbase.</i> .....	56
<b>Tabla 31</b> <i>Especificaciones de granulometría para el uso de Subbase.</i> .....	56
<b>Tabla 32</b> <i>Requisitos para el cumplimiento de un mejoramiento de la subrasante.</i> 57	
<b>Tabla 33</b> <i>Principales impactos ambientales.</i> .....	57
<b>Tabla 34</b> <i>Afectaciones evaluadas ante la explotación de cantera “Los Pozos”.</i> ..	59
<b>Tabla 35</b> <i>Cuadro de operación de variables</i> .....	61
<b>Tabla 36</b> <i>Cuadro de operación de variables</i> .....	62
<b>Tabla 37</b> <i>Coordenadas de los puntos de la zona de estudio</i> .....	63
<b>Tabla 38</b> <i>Cuadro de resumen del cálculo de volumen</i> .....	65
<b>Tabla 39</b> <i>Cuadro de resumen de los resultados de ensayos de laboratorio</i> .....	67
<b>Tabla 40</b> <i>Cuadro de comparacion de los resultados de ensayos de laboratorio.</i> 67	
<b>Tabla 41</b> <i>Ficha de plan de manejo ambiental</i> .....	70
<b>Tabla 42</b> <i>Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, PPM</i> .....	75
<b>Tabla 43</b> <i>Plan de manejo de desechos, PMD</i> .....	77
<b>Tabla 44</b> <i>Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental, PCC</i> ..	79
<b>Tabla 45</b> <i>Plan de Monitoreo y Seguimiento, PMS</i> .....	81
<b>Tabla 46</b> <i>Plan de Rehabilitación, PRA</i> .....	82
<b>Tabla 47</b> <i>Plan de Cierre, Abandono y Entrega del área, PCA</i> .....	83

“ANÁLISIS DE LAS AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL EX POST  
EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL  
PROVINCIA DE SANTA ELENA”

**Autor:** JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE  
EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ

**Tutor:** ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA, MS.c

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la caracterización de la cantera “Los Pozos” como material de construcción y a su vez determinar el cálculo de volumen para definir las afectaciones a la explotación de ésta, se llevó a cabo ensayos de laboratorio correspondientes, donde se determinó las propiedades físicas y mecánicas del suelo para poderlo clasificar como material granular sean bases, subbases o mejoramiento de subrasantes típicas en la provincia de Santa Elena y con la topografía se delimitó un área de 8 hectáreas y un volumen de 845943.17 m<sup>3</sup>. Se determinó que mediante el área y volumen de extracción de la cantera se debían analizar afectaciones en específico de una pequeña minería para así poder realizar el plan de manejo ambiental como lo dicta el reglamento para actividades mineras en la república del Ecuador, con disposiciones técnicas ambientales específicas antes, durante y en el cierre de cantera.

***Palabras Clave:** Propiedades físicas del suelo, propiedades mecánicas del suelo, caracterización del material de la cantera, afectaciones ambientales, plan de manejo ambiental.*

“ANALYSIS OF EFFECTS AND ENVIROMENTAL IMPACT EX-POST  
QUARRY EXPLOITATION OF THE SAN MIGUEL COMMUNE PROVINCE  
OF SANTA ELENA”

**Authors:** JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE  
EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ

**Tutor:** ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA, MS.c

## **ABSTRACT**

The objective of this investigation was to characterize the "Los Pozos" quarry as a construction material and to determine the volume calculation to define effects on the exploitation of this quarry, corresponding laboratory tests were carried out, where the physical and mechanical properties of the soil were determined so that it could be classified as a granular material being bases, subbases or improvement of typical subrasantes in the province of Santa Elena and with the topography was delimited an area of 8 hectares and a volume of 845943.17 m<sup>3</sup>. It was determined that the area and volume of quarry extraction should be analyzed for specific effects of a small mining to be able to carry out the environmental management plan as dictated by the regulations for mining activities in the Republic of Ecuador, with specific environmental technical provisions before, during and at quarry closure.

**Key words:** *Physical properties of the soil, mechanical properties of the soil, characterization of the quarry material, environmental effects, environmental management plan.*

# CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo la construcción de las obras civiles, la demanda de materiales ha ido en aumento en base a las características y requerimientos para los procesos constructivos (Gonzales Ruiz & Villa Plazas, 2012) el crecimiento y desarrollo de las poblaciones consecuentemente, hace que la dirección se dirija a varios problemas ambientales, debido que la falta de capacitación, conocimiento en el contexto ambiental y enfoque de contingencia induzcan un impacto negativo al entorno (Cuenca Camacho, 2021)

La ingeniería civil nace de la necesidad del crecimiento y desarrollo de la sociedad; por esto, la construcción de obras civiles tales como puentes, presas, puertos, carreteras y entre otras, ha contribuido de gran manera con este objetivo. Debido a la importancia de estas obras en temas de seguridad, las estructuras deben cumplir con normas de diseño y de calidad de los materiales, en alusión a esta última en Estados Unidos en 1904 la ASTM (Asociación americana para pruebas de materiales), publica por primera vez sus estándares de calidad para el cemento portland, incluyendo los agregados pétreos en ASTM C33 “Especificaciones Normalizadas de Agregados para concreto”. En la actualidad estos estándares son usados mundialmente para definir la calidad del agregado, el tamaño máximo nominal y otros requisitos físicos, químicos y mecánicos. (Gonzales Ruiz & Villa Plazas, 2012)

La relación que tiene de la ingeniería civil con el medio ambiente hace que las grandes y pequeñas constructoras estén cada vez más preocupadas por los impactos generados en el medio ambiente, también se puede notar que las administraciones de gobierno se están enfocando en el cuidado de la naturaleza, dejando así reglamentos, normativas y sistemas de gestión que garanticen un manejo de las construcciones de forma sostenible (Bohórquez Giraldo, 2015).

Los materiales pétreos se extraen de las denominadas canteras que se encuentran en la naturaleza. De acuerdo a los diferentes métodos empleados para la extracción de los materiales se genera la degradación de hábitats y medio ambiente; aunque logran satisfacer las exigencias que se tiene en el sector de la construcción se produce una gran afectación en el entorno (Gutiérrez Arroyo, 2020).

La extracción de materiales de cantera es una actividad que ha sido llevada a cabo en la península de Santa Elena durante décadas, lo que ha generado beneficios económicos, pero también ha planteado desafíos y preocupaciones en términos de sostenibilidad ambiental y desarrollo comunitario. Por lo tanto, la caracterización de las canteras en esta región se vuelve fundamental para comprender su distribución, calidad de los materiales, impacto ambiental y social, y establecer medidas de manejo adecuadas (Loisiligaki, 2020).

En los proyectos de construcción es fundamental implementar un plan de manejo ambiental el cual busca minimizar los impactos y promover la sostenibilidad. Un plan de manejo ambiental es un conjunto de acciones y medidas que están diseñadas para prevenir, mitigar y compensar las afectaciones ambientales asociadas, en este caso a la explotación de canteras. Es importante mencionar que debe ser elaborado de manera integral y se deben considerar todos los aspectos más relevantes, desde la etapa de planificación hasta la clausura o cierre de cantera, es por esto que la presente investigación hará una evaluación en cada etapa según lo requiera (Leal, 1997).

La forma de obtención de los materiales en la cantera “Los Pozos” ubicada en la comuna San Miguel, provincia de Santa Elena será mediante un método simple a cielo abierto donde se realiza el desgarre y carguío con excavadoras que son transportadas por volquetas, con respecto a la capacidad de producción, por lo que, se conoce que ésta tiene una capacidad diaria denominada como pequeña minería que en terrazas aluviales es hasta 800 m<sup>3</sup> y en minería a cielo abierto en rocas duras es de 500 ton métricas. No se utilizan minas ni productos químicos para realizar la explotación de esta cantera.

Dentro del trabajo de estudio se abarcará la caracterización de la cantera en donde se llevará a cabo un estudio de mecánica del agregado pétreo que comprende de forma general las propiedades del material a ser explotado y la revisión de normativas que nos permita realizar una correcta clasificación, también se hará una topografía en el cual se realizará la delimitación de la zona de estudio para conocer su área total y una estimación del volumen a excavar. Dentro del diagnóstico investigativo se considera importante identificar las actividades ex-post a la explotación de la cantera debido a que se debe evaluar el impacto ambiental generado. Se identificarán los impactos ambientales, los aspectos y grado de importancia generados por cada actividad realizada la cual nos permitirá analizar y brindar soluciones para prevenir o mitigar los impactos ambientales generados.

La presente propuesta de investigación se conforma de 5 capítulos que se dividen de la siguiente forma: el Capítulo I comprende los aspectos preliminares de la investigación como son; problemática, preguntas de investigación, hipótesis, objetivos, etc. El Capítulo II enlista detalladamente las bases teóricas más relevantes. El Capítulo III menciona la metodología usada para llevar a cabo cada uno de los objetivos. El Capítulo IV presenta los resultados y la discusión final de la investigación. El Capítulo V se muestran las conclusiones y recomendaciones a las que se llegaron en base a los resultados obtenidos.

## **1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

La explotación de canteras implica una evaluación exhaustiva de los recursos y afectaciones que se presenta en el proceso, como la evaluación e identificación de la calidad de los tipos de materiales presentes, la cantidad de recursos disponibles, la consideración de los impactos ambientales y sociales, es importante tener en cuenta una amplia gama de factores para garantizar una explotación eficiente y sostenible.

La identificación de estos problemas es fundamental para cumplir con las regulaciones y permisos necesarios antes de iniciar la explotación, es importante detallar los impactos ambientales y sociales, dado que la degradación del hábitat natural, la contaminación del aire, del agua, los efectos sobre la salud humana y la



biodiversidad son solo algunos de los impactos generados que deben ser considerados; es necesario asegurar que los trabajadores estén capacitados en las técnicas, prácticas más seguras y eficientes para la explotación de la cantera.

Además, es importante tener una planificación adecuada para optar medidas que minimicen estos impactos y de esta forma se disponga de los recursos necesarios para llevar a cabo la extracción de manera que garantice una explotación sostenible, segura y eficiente.

## **1.2 ANTECEDENTES**

En el ámbito internacional, el estudio de (Chan Yam et al., 2003) basado en la “INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS PÉTREOS EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO” que tuvo como objetivo presentar el estado del arte sobre los agregados y su influencia en las características del concreto tanto en estado fresco como endurecido, se estudiaron y evaluaron las propiedades físico – mecánico de los agregados pétreos y se concluyó que influyen en las características del concreto tanto en trabajabilidad como endurecido aludiendo que se debe buscar una estructura de agregados con una forma y secuencia de tamaños adecuados para obtener un concreto óptimo, finalmente se pudo evidenciar la importancia de las características de los agregados pétreos.

De igual manera el trabajo de (Hernández-Jatib et al., 2014), “EVALUACIÓN AMBIENTAL ASOCIADA A LA EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN LA INAGUA, GUANTÁNAMO, CUBA”, el objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto ambiental que produce la explotación del yacimiento de calizas La Inagua y elaborar medidas correctas para minimizar los efectos negativos y compatibilizar la actividad minera con la protección del medio ambiente. Se concluyó que durante la explotación de calizas los principales impactos ambientales en el yacimiento ocurren el desbroce, destape y extracción; los componentes del medio ambiente más afectados son el agua, el suelo, el aire y que para cada una de las afectaciones señaladas se propusieron medidas para mitigar sus acciones.

Se destaca el exhaustivo trabajo de investigación de (Loisiligaki, 2020), titulado “ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF QUARRYING ACTIVITIES ON THE ENVIRONMENT: A CASE STUDY OF LENGIJAVE VILLAGE, ARUSHA DISTRICT, TANZANIA”, traducido “EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS ACTIVIDADES DE EXPLOTACIÓN DE CANTERAS EN EL MEDIO AMBIENTE: UN ESTUDIO DE CASO DE LENGIJAVE VILLAGE, DISTRITO ARUSHA, TANZANIA”, que tuvo como objetivo evaluar los efectos de las actividades de explotación de canteras en el ambiente en el distrito de Arusha, el estudio adoptó el diseño de investigación descriptivo y combinó aspectos cualitativos y enfoques cuantitativos, concluyó que las actividades de extracción de grava en el área de estudio causaron graves efectos ambientales siendo el principal la degradación de tierra y que la razón por la que ha habido muchos problemas ambientales asociados con la extracción de recursos en el caso de canteras, es que la mayoría de las actividades de extracción carecen de consideraciones ambientales en el ámbito de planificación y construcción del gran proyecto.

En el ámbito nacional, en el estudio realizado por (Castro Ortega, 2013) titulado “LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS DE TRES CANTERAS DE LA CIUDAD DE AMBATO Y SU INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN EMPLEADO EN LA CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES” que consistió en estudiar la calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles, con un enfoque de tipo cuali – cuantitativo puesto que se realizara un estudio de las propiedades de los agregados; con los ensayos de laboratorio demostraron mediante las propiedades mecánicas el material de las canteras puede ser usado en la elaboración de hormigón cumpliendo con los valores especificados por normativa NTE INEN 696 2011, NTE INEN 858 2011, INEN 857 2011, INEN 856 2011, INEN 860 2011 y ASTM C 31.

En el estudio de (ARGÜELLO BONILLA, 2015) basado en “DISEÑO DE EXPLOTACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EXISTENTES EN LA CANTERA “SANTA ANITA”, UBICADA EN LA PARROQUIA SALACHE, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI” cuyo objetivo fue diseñar el sistema de explotación de los materiales de construcción existentes

en la cantera “Santa Anita” ubicada en la parroquia Salache, en el cantón Salcedo, en la provincia de Cotopaxi, empleó la metodología de tipo descriptivo y transversal debido a que se establecerá la factibilidad de la apertura de una cantera. El cálculo del volumen de la cantera se determinó mediante el método de iso-líneas y ratificado con el análisis minero geométrico en donde se consideró la presencia de ríos para determinar la profundidad de la cantera y se concluyó que la cantidad de volumen explotable tiene relación directa con la vida útil del proyecto.

El estudio realizado por (REINA JIMÉNES, 2013) titulado “DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD MINERA DE MATERIALES PÉTREOS EN LAS CANTERAS DEL SECTOR DE CALDERÓN, PROVINCIA DE PICHINCHA”, que tuvo como objetivo evaluar la situación ambiental actual de las canteras en la parroquia rural de Calderón a partir de un diagnóstico, y de esta manera proporcionar información técnica que involucre la protección ambiental dentro de cada una de sus labores a partir de un adecuado manejo ambiental de las canteras del sector de estudio, donde la metodología de identificación de los impactos ambientales fue de dos tipos, uno ambiental en el que se incluyen elementos o factores de naturaleza física, biológica, socioeconómica y cultural que rodean la actividad de explotación y que han sido alterados; y dos que fueron los componentes o acciones del proceso de extracción en el que se incluyen las actividades durante la explotación, teniendo como resultados que se pudieron identificar falencias del sistema legislativo de la ciudad y del país, en consecuencia a la actividad de explotación y sus problemáticas, en vista de ello con la finalidad de impulsar el ordenamiento hace referencia a la utilización de la Ley de Minería establece lineamientos referentes a la actividad minera de minerales metálicos y no metálicos como control, seguimiento, regulación, entre otros.

En el ámbito local, el trabajo de (Lyle León, 2022) titulado “OPTIMIZACIÓN PARA EXTRACCIÓN Y EXPLOTACIÓN ARTESANAL DE MATERIAL PÉTREO EL TAMBO, SANTA ELEN, ECUADOR” cuyo objetivo fue desarrollar una propuesta de optimización para la extracción y explotación artesanal de material pétreo en la cantera La Carmela, comuna El Tambo, Cantón Santa Elena. Se estableció que el material de la cantera es adecuado para la construcción de carreteras y se diseñó un sistema de explotación adecuado en donde se dio énfasis

a la optimización en la extracción y explotación; menciona que es importante que el material debe estar bajo un control de calidad y que se deben controlar los impactos ambientales que se generan al desarrollar esta actividad.

### **1.3 HIPÓTESIS**

#### **1.3.1 Hipótesis General.**

Los ensayos de laboratorio determinarán la caracterización de la cantera “Los Pozos” y el levantamiento de la topografía podrá establecer la delimitación de la zona y el cálculo del volumen total de la cantera de estudio permitirá establecer las afectaciones ambientales de la explotación de la cantera “Los Pozos” San Miguel, provincia de Santa Elena.

#### **1.3.2 Hipótesis Específicas.**

**H.E1.:** El levantamiento topográfico mediante el equipo GNSS RTK permitirá delimitar la zona de estudio y determinar por medio de la altimetría y planimetría el volumen de la cantera.

**H.E2.:** La elaboración de ensayos de laboratorio y la interpretación de resultados, permitirá determinar las características de la cantera para clasificarlo como material de construcción.

**H.E3.:** La identificación de las afectaciones ex-post a la explotación de la cantera permitirá realizar la elaboración de un plan de manejo ambiental que propondrán medidas de conservación y protección del área de estudio.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General.**

Realizar la caracterización y determinación de volumen de la cantera “Los Pozos” mediante la clasificación del material y de un estudio topográfico para realizar un análisis de las afectaciones ambientales ex-post a las actividades de explotación de cantera.

### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

**O.E1.:** Obtener el levantamiento topográfico mediante el equipo GNSS RTK para delimitar la zona de estudio y según la altimetría y planimetría determinar el volumen de la cantera.

**O.E2.:** Realizar ensayos de laboratorio y su respectiva interpretación de resultados mediante el muestreo para determinar las características del material existente.

**O.E3.:** Identificar las afectaciones ex-post a la explotación de la cantera mediante la elaboración de un plan de manejo ambiental para proponer medidas de conservación y protección del área de estudio.

## **1.5 ALCANCE**

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo realizar un plan de manejo ambiental a causa de la explotación de un recurso natural de manera que se pueda preservar el medio ambiente. Efectuar un estudio topográfico para delimitar la zona de estudio y calcular el volumen de la cantera, saber cuál es la caracterización de la cantera mediante ensayos de laboratorio y así realizar un plan de manejo ambiental para mitigar las afectaciones de las actividades de explotación de canteras en el medio ambiente del área, mediante la información existente de la península de Santa Elena se realizará un análisis del ambiente físico y su influencia directa en el medio

ambiente y así determinar las medidas para abordar las afectaciones de la explotación minera adecuada, uso de normativas y reglamentos.

## **1.6 VARIABLES**

### **1.6.1 Variables Independientes.**

- ✓ Propiedades físicas y mecánicas del material existente de la cantera
- ✓ Afectaciones ambientales.

### **1.6.2 Variables Dependientes.**

- ✓ Clasificación del material de cantera.
- ✓ Diseño de plan de manejo ambiental.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1 EXPLOTACIÓN DE CANTERA**

La explotación de canteras es una actividad esencial para el avance económico, industrial y social, y es necesario que se lleve a cabo de manera compatible con el desarrollo sostenible. Se podrá satisfacer la demanda con un menor número de explotaciones, las cuales serán gestionadas de manera más eficiente y tendrán una vida operativa más prolongada. Esto no solo aumentará la rentabilidad, sino que también contribuirá a reducir el impacto ambiental y territorial asociado a esta actividad (Reátegui Garcia & Zavaleta Villanueva, 2018).

#### **2.1.1 Sistemas extractivos mineros.**

La minería es una actividad económica que consiste en la aplicación de métodos y técnicas utilizados para extraer minerales, materiales y recursos naturales debajo de la superficie terrestre. Estos sistemas de extracción pueden variar dependiendo del tipo de mineral o material, así como las características geológicas y ambientales de la zona de explotación (Condori Quispe, 2016).

#### **2.1.2 Cantera a cielo abierto.**

Como mencionan, (Gonzales Ruiz & Villa Plazas, 2012), la explotación de este tipo se realiza en la cabida del terreno, mediante métodos que no aplican la excavación de túneles subterráneos. Este tipo de explotaciones, consiste en remover la capa de suelo y roca que cubre el yacimiento de material pétreo para acceder a él. Se utilizan maquinarias y el transporte del material. Estas maquinarias incluyen excavadoras, cargadoras, volquetas y tractores, entre otros.

Al realizar este tipo de minería puede ofrecer ventajas en términos de eficiencia en la extracción y la posibilidad de obtener grandes volúmenes de

material. Al optar por este método plantea desafíos en cuanto a la planificación y el manejo adecuado de los impactos ambientales y sociales.

La explotación a cielo abierto de material pétreo implica la extracción de rocas mediante métodos superficiales, es fundamental considerar y mitigar los impactos negativos asociados, esta forma de explotación puede proporcionar una fuente de material para diversos usos, como la construcción y la industria, llevándose a cabo de forma responsable y sostenible (Terreros Lara, 2017).

### **2.1.3 Volumen de extracción de canteras y reservas del yacimiento.**

Los volúmenes de extracción se calculan en base a una proyección de las necesidades de materiales de construcción en los diferentes sitios de obra y a la capacidad del equipo propiedad de las empresas que se acerquen a solicitar la venta de materiales pétreos, tipo cascajo a ser usado para rellenos y mejoramiento de terrenos (Argüello Bonilla, 2015).

En lo referente a las reservas de materiales de construcción en los terrenos, se estiman como recursos, ya que no se conoce mayormente la potencia del depósito y los materiales que existan en todo el perfil del cálculo, tomándose como base para el cálculo a la superficie de los terrenos y descontados el 50% ya que no se puede explotar todo el material existente en la cantera, finalmente determinan las reservas aprobadas de materiales que pueden ser considerados como materiales de construcción.

### **2.1.4 Vida útil de canteras.**

Se deberá respetar los volúmenes de explotación con base a ley de minería: hay que considerar que el volumen de explotación también dependerá de las necesidades de los materiales de construcción y la capacidad del equipo de las empresas o personas naturales que soliciten el material, respetando los límites de volumen diario.



## 2.2 TOPOGRAFÍA

La topografía es un estudio fundamental en un proyecto porque nos representa a detalle las características del terreno brindándonos una planificación, un diseño a la hora de ejecutar cualquier tipo de operación en una toma de decisiones proporcionando información precisa sobre la forma, elevación y características físicas de la zona del terreno (Sebastián Cardozo Rojas et al., 2016).

Para realizar la topografía de una cantera, se debe emplear instrumentos de medición como el sistema GNSS (Global Navigation Satellite System, por sus siglas en inglés) implica el uso de receptores GNSS, se basa en una red de satélites que emite señales que son recibidas para la obtención de mediciones de alta precisión geográfica, resulta ser un equipo muy eficiente a la hora de tomar puntos dentro de una zona llena de vegetación.

Para elaborar una topografía de una cantera con GNSS, se debe establecer una estación base en un punto de referencia conocida en la cantera. La estación base es la encargada en recibir la información de los satélites GNSS y de guardar los datos precisos de posición y tiempo. Los receptores GNSS registran coordenadas geográficas como latitud, longitud y altura de los puntos de interés de la cantera. Esta información puede ser obtenida caminado o moviendo los receptores GNSS a lo largo de la zona de estudio y obteniendo las mediciones en cada ubicación deseada. Los datos tomados por los receptores GNSS se procesan utilizando mediante software especializados, esto permite corregir errores, filtrar datos no deseados y brindar resultados precisos. Empleando los datos procesados por el equipo de medición podemos generar planos topográficos, perfiles altimétricos, modelos digitales del terreno y otro producto que representen de manera detallada la topografía esto nos permite una gestión más efectiva de la cantera en términos de seguridad, eficiencia y minimización de impactos ambientales (Gordienko Sorondo & Wainstein Rocha, 2017).

## **2.3 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES**

La clasificación e identificación de los materiales nos ayuda a detectar en la planificación y diseño de proyectos como carreteras, edificios, presas y puentes. Esta información la obtenemos mediante los ensayos de laboratorio que permiten clasificar el material pétreo extraído de una cantera ya sea para el diseño de hormigones, bases, subbases o material mejoramiento siguiendo las normativas de clasificación de materiales MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), AASTHO (American Association of State Highway and Transportation Officials), SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

Proporcionándonos información crucial sobre su capacidad de carga, compresibilidad, expansividad y estabilidad, facilitando la toma de decisiones en diversos campos, cuando se trata de realizar cualquier tipo de diseño o construcción de estructura. Utilizando de manera óptima los recursos del material, promoviendo la sostenibilidad y minimizándolos impactos negativos en el medio ambiente (Guerrero & Cruz Velasco, 2018).

### **2.3.1 Propiedades físicas.**

Las propiedades físicas de los materiales se caracterizan por su forma intrínseca, se puede observar o medir sin cambiar la composición química del material. Estas propiedades ayudan a comprender y poder clasificarlas mediante los ensayos de: W (Humedad), GS (Gravedad Específica), LL (Límite Líquido), LP (Límite Plástico) e IP (Índice de Plasticidad), granulometría del material, abrasión de los ángeles y resistencia a los sulfatos (David et al., 2022).

### **2.3.2 Propiedades mecánicas.**

Las propiedades mecánicas corresponden a cómo actúa el material bajo la aplicación de fuerzas externas. Es importante observar el rendimiento y la resistencia de los materiales en diferentes aplicaciones como: Proctor modificado y CBR (California Bearing Ratio) (David et al., 2022).

## **2.4 MARCO INSTITUCIONAL**

### **2.4.1 Ministerio de minería.**

El Ministerio de Minería del Ecuador, es el organismo gubernamental encargado de formular, implementar y regular las políticas relacionadas con la actividad minera en el país. Su objetivo principal es promover el desarrollo sostenible de la industria minera y garantizar el uso responsable de los recursos minerales.

Algunas de las funciones del Ministerio de Minería del Ecuador incluyen:

**Formulación de políticas y normativas:** El ministerio tiene la responsabilidad de desarrollar y establecer políticas y regulaciones para la exploración, explotación y comercialización de los recursos minerales. Esto implica el diseño de marcos legales y normativos que promuevan la inversión responsable y la protección del medio ambiente.

**Concesiones y permisos:** El ministerio es responsable de la concesión de derechos mineros y la emisión de permisos para la exploración y explotación de minerales. Esto implica evaluar las solicitudes, realizar estudios de impacto ambiental y establecer los términos y condiciones para las actividades mineras.

**Supervisión y fiscalización:** El ministerio lleva a cabo labores de supervisión y fiscalización de las operaciones mineras para garantizar el cumplimiento de las normativas y el respeto al medio ambiente. Esto puede incluir inspecciones, monitoreo de la actividad minera y aplicación de sanciones en caso de incumplimientos.

**Promoción y desarrollo minero:** El ministerio trabaja en la promoción de la inversión en el sector minero, fomentando la participación de empresas nacionales e internacionales en proyectos mineros. Además, impulsa el desarrollo de tecnologías y prácticas mineras sostenibles.

Relaciones internacionales: El ministerio representa al Ecuador en foros y reuniones internacionales relacionadas con la minería, buscando establecer alianzas estratégicas y cooperación técnica en el ámbito minero.

#### **2.4.2 Agencia de regulación y control minero, ARCOM.**

La Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM) es el organismo estatal encargado de regular y controlar las actividades mineras en Ecuador. Fue creado en el año 2009 con el objetivo de fortalecer la gestión y control de la actividad minera en el país.

Concesiones y permisos: ARCOM es responsable de la concesión de derechos mineros y la emisión de permisos para la exploración y explotación de minerales. Realiza la evaluación de solicitudes, el otorgamiento de concesiones mineras y la emisión de permisos para actividades específicas.

Fiscalización y control: ARCOM lleva a cabo labores de fiscalización y control de las operaciones mineras para garantizar el cumplimiento de la normativa minera y ambiental. Realiza inspecciones en campo, verifica el cumplimiento de las condiciones establecidas en los contratos y emite informes de control y seguimiento.

Registro minero: ARCOM administra el Registro Único de Minería (RUM), que es una base de datos que contiene información sobre los derechos mineros, permisos, concesiones y demás actividades relacionadas con la minería en el país. El registro es una herramienta importante para el control y seguimiento de las actividades mineras.

Fiscalización ambiental: ARCOM participa en la fiscalización ambiental de las actividades mineras, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y otras entidades competentes. Realiza la evaluación y seguimiento de los planes de manejo ambiental, el cumplimiento de las normas ambientales y la mitigación de impactos ambientales.

Promoción y desarrollo minero: ARCOM también tiene la responsabilidad de promover la inversión y el desarrollo de la minería responsable en Ecuador. Fomenta la participación de empresas nacionales e internacionales, brinda asistencia técnica y promueve la adopción de mejores prácticas en el sector.

### **2.4.3 Ministerio del Ambiente del Ecuador, MAE.**

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) es la entidad gubernamental encargada de formular, implementar y supervisar las políticas ambientales en el país. Su objetivo principal es promover el desarrollo sostenible, la conservación de la biodiversidad y la protección del medio ambiente en Ecuador.

Las principales funciones y responsabilidades del Ministerio del Ambiente incluyen:

**Formulación de políticas ambientales:** El MAE tiene la responsabilidad de desarrollar políticas, estrategias y planes de acción para la gestión ambiental en el país. Estas políticas abarcan áreas como cambio climático, conservación de la biodiversidad, uso sostenible de los recursos naturales, gestión de residuos y protección del medio ambiente.

**Regulación y control ambiental:** El MAE establece normas, reglamentos y criterios técnicos para la gestión ambiental, con el objetivo de garantizar la protección del medio ambiente y prevenir impactos negativos. Además, realiza labores de control, fiscalización y seguimiento del cumplimiento de las normativas ambientales por parte de individuos, empresas y proyectos.

**Evaluación de impacto ambiental:** El MAE es responsable de la evaluación y seguimiento de los estudios de impacto ambiental para proyectos que puedan tener efectos significativos en el medio ambiente. Evalúa los informes de impacto ambiental y emite resoluciones y permisos ambientales en base a dichas evaluaciones.

Cooperación internacional y acuerdos ambientales: El MAE representa al Ecuador en foros y reuniones internacionales sobre temas ambientales. Participa en la negociación y cumplimiento de acuerdos y tratados internacionales relacionados con la protección del medio ambiente y el cambio climático.

#### **2.4.4 Gobiernos Autónomos Descentralizados.**

En Ecuador, los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) tienen competencia y responsabilidad en la gestión de los recursos naturales en su territorio, incluyendo la explotación de minerales artesanales. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la legislación y los procesos de otorgamiento de permisos pueden variar según la provincia y el cantón en el que se encuentre ubicada la actividad minera.

Los permisos que los Gobiernos Autónomos Descentralizados pueden otorgar para la explotación de minerales artesanales pueden incluir:

**Permiso de ocupación y uso de suelo:** Este permiso autoriza la ocupación y uso del suelo para la actividad minera artesanal. Puede ser emitido por el GAD correspondiente y puede requerir la presentación de estudios y documentación técnica, así como el pago de tasas y aranceles.

**Permiso ambiental:** Los GAD pueden requerir la obtención de un permiso ambiental para la explotación de minerales artesanales. Este permiso implica la evaluación y aprobación de un estudio de impacto ambiental simplificado, en el cual se evalúan los posibles impactos de la actividad y se proponen medidas de mitigación.

**Permiso de comercialización:** Dependiendo de la normativa local, los GAD pueden requerir que los mineros artesanales obtengan un permiso de comercialización para vender los minerales extraídos. Este permiso puede implicar la inscripción en un registro de comerciantes mineros y el cumplimiento de requisitos específicos establecidos por el GAD.

## **2.5 MARCO LEGAL**

### **2.5.1 Constitución de la República del Ecuador.**

La Constitución de la República del Ecuador establece los principios y derechos fundamentales del país, así como la base legal para la regulación de diversas actividades, incluida la explotación de canteras.

**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*.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

**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.

**Art. 313.-** El estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.

**Art. 317.-** Los recursos naturales no renovables pertenecen al patrimonio inalienable e imprescriptible del Estado. En su gestión, el Estado priorizará la responsabilidad intergeneracional, la conservación de la naturaleza, el cobro de regalías u otras contribuciones no tributarias y de participaciones empresariales; y minimizará los impactos negativos de carácter ambiental, cultural, social y económico

## **2.5.2 Código Orgánico de Organización Territorial y Descentralización, COOTAD.**

El Código Orgánico de Organización Territorial y Descentralización (COOTAD) en Ecuador es una legislación que regula la organización territorial y la descentralización del poder en el país. El COOTAD establece las competencias y responsabilidades de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) en diversos ámbitos, incluyendo el uso y aprovechamiento de los recursos naturales, como la explotación de materiales.

Si bien el COOTAD no aprueba directamente la explotación de materiales, establece las competencias de los GAD y los mecanismos de gestión territorial, que pueden incluir la regulación de actividades mineras y la expedición de permisos y licencias relacionados.

Art. 54.- Funciones. - Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes:

- ✓ Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial cantonal, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas cantonales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales.
- ✓ Diseñar e implementar políticas de promoción y construcción de equidad e inclusión en su territorio, en el marco de sus competencias constitucionales y legales.
- ✓ Establecer el régimen de uso del suelo y urbanístico, para lo cual determinará las condiciones de urbanización, parcelación, lotización, división o cualquier otra forma de fraccionamiento de conformidad con la planificación cantonal, asegurando porcentajes para zonas verdes y áreas comunales.
- ✓ Implementar un sistema de participación ciudadana para el ejercicio de los derechos y la gestión democrática de la acción municipal.



- ✓ Elaborar y ejecutar el plan cantonal de desarrollo, el de ordenamiento territorial y las políticas públicas en el ámbito de sus competencias y en su circunscripción territorial, de manera coordinada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquia, y realizar en forma permanente, el seguimiento y rendición de cuentas sobre el cumplimiento de las metas establecidas.
- ✓ Ejecutar las competencias exclusivas y concurrentes reconocidas por la Constitución y la ley y en dicho marco, prestar los servicios públicos y construir la obra pública cantonal correspondiente con criterios de calidad, eficacia y eficiencia, observando los principios de universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, solidaridad, interculturalidad, subsidiariedad, participación y equidad.
- ✓ Regular, controlar y promover el desarrollo de la actividad turística cantonal en coordinación con los demás gobiernos autónomos descentralizados, promoviendo especialmente la creación y funcionamiento de organizaciones asociativas y empresas comunitarias de turismo.
- ✓ Promover los procesos de desarrollo económico local en su jurisdicción, poniendo una atención especial en el sector de la economía social y solidaria, para lo cual coordinará con los otros niveles de gobierno.
- ✓ Implementar el derecho al hábitat y a la vivienda y desarrollar planes y programas de vivienda de interés social en el territorio cantonal.
- ✓ Implementar los sistemas de protección integral del cantón que aseguren el ejercicio garantía y exigibilidad de los derechos consagrados en la Constitución y en los instrumentos internacionales, lo cual incluirá la conformación de los consejos cantonales, juntas cantonales y redes de protección de derechos de los grupos de atención prioritaria. Para la atención en las zonas rurales coordinará con los gobiernos autónomos parroquiales y provinciales;

- ✓ Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales.
- ✓ Prestar servicios que satisfagan necesidades colectivas respecto de los que no exista una explícita reserva legal a favor de otros niveles de gobierno, así como la elaboración, manejo y expendio de víveres; servicios de faenamiento, plazas de mercado y cementerios.
- ✓ Regular y controlar el uso del espacio público cantonal y, de manera particular, el ejercicio de todo tipo de actividad que se desarrolle en él la colocación de publicidad, redes o señalización.
- ✓ Crear y coordinar los consejos de seguridad ciudadana municipal, con la participación de la Policía Nacional, la comunidad y otros organismos relacionados con la materia de seguridad, los cuales formularán y ejecutarán políticas locales, planes y evaluación de resultados sobre prevención, protección, seguridad y convivencia ciudadana;
- ✓ Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres.
- ✓ Regular, fomentar, autorizar y controlar el ejercicio de actividades económicas, empresariales o profesionales, que se desarrollen en locales ubicados en la circunscripción territorial cantonal con el objeto de precautelar los derechos de la colectividad.
- ✓ Promover y patrocinar las culturas, las artes, actividades deportivas y recreativas en beneficio de la colectividad del cantón.
- ✓ Crear las condiciones materiales para la aplicación de políticas integrales y participativas en torno a la regulación del manejo responsable de la fauna urbana promoviendo el bienestar animal.

- ✓ Fomentar actividades orientadas a cuidar, proteger y conservar el patrimonio cultural y memoria social en el campo de la interculturalidad y diversidad del cantón.

Es importante destacar que el COOTAD establece las competencias y facultades de los GAD, pero también establece la necesidad de cumplir con la legislación nacional en materia de medio ambiente, minería y otros sectores relacionados. Además, la normativa específica sobre la explotación de materiales y recursos naturales puede ser regulada por leyes y reglamentos sectoriales, como la Ley de Minería y la Ley de Gestión Ambiental.

### **2.5.3 Ley de Minería.**

La Ley Minera del Ecuador establece el marco legal para la actividad minera en el país.

**Art. 8.-** Agencia de Regulación y Control Minero. - La Agencia de Regulación y Control Minero, es el organismo técnico-administrativo, encargado del ejercicio de la potestad estatal de vigilancia, auditoría, intervención y control de las fases de la actividad minera que realicen la Empresa Nacional Minera, las empresas mixtas mineras, la iniciativa privada, la pequeña minería y minería artesanal y de sustento, de conformidad con las regulaciones de esta ley y sus reglamentos.

**Art. 137.-** Incentivo a la producción minera nacional.- A fin de impulsar el pleno empleo, eliminación del subempleo y del desempleo, y de fomentar la productividad y competitividad, la acumulación del conocimiento científico y tecnológico, el Estado mediante la delegación a la iniciativa privada, cooperativas y asociaciones de economía popular y solidaria, promoverá el desarrollo de la minería nacional bajo el régimen especial de pequeña minería, garantizando el derecho a realizar dicha actividad en forma individual y colectiva bajo principios de solidaridad y responsabilidad social.

**Art. 138.-** Pequeña Minería. - Se considera pequeña minería a aquella que, en razón del área de las concesiones, volumen de procesamiento y producción, monto de inversiones y condiciones tecnológicas, tengan:

- ✓ Una capacidad instalada de explotación y/o beneficio de hasta 300 toneladas métricas por día.
- ✓ Una capacidad de producción de hasta 800 metros cúbicos por día, con relación a la minería de no metálicos y materiales de construcción.

Las personas naturales o jurídicas que realicen pequeña minería deberán ser titulares de una concesión minera para la pequeña minería y cumplirán con las disposiciones especiales de este Capítulo II. En todo aquello que no esté regulado por normas especiales, se aplicarán los contenidos generales de la presente ley y su reglamento general.

El Ministerio Sectorial promoverá programas especiales de asistencia técnica, de manejo ambiental, de seguridad minera y de capacitación y formación profesional a la pequeña minería. El Ministerio del Ambiente también promoverá programas especiales de manejo ambiental en la pequeña minería.

**Art. 139.-** Concesión Minera para la Pequeña Minería. - El Estado otorgará Concesiones Mineras para la Pequeña Minería a favor de personas naturales y jurídicas, conforme a las prescripciones de esta ley y su reglamento general, el que establecerá un régimen especial.

La concesión minera para la pequeña minería será otorgada por el Ministerio Sectorial de acuerdo al procedimiento establecido en el Reglamento y confiere a su titular el derecho exclusivo a prospectar, explorar, explotar, beneficiar, fundir, refinar y comercializar todas las sustancias minerales que puedan existir y obtenerse en el área de dicha concesión, sin otras limitaciones que las señaladas en la presente ley.

**Art. 142.-** Concesiones para materiales de construcción.- El Estado, por intermedio del Ministerio Sectorial, podrá otorgar concesiones para el aprovechamiento de arcillas superficiales, arenas, rocas y demás materiales de empleo directo en la industria de la construcción, con excepción de los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras que se regirán a las limitaciones establecidas en el reglamento general de esta ley, que también definirá cuales son los materiales de construcción y sus volúmenes de explotación.

Estos son solo algunos de los artículos relevantes de la Ley Minera del Ecuador que abordan la explotación de canteras.

## **2.6 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL**

La gestión ambiental de una cantera es fundamental para minimizar y mitigar los impactos negativos en el entorno natural, garantizando un trabajo responsable y sostenible. Se debe realizar una evaluación de impacto ambiental antes de iniciar funcionamiento y habilitación de la cantera (Fuentes Sardiña & Hernández Álvarez, 2014). A continuación, se enlistan algunos artículos:

**Art. 19.-** Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

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

**Art. 28.-** Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental, a través de los mecanismos que para el efecto establezca el Reglamento, entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado. Se concede acción popular para denunciar a quienes violen esta garantía, sin perjuicio de la responsabilidad civil y penal por denuncias o acusaciones temerarias o

maliciosas. El incumplimiento del proceso de consulta al que se refiere el artículo 88 de la Constitución Política de la República tornará inejecutable la actividad de que se trate y será causal de nulidad de los contratos respectivos.

**Art. 29.-** Toda persona natural o jurídica tiene derecho a ser informada oportuna y suficientemente sobre cualquier actividad de las instituciones del Estado que, conforme al Reglamento de esta Ley, pueda producir impactos ambientales. Para ello podrá formular peticiones y deducir acciones de carácter individual o colectivo ante las autoridades competentes.

## **2.7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL**

Un plan de manejo ambiental nos ayuda a establecer acciones que nos permiten prevenir, mitiga, controlar, compensar y corregir acontecimientos de posibles efectos ambientales que son provocados por proyectos como obras civiles u otra actividad. Se debe reducir, compensar o eliminar parcialmente, en plazos razonables, los impactos ambientales negativos, para que se lleve a cabo este tipo de gestiones se debe incluir un presupuesto, cronograma de actividades y medidas de prevención contra los efectos ambientales que se puedan causar, estas medidas deben optimizar el uso de emisiones y desechos minimizando su uso (Bohórquez Giraldo, 2015).

### **2.7.1 Marco legal y normativo.**

Se identifican y describen las leyes, regulaciones y políticas ambientales aplicables a nivel local, nacional e internacional. Esto incluye leyes ambientales, convenios internacionales, normas técnicas y requisitos legales relacionados con el área de estudio. También se pueden mencionar acuerdos o compromisos voluntarios asumidos por la entidad responsable del plan de manejo (Enríquez Coral, 2017).

### **2.7.2 Diagnóstico ambiental.**

Se realiza un diagnóstico exhaustivo de las condiciones ambientales del área de estudio. Esto implica recopilar y analizar información sobre los componentes del

medio ambiente, como el suelo, el agua, la flora, la fauna, el aire, los aspectos socioeconómicos, culturales y la calidad de vida de la población local. El diagnóstico identifica los impactos ambientales negativos, las amenazas y los factores de riesgo, así como los aspectos positivos y los recursos naturales que deben protegerse (Enríquez Coral, 2017).

### **2.7.3 Plan de acción.**

Se establecen las estrategias y acciones específicas que se implementarán para alcanzar los objetivos y metas del plan de manejo ambiental. Estas acciones pueden incluir programas de educación y capacitación ambiental, proyectos de restauración ecológica, implementación de tecnologías limpias, regulaciones y controles ambientales, monitoreo y evaluación de impactos, entre otros. Es importante establecer una secuencia lógica y un cronograma para la implementación de las acciones (Enríquez Coral, 2017).

### **2.7.4 Monitoreo y evaluación.**

Se establecen los mecanismos de monitoreo y evaluación para medir el progreso y los resultados del plan de manejo ambiental. Esto implica la definición de indicadores específicos que permitan medir el logro de los objetivos y metas establecidos. El monitoreo debe ser periódico y sistemático, y los resultados obtenidos deben retroalimentar la toma de decisiones y la revisión del plan de manejo ambiental en el futuro (Enríquez Coral, 2017).

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1 Tipo.**

Como menciona (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018), el tipo de investigación para la elaboración del trabajo de titulación es aplicado, ya que se enfoca en dar solución a un problema el cual permite realizar planes de investigación para mejorar la eficacia en los procesos, también sugiere que el investigador ponga todo su empeño en la búsqueda de conocimiento o soluciones, mantener siempre la objetividad y mantener un buen criterio para poder tomar las decisiones adecuadas.

Se emplea este método con el fin de poder analizar criterios que permitan solucionar la problemática relacionada con la clasificación de la cantera como material de construcción y plantear medidas de mitigación de extracción del material de la cantera y de esta forma lograr la solución de cada uno de los objetivos planteados.

#### **3.1.2 Nivel.**

Esta investigación abarca el nivel descriptivo y exploratorio; para (Gladys Patricia, 2020) el nivel descriptivo puntualiza las características de la población que se está estudiando, permite emplear características y exigencias para que de esta forma se pueda optar por el procedimiento que mejor se adecue a los objetivos planteados en el estudio y el nivel exploratorio permitirá examinar el problema de investigación poco estudiado.



## **3.2 MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.2.1 Método.**

El método que se utiliza para realizar este estudio se basa en la recopilación de todos los datos generales del tema de estudio, por lo cual se ha previsto estudiar es el método analítico, según el autor (Rodríguez, 2007) este método consiste en separar cada una de las partes del todo para poder estudiarlas de forma individual, de esta forma se podrá verificar

### **3.2.2 Enfoque.**

La presente investigación está dirigida a un enfoque mixto, es decir tanto cuantitativo como cualitativo. Cuantitativo ya que nos permite determinar la clasificación del material de la cantera como material de construcción y el volumen general de la cantera. Cualitativa puesto que se rige en realizar una investigación en la cual se debe incluir normativas vigentes para poder desarrollar el plan de manejo ambiental de explotación de la cantera.

### **3.2.3 Diseño.**

El diseño que empleara este trabajo investigativo es de carácter experimental ya que en este se establece una relación entre la causa y el efecto del estudio, es decir se observa el efecto causado por la variable independiente sobre la variable dependiente.

## **3.3 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO**

Identificar la muestra y muestreo permitirá estudiar de forma representativa solo una parte al resto de la población y así al final poder generalizar los resultados ante toda la población.

### **3.3.1 Población.**

La población de este trabajo comprende el material de la cantera y los factores ambientales generados por la explotación, que derivan de los trabajos de excavación, movimientos de tierra, transporte, entre otros.

### **3.3.2 Muestra.**

La muestra serán los resultados obtenidos de la evaluación de las afectaciones e impacto ambiental, al igual que las características del material pétreo clasificado como material de construcción, se utiliza para sacar conclusiones de la población de estudio.

### **3.3.3 Muestreo.**

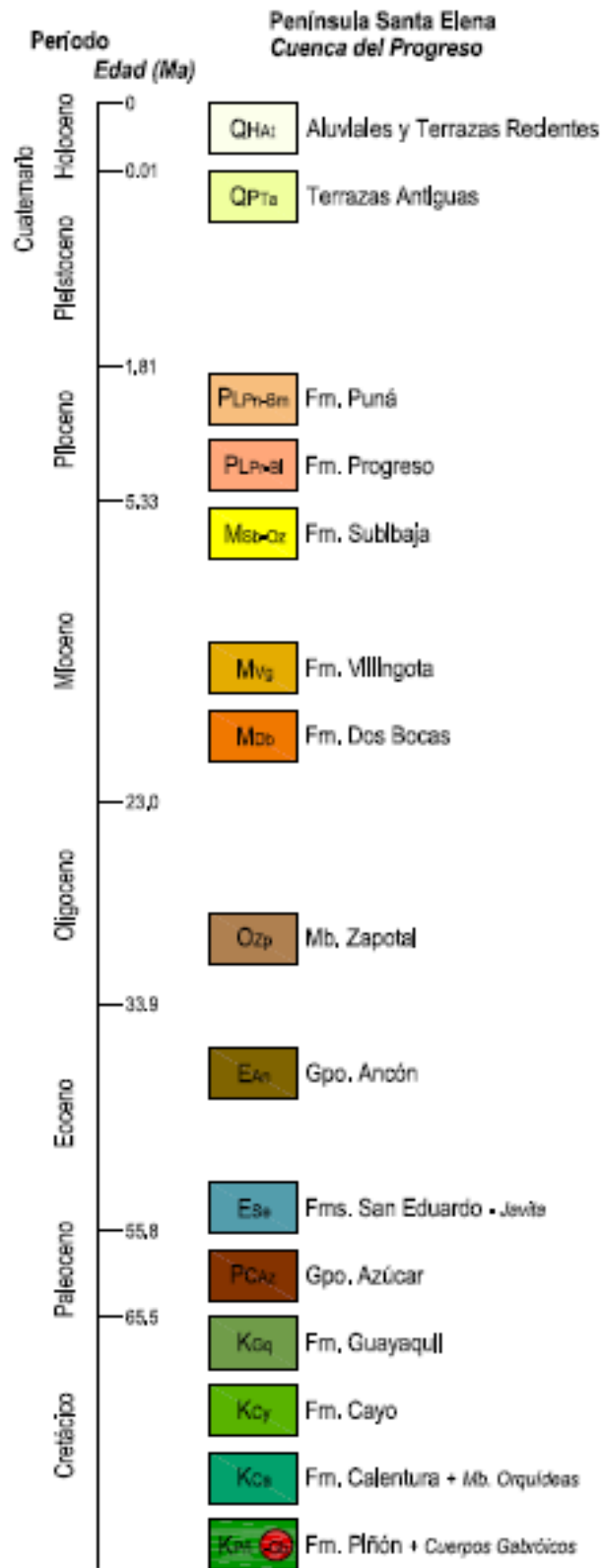
Según (Kleeberg Hidalgo & Ramos Ramírez, 2009) el muestreo es la unidad base correspondiente a la unidad de análisis de acceso, las unidades de muestreo deben ser observables, identificables y trazables.

En esta investigación se emplearon la selección de dos muestras, de una población accesible y alcanzable, la primera consiste en identificar el tipo de material con muestras alteradas, estas muestras no conservan las mismas características que poseían cuando estaban en su lugar original de procedencia como: análisis granulométrico, ensayos de plasticidad, ensayo de gravedad específica, ensayos de compactación y muestras inalteradas, estas muestras mantienen las mismas propiedades que el terreno tenía "in situ" o en su ubicación original, con el fin de determinar las propiedades mecánicas, estas son empleadas en: ensayos de resistencia al desgaste, CBR. La segunda consiste en obtener el volumen mediante un cálculo más cuidadoso ya que de acuerdo a esto se realiza el plan de manejo ambiental.



**Figura 2**

*Leyenda Estratigráfica de la provincia de Santa Elena*



Nota: Tomado de (Reyes & Michaud, 2012)

### 3.5 GEOLOGÍA LOCAL

Los cerros que comprenden toda la superficie de los terrenos del área de estudio, estratigráficamente forman parte de la formación Terrazas Antiguas ( $Q_{PTa}$ ), Grupo Ancón ( $E_{An}$ ), Grupo Azúcar ( $P_{CAz}$ ), formación Cayo ( $K_{Cy}$ ), está compuesta por arenisca gruesas masivas, bancos de conglomerados de tipo turbidítico, lutitas intercaladas con moluscos, intercalaciones de areniscas y arcillas.

Formación Terrazas Antiguas ( $Q_{PTa}$ ), se encuentran a lo largo del área litoral de la cordillera occidental (Reyes & Michaud, 2012). Perteneciente al periodo cuaternario, (500.000 años aproximadamente).

Grupo Ancón ( $E_{An}$ ), de hasta 1900 m de espesor, está formada por conglomerados, areniscas, lutitas y limolitas masivas. Este grupo pertenece al periodo eoceno (39 millones de años aproximadamente) (Reyes & Michaud, 2012).

Grupo Azúcar ( $P_{CAz}$ ), este grupo se caracteriza por la observación de areniscas grises cuarzosas, conglomerados de origen continental (material de cuarzo y cherts) y lutitas con partes pequeñas de arcillas guijarrosa muy bien compactadas, de la época del paleoceno (60 millones de años aproximadamente) (Reyes & Michaud, 2012).

Formación Cayo ( $K_{Cy}$ ), está compuesta por areniscas, chert, principalmente por rocas de corteza oceánica y elementos volcánicos con arcilla. Correspondiente al basamento cretácico que comprende el zócalo de la cordillera costera (220 millones de años aproximadamente) (Reyes & Michaud, 2012).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente se puede corroborar que en base a la figura 4 del mapa geológico del sector de estudio Elena y a la figura 3 de Leyenda Estratigráfica de la provincia de Santa Elena, se puede notar el tipo de suelo que se puede hallar en el sector a estudiar, entre estos destacan arenas, limos y arcillas.

### Figura 3

Mapa geológico del sector de estudio



Mapa 2.- Geología regional de la zona de estudio (Reyes & Michaud, 2012)

### 3.6 METODOLOGÍA DEL OE.1: OBTENER EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO MEDIANTE EL EQUIPO GNSS RTK PARA DELIMITAR LA ZONA DE ESTUDIO Y SEGÚN LA ALTIMETRÍA Y PLANIMETRÍA DETERMINAR EL VOLUMEN DE LA CANTERA

Para el cumplimiento del objetivo uno se realizó, el levantamiento topográfico mediante el equipo topográfico GNSS RTK (Red de Referencia en Tiempo Real) para poder delimitar las hectáreas que contempla la cantera “Los Pozos” y determinar su volumen total de explotación, en primera instancia se efectuó el arrastre de la cota con la ubicación de coordenadas partiendo de la información de la placa del IGM (Instituto Geográfico Militar), (Anexo 1), se fijó el equipo topográfico en el hito de hormigón (Figura 1), de coordenadas N 9761714; E 531933 el cual indica el punto de llegada a la comuna San Miguel.

Una vez recopilados cada uno de los puntos en campo se exportan estos al programa Excel el cual contiene los datos de los puntos, coordenadas y cotas del terreno que

conforman la cantera y así de esta manera se realizó el plano en el programa Civil 3D el cual nos muestra las curvas de nivel, en donde por medio del perfil longitudinal de la zona de estudio, se efectuó el cálculo del volumen total de la cantera.

#### **Figura 4**

*Fijación del equipo topográfico en el hito de hormigón*



### **3.6.1 Ubicación del Sector de Estudio.**

#### ***3.6.1.1 Ubicación del Punto de Control Geodésico del I.G.M.***

Para el levantamiento topográfico se tomó como referencia el punto geodésico ubicado en el puente San Pablo (Anexo 1) que se encuentra empotrada al costado derecho del puente de concreto, tiene como coordenadas N 9762757; E 525112 con una cota de 7,6289m en la zona 17 S.

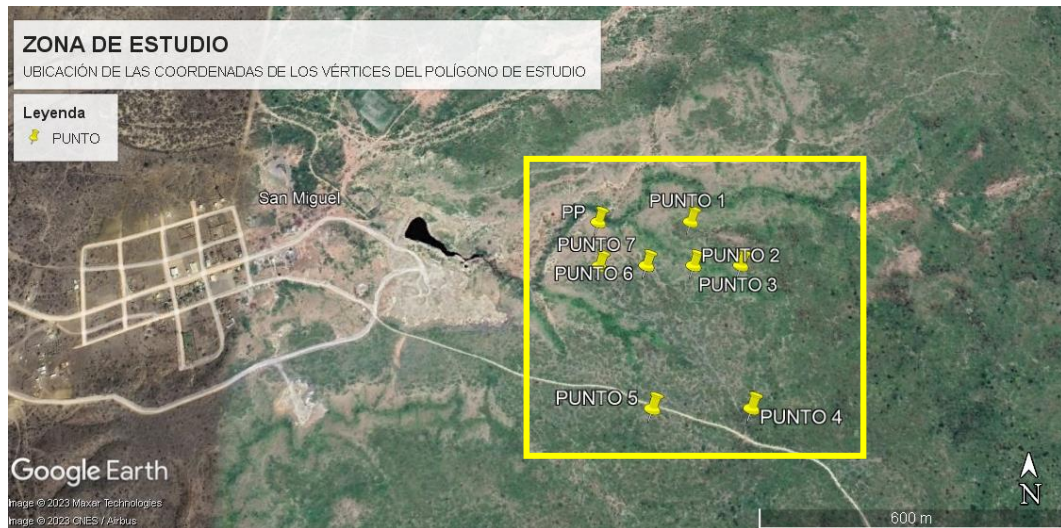
#### ***3.6.1.2 Levantamiento Topográfico.***

La cantera “Los Pozos” se encuentra ubicada en la comuna San Miguel, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena. En la figura 4 y tabla 4 se detallan

los puntos en donde se encuentra ubicada la zona de estudio. Se utilizó el sistema de coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) WGS84 (World Geodetic System 1984) para los puntos de la topografía.

**Figura 5**

*Ubicación de las coordenadas de los vértices del polígono de estudio*



Nota: Tomado de Google Earth

**Tabla 1**

*Coordenadas de los vértices del polígono de estudio*

<b>Coordenadas del área WGS 84</b>		
<b>Puntos</b>	<b>UTM: ESTE</b>	<b>UTM: NORTE</b>
Punto de Partida	532842,78	9761825,66
Puntos 1	533042,78	9761825,66
Puntos 2	533042,78	9761725,66
Puntos 3	533142,78	9761725,66
Puntos 4	533142,78	9761425,66
Puntos 5	532942,78	9761425,66
Puntos 6	532942,78	9761725,66
Puntos 7	532842,78	9761725,66



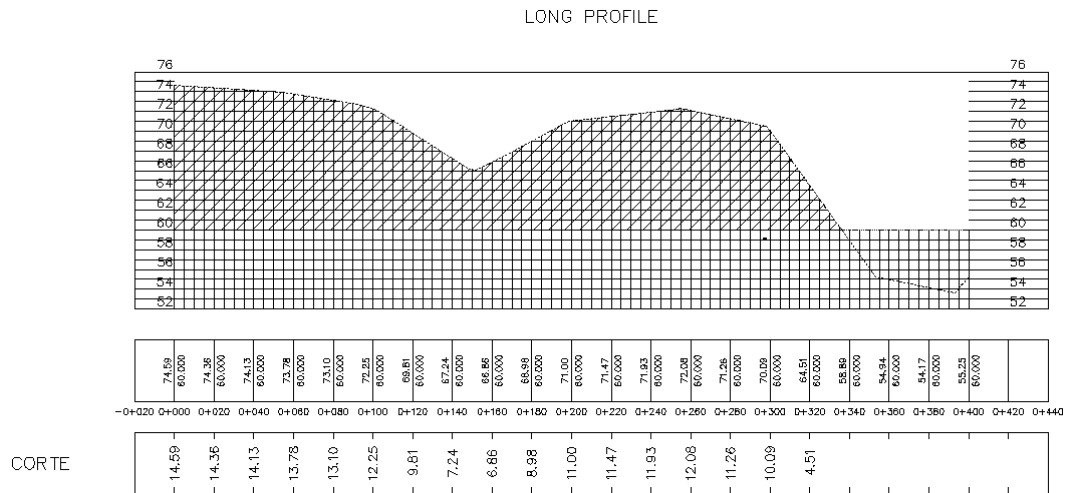
### 3.6.1.3 Cálculo de volumen.

El cálculo preciso del volumen de material en una cantera permite que la gestión de los recursos disponibles sea más eficiente, al conocer con exactitud el volumen a extraer, se pueden planificar de manera más adecuada las operaciones de extracción, almacenamiento y transporte, evitando desperdicios y optimizando los recursos.

Se efectuó el cálculo de volumen mediante el perfil longitudinal (figura 6), que se realizó con los puntos de la topografía de la cantera, el cual tiene abscisas de corte cada 20 m. el programa Civil 3D mediante los datos recopilados efectuó el cálculo en cada una de las abscisas como se puede observar a continuación:

**Figura 6**

*Perfil Longitudinal de la cantera "Los Pozos"*



Nota: Elaborado en Civil 3D

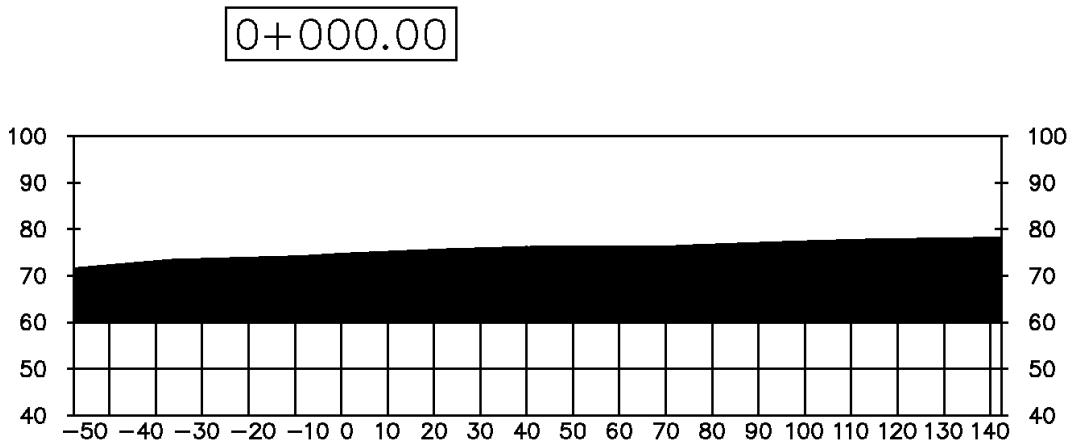
**Tabla 2**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 000,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ÁREA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 000.00	CORTE	3140.66	0.00	0.00

**Figura 7**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 000,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

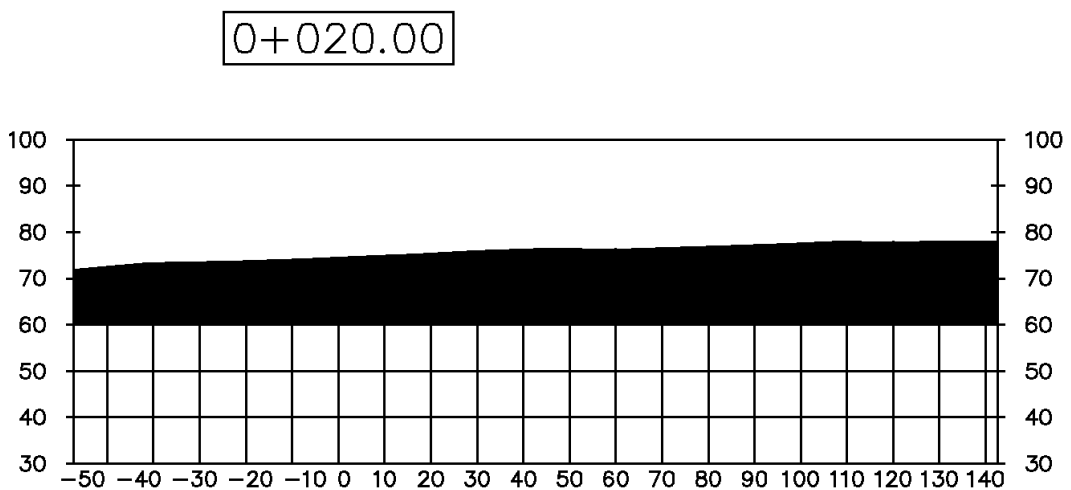
**Tabla 3**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 020,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 020.00	CORTE	3130.12	62707.77	62707.77

**Figura 8**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 020,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

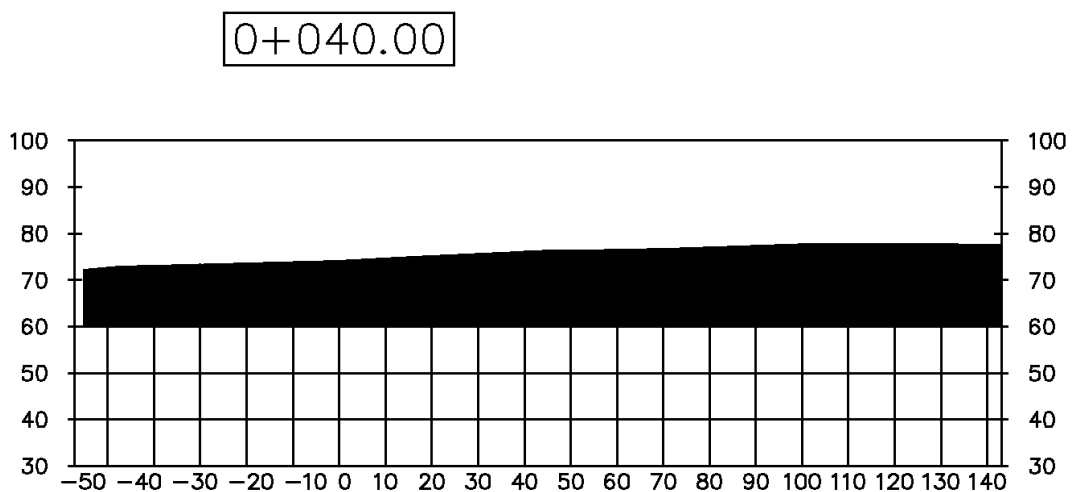
**Tabla 4**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 040,00*

<b>MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN</b>				
<b>COTA</b>	<b>NOMBRE DEL MATERIAL</b>	<b>ARÉA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>VOLUMEN ACUMULATIVO</b>
0 + 040.00	CORTE	3098.73	62288.48	124996.25

**Figura 9**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 040,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

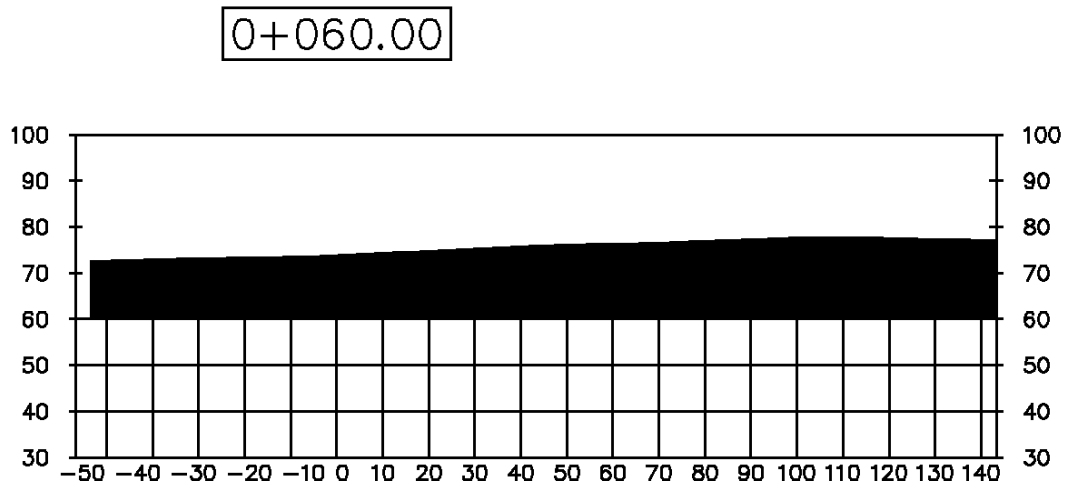
**Tabla 5**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 060,00*

<b>MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN</b>				
<b>COTA</b>	<b>NOMBRE DEL MATERIAL</b>	<b>ARÉA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>VOLUMEN ACUMULATIVO</b>
0 + 060.00	CORTE	3032.39	61311.24	186307.49

**Figura 10**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 060,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

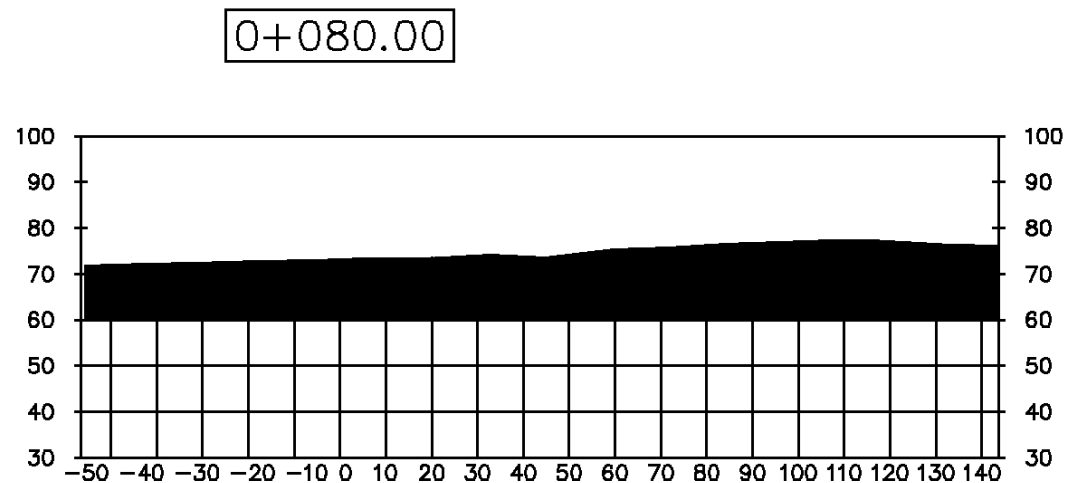
**Tabla 6**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 080,00*

<b>MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN</b>				
<b>COTA</b>	<b>NOMBRE DEL MATERIAL</b>	<b>ARÉA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>VOLUMEN ACUMULATIVO</b>
0 + 080.00	CORTE	2889.74	59221.32	245528.81

**Figura 11**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 080,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

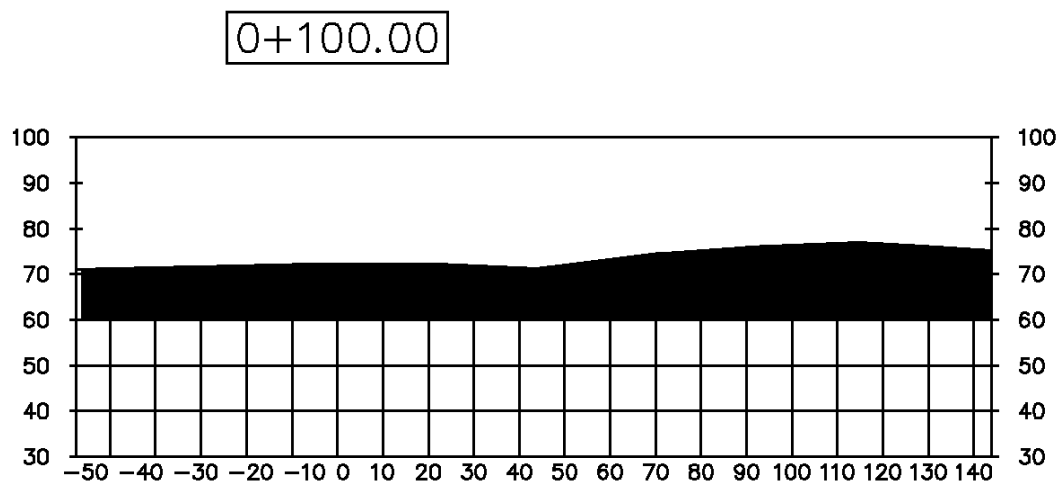
**Tabla 7**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 100,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 100.00	CORTE	2702.37	55921.05	301449.86

**Figura 12**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 100,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

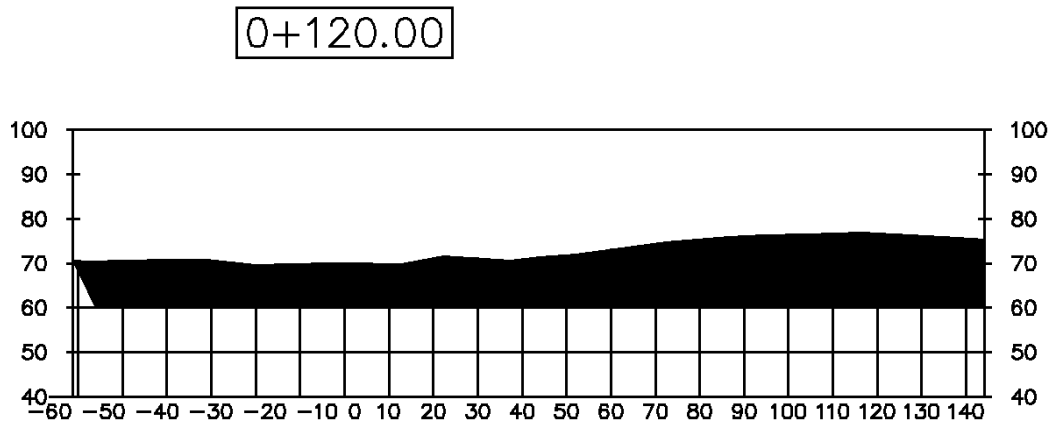
**Tabla 8**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 120,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 120.00	CORTE	2568.37	52707.39	354157.25

**Figura 13**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 120,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

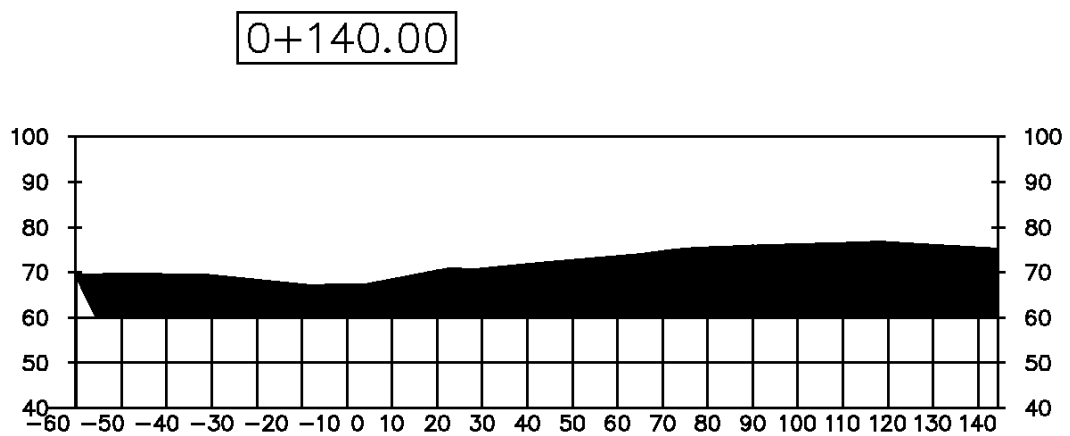
**Tabla 9**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 140,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 140.00	CORTE	2478.62	50369.94	404527.19

**Figura 14**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 140,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

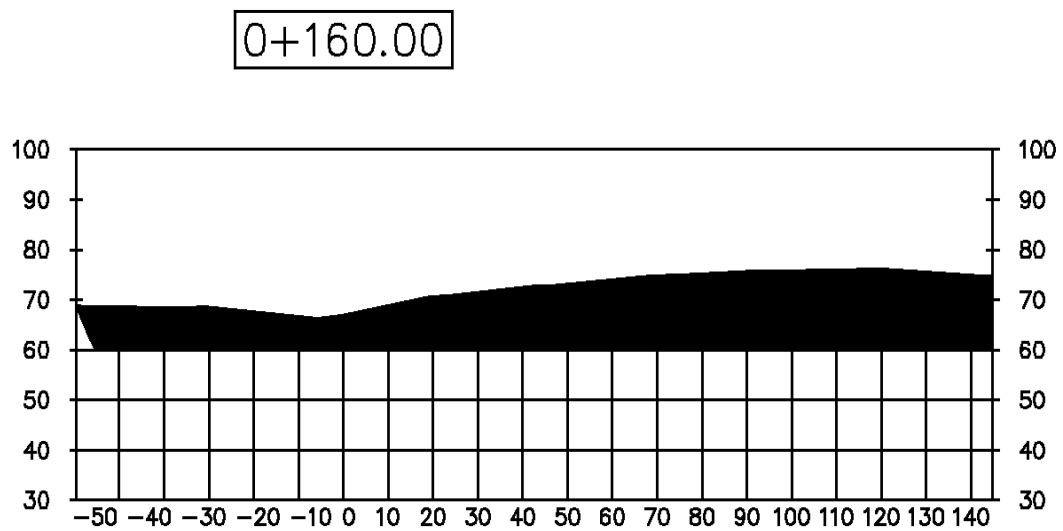
**Tabla 10**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 160,00*

<b>MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN</b>				
<b>COTA</b>	<b>NOMBRE DEL MATERIAL</b>	<b>ARÉA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>VOLUMEN ACUMULATIVO</b>
0 + 160.00	CORTE	2424.11	48927.34	453454.53

**Figura 15**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 160,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

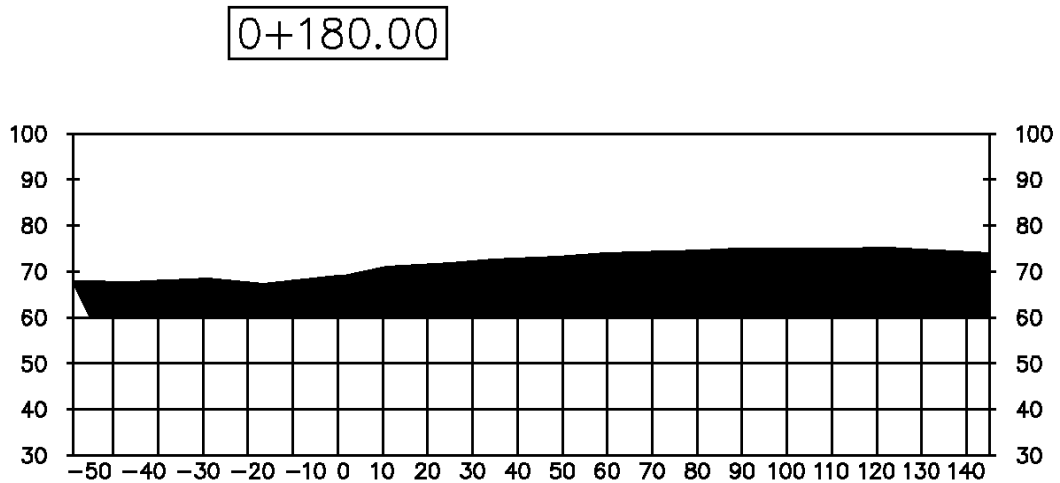
**Tabla 11**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 180,00*

<b>MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN</b>				
<b>COTA</b>	<b>NOMBRE DEL MATERIAL</b>	<b>ARÉA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>VOLUMEN ACUMULATIVO</b>
0 + 180.00	CORTE	2419.24	48433.55	501888.08

**Figura 16**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 180,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

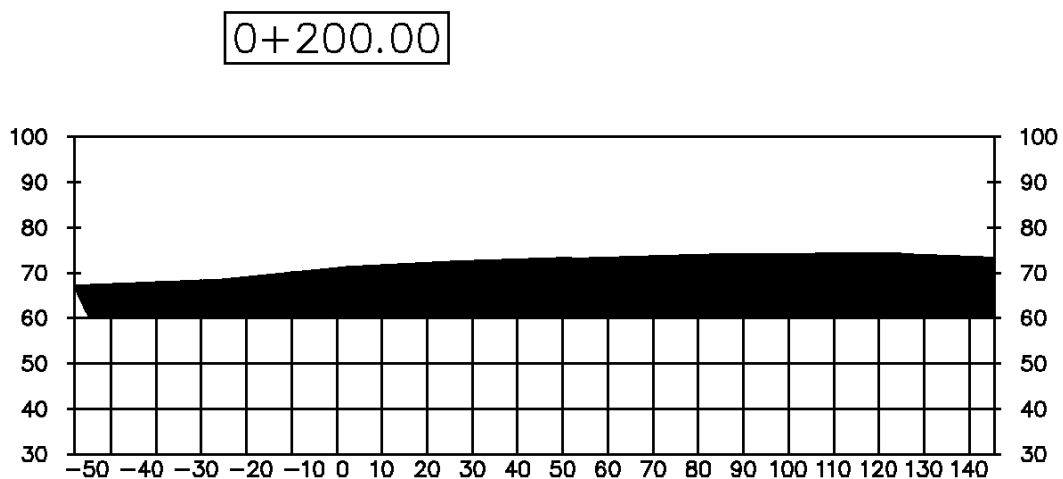
**Tabla 12**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 200,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 200.00	CORTE	2419.08	48383.18	550271.26

**Figura 17**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 200,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D



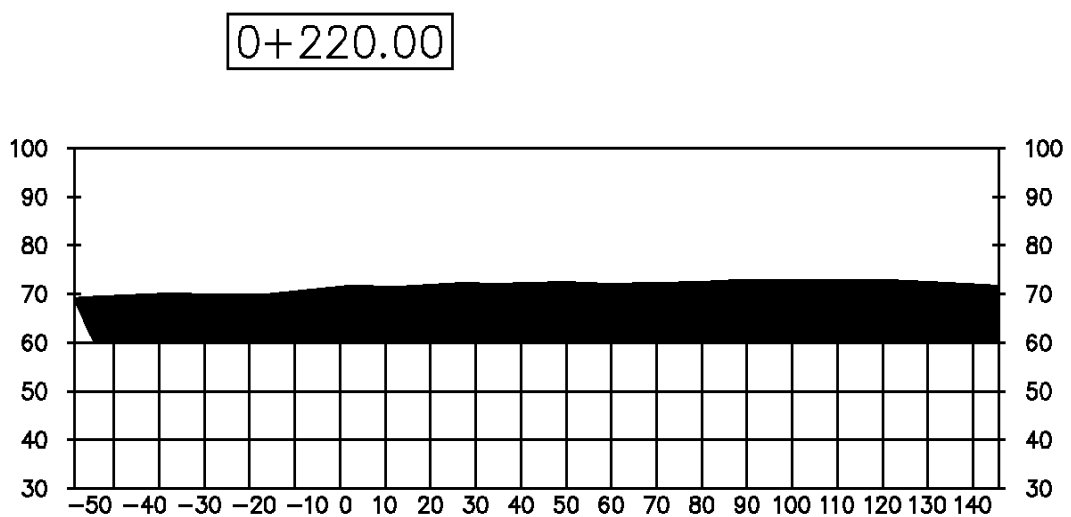
**Tabla 13**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 220,00*

<b>MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN</b>				
<b>COTA</b>	<b>NOMBRE DEL MATERIAL</b>	<b>ARÉA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>VOLUMEN ACUMULATIVO</b>
0 + 220.00	CORTE	2345.07	47641.44	597912.70

**Figura 18**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 220,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

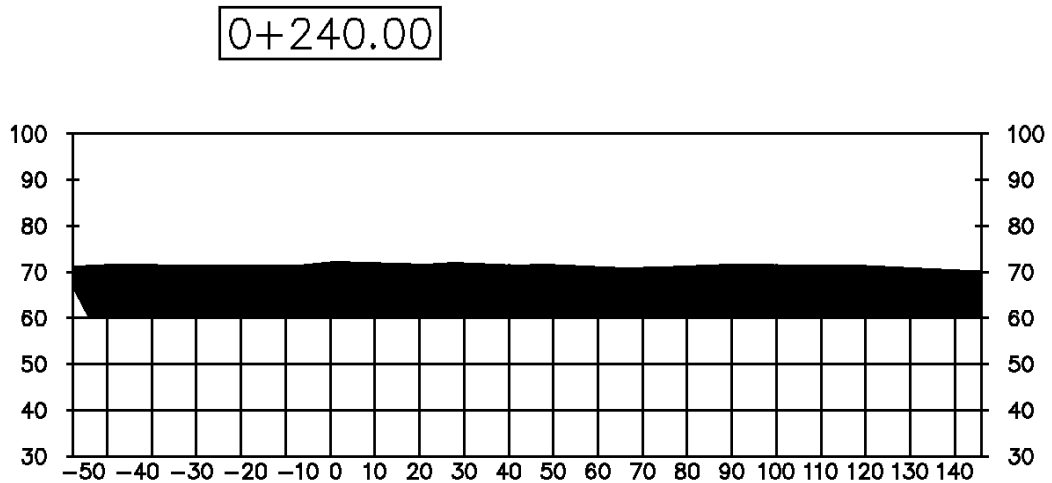
**Tabla 14**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 240,00*

<b>MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN</b>				
<b>COTA</b>	<b>NOMBRE DEL MATERIAL</b>	<b>ARÉA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>VOLUMEN ACUMULATIVO</b>
0 + 240.00	CORTE	2266.7	46311.42	644224.12

**Figura 19**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 240,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

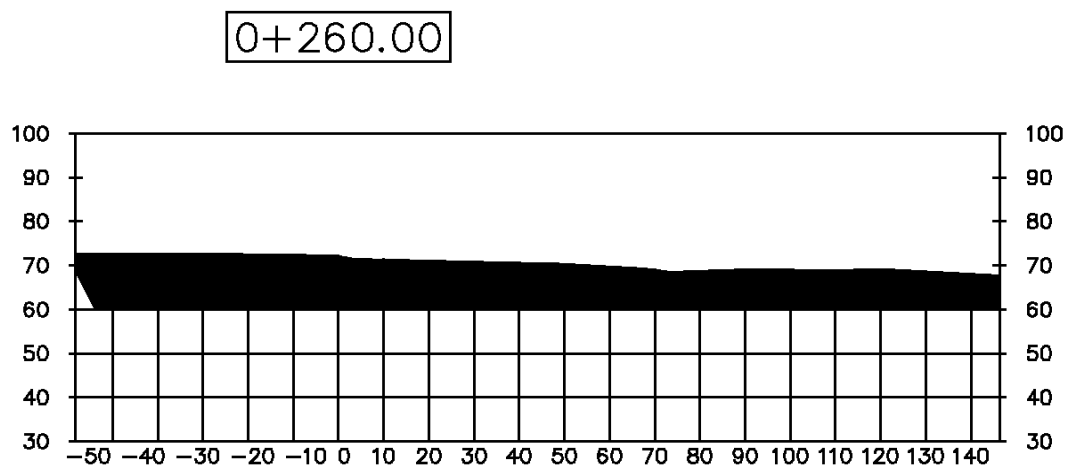
**Tabla 15**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 260,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 260.00	CORTE	2105.77	43918.43	688142.55

**Figura 20**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 260,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

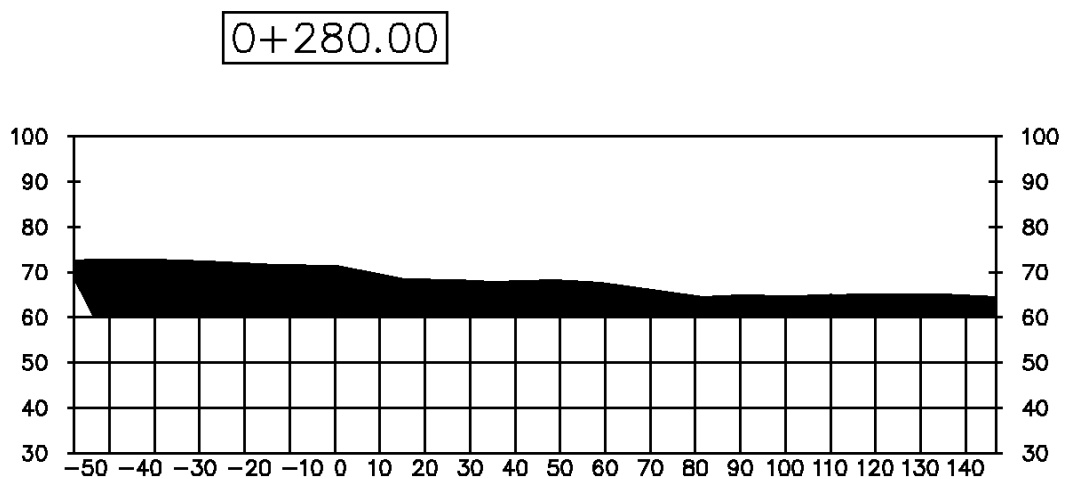
**Tabla 16**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 280,00*

<b>MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN</b>				
<b>COTA</b>	<b>NOMBRE DEL MATERIAL</b>	<b>ARÉA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>VOLUMEN ACUMULATIVO</b>
0 + 280.00	CORTE	1633.11	37388.78	725531.33

**Figura 21**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 280,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

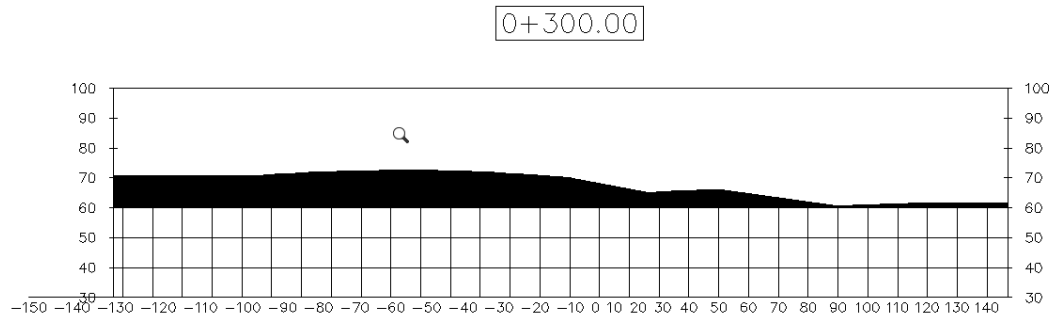
**Tabla 17**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 300,00*

<b>MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN</b>				
<b>COTA</b>	<b>NOMBRE DEL MATERIAL</b>	<b>ARÉA</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>VOLUMEN ACUMULATIVO</b>
0 + 300.00	CORTE	2306.46	39395.72	764927.05

**Figura 22**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 300,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

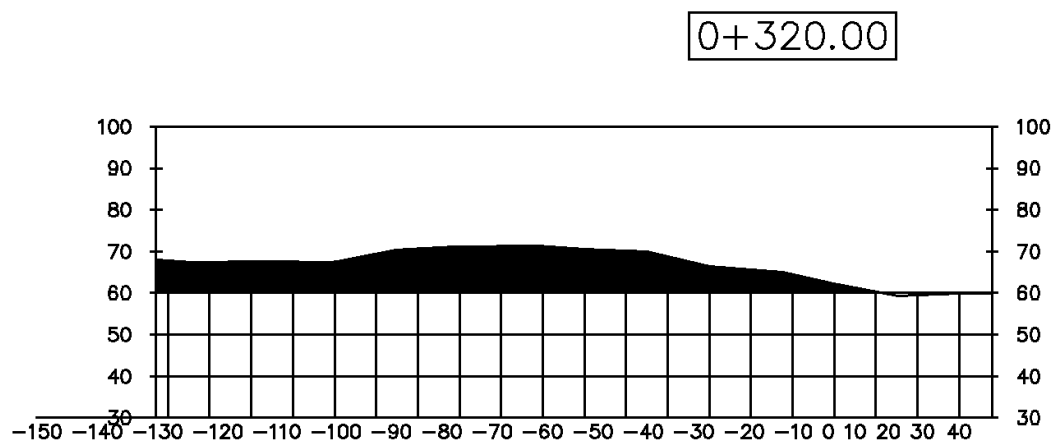
**Tabla 18**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 320,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 320.00	CORTE	1389.92	36963.84	801890.89

**Figura 23**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 320,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

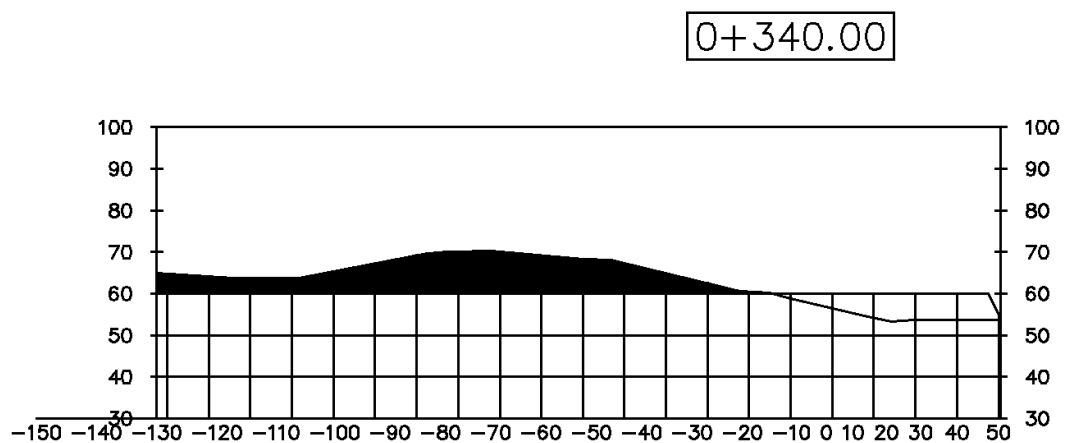
**Tabla 19**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 340,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 340.00	CORTE	900.53	22904.55	824795.44

**Figura 24**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 340,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

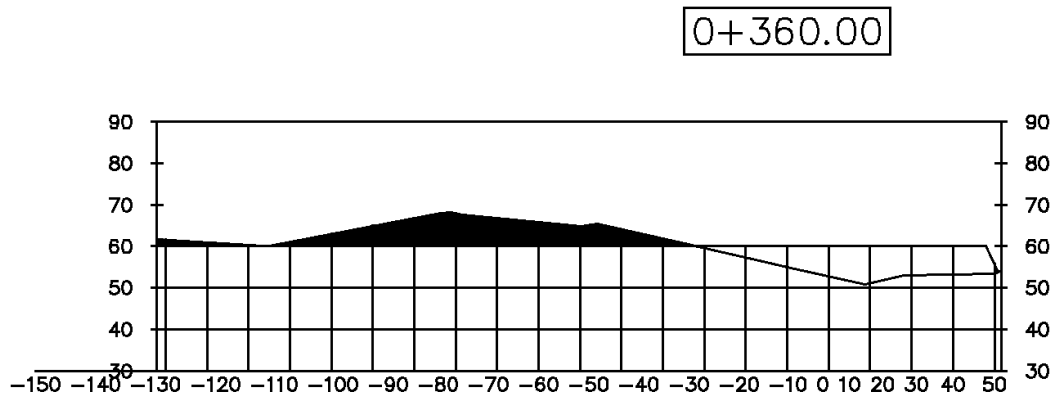
**Tabla 20**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 360,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 360.00	CORTE	497.99	13985.25	838780.69

**Figura 25**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 360,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

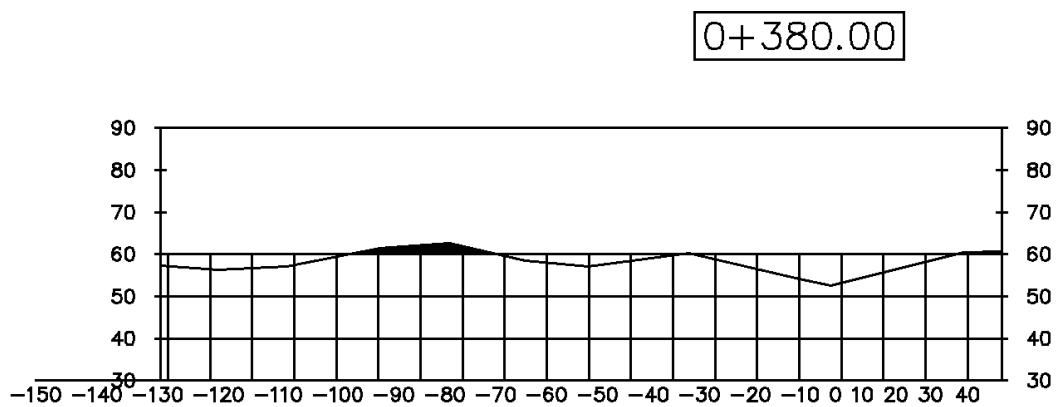
**Tabla 21**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 380,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 380.00	CORTE	55.97	5539.60	844320.29

**Figura 26**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 380,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

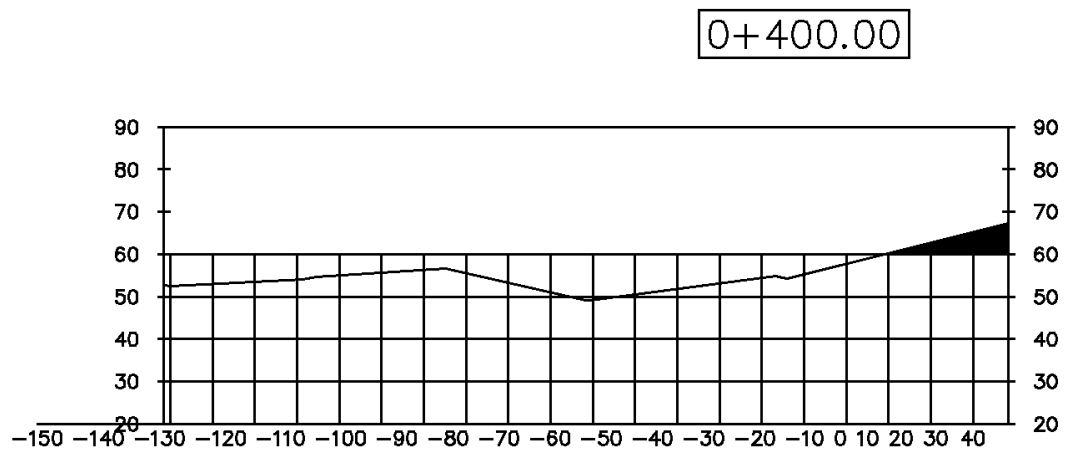
**Tabla 22**

*Cálculo de volumen en abscisa 0 + 400,00*

MATERIAL(ES) EN LA ESTACIÓN				
COTA	NOMBRE DEL MATERIAL	ARÉA	VOLUMEN	VOLUMEN ACUMULATIVO
0 + 400.00	CORTE	106.32	1622.88	845943.17

**Figura 27**

*Perfil Longitudinal de la abscisa 0 + 400,00*



Nota: Elaborado en Civil 3D

### **3.7 METODOLOGÍA DEL OE.2: REALIZAR ENSAYOS DE LABORATORIO Y SU RESPECTIVA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS MEDIANTE EL MUESTREO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EXISTENTE**

Para concretar el segundo objetivo, se llevaron a cabo diferentes ensayos de laboratorio para poder determinar las propiedades físicas y mecánicas del material pétreo de la cantera en estudio, para poder clasificarlo como material de construcción por medio de normativas vigentes, en este apartado la clasificación se la realizara mediante la normativa MTOP.

Se realizó la extracción de muestras en el lugar de estudio para poder realizar en primera instancia los ensayos de Abrasión de los Ángeles (Tabla 23) y de resistencia a los sulfatos (Tabla 24) para designar el material inicialmente ya sea para la elaboración de hormigones o para construcciones viales, estos pueden ser bases, subbases, mejoramiento de subrasante y material de préstamo importado, ya con los resultados de estos primeros ensayos se puede determinar su designación de material de construcción y con esto se procede a realizar los siguientes ensayos para poder tener la información completa del material pétreo en estudio, los ensayos siguientes son: Granulometría y se determinará el tipo de material por clasificación SUCS o AASHTO, siguiendo la normativa ASTM 422, Contenido de Humedad (ASTM D2216), Límites de Atterberg (ASTM D4318), Gravedad Específica (ASTM D854-14), Proctor (ASTM D698-91, D1557-91; AASHTO T180-93, T-99-94) y CBR (ASTM D1883-73; AASHTO T-193-63). Finalmente, con los resultados de laboratorio obtenidos se procedió a tabularlos en Excel y comparar los resultados con lo que indica la normativa MTOP.

**Tabla 23**

*Peso de agregado y Número de Esferas para agregados gruesos de tamaños mayores a ¾"*

MÉTODO		1	2	3
DIÁMETRO		CANTIDAD DE MATERIAL A USAR (gr)		
Que pasante	Retenido			
3"	2 ½"	2500 ± 500	---	---
2 ½"	2"	2500 ± 500	---	---
2"	1 ½"	5000 ± 50	5000 ± 50	---
1 ½"	1"	---	5000 ± 25	5000 ± 25
1"	½"	---	---	5000 ± 25
PESO TOTAL		10 000 ± 100	10 000 ± 75	10 000 ± 100
Nº de esferas		12	12	12
Nº de Revoluciones		1000	1000	1000
Tiempo de rotación (minutos)		30	30	30

Nota: Tomado ASTM C - 535



**Tabla 24***Peso de agregado para ensayo Resistencia a los sulfatos*

<b>Tamaño (Tamices de abertura cuadrada)</b>	<b>Masa (g)</b>
9,5 mm (3/8") a 4,75 mm (N° 4).	300 ± 5
19,0 mm (3/4") a 9,5 mm (3/8")	1000 ± 10
Consistente en:	
Material de 12,5 mm (1/2") a 9,5 mm (3/8")	330 ± 5
Material 19,0 mm (3/4") a 12,5 mm (1/2")	670 ± 10
37,5 mm (1 <sup>1/2</sup> ") a 19,0 mm (3/4)	1500 ± 50
Consiste en:	
Material de 2,50 mm (1") a 19,0 mm (3/4")	500 ± 20
Material de 37,5 mm (1 1/2") a 25,0 mm (1")	1000 ± 50
63 mm (2 1/2") a 37,5 mm (1.1/2)	5000 ± 300
Consistente en:	
Material de 50 mm (2") a 37,5 mm (2 1/2")	2000 ± 200
Material de 63 mm (2 1/2") a 50 mm (2")	3000 ± 300

Nota: Tomado ASTM C - 88

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo de abrasión de los ángeles y en el ensayo de resistencia a los sulfatos, se puede realizar una clasificación del material para su uso en obras hidráulicas, hormigones o para uso vial de acuerdo a las especificaciones. Con esto también se puede designar la clasificación granulométrica y el tipo de ensayo Proctor.

El ensayo de abrasión de los ángeles se realizó mediante el Método 3, esta elección fue por medio del tamaño del material extraído de la cantera, en donde indica los diámetros de los tamices los cuales fueron el pasante del tamiz 1 1/2" y el retenido en 1", pasante de 1" y el retenido en 1/2" y la cantidad de material a usar, que en este caso para la primera asignación fue de 5000±25 gr y para la segunda asignación 5000±25. El número de esferas 12, número de revoluciones 1000, tiempo de rotación 30 minutos. El % de desgaste del material en este ensayo fue de 51%.

En el ensayo de resistencia a los sulfatos de acuerdo a la granulometría del material de la cantera se realizó el ensayo en los tamices 2 ½” a 2” en donde la masa fue de  $3000 \pm 300$ . En este ensayo el % de pérdida de peso luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de magnesio dio como resultado un 92% en este ensayo de durabilidad

El ensayo de granulometría que se realizó a la muestra extraída de la cantera es para un material grueso por lavado y corrección por humedad.

Para el ensayo de límites de Atterberg, se tomaron 400 gramos del material pasante del tamiz N° 40, se procedió a mojar la muestra para los 10, 20, 30 y 40 golpes, se colocó la muestra en la cuchara de casa grande para realizar el límite líquido y hacer rollos de 3 mm de diámetro para determinar el límite plástico, se evaluó el material y con los resultados de granulometría se tiene una arena o limo, por lo que se concluyó que es no plástico.

En el ensayo Proctor se tomaron inicialmente 5 muestras de 5500 gramos, y se realizaron 56 golpes en las 5 capas que se deben realizar de acuerdo a cada uno de los contenidos de humedad realizados.

Para el ensayo CBR, se utilizaron 3 muestras de 5500 gramos del material a evaluar y de acuerdo a los resultados del ensayo Proctor de determino inicialmente la cantidad de agua optima con el cual el material trabaja de forma idónea dando así un resultado de 343 ml de agua, esta se calcula con la cantidad de material a utilizar, la humedad optima del ensayo Proctor y la humedad inicial del material en terreno natural del mismo ensayo, obtenido esta cantidad de agua se la aproximo a 350 ml. Ya con esto se procede a realizar los 3 moldes con la misma cantidad de agua para cada uno, para finalmente dejar sumergido en agua; en el cual posteriormente se realizará la rotura de los cilindros, de manera que se puedan tener los resultados.

### 3.7.1 Caracterización de materiales según normativa MTOP.

Se tomarán en cuenta los requisitos de las bases, subbases y mejoramiento de subrasante para poder realizar la caracterización de acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio realizados previamente. Cada uno de los requisitos estará en las tablas como se enlista a continuación al igual que su granulometría para poder ser más específicos en la clasificación del material:

#### 3.7.1.1 Bases.

**Tabla 25**

*Requisitos para el cumplimiento de una Base.*

Requisitos MTOP	Especificaciones
Resistencia a los sulfatos	< 10%
Abrasión de los Ángeles	< 40 %
Índice de plasticidad	≤ 6%
Límite Líquido	≤ 35%
CBR	≥ 80%

Nota: Tomado de MTOP (2012), sección 404 de Bases.

**Tabla 26**

*Especificaciones de granulometría para el uso de Base clase I*

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada	
	Tipo A	Tipo B
2" (50,8 mm)	100	--
1 1/2" (38,1 mm)	70 – 100	100
1" (25,4 mm)	55 – 85	70 – 100
3/4" (19,0 mm)	50 – 80	60 – 90
3/8" (9,8 mm)	35 – 60	45 – 75
Nº 4 (4,76 mm)	25 – 50	30 – 60
Nº 10 (4,76 mm)	20 – 40	20 – 50
Nº 40 (0,425 mm)	10 – 25	10 – 25
Nº 200 (0,075 mm)	2 – 12	2 – 12

Nota: Tomado de MTOP (2012), sección 404 de Bases.

**Tabla 27***Especificaciones de granulometría para el uso de Base clase 2*

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
1" (25,4 mm.)	100
3/4" (19,0 mm.)	70 – 100
3/8" (9,8 mm.)	50 – 80
N° 4 (4,76 mm)	35 – 65
N° 10 (4,76 mm)	25 – 50
N° 40 (0,425 mm)	15 – 30
N° 200 (0,075 mm)	3 – 15

Nota: Tomado de MTOP (2012), sección 404 de Bases.

**Tabla 28***Especificaciones de granulometría s para el uso de Base clase 3*

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
3/4" (9,8 mm.)	100
N° 4 (4,76 mm)	45 – 80
N° 10 (4,76 mm)	30 – 60
N° 40 (0,425 mm)	20 – 35
N° 200 (0,075 mm)	3 – 15

Nota: Tomado de MTOP (2012), sección 404 de Bases.

**Tabla 29***Especificaciones de granulometría para el uso de Base clase 4*

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>
2" (9,8 mm.)	100
1" (9,8 mm.)	60 – 90
N° 4 (0,425 mm)	20 – 50
N° 200 (0,075 mm)	0 – 15

Nota: Tomado de MTOP (2012), sección 404 de Bases.

### 3.7.1.2 Sub-Base.

**Tabla 30**

*Requisitos para el cumplimiento de una Subbase.*

<b>Requisitos MTOP</b>	<b>Especificaciones</b>
Resistencia a los sulfatos	--
Abrasión	< 50 %
Índice de plasticidad	< 6%
Limite Liquido	< 25%
CBR	≥ 30%

Nota: Tomado de MTOP (2012), sección 403 de Subbases.

**Tabla 31**

*Especificaciones de granulometría para el uso de Subbase.*

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada</b>		
	<b>CLASE 1</b>	<b>CLASE 2</b>	<b>CLASE 3</b>
3" (76,2 mm.)	--	--	100
2" (50,4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 – 100	--
N° 4 (4,75 mm.)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
N° 40 (0,425 mm.)	10 – 35	15 – 40	--
N° 200 (0,075 mm.)	0 – 15	0 – 20	0 - 20

Nota: Tomado de MTOP (2012), sección 403 de Subbases.

### 3.7.1.3 Mejoramiento de la Subrasante.

**Tabla 32**

*Requisitos para el cumplimiento de un mejoramiento de la subrasante.*

<b>Requisitos MTOP</b>	<b>Especificaciones</b>
TMN	< 4"
P 200	< 20 %
Índice de plasticidad	< 9%
CBR	> 20%

Nota: Tomado de MTOP (2012), sección 402 de Mejoramiento de la Subrasante.

## **3.8 METODOLOGÍA DEL OE.3: IDENTIFICAR LAS AFECTACIONES EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA PROPONER MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

Para el cumplimiento de este objetivo se examinará las afectaciones ambientales de las actividades de extracción de cantera en una visita técnica en el área de influencia directa, con el levantamiento significativo de información, tales como el plano de implantación, procesos de producción, entre otros; se debe realizar la caracterización de la cantera ya que se vuelve fundamental para comprender su distribución, calidad de los materiales, impacto ambiental y social, riesgos y peligros, establecer un análisis de las normativas ambientales ecuatorianas vigentes para así desarrollar medidas de plan de manejo ambiental adecuadas.

El plan de manejo ambiental por la explotación de la cantera “Los Pozos” es un conjunto de acciones y medidas que se implementan después de que la actividad de extracción del material pétreo ha finalizado. Se pretende principalmente mitigar las afectaciones ambientales causados y promover la restauración y rehabilitación de

la zona afectada, buscando restablecer las condiciones naturales del área en la medida de lo posible.

A continuación, se detalla las consideraciones principales de impactos ambientales, para el contenido del plan de manejo ambiental por la explotación de la cantera “Los Pozos”

**Tabla 33**

*Principales impactos ambientales*

<b>PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES</b>				
<b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>POSITIVO / NEGATIVO</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>	<b>ETAPA DEL PROYECTO</b>
AIRE	Generación de material particulado	Negativo	Poco significativo	Operación y mantenimiento
	Generación de ruido	Negativo	Poco significativo	Operación y mantenimiento
AGUA	Generación de residuos líquidos	Negativo	Medianamente significativo	Operación
SUELO	Pérdida de cobertura vegetal	Negativo	Significativo	Operación
	Generación de escombros y material de desalojo	Negativo	Medianamente significativo	Operación
	Desestabilización del suelo	Negativo	Significativo	Extracción
PAISAJE	Cambios en el paisaje antrópico actual	Negativo	Significativo	Extracción
EMPLEO Y SUBEMPLEO	Aumento en las plazas de trabajo	Positivo	Significativo	Operación y mantenimiento
SOCIAL	Conflictos comunitarios	Negativo	Significativo	Extracción, operación y mantenimiento
	Reclamos por parte de la comunidad	Negativo	Poco significativo	Extracción, operación y mantenimiento
	Oxigenación del tráfico vehicular	Positivo	Significativo	Operación
PERCEPCIÓN	Rehabilitación ambientalmente las áreas intervenidas	Positivo	Significativo	Cierre
SALUD	Riesgos laborales por falta de equipo de seguridad y manipulación de maquinaria	Negativo	Significativo	Operación y mantenimiento

**Tabla 33***Afectaciones evaluadas ante la explotación de cantera “Los Pozos”*

AFECTACIONES EVALUADAS ANTE LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA “LOS POZOS”				
N°	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
1	Aire	Generación de polvo, material particulado y ruido.	<p>MEDIDA 1.- De acuerdo a que la única vía de acceso se encuentra lastrada, se rociará agua cuando empiecen los procesos de extracción en la cantera, se considerará realizar este rociamiento de agua las veces que sea necesario con el fin de evitar la dispersión de polvo por viento.</p> <p>MEDIDA 2.- El horario en el que se debe realizar las actividades de extracción, carga y transporte, será de 8:00 am a 5:00 pm, con el fin de evitar molestias en el sector.</p> <p>MEDIDA 3.- El transporte encargado de la distribución del material extraído, deben ser volquetas que cuenten con una cubierta de lona para evitar la dispersión de material particulado.</p> <p>MEDIDA 4.- Debe vigilarse que la maquinaria se encuentre en las mejores condiciones mecánicas para evitar ruidos molestos producidos por los mismos o en su defecto deben emplearse amortiguadores de sonidos.</p>	<p>Diseños de explotación</p> <p>Registro fotográfico</p> <p>Facturas de compra</p> <p>Cronograma de mantenimiento de maquinaria.</p>
2	Suelo	Remoción en masa, alteración de la calidad del suelo por derrame de combustibles, disposición inadecuada de material pétreo, presencia de desechos.	<p>MEDIDA 1.- El volumen extraíble diario debe basarse en la normativa de Ley Minera, en donde establece que las pequeñas mimerías extraen 500 m<sup>3</sup>.</p> <p>MEDIDA 2.- El control del equipo caminero debe ser minucioso para evitar goteos de combustibles fósiles, en el acceso a la cantera o en la entrega del material.</p> <p>MEDIDA 3.- Mantenimiento de frentes de trabajo, accesos y plataforma de acopio.</p> <p>MEDIDA 4.- La recolección de desechos de cualquier tipo y tamaño que se encuentre dispersa en el área de extracción.</p>	<p>Control topográfico</p> <p>Cronograma de trabajo</p> <p>Lista de chequeos</p>



N°	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
3	Flora	Afectación directa en la cobertura vegetal	<p>MEDIDA 1.- Las actividades de recolección de especies de flora, la quema de vegetación o incineración de cualquier material sobre la cobertura vegetal por parte de los contratistas o por parte del personal queda totalmente prohibida.</p> <p>MEDIDA 2.- Contemplar en el cierre de cantera la existencia de mitigaciones ante el cierre de las actividades.</p>	<p>Capacitaciones</p> <p>Fotografías</p> <p>Observaciones in-situ</p>
4	Fauna	Afectación a la fauna existente en la zona de extracción	MEDIDA 1.- En caso de presentarse fauna silvestre se prohibirá al personal capturarlos.	Capacitaciones
5	Social	Afectación directa en los habitantes	MEDIDA 1.- Prevención de incendios, accidentes, manejo de herramientas y maquinarias.	Capacitaciones

### 3.9 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 34**

*Cuadro de operación de variables*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	
Variable Independiente	Propiedades físicas y mecánicas del material existente de la cantera	Las propiedades físicas son aquellas en la que se puede observar el material sin que cambie la composición del mismo, las propiedades mecánicas son aquellas que evalúan el comportamiento de un material ante las fuerzas que se le aplican.	Ensayos de laboratorio al material de estudio.	Proctor Modificado: Densidad seca máxima	Kg/cm <sup>3</sup>	
				Humedad optima	%	
				Resistencia del suelo	Capacidad de soporte (CBR)	%
					Abrasión de los Ángeles	%
					Resistencia a los sulfatos	%
					Límites de Atterberg	%
Afectaciones ambientales	Es el resultado del impacto de la actividad humana sobre el medio ambiente, y se supone que se altera el equilibrio del medio ambiente.	Revisión del entorno a estudiar.	Comportamiento del suelo	Granulometría	%	
			Clasificación del suelo	Polvo Ruido Deforestación		

**Tabla 35**

*Cuadro de operación de variables*

<b>Variab</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala</b>	
Variable Dependiente	Clasificación del suelo como material de construcción	El suelo es el material de construcción más utilizado en la práctica de ingeniería civil, y establece el soporte de las estructuras como edificaciones, vías, puentes, canales, torres, etc.	Extracción del material de la zona de estudio y se determinan mediante ensayos de laboratorio y normativas vigentes. MTOP 2015	Base	Clase I Clase II Clase III Clase IV	% % % %
				Subbase	Clase I Clase II Clase III	% % %
			Mejoramiento de la subrasante	Índice de plasticidad LL CBR	% % %	
	Diseño de plan de manejo ambiental	Es un conjunto en donde se detallan las acciones como resultado de una evaluación ambiental encaminadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar el impacto en el medio ambiente y las afectaciones en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.	Normativa vigente de Ley Minera y del Buen Vivir.	Impactos negativos Medidas de mitigación	Flora Fauna Agua Aire Sociedad	

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL OE.1: OBTENER EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO MEDIANTE EL EQUIPO GNSS RTK PARA DELIMITAR LA ZONA DE ESTUDIO Y SEGÚN LA ALTIMETRÍA Y PLANIMETRÍA DETERMINAR EL VOLUMEN DE LA CANTERA**

#### **4.1.1 Delimitación de la zona de estudio.**

Se realizó la topografía en la zona de estudio y se tomaron los siguientes puntos para poder determinar la planimetría y altimetría de la cantera a evaluar.

En la tabla 36 se evidencian los puntos tomados de los vértices con los cuales se delimito la zona de estudio en donde se concretó mediante el programa CIVIL 3D que el área de la cantera “Los Pozos” es de 8 hectáreas, de acuerdo a la Ley de Minería ecuatoriana al poseer esta área es considerada pequeña minería.

**Tabla 36**

*Coordenadas de los puntos de la zona de estudio*

<b>No.</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	9761417.7330	532945.6130	71.625	BM1
2	9761424.0740	532941.4908	71.468	TN
3	9761423.2230	532965.6790	73.504	TN
4	9761422.6480	532992.0790	74.219	TN
5	9761421.8560	533018.2630	75.500	TN
6	9761420.5098	533044.0670	76.320	TN
7	9761421.5678	533071.6000	76.270	TN
8	9761421.4502	533098.0590	77.230	TN
9	9761421.8029	533118.6590	77.877	TN
10	9761424.7419	533145.0859	78.157	TN

<b>No.</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
11	9761480.0950	533147.6160	77.299	TN
12	9761482.4410	533116.8930	77.621	TN
13	9761479.2970	533096.3750	77.671	TN
14	9761482.0080	533070.5970	76.758	TN
15	9761482.1220	533045.6590	76.216	TN
16	9761482.5140	533015.1130	74.684	TN
17	9761479.4930	532993.6520	73.677	TN
18	9761482.5750	532967.9270	73.097	TN
19	9761483.6340	532946.3670	72.480	TN
20	9761528.2440	532940.9538	70.903	TN
21	9761527.5370	532968.2010	71.638	TN
22	9761527.8760	532994.5000	72.127	TN
23	9761525.9450	533020.7960	72.229	TN
24	9761533.1750	533042.1730	70.600	TN
25	9761529.2620	533071.1850	74.472	TN
26	9761528.5570	533094.0120	76.194	TN
27	9761527.6810	533113.6990	76.937	TN
28	9761527.5386	533144.2976	75.135	TN
29	9761578.6892	533144.6861	74.922	TN
30	9761577.2520	533117.0230	76.616	TN
31	9761580.8980	533091.1350	76.020	TN
32	9761577.7300	533070.7040	75.045	TN
33	9761580.5180	533043.3860	72.799	TN
34	9761577.7840	533020.9210	70.506	TN
35	9761577.1263	532996.8079	65.765	TN
36	9761580.3350	532966.4270	68.566	TN
37	9761577.7250	532940.4643	68.889	TN
38	9761623.2456	532940.4150	67.006	TN
39	9761624.4050	532970.6080	68.331	TN
40	9761623.8564	533000.4753	71.265	TN
41	9761624.7220	533024.2178	72.470	TN
42	9761623.8564	533049.0918	73.304	TN
43	9761625.1075	533083.5198	74.186	TN
44	9761626.3590	533122.0160	74.222	TN
45	9761626.7350	533145.5190	73.182	TN
46	9761677.5861	533144.2459	69.272	TN
47	9761679.5910	533112.5150	70.474	TN
48	9761678.0590	533087.2580	70.924	TN
49	9761680.0750	533067.2380	69.770	TN
50	9761681.1700	533043.3380	70.984	TN
51	9761680.5080	533024.5670	71.605	TN
52	9761680.1558	532996.8537	72.298	TN
53	9761683.2360	532967.0450	72.595	TN
54	9761680.1273	532939.5462	72.633	TN
55	9761724.8991	532945.6089	72.641	TN
56	9761724.2044	532914.5202	72.244	TN

<b>No.</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
57	9761725.0196	532892.9835	70.948	TN
58	9761724.9237	532868.2317	70.991	TN
59	9761725.1861	532842.0543	70.823	TN
60	9761782.4460	532840.4820	62.077	TN
61	9761826.8010	532842.4640	51.861	TN
62	9761827.2576	532876.1319	53.510	TN
63	9761827.5833	532909.1840	55.815	TN
64	9761781.3030	532869.6970	60.503	TN
65	9761726.3351	532968.6389	71.891	TN
66	9761723.8598	532996.3416	70.510	TN
67	9761724.6495	533022.2209	65.512	TN
68	9761726.9272	533045.9982	65.860	TN
69	9761777.5250	533045.2638	50.295	TN
70	9761777.6029	533018.5931	49.994	TN
71	9761779.0836	532988.0232	56.757	TN
72	9761780.8090	532945.2000	66.491	TN
73	9761780.7369	532914.0417	69.277	TN
74	9761725.7105	533143.1253	61.540	TN
75	9761826.6234	532943.8514	48.410	TN
76	9761827.4077	532989.3248	54.440	TN
77	9761826.1193	533044.2965	67.740	TN
78	9761727.2836	533115.3859	61.270	TN
79	9761726.5850	533085.4731	60.620	TN

#### 4.1.2 Cálculo de volumen.

**Tabla 37**

*Cuadro de resumen del cálculo de volumen*

<b>MATERIAL (S) AT STATION</b>				
<b>COTA</b>	<b>MATERIAL NAME</b>	<b>AREA</b>	<b>VOLUME</b>	<b>CULMULATIVE VOLUME</b>
0 + 000.00	CORTE	3140,66	0,00	0,00
0 + 020.00	CORTE	3130,12	62707,8	62707,77
0 + 040.00	CORTE	3098,73	62288,5	124996,25
0 + 060.00	CORTE	3032,39	61311,2	186307,49
0 + 080.00	CORTE	2889,74	59221,3	245528,81
0 + 100.00	CORTE	2702,37	55921,1	301449,86
0 + 120.00	CORTE	2568,37	52707,4	354157,25
0 + 140.00	CORTE	2478,62	50369,9	404527,19
0 + 160.00	CORTE	2424,11	48927,3	453454,53
0 + 180.00	CORTE	2419,24	48433,6	501888,08

<b>MATERIAL (S) AT STATION</b>				
<b>COTA</b>	<b>MATERIAL NAME</b>	<b>AREA</b>	<b>VOLUME</b>	<b>CULMULATIVE VOLUME</b>
0 + 200.00	CORTE	2419,08	48383,2	550271,26
0 + 220.00	CORTE	2345,07	47641,4	597912,70
0 + 240.00	CORTE	2266,7	46311,4	644224,12
0 + 260.00	CORTE	2105,77	43918,4	688142,55
0 + 280.00	CORTE	1633,11	37388,8	725531,33
0 + 300.00	CORTE	2306,46	39395,7	764927,05
0 + 320.00	CORTE	1389,92	36963,8	801890,89
0 + 340.00	CORTE	900,53	22904,6	824795,44
0 + 360.00	CORTE	497,99	13985,3	838780,69
0 + 380.00	CORTE	55,97	5539,60	844320,29
0 + 400.00	CORTE	106,32	1622,88	845943,17

Como se puede observar en la tabla 37 el cálculo de volumen total se realizó mediante un corte longitudinal a lo largo de la cantera mediante el programa Civil 3D, en el cual se tomó la cota más baja que fue 48,410 m y la más alta 78,157 m; obteniendo como resultado 845943,17 m<sup>3</sup> de material que puede ser extraído aproximadamente.

#### **4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL OE.2: REALIZAR ENSAYOS DE LABORATORIO Y SU RESPECTIVA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS MEDIANTE EL MUESTREO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL EXISTENTE**

En la tabla 38 se observan los resultados de cada uno de los ensayos realizados del material de la cantera “Los Pozos”, para poder determinar el tipo de material. Los primeros ensayos realizados fueron: contenido de humedad, la distribución granulométrica, puesto que se debe realizar la clasificación del material, mediante la AASTHO y SUCS, por consiguiente se realizaron los ensayos de abrasión de los ángulos y resistencia a los sulfatos, puesto que estos nos permitirían revisar en primera instancia si el material clasificaba como una base o una subbase, y

finalmente para complementar la clasificación se realizaron los ensayos de gravedad específica, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR.

**Tabla 38**

*Cuadro de resumen de los resultados de ensayos de laboratorio*

<b>CARACTERIZACIÓN DE LA CANTERA “LOS POZOS”</b>			
<b>SITIO DE MUESTREO:</b>		Comuna San Miguel	
<b>UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO:</b>		Cantera Los Pozos	
<b>COORDENADAS</b>	NORTE	9761421.5678	
	ESTE	533071.6000	
<b>CLASIFICACIÓN</b>	AASHT	Fragmentos de piedra, grava y arena A – 1 – a	
<b>GRANULOMETRIA</b>	% DE PASANTES	N° 4	28,22
		N° 10	20,59
		N° 40	11,86
		N° 200	10,26
<b>HUMEDAD</b>	W%	6,54%	
<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	LL	NP	
	LP	NP	
	IP	NP	
<b>GRAVEDAD ESPÉCIFICA</b>	GS	2,658	
<b>ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES</b>	% DE PERDIDA	55 %	
<b>RESISTENCIA A LOS SULFATOS</b>	% DE PERDIDA	92 %	
<b>PROCTOR MODIFICADO</b>	DENSIDAD SECA MAXIMA	172,70 kg/m <sup>3</sup>	
	% DE HUMEDAD OPTIMA	9,4 %	
<b>CBR</b>		61 %	

En el primer análisis de resultados se tuvo que el material no cumplía como base y subbase por lo que para poder determinar con exactitud su uso se tuvo que implementar el ensayo de Proctor y CBR y realizar una consideración en el ensayo de granulometría, en el cual la clasificación del material solo se determinó por medio de la AASTHO y se consideró realizar Proctor modificado puesto que ambos son utilizados específicamente en construcciones viales. Estas consideraciones



fueron tomadas una vez se excluyó la utilización de este material para el uso de agregado para la realización de hormigones y obras hidráulicas. Para realizar la clasificación de la cantera como material de construcción se realizó una comparación de cada uno de los resultados obtenidos en el laboratorio con las especificaciones para base, subbase y mejoramiento de subrasante como se menciona a continuación:

**Tabla 40**

*Cuadro de comparación de los resultados de ensayos de laboratorio*

<b>REQUISITOS MTOF</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
<b>BASE</b>			
Resistencia a los sulfatos	< 10%		✓
Abrasión	< 40 %		✓
Índice de plasticidad	≤ 6%	✓	
Limite Liquido	≤ 35%		✓
CBR	≥ 80%		✓
<b>SUBBASE</b>			
Resistencia a los sulfatos	--		✓
Abrasión	< 50 %		✓
Índice de plasticidad	< 6%	✓	
Limite Liquido	< 25%		✓
CBR	≥ 30%	✓	
<b>MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE</b>			
P 200	< 20 %	✓	
Índice de plasticidad	< 9%	✓	
CBR	> 20%	✓	

Nota: Tomado de MTOF (2012)

De acuerdo a la normativa MTOP (2012), para que un material clasifique como base y pueda ser empleado en la elaboración de hormigones, debe tener un desgaste por abrasión de los ángeles no mayor al 50%, ni arrojar una pérdida de peso mayor al 10% en el ensayo de resistencia a los sulfatos, luego de 5 ciclos de inmersión. Como se observa, la muestra arrojó un resultado de 55% de desgaste por abrasión de los ángeles y de 92% de pérdida de peso en resistencia a los sulfatos; por lo que desde primera instancia se deduce que no clasifica como material de construcción base o subbase.

Se tiene que el material extraído de la cantera “Los Pozos” cumple con todos los requerimientos de la normativa MTOP (2012) para ser utilizado en la realización de vías de comunicación y realización de asfaltos como un material de mejoramiento de subrasantes con una resistencia CBR del 61% y índice de plasticidad de 0.

#### **4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL OE.3: IDENTIFICAR LAS AFECTACIONES EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA MEDIANTE LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA PROPONER MEDIDAS DE CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

Para el diseño del plan de manejo ambiental se tomó en cuenta factores físicos, bióticos y sociales, en base a esto se mencionan y enlistan las medidas y actividades con las cuales se pretende prevenir, mitigar corregir o compensar las afectaciones ambientales causadas por el proyecto de explotación de la cantera “Los Pozos”, se plantea de la siguiente forma:

- ✓ Ficha de plan de manejo ambiental
- ✓ Plan de manejo ambiental

**Tabla 39**

*Ficha de plan de manejo ambiental*

<b>PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b>	<b>ACTIVIDAD ECONÓMICA</b>
“ANÁLISIS DE LAS AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL EX POST EXPLORACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA”	Explotación de cantera.

**DATOS GENERALES**

Sistema de coordenadas UTM WGS84, Zona (Correspondiente al Uso Horario)

Estado del proyecto, obra o actividad:      Construcción: X    Operación:      Cierre y Abandono:

**DIRECCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD:**

Cantón: Santa Elena      Ciudad: Santa Elena    Provincia: Santa Elena

Comuna: San Miguel      Zona no delimitada:    Periférico:  
 Urbana:    Rural: X

**CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA:**

Área del proyecto (ha o m2):    8 ha aproximadamente

Figura 1. Ubicación de las coordenadas de los vértices del polígono de estudio



**EQUIPOS Y ACCESORIOS PRINCIPALES.**

1.- Volquete de 8m3



2.- Rodillo vibratorio liso



3.- Motoniveladora





**ESPACIO FÍSICO DEL PROYECTO.**

Área Total (m2, ha): 8 ha aproximadamente	Volumen (m <sup>3</sup> ): 845943.17 m <sup>3</sup>
Agua Potable: SI ( ) NO (X)	Consumo de agua (m3): no se utiliza agua
Energía Eléctrica: SI ( ) NO(X)	Consumo de energía eléctrica (Kv): Publica
Acceso Vehicular: SI (X) NO ( )	Facilidades de transporte para acceso: Camino lastrado
Topografía del terreno: Ondulado es pantanoso con una pendiente variable hasta 20% en varios tramos.	Tipo de Cantera: Pequeña minería
Alcantarillado: SI ( ) NO (X)	Telefonía: Móvil (X) Fija ( ) Otra ( )

**UBICACIÓN COORDENADAS DE LA ZONA DEL PROYECTO.**

Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona (correspondiente al Huso Horario) para la creación de un polígono de implantación. (mínimo cuatro puntos)

<b>Coordenadas del área WGS 84</b>		
<b>Puntos</b>	<b>UTM: ESTE</b>	<b>UTM: NORTE</b>
Punto de Partida	532842,78	9761825,66
Puntos 1	533042,78	9761825,66
Puntos 2	533042,78	9761725,66
Puntos 3	533142,78	9761725,66
Puntos 4	533142,78	9761425,66
Puntos 5	532942,78	9761425,66
Puntos 6	532942,78	9761725,66
Puntos 7	532842,78	9761725,66

---

## MARCO LEGAR REFERENCIAL

---

CONSTITUCIÓN Aprobada por la Asamblea Nacional Constituyente DE LA REPÚBLICA publicada en el Registro Oficial No.449 del 20 de octubre DEL ECUADOR de 2008. El Capítulo segundo “Derechos del buen vivir”, en su Sección segunda “Ambiente sano”.

---

### LEYES ECUATORIANAS

---

Registro Oficial N° 418, 10 de septiembre de 2004

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental:	✓ Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental en lo relativo al Recurso Agua. Promulgado en el Registro Oficial No. 204 del 5 de junio de 1989 y reformado en 1992.
AGUA	✓ Normas de la Calidad del Aire y sus Métodos de Medición. Establecido mediante la publicación en el R. O. No. 726 del 17 de Julio de 1991.
AIRE	✓ Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Suelo. Vigente desde el 30 de Julio de 1992.
SUELO	✓ Reglamento sobre la Contaminación de Desechos Sólidos. Establecido mediante el R. O. No. 991, del 3 de agosto de 1992.
DESECHOS SÓLIDOS	

---

Ley de Gestión Ambiental	Llamada también Ley No. 99-37, publicada en el Registro Oficial No. 245 del 30-jul-1999.
--------------------------	--

---

A) Catálogo de Categorización Ambiental Nacional	Acuerdo ministerial 006 reformase el Texto Unificado De Legislación Secundaria del Libro VI, Título I del Sistema Único De Manejo Ambiental (SUMA) Registro Oficial — 27 de febrero de 2014 y Acuerdo 061, de mayo del 2015 vigente.
--	--

---

B) Norma Técnica NTE INEN -ISO 3864-1: 2013 Colores, Señales y Símbolos de Seguridad	Norma Técnica NTE INEN -ISO 3864-1:2013 Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad. Parte 1: Principios de diseño para señales de seguridad e indicaciones de seguridad
--	---

---

Ministerio del Ambiente del Ecuador, MAE	El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) es la entidad gubernamental encargada de formular, implementar y supervisar las políticas ambientales en el país. Su objetivo principal es promover el desarrollo sostenible, la conservación de la biodiversidad y la protección del medio ambiente en Ecuador.
--	---

---

---

La Ley Minera del Ecuador establece el marco legal para la actividad minera en el país.

Ley de Minería

- ✓ Artículo 8.- Agencia de Regulación y Control Minero. - La Agencia de Regulación y Control Minero, es el organismo técnico-administrativo, encargado del ejercicio de la potestad estatal de vigilancia, auditoría, intervención y control de las fases de la actividad minera que realicen la Empresa Nacional Minera, las empresas mixtas mineras, la iniciativa privada, la pequeña minería y minería artesanal y de sustento, de conformidad con las regulaciones de esta ley y sus reglamentos.
- ✓ Artículo 138.- Pequeña Minería. - Se considera pequeña minería a aquella que, en razón del área de las concesiones, volumen de procesamiento y producción, monto de inversiones y condiciones tecnológicas, tengan:
  - Una capacidad instalada de explotación y/o beneficio de hasta 300 toneladas métricas por día; y,
  - Una capacidad de producción de hasta 800 metros cúbicos por día, con relación a la minería de no metálicos y materiales de construcción.
- ✓ Art. 139.- Concesión Minera para la Pequeña Minería. - El Estado otorgará Concesiones Mineras para la Pequeña Minería a favor de personas naturales y jurídicas, conforme a las prescripciones de esta ley y su reglamento general, el que establecerá un régimen especial.

---

Acuerdo Ministerial  
NO. 061 de 07 de abril  
de 2015, publicado en la  
edición especial del  
registro oficial NO. 316

- ✓ Art. 35 Estudios Ambientales Ex Post (EsIA Ex Post). - Son estudios ambientales que guardan el mismo fin que los estudios ex ante que permiten regularizar en términos ambientales la ejecución de una obra activación en funcionamiento, de conformidad con lo dispuesto en este instrumento jurídico.
  - ✓ Art. 41 Permisos ambientales de actividades y proyectos en funcionamiento (estudios ex post). - Los proyectos, obras o actividades en funcionamiento que deban tener un permiso ambiental de conformidad con lo dispuesto en este Libro, deberán iniciar el proceso de regularización a partir de la fecha de publicación del presente Reglamento en el Registro Oficial.
-

En base a la ficha técnica y a los principales impactos ambientales y en consideración de que la cantera “Los Pozos” se considera una pequeña minería y esta pretende ser más sustentable, se desarrolló el plan de manejo ambiental que se detalla a continuación:

- ✓ Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, PPM
- ✓ Plan de Manejo de Desechos, PMD
- ✓ Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental, PCC
- ✓ Plan de Monitoreo y Seguimiento, PMS
- ✓ Plan de Rehabilitación, PRA
- ✓ Plan de Cierre, Abandono y Entrega del Área, PCA

Para este plan de manejo ambiental se consideró en el plazo desde la ejecución del inicio de explotación hasta el cierre y abandono el cual es la finalización del proyecto, esto se debe a que varias de las afectaciones a evaluar se deben revisar desde el inicio, periódicamente y hasta el cierre del proyecto.

**Tabla 40**

*Prevención y Mitigación de Impactos Ambientales, PPM*

<b>PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS, PPM</b>					
<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Prevenir y Controlar la Contaminación del aire por generación de material particulado y ruido producida por explotación de material pétreo del presente proyecto.					<b>PPM - 001</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Frentes de trabajo / Equipo y máquinas a combustión interna					
<b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO (meses)</b>
<b>RUIDO Y VIBRACIONES</b>	Generación de polvo	El Contratista deberá humedecer diariamente, durante la estación seca las áreas expuestas de la vía, con agua de tanqueros, para minimizar el levantamiento del polvo. El agua será distribuida de modo uniforme por carros cisterna equipados con un sistema de rociadores.	#aspersiones realizadas/ #aspersiones programadas	Registro fotográfico, libro de obra, informe de cumplimiento.	Fase de explotación
		El material pétreo deberá estar provisto de material de cobertura como plástico o lonas con el objeto de evitar dispersión de polvo.	100% reducción de generación de material particulado.	Registro fotográfico	Fase de extracción
		Constatar que la maquinaria que se encuentre en buen estado de funcionamiento.	No hay generación de ruido.	Copia del registro mantenimiento.	Periodo de extracción.
	Generación de ruido	Controlar los niveles de ruido generados por la maquinaria durante la explotación.	Monitoreos por parte de la G.A.D Municipal	Informe técnico y registro de facturas	Durante la fase de extracción.
	No se permitirá realizar actividades de manteniendo de la maquinaria ni equipos en el área de intervención.	Control por parte del fiscalizador y residente de obra.	Registro fotográfico semestral.	Cada seis meses.	



SUELO	Perdida de cobertura de flora y fauna	<p>Es necesario hacer una planificación prevista con la finalidad de no desbrozar espacios innecesarios que se constituyan en hábitats de diversas especies faunísticas.</p> <p>Es necesario hacer una planificación prevista con la finalidad de no desbrozar espacios innecesarios que se constituyan en hábitats de diversas especies faunísticas.</p>	Inspecciones y/o monitoreos realizados por la fiscalización y G.A.D Municipal de Santa Elena.	Informe técnico y registro fotográfico.	Durante la fase de extracción
	Generación de residuos peligrosos	Kits antiderrames: se colocará absorbente químico en el área afectada; el material contaminado será retirado y entregado a un gestor autorizado.	.100 % Áreas libres de contaminación de aceites o material contaminante	Factura compra de materiales kit antiderrame	Durante la fase de extracción

**Tabla 41**

*Plan de manejo de desechos, PMD*

<b>PLAN DE MANEJO DE DESECHOS, PMD</b>					
<b>PROGRAMA PARA EL MANEJO DE DESECHOS</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Identificar, clasificar y disponer de manera correcta los desechos generados por las actividades de explotación de material pétreo del presente proyecto.					<b>PMD-001</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> A lo largo de todo el sector a explotar					
COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
<b>AGUA, AIRE Y SUELO</b>	Generación de escombros y/o material de desalojo	Disponer los escombros y material de desalojo en escombreras, estos no deben interrumpir el paso peatonal o vehicular.	Inspecciones y/o monitoreos realizados por fiscalización.	Registro fotográfico.	Durante la fase de extracción
	Generación de escombros y/o material de desalojo	Establecer controles de limpieza y recolección periódica del material en el área de intervención, de tal manera que se evite las acumulaciones de material y que éstos puedan ser arrastrados por las corrientes de agua.	Inspecciones y/o monitoreos realizados por autoridad de Gestión Ambiental y fiscalización.	Libro de obra de actividad de recolección de desechos e informe de recolección.	Durante fase de extracción
	Generación residuos sólidos no peligrosos	Los desechos sólidos no peligrosos <b>no</b> deberán almacenarse o disponerse al aire libre o en recipientes improvisados, especialmente los orgánicos por lo cual se colocará recipientes adecuados para el almacenamiento de diferentes tipos de desechos sólidos no peligrosos como son: Basura orgánica, plásticos, y productos reciclables.	100% de recipientes instalados	Registro Fotográfico	Actividades de extracción

		Prevenir y evitar derrames de hidrocarburos, aceites y grasas y otras sustancias contaminantes disponiendo recipientes adecuados. (Kit antiderrame)	Inspecciones y control realizado por la Dirección de M.A del promotor y fiscalizada de la extracción.	Informe técnico y registro fotográfico.	Durante la fase de extracción
	Generación de desechos líquidos	Prohibir el lavado, reparación y mantenimiento al aire libre de vehículos y maquinarias dentro de la zona de influencia donde se realiza el proyecto.	100% la zona de influencia libre de residuos líquidos contaminados	Memorando interno prohibiendo el lavado y reparación de maquinaria y vehículos.	Actividades de extracción
<b>SOCIAL</b>	Ciudadanía desinformada	Bajo ninguna circunstancia se permitirá la quema de los materiales combustibles de desecho generado. La disposición final de escombros será en escombreras autorizadas por la entidad competente (GAD Municipal) para esta actividad.	Los desechos peligrosos generados por la contratista se entregan únicamente a transportista y gestor de desechos autorizadas	Informe fotográfico de recolección de residuos por GAD autorizado	Actividades de extracción

**Tabla 42**

*Plan de Comunicación, Capacitación y Educación Ambiental, PCC*

PLAN DE COMUNICACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL, PCC					
PROGRAMA DE CAPACITACIÓN, CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL					
<b>OBJETIVOS:</b> Capacitar al personal técnico, administrativo y operarios					<b>PCC-001</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> En el área del proyecto					
COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
AIRE	Generación de material particulado y ruido				
AGUA	Generación de residuos líquidos	Hacer la inducción a los trabajadores de los siguientes temas:			
SUELO	Perdida de cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Contaminación ambiental</li> <li>✓ Manejo adecuado de desechos sólidos y líquidos</li> <li>✓ Seguridad industrial y Salud ocupacional</li> <li>✓ Contaminación ambiental y riesgos a la salud</li> <li>✓ Normativa ambiental</li> <li>✓ Prevención de incendios, accidentes, manejo de herramientas y maquinarias.</li> <li>✓ Esta charla deberá ser diseñada por profesionales vinculados al área seguridad industrial, se realizará otra charla con los temas antes mencionados durante la ejecución del proyecto.</li> </ul>	Número de trabajadores capacitados	Registros de asistencia y registro fotográfico	Fase de explotación o inicio de actividades
SOCIAL	Mejoramiento de la calidad de vida y Riesgos laborales por falta de equipo de seguridad y manipulación de maquinaria				

Riesgo de Ocurriencia de accidentes y manejo de Desechos	Realizar charlas de capacitación al personal que se encuentra en obra. Y cada vez que ingrese un trabajador se le deberá efectuar una capacitación sobre el PMA aprobado y medidas de seguridad	100% personal ingrese capacitado	Firma de registro de inducción del Plan de manejo y de medidas de seguridad	Durante fase de explotación Inicio de actividades y como inducción a cada empleado eventual o permanente
	Realizar simulacro de emergencia frente a contingencias o situaciones de riesgo.			

**Tabla 43**

*Plan de Monitoreo y Seguimiento, PMS*

<b>PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO, PMS</b>					
<b>PROGRAMA DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Proponer lineamientos básicos para realizar el monitoreo y seguimiento ambiental de las actividades de explotación.					<b>PMS-001</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Área del Proyecto.					
<b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO (meses)</b>
AIRE	Generación de material particulado	Se recomienda asignar un responsable de la aplicación del PMA		Registros de control, informes técnicos de seguimiento, registro fotográfico.	Al primer mes del inicio la extracción.
SUELO	Generación de residuos líquidos	Verificar el cumplimiento del PMA, elaborando herramientas como hoja de control que le permitan dar seguimiento y verificación de las medidas propuestas.	100% cumplimiento del informe del PMA	Informe de cumplimiento al PMA para entregar a la Autoridad Ambiental	A los 6 meses de la extracción
SOCIAL	Reclamos de la comunidad	Al finalizar la ejecución del proyecto se deberá presentar un informe de cumplimiento al plan de manejo ambiental, el cual será enviado a la Autoridad Ambiental. En el informe se deberá detallar las actividades llevadas a cabo para cumplir con cada una de las medidas dispuestas, como adjuntar los respaldos de cumplimientos respectivos.	100% uso de equipo de Protección personal de trabajadores	Informe fotográfico y de cumplimiento de uso de EPP	Al finalizar las actividades de extracción
	Evitar accidentes y minimización siniestralidades	Se deberá mantener un control permanente del personal, del uso de los implementos y equipos de seguridad laboral, como son: casco, guantes, tapones de oído, chaleco refractivo.			Etapas de extracción

**Tabla 44***Plan de Rehabilitación, PRA*

<b>PLAN DE REHABILITACIÓN, PRA</b>					
<b>PROGRAMA DE REHABILITACIÓN</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Rehabilitación ambientalmente el área intervenida.					<b>PRA-001</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> En toda el área del Proyecto.					
<b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO (meses)</b>
SOCIAL	Mejoramiento de la calidad de vida	G.A.D Municipal de Santa Elena. realizará las adecuaciones respectivas para que la cantera sea rehabilitada de forma correcta.		Informes técnicos de seguimiento, registro fotográfico.	Final de etapa de explotación
		Revegetar con plantas ornamentales las zonas perimetrales externas.	Número de especies sembradas.		
PAISAJE	Cambios en el paisaje actual	Realizar mantenimiento de las áreas rehabilitadas a través de actividades culturales como riego, deshierbe y verificación de crecimiento de vegetación.	Paisaje agradable	Visibilidad al 100% de señalética	Etapa de operación

**Tabla 45**

*Plan de Cierre, Abandono y Entrega del área, PCA*

<b>PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA, PCA</b>					
<b>PROGRAMA DE CIERRE</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Generar condiciones ambientales y sociales, adecuadas al entorno natural en que se encuentra el proyecto.					<b>PCA-001</b>
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> En toda el área del Proyecto.					
<b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO (meses)</b>
SUELO Y PERCEPCIÓN	Afectaciones del suelo	Retiro de toda la maquinaria y herramientas menores utilizadas durante la fase de extracción de la cantera, sin dejar afectado el suelo.	Porcentaje de cumplimiento de las recomendaciones dispuestas en el programa de abandono.	Registro fotográfico	Al terminar el proceso de extracción del material de la cantera “Los Pozos”
		Sembrar árboles en zonas perimetrales de la cantera para tratar de reforestarla.			
SOCIAL	Conflictos comunitarios	Limpieza del área de intervención, para evitar causar impacto en las condiciones ambientales del sector, así como en la salud de las personas.			
		Capacitación a la comunidad para implementar proyectos de recuperación de la capa de suelo.			



#### **4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

De acuerdo a la zona de estudio las condiciones geológicas del área minera son propicias para implementar un proyecto de explotación de pequeña minería a cielo abierto, debido a la ubicación de la cantera. Las condiciones geomecánicas de los materiales son favorables para desarrollar el proyecto sin usar material explosivo ni materiales químicos; la extracción se puede dar mediante herramientas manuales, maquinarias de excavación, vehículos que transporten el material para su comercialización. La ejecución de este proyecto puede llegar a generar fuentes de empleo de forma directa e indirecta.

Como ingenieros civiles la clasificación de los materiales es de vital importancia, esto nos permite identificar sus propiedades y características de forma específica. para así poder trabajar de manera segura y poder diseñar proyectos eficientes y duraderos. Al recolectar las muestras del material para ser objeto de investigación en el laboratorio esto nos da a conocer una mejor comprensión de su comportamiento y uso, la clasificación de los materiales nos permite mejorar su diseño creando materiales más eficientes y resistente.

La elaboración de un plan de manejo ambiental de una cantera tiene como único objetivo principal es mitigar, prevenir y minimizar los efectos que pueda causar por la extracción de material, Se debe tomar medidas de control para la emisión de polvo, estar ubicado en zonas donde la contaminación del ruido no sea un problema para la sociedad durante el proceso de extracción del material y es importante señalar la zona de explotación. Establecer acciones para realizar un proceso de restauración y reforestación de la zona una vez culminado el ciclo de extracción de la cantera es fundamental para garantizar una explotación sostenible, responsable de los recursos naturales y que minimicen su impacto negativo en el medio ambiente.

# **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1 CONCLUSIONES**

Se obtuvo como conclusión del objetivo general que las interpretaciones de cada una de las partes de investigación guardan relación entre sí, de acuerdo a la ley de minería ecuatoriana en base al área de 8 ha y al volumen de 845943,17 m<sup>3</sup> de extracción total de explotación de cantera, esta pueden clasificarse como pequeña minería, estos valores influyen mucho para realizar un plan de manejo ambiental ante la extracción del material pétreo, ya que al tratarse de una pequeña minería quiere decir que está orientada a promover procesos de desarrollo sustentable.

Del primer objetivo específico: Obtener el levantamiento topográfico mediante el equipo GNSS RTK para delimitar la zona de estudio y según la altimetría y planimetría determinar el volumen de la cantera. Se concluyó, que el levantamiento topográfico realizado con el equipo GNSS se presenta como una herramienta fundamental para delimitar la zona de estudio y determinar el volumen de una cantera en función de la altimetría y planimetría, ya que se pueden obtener datos detallados del terreno, lo que resulta crucial para determinar el volumen de una cantera. Estos datos permiten calcular con precisión la cantidad de material a ser explotado, esta información es valiosa para la planificación y gestión de la actividad minera, ya que contribuye a una explotación más eficiente y sostenible de los recursos.

Del segundo objetivo específico: Realizar ensayos de laboratorio y su respectiva interpretación de resultados mediante el muestreo para determinar las características del material existente. Se determinó a través de ensayos de laboratorio, la caracterización de la cantera “Los Pozos” la cual cumple según la

normativa MTOP (2012), como material de mejoramiento de subrasante, los ensayos nos proporcionaron información detallada sobre las propiedades físicas y mecánicas del material, dando un CBR de 61%, lo que permitió evaluar su idoneidad para diferentes aplicaciones en el ámbito de la construcción de vías.

Del tercer objetivo específico: Identificar las afectaciones ante la explotación de la cantera mediante la elaboración de un plan de manejo ambiental para proponer medidas de conservación y protección del área de estudio. Se concluyó, que la explotación de una cantera puede generar una serie de impactos negativos en el entorno, incluyendo la deforestación, la pérdida de biodiversidad, la alteración de los ecosistemas, la degradación del suelo y la contaminación del agua y el aire. Estas afectaciones pueden tener consecuencias significativas tanto a corto como a largo plazo, y es esencial abordarlas de manera adecuada para minimizar y mitigar su impacto.

Identificar las afectaciones ante la explotación de la cantera y consecuentemente realizar una ficha técnica que permite tener datos relevantes antes de proceder a desarrollar un plan de manejo ambiental, con medidas de conservación y protección, es esencial para prevenir los impactos negativos y promover un desarrollo sostenible. Este enfoque integral permite abordar los desafíos ambientales y garantizar la preservación del área de estudio, asegurando un equilibrio entre el desarrollo económico y la protección del medio ambiente es por ello que el plan de manejo para la cantera de estudio considera: el plan de prevención y mitigación de impactos ambientales (PPM), el plan de manejo de desechos (PMD), el plan de comunicación, capacitación y educación ambiental (PPC), el plan de monitoreo y seguimiento (PMS), plan de rehabilitación (PRA), plan de cierre, abandono y entrega del área (PCA).

## 5.2 RECOMENDACIONES

La evaluación ambiental ex post busca evaluar los resultados de una actividad, de manera que finalice el grado de afectación en el medio ambiente, sin embargo, la evaluación ex ante, pretende motivar con información técnica las decisiones de quienes tienden a autorizar los permisos o licencias ambientales con el fin de prevenir el impacto ambiental, ambas evaluaciones son complementarias entre sí y no son excluyentes.

Previamente a la realización del levantamiento topográfico, es importante realizar una visita técnica para poder llevar una planificación adecuada; esto incluye identificar los objetivos de la zona de estudio, establecer el sistema de coordenadas apropiado, revisar los puntos de control necesarios y determinar las coordenadas de referencia. Es importante adquirir conocimientos y habilidades en las nuevas herramientas que se tiene para desarrollar estudios topográficos.

Es importante conocer los ensayos de laboratorio que ayudan desde un inicio a la caracterización de los materiales pétreos, como son: resistencia a los sulfatos y abrasión de los ángulos ya que según las especificaciones de la MTOP (2012), estos nos determinan el porcentaje de desgaste y durabilidad, clasificando en primera instancia si cumplen como un material para realizar hormigones o si será un material usado en vías de comunicación, estas pueden ser bases, subbases y mejoramiento de subrasantes.

Considerar el plan de manejo ambiental establecido para la cantera, en el cual se evaluó las características del ecosistema, y delimitó la zona de estudio para tener una visión técnica del plan ambiental, estableciendo indicadores normados en la ley de la explotación minera, que debemos respetar y seguir para la protección y conservación del yacimiento, plantear todos los escenarios posibles para no presentar ningún tipo de problema. Se debe manejar un monitoreo basado en los resultados de laboratorio para conocer el tipo de material para caracterizar su uso y comercialización de forma correcta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Flores, P. J., & Akarley Poma, L. M. (2014). *Características Físicas Y Mecánicas De Unidades De Albañilería Ecológicas Fabricadas Con Suelo-Cemento En La Ciudad De Trujillo* [Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/684>
- ARGÜELLO BONILLA, D. A. (2015). *Diseño De Explotación De Los Materiales De Construcción Existentes En La Cantera “Santa Anita”, Ubicada En La Parroquia Salache, Cantón Salcedo, Provincia De Cotopaxi*. [Universidad Central Del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7703>
- Bohórquez Giraldo, L. C. (2015). *La Importancia Del Plan De Manejo Ambiental Para La Formulación De Estrategias De Aprovechamiento Industrial Y Económico De Los Residuos De La Cadena Piscícola* [Tesis, Universidad Militar Nueva Granada]. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/6256>
- CAMPUZANO ROMERO, G. J. (2018). *“Diseño De Explotación Minera De Materiales De Construcción De La Comuna Prosperidad, En El Cantón Santa Elena, Ecuador”* [Tesis, Escuela Superior Politécnica Del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/48808>
- Castro Ortega, R. A. (2013). *“La Calidad De Los Agregados De Tres Canteras De La Ciudad De Ambato Y Su Influencia En La Resistencia Del Hormigón Empleado En La Construcción De Obras Civiles.”* [Universidad Técnica De Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/4335>
- Castro Pacheco, J. A., & Mílary Jazmín, M. J. (2017). *“Influencia De Las Características De Los Agregados De Las Canteras Del Sector El Milagro - Huanchaco En Un Diseño De Mezcla De Concreto, Trujillo 2017”* [Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/11586>
- Cedeño Castro, B. M. (2020). *“Análisis Del Funcionamiento En Los Procesos Productivos De Material Árido Y Pétreo De La Cantera CONSTRUCTORA ROBLES JIMENEZ Y ASOCIADOS, Cantón Esmeraldas”* [TESIS DE GRADO, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR]. <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/2230>
- Chan Yam, J. L., Solís Carcaño, R., & Moreno, E. I. (2003). *Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto*. 2, 39–46.
- Chunga, K. (2015). *Geología de superficie para el sitio Loma Alta y Suspiro de la provincia de Santa Elena Earthquake geology and paleo-tsunami (Ecuador) View project Geodynamic processes and their environmental effects in the*

*Portoviejo river basin (Manabí province, Ecuador) View project.*  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17655.93604>

CONDORI QUISPE, B. M. (2016). “*DISEÑO DE EXPLOTACIÓN DE CANTERA PARA AGREGADOS, DISTRITO DE HUAYUCACHI.*”  
<http://hdl.handle.net/20.500.12894/4107>

Correa Arroyave, A. (2000). Situación Actual de la Explotación de Canteras en El Distrito Capital. *Revista Ingeniería e Investigación*, 46, 45–55.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/34122>

Cruz Álvarez, H., & Álvarez, C. (2006). *Estudio de factibilidad de la explotación de la cantera caimital en el municipio de Turbaco Bolívar.*  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/esp\\_gerencia\\_proyectosH](https://ciencia.lasalle.edu.co/esp_gerencia_proyectosH).

Cuenca Camacho, A. B. (2021). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL EX POST, PARA LA CONCESIÓN PARA MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN “SELENA I” CÓDIGO 500687. *Geominambiente*, 1–202. <https://geominambiente.wordpress.com/blog/>

Damián Hernández, S. A., Martínez Soto, A., & Aguirre Pérez, J. M. (2000). IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRTEROS. EFECTOS POR LA EXPLOTACION DE BANCOS DE MATERIALES Y CONSTRUCCION DE CORTES Y TERRAPLENES. *SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE*, 1–87.

David, S., Jiménez, M., Ruth, I. M., & Maldonado, L. P. (2022). “*ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELOS MEDIANTE EL DESARROLLO DE UN SOFTWARE ESPECÍFICO, APLICANDO LA NORMATIVA AASHTO Y ASTM*” [Tesis de Grado, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO].  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/35903>

ENRÍQUEZ CORAL, C. T. (2017). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL MANEJO AMBIENTAL DE LAS CANTERAS DE LA MITAD DEL MUNDO* [TESIS DE GRADO, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL].  
<http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/15953>

Espejo, M., & Castro Piedra, J. A. (2021). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX-POST ÁREA MINERA “BIENVENIDA” CÓDIGO (101687) AZUAY.*

Ferrel Sinte, H., & Moreano Huacana, E. (2019). “*Evaluación de la calidad de los agregados provenientes de las canteras en el sector de Pachachaca-Abancay y su influencia en la resistencia del concreto empleado en obras civiles de Abancay-Apurímac, 2018*” [Tesis de Grado, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES].  
<http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/236>

- Fuentes Sardiña, R. I., & Hernández Álvarez, A. (2014). Gestión ambiental de canteras de materiales para la construcción en la provincia de Matanzas, Cuba. *Minería y Geología*, 30(1), 1–17.
- GESTAECUADOR CIA. LTDA. (2017). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EXPOST DEL PROYECTO ECORECICLAR* Elaborado por: GESTAECUADOR CIA. LTDA. MAE-223-CC.
- Gladys Patricia, G. A. A. E. V. A. N. E. C. M. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Gómez Sabañi, J. C., Jiménez, J. P., & Morán, D. (2015). El impacto fiscal de la explotación de los recursos naturales no renovables en los países de América Latina y el Caribe. *Comisión Económica Para América Latina y El Caribe (CEPAL)*, 1–89. <https://hdl.handle.net/11362/38235>
- Gonzales Ruiz, A., & Villa Plazas, E. (2012). *Caracterización de agregados pétreos de la cantera Tritupisvar para su uso en la elaboración de concreto. Colombia: Universidad Industrial de Santander*. [UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER]. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/144447.pdf>
- Gordienko Sorondo, S., & Wainstein Rocha, M. (2017). *ANÁLISIS DEL CÁLCULO DE VOLUMETRÍA EN UNA CANTERA A PARTIR DE RELEVAMIENTOS CON TECNOLOGÍAS GNSS Y UAV* [Tesis]. Universidad de la República de Uruguay.
- Guerrero, C. C., & Cruz Velasco, L. G. (2018). Estudio experimental de clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas en el suroccidente colombiano con el método SUCS, el AASHTO y un nuevo método de clasificación de suelos. *INGENIERÍA Y DESARROLLO*, 36(2), 1–20. <http://dx.doi.org/10.14482/inde.36.2.10377>
- Gutiérrez Arroyo, K. G. (2020). Análisis y evaluación entre los métodos de explotación convencional y plataformas aplicados en la cantera de caliza de la empresa UNACEM S. A. A. *Industrial Data*, 22(2), 27–46. <https://doi.org/10.15381/idata.v22i2.15615>
- Hernández-Jatib, N., Ulloa-Carcasés, M., Almaguer-Carmenate, Y., & Ferrer, Y. R. (2014). *EVALUACIÓN AMBIENTAL ASOCIADA A LA EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN LA INAGUA, GUANTÁNAMO, CUBA*.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (McGRAW-HILL).
- Herrera Herbert, J. (2007). Diseño de Explotaciones de Cantera. In *Diseño de Explotaciones de Cantera*. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela

Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía.  
<https://doi.org/10.20868/upm.book.21839>

- Khabali, H., & Targuisti El Khalifi, K. (2013). EXPLOTACIÓN DE CANTERAS EN LA COSTA DE KENITRA Y SU ÁREA DE INFLUENCIA: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. *Revista de Estudios Andaluces*, 30, 1–26.  
<https://doi.org/10.12795/rea.2013.i30.01>
- Kleeberg Hidalgo, F., & Ramos Ramírez, J. C. (2009). *Aplicación de las técnicas de muestreo en los negocios y la industria*. 11–40.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12724/2462>
- Lata Jiménez, R. E., & Lata Jiménez, M. N. (2019). *ESTUDIO AMBIENTAL EX-POST PARA PEQUEÑA MINERÍA DEL ÁREA “LLATCON ACUMULADA”, Código: 190694 PARA EXPLOTACION DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN TITULARES MINEROS: NULTI-AZUAY*.
- Leal, J. (1997). *Guías para la evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo local*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/30783>
- Loisiligaki, W. (2020). *ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF QUARRYING ACTIVITIES ON THE ENVIRONMENT: A CASE STUDY OF LENGIJAWE VILLAGE, ARUSHA DISTRICT, TANZANIA* [Thesys, University of Tanzania]. <http://197.255.68.203/handle/123456789/5391>
- Lyle León, C. E. (2022). Optimización para extracción y explotación artesanal de material pétreo, El Tambo, Santa Elena, Ecuador. *Investigación y Desarrollo*, 16(1). <https://doi.org/10.31243/ID.V16.2022.1669>
- Mendoza Díaz, E., & Soto León, L. M. (2022). *ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN* [TESIS DE GRADO, UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO]. <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>
- Molina Andrade, C. A. (2018). *ANÁLISIS DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO EN LA MINA “SAN PABLO”, PARROQUIA SAN ANTONIO DE PICHINCHA, EN LA COMUNIDAD DE TANLAHUA* [TESIS, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19493>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232.  
<https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Ramón Auquilla, P. A. (2021). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX POST CONJUNTO Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA EXPLOTACIÓN DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, BAJO EL RÉGIMEN ESPECIAL*



*DE PEQUEÑA MINERÍA, DE LAS CONCESIONES MINERAS “SANTA ELENA” CÓDIGO 101903, “SANTA LUCIA” CÓDIGO 102006.*

- Reátegui García, G. A., & Zavaleta Villanueva, J. R. (2018). *“CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS DE LAS PRINCIPALES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TACNA PARA OPTIMIZAR SU USO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN 2018”* [Tesis de Grado, UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERÍA]. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1467>
- REINA JIMÉNES, L. E. (2013). *DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA ACTIVIDAD MINERA DE MATERIALES PÉTREOS EN LAS CANTERAS DEL SECTOR DE CALDERÓN, PROVINCIA DE PICHINCHA* [TESIS DE GRADO, ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/6169>
- Reyes, P., & Michaud, F. (2012). *Mapa Geológica de la margen costera ecuatoriana* (1 : 500000). <https://www.researchgate.net/publication/333337418>
- Rodríguez, F. N. (2007). *GENERALIDADES ACERCA DE LAS TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA*. 2(1), 9–39.
- Rosas Mena, G. (2015). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX POST Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE GRUPO EL COMERCIO*.
- Sebastián Cardozo Rojas, J., Alexandra Arenas Acosta, J., Realizado Para Optar Al Título De Ingeniero Topográfico Modalidad Pasantía Director Externo, P., & Juan Carlos Revelo López, I. (2016). *METODOLOGÍA PARA LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS PLANIMETRICOS DE PREDIOS RURALES*.
- Tapia Vera, G. (2012). *“GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL.”*
- TERREROS LARA, O. M. (2017). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PEQUEÑA MINERÍA MUNICIPAL*.
- Villa Arellano, J. F. (2017). *ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL EX-POST CANTERA AVEDOCA PRONACA* [TESIS, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18536>

# **ANEXOS**

## **HITO UBICADO EN EL PUENTE SOBRE RIO SAN PABLO -IGM**

### **TOPOGRAFÍA DE LA CANTERA LOS POZOS**

- ✓ LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO ALTIMÉTRICO Y PLANIMÉTRICO
  
- ✓ CORTE LONGITUDINAL Y COTAS PARA EL CALCULO DE VOLUMEN

### **DATOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**



- ✓ HUMEDAD.
- ✓ GRAVEDAD ESPECÍFICA.
- ✓ LÍMITES DE ATTENBERG.
- ✓ ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.
- ✓ ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES.
- ✓ RESISTENCIA A LOS SULFATOS.
- ✓ PROCTOR MODIFICADO.
- ✓ CBR (CALIFORNIA BEARING RATIO).

### **FOTOGRAFICOS**

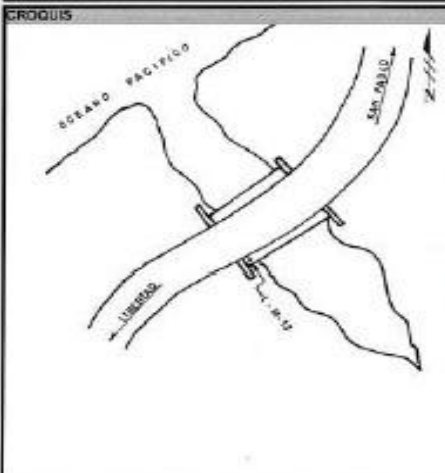

- ✓ VISITA TÉCNICA Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS.
- ✓ LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON EQUIPO GNNS.
- ✓ ENSAYOS DE LABORATORIO.

# Anexo 1

## Hito ubicado en el puente sobre el rio San Pablo – IGM

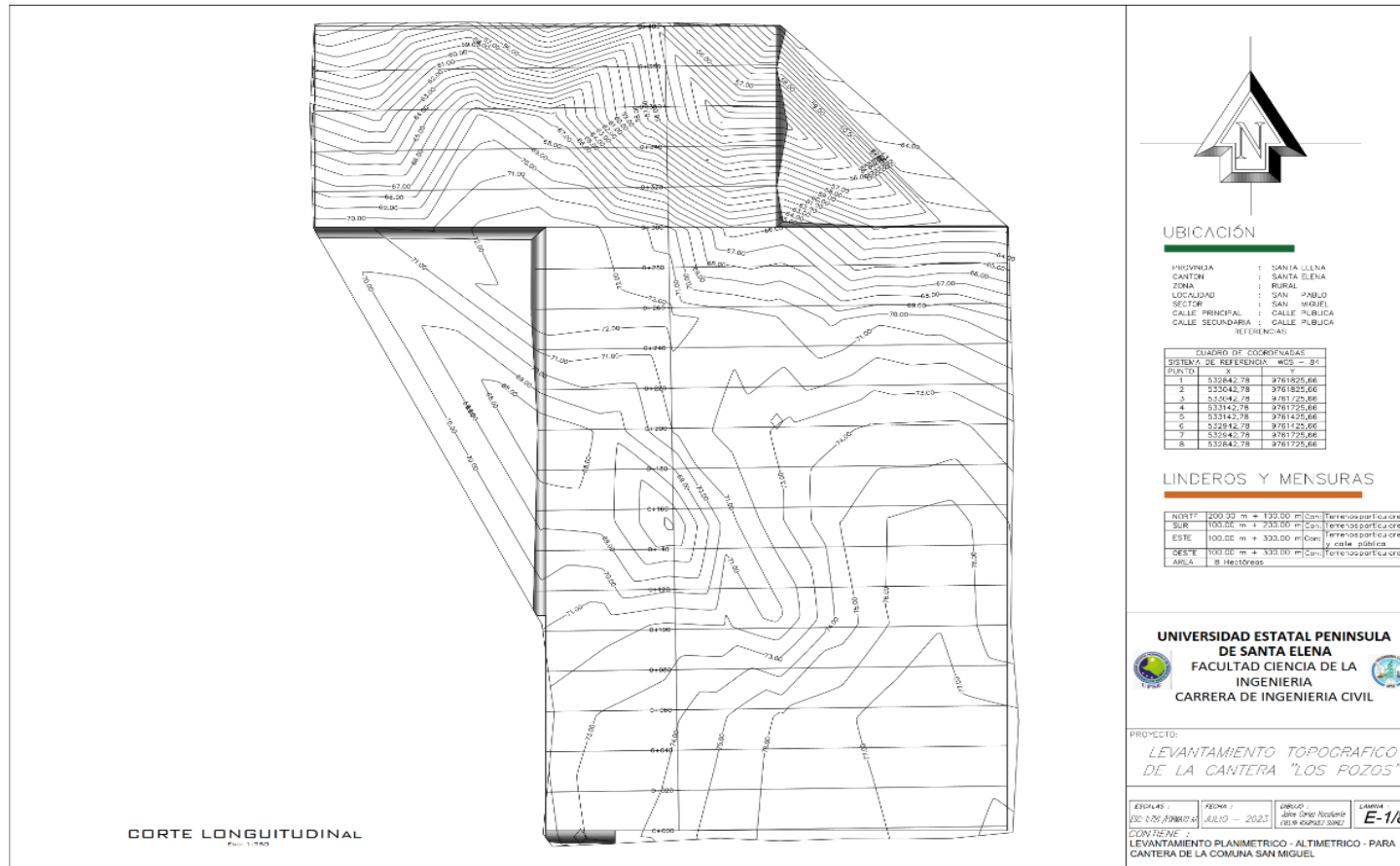
	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>TEMA:</b>	“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA”	
<b>TUTOR:</b>	ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA	
<b>TESISTAS:</b>	JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ	

INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR									
Monografía de Punto de Control Geodésico									
Entidad Ejecutora:	Proyecto:	Número del Punto:	Registro en el IGM:	Código del Punto:					
	REP. SINGLAS	L-46-12	3722	2401549204					
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO									
País:	Provincia:	Cantón:	Parroquia:	Sitio:					
Ecuador	Santa Elena	Santa Elena	030.04.01	San Pablo					
CONTROL HORIZONTAL									
Sistema Horizontal:	Escala de Referencia:	Escala de Referencia:	Origen:						
	Coordenadas Geográficas	Coordenadas UTM							
Latitud (° ' ")	Longitud (° ' ")	Altura Elipsoidal (m)	Zona:	Norte (m)	Este (m)				
CONTROL VERTICAL:									
Origen Vertical:	Nivel Medio del Mar:	Monografía:	LA LIBERTAD						
Línea Nivelación:	Código de la Línea:	Fecha de determinación:	Zona:	Coordenadas UTM (m)					
LIBERTAD - MACHULLA	L-46	05-09-2004		17 S	676212				
Distancia (m):	Tipo Nivelación:	Orden:	Weste (m):	Este (m):					
7.6299	GEOMETRICA	PRIMERO							
GRAVIMETRÍA:									
Sistema Geométrico:	Valor de Gravedad (m/s <sup>2</sup> ):	Orden:	TERCERO	Fecha de determinación:	12-02-2004				
IGSN71	9.802653								
CROQUIS			FOTOGRAFIA PANORAMICA						
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">UBICACION</th> <th style="width: 50%;">PLACA</th> </tr> <tr> <td>                     Enmarcar el código dentro de un recuadro de color rojo. El punto deberá estar a 3.7 Km de distancia.                 </td> <td></td> </tr> </table>			UBICACION	PLACA	Enmarcar el código dentro de un recuadro de color rojo. El punto deberá estar a 3.7 Km de distancia.	
UBICACION	PLACA								
Enmarcar el código dentro de un recuadro de color rojo. El punto deberá estar a 3.7 Km de distancia.									
ACCESIBILIDAD			INSCRIPCIÓN EN LA PLACA						
A lo largo de la carretera La Libertad - Machulla, entre La Libertad y Machulla, partiendo desde el km 54 en el Municipio de Libertad, el punto está a 19.53 km. Al lado derecho de la ruta a 5 m de su eje.			INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR - SE PROHIBE DESTRUIR - PROYECTO 1-04-12 - 2004 - QUITO-ECUADOR						
			MATERIALIZACION	ESTADO					
			Placa	BUENO					
				Fecha de última visita:					
				06.06.2004					
OBSERVACIONES									
Coord. Apox: SINGLAS									
Elaborado por:	Ingresado:	Supervisado:							
TAPIA JIMENEZ RAÚL GERALDO	IZA TOAPANTA WILMAN SEGUNDO	 TAPIA-JIMENEZ RAÚL GERALDO							
INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR									

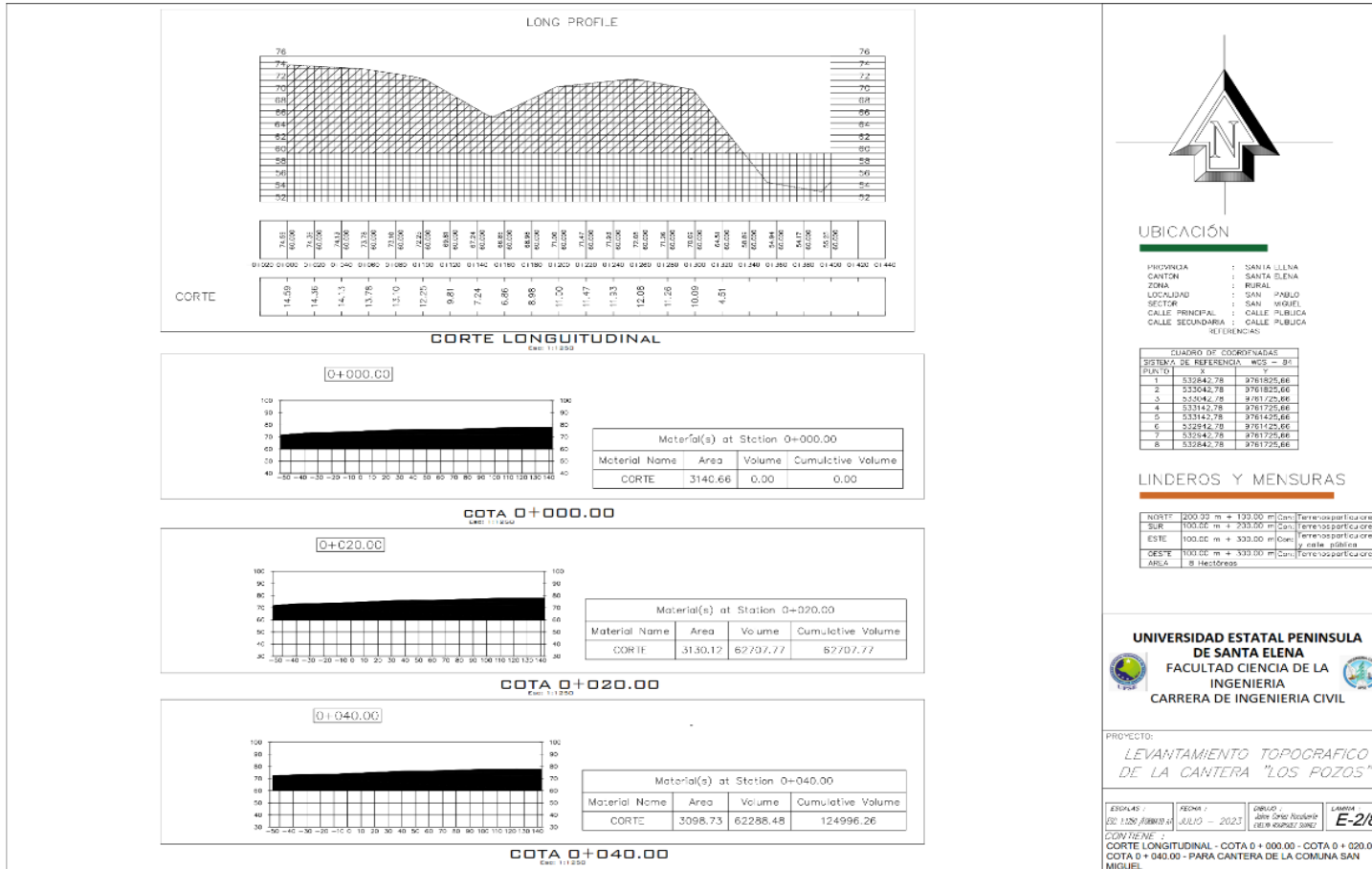
## Anexo 2

### Levantamiento topográfico altimétrico y planimétrico



### Anexo 3

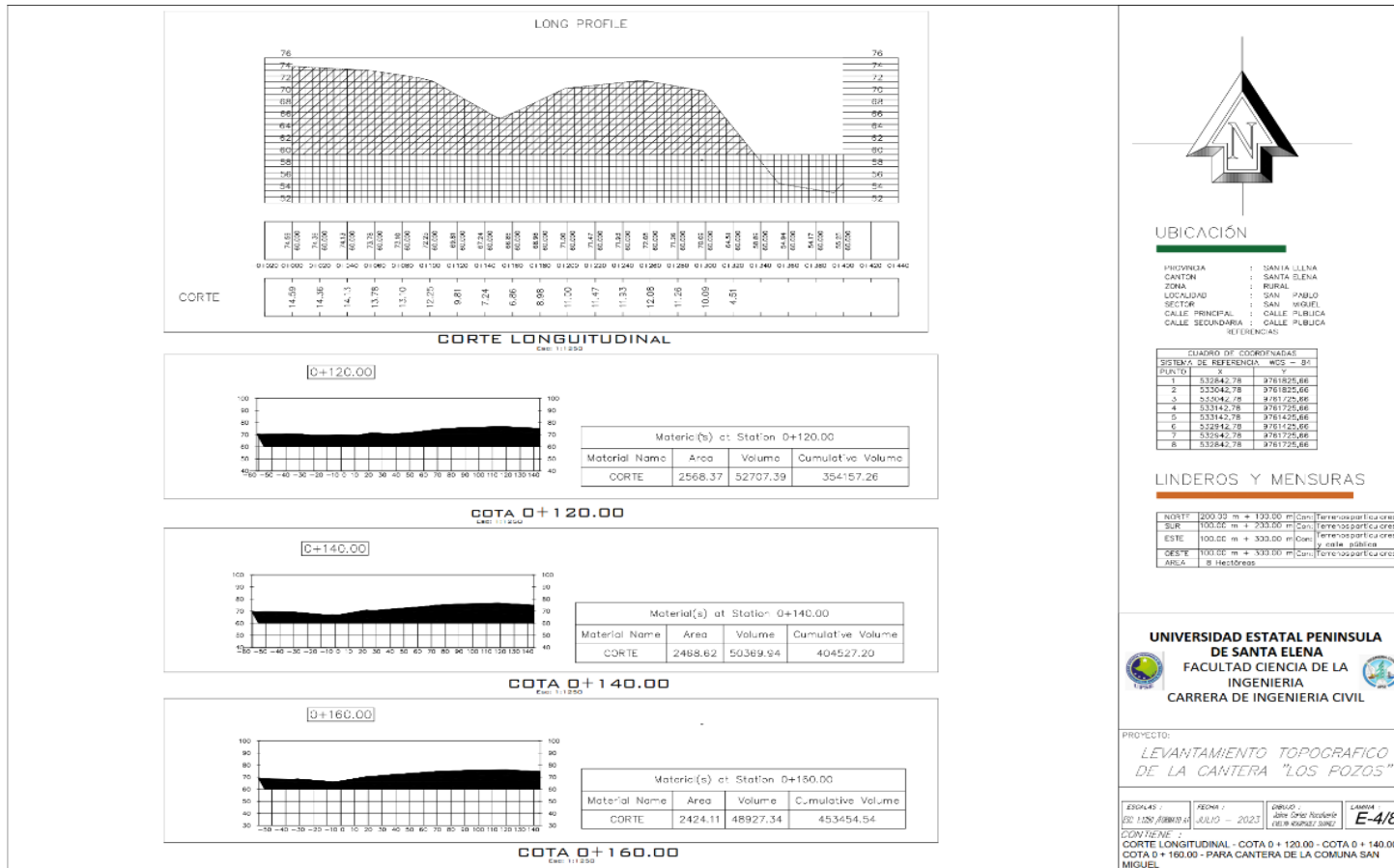
#### Corte longitudinal y cotas para el cálculo de volumen





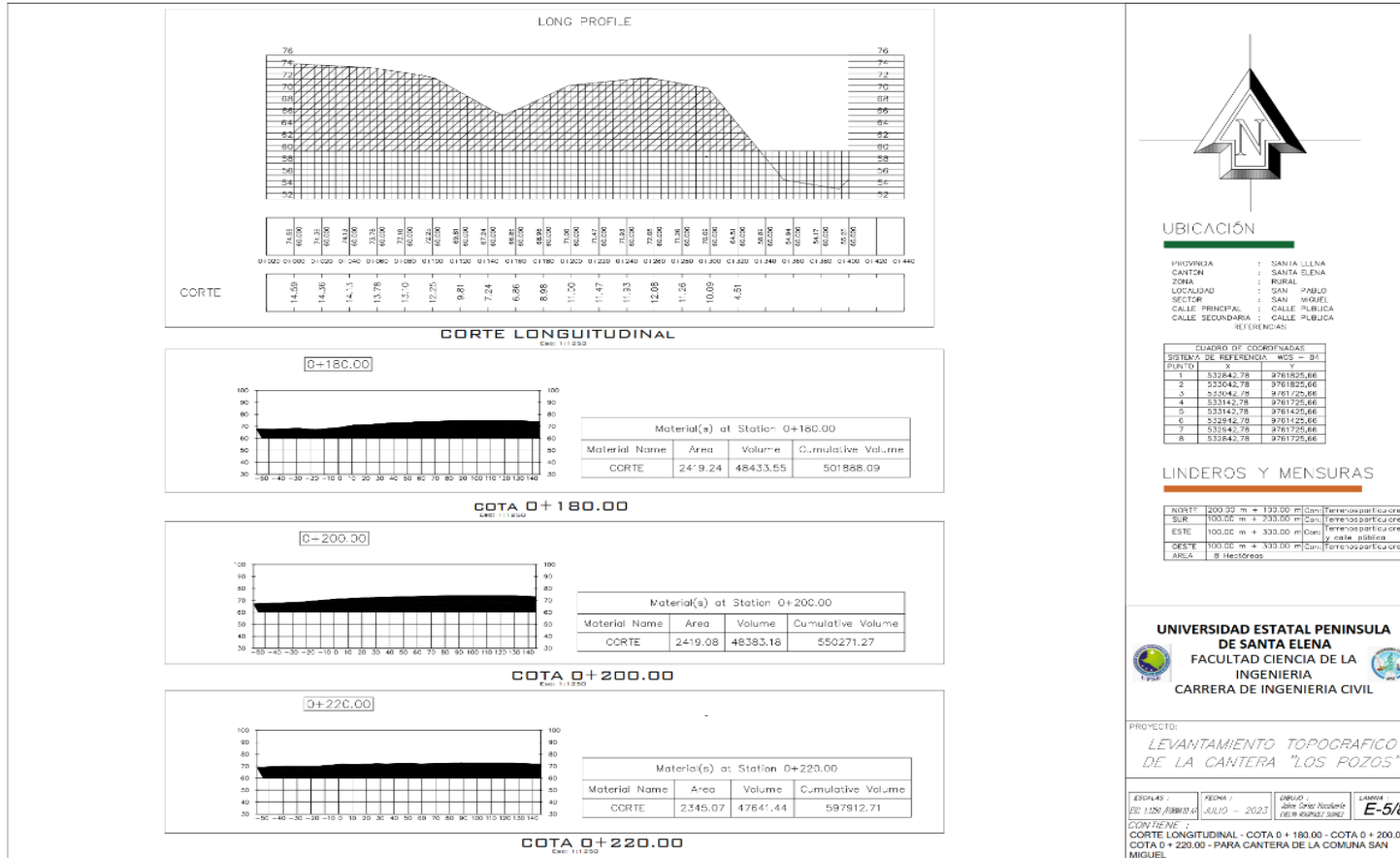
# Anexo 5

## Corte longitudinal y cotas para el cálculo de volumen



## Anexo 6

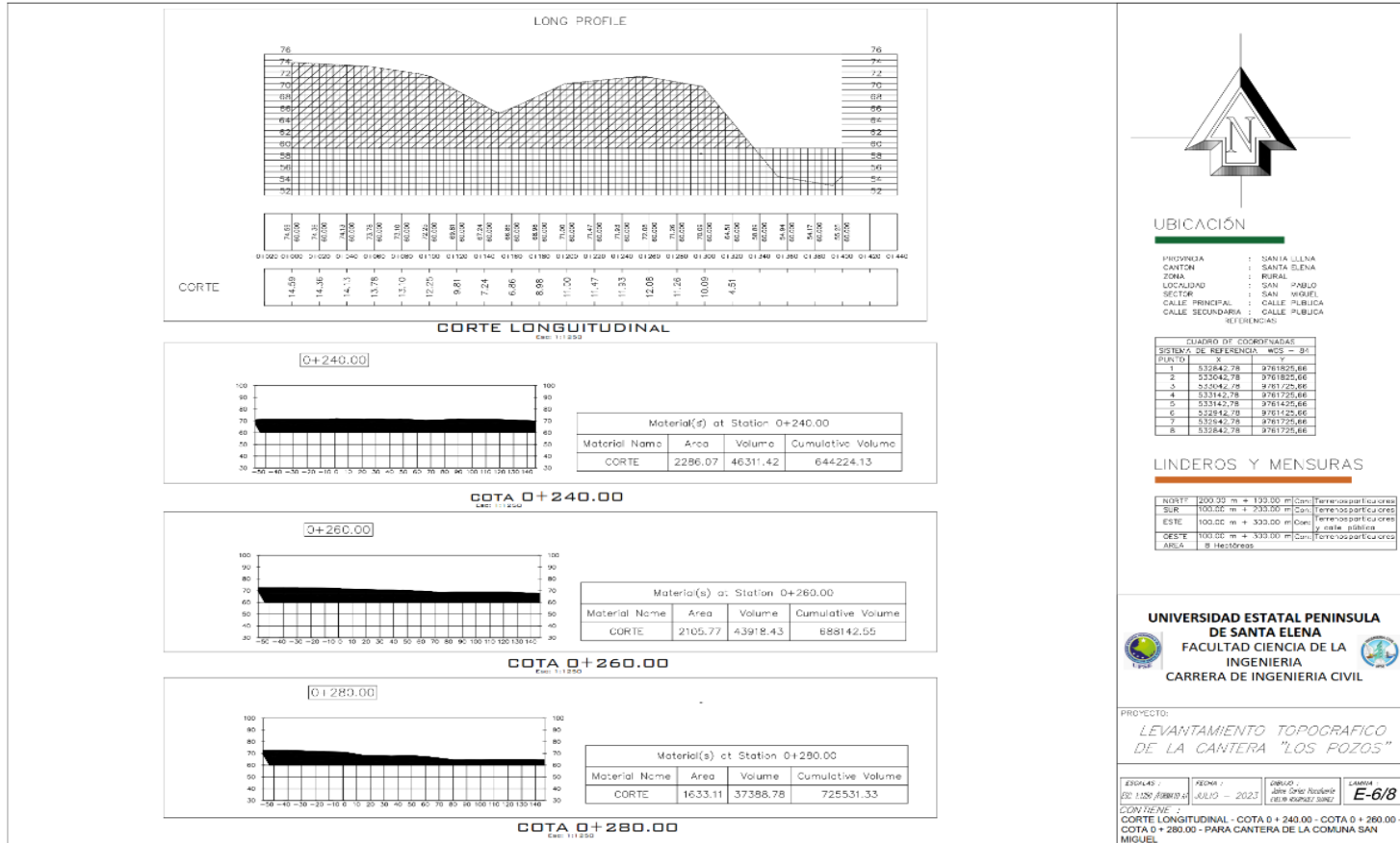
### Corte longitudinal y cotas para el cálculo de volumen





# Anexo 7

## Corte longitudinal y cotas para el cálculo de volumen











## Anexo 10

### Ensayo de Contenido de Humedad - Muestra de la cantera "Los Pozos"

		<b>UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>TEMA:</b>	"AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA"				
<b>TUTOR:</b>	ING. GASTON NICOLAS PROAÑO CADENA				
<b>TESISTAS:</b>	JAIME ANDERSON CORTEZ		<b>COORDENADAS</b>	<b>ESTE:</b>	533071.6000
	EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ			<b>NORTE:</b>	9761421.568
<b>ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
<b>Ensayo de Contenido de Humedad</b>			<b>Serie Gruesa</b>		
Recipiente N°			M1		
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )			1584		
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )			1492		
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )			92		
Masa del Recipiente ( P4 )			85		
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )			1407		
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )			6.54 %		

## Anexo 11

### Ensayo de Gravedad Específica - Muestra de la cantera "Los Pozos"

		<b>UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA</b> <b>FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>TEMA:</b>	"AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA"				
<b>TUTOR:</b>	ING. GASTON NICOLAS PROAÑO CADENA				
<b>TESISTAS:</b>	JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE		<b>COORDENADAS</b>	<b>ESTE:</b>	533071.6000
	EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ			<b>NORTE:</b>	9761421.568
<b>ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>					
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>					
RECIPIENTE N°			1		
TEMPERATURA °C			28		
PESO RECIPIENTE [gr]			159.05		
RECIPIENTE + Ws			300		
FRASCO + AGUA [Wbw]			659.9		
FRASCO + AGUA + SUELO [Wbw s]			784.8		
<b>CALCULOS</b>					
Ws			200		
Ws + Wbw			859.9		
Ws + Wbw - Wbw s			75.1		
FACTOR DE CORRECCION K			0.99803		
Gs = Ws*K / (Ws + Wbw - Wbw s)			2.658		

## Anexo 12

### Granulometría del suelo- Muestra de la cantera "Los Pozos"



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	"AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA"
TUTOR:	ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA
TESISTAS:	JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ

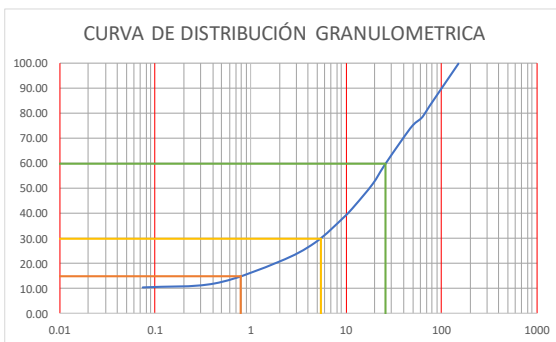
#### ENSAYO DE GRANULOMETRÍA

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	Serie Gruesa	Serie Fina
Recipiente N°	MG	FC
Masa de Recipiente + Muestra Húmeda ( P1 )	473	530
Masa de Recipiente + Muestra Seca ( P2 )	462	514
Masa de Agua ( P3 = P1 - P2 )	11	16
Masa del Recipiente ( P4 )	90.09	94
Masa de Muestra Seca ( P5 = P2 - P4 )	371.91	420
% de Humedad ( W = P3 × 100 ÷ P5 )	2.96 %	3.81 %

SERIE GRUESA				
TAMIZ ASTM	No.	Masa Retenida Parcial	Masa Retenida Acumulada	% Pasante acumulado
600	24"	0	0.0	100.00
300	12"	0	0.0	100.00
150	3 1/2"	0	0.0	100.00
75	3"	1520	1476.3	83.05
63	2 1/2 "	400	1864.8	78.59
50	2"	298	2154.3	75.27
38.1	1 1/2"	546	2684.6	69.18
25	1"	916	3574.3	58.96
19	3/4"	650	4205.6	51.71
12.5	1/2"	757	4940.9	43.27
9.5	3/8"	438	5366.3	38.39
4.75	No.4	912	6252.1	28.22
Pasa No 4		2551	2457.39	

SERIE FINA					
TAMIZ ASTM	No.	Masa Retenida Parcial	Masa Retenida Acumulada	% Pasante acumulado	% Pasante corregido
2.36	8	0	0	0.00	
2	10	78.12	78.12	72.97	20.59
1.18	16	0	78.12	0.00	
0.85	20	0	78.12	0.00	
0.6	30	0	78.12	0.00	
0.425	40	89.36	167.48	42.05	11.86
0.3	50	0	167.48	0.00	
0.15	100	0	167.48	0.00	
0.075	200	16.45	183.93	36.35	10.26
Pasa No 200					

Masa inicial del material para Lavado =	300.00 gr
Masa final corregida por Humedad de los finos =	288.99 gr
Masa seca Total del Material utilizados para el Ensayo (gr)	8709.47 gr



Distribución del Tamaño de las Partículas (%)		
Pedrón Rodado (> 12")		100.0
Canto Rodado (12"-3")		0.0
Grava(3"-Nº4)	Gruesa (3"-3/4")	31.3
	Fina(3/4"-Nº4)	23.5
Arena (Nº4-Nº200)	Gruesa (Nº4-Nº10)	7.6
	Media (Nº10-Nº40)	8.7
	Fina (Nº40-Nº200)	1.6
Finos (> Nº200)		10.26

Condiciones de Filtro		
D <sub>15</sub> =	0.742	Cu = 35.18 Cc = 1.49
D <sub>30</sub> =	5.364	
D <sub>60</sub> =	26.095	
D <sub>50</sub> =	17.453	

CLASIFICACIÓN AASHTO		
SUELO	TIPO DE MATERIAL	INDICE DE GRUPO
A - 1 - a	Fragmentos de piedra, grava y arena	0

LP=	NP
LL=	NP
IP=	NP

## Anexo 13

### Ensayo de Límites de Atterberg - Muestra de la cantera "Los Pozos"



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

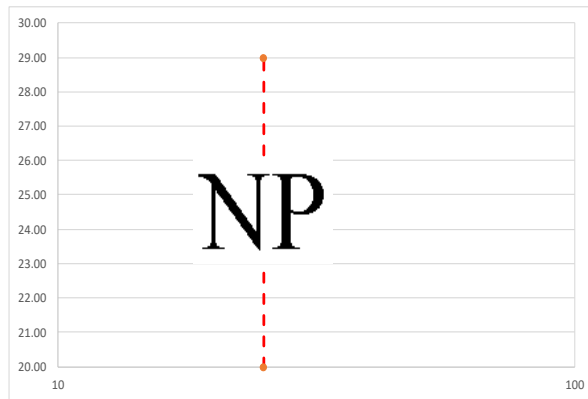


TEMA:	"AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA"		
TUTOR:	ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA		
TESISTAS:	JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE	COORDENADAS	ESTE: 533071.6000
	EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ		NORTE: 9761421.568

#### ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LÍQUIDO							
RECIPIENTE N.º							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)							
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)							
MASA DEL RECIPIENTE (P4)							
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)							
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)							
# DE GOLPES							

LIMITE PLÁSTICO							
RECIPIENTE N.º							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)							
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)							
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)							
MASA DEL RECIPIENTE (P4)							
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)							
% DE HUMEDAD (W = P3 × 100 ÷ P5)							



RESULTADOS	
L. Líquido =	0
I. Plasticidad =	0
L. Plástico =	0

## Anexo 14

### Abrasión de los Ángeles- Muestra de la cantera "Los Pozos"



		UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
TEMA:	"AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA"				
TUTOR:	ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA				
TESISTAS:	JAIIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE	COORDENADAS	ESTE:	533071.6000	
	EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ		NORTE:	9761421.568	

ENSAYO DE ABRASIÓN DE LOS ÁNGELES					
MÉTODO:		MÉTODO 2			
TAMIZ		PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES POR TAMIZ No. 12 (gr)	% DE PERDIDA	
PASA	RETIENE				
3"	2 1/2"	2538	4535	0.550	
2 1/2"	2"	2504			
2"	1 1/2"	5029			
		10071			
% PERDIDA:		55%			
OBSERVACIONES: El porcentaje de pérdida para el material de la cantera "Los Pozos" fue del 55% lo cual indica según la normativa MTOP que este tipo de suelo no clasifica como SUBBASE ya que el 1% de pérdida fue mayor al 50%.					

## Anexo 15

### Resistencia a los Sulfatos- Muestra de la cantera "Los Pozos"



		UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
TEMA:	"AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA"				
TUTOR:	ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA				
TESISTAS:	JAIIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE	COORDENADAS	ESTE:	533071.6000	
	EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ		NORTE:	9761421.568	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS SULFATOS					
MÉTODO:		MÉTODO 2			
TAMIZ		PESO ANTES DEL ENSAYO	PESO DESPUES POR TAMIZ No. 12 (gr)	% DE PERDIDA	
PASA	RETIENE				
2 1/2"	2"	3100	228	0.926	
2"	1 1/2"	2100	193	0.908	
		5200			
% PERDIDA:		92%			
OBSERVACIONES: El porcentaje de pérdida para el material de la cantera "Los Pozos" fue del 92% lo cual indica según la normativa MTOP que este tipo de suelo no clasifica como BASE ya que según las especificaciones este valor no deber ser <10%.					

## Anexo 16

### Proctor Modificado- Muestra de la cantera "Los Pozos"

	UNIVERSIDAD ESTADAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
<b>TEMA:</b>	<b>“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA”</b>		
<b>TUTOR:</b>	<b>ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA</b>		
<b>TESISTAS:</b>	<b>JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>ESTE:</b> 533071.6000
	<b>EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ</b>		<b>NORTE:</b> 9761421.568

<b>ENSAYO DE PROCTOR</b>
--------------------------

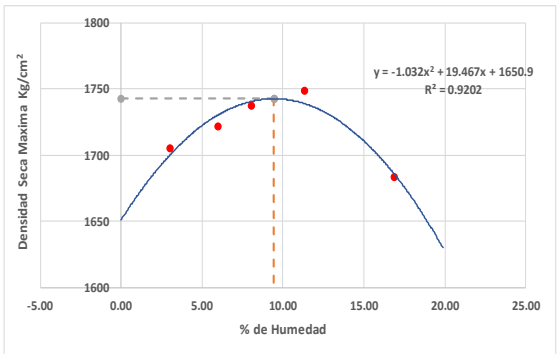
MASA DEL CILINDRO (P7)	5335
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	2160.64
MASA DEL MARTILLO (KG)	4.54
ALTURA DE LA CAÍDA DEL MARTILLO (h)	45.72
TIPO DE ENSAYO	Proctor modificada Método B
# DE CAPAS	5
# DE GOLPES POR CAPAS	56

Porción que pasa la malla de 9.5 mm. Puede usarse si el suelo retenido en la malla núm. 4 es más que 20%, y 20% o menos en peso se retiene en la malla de 9.5 mm.

DATOS DEL ENSAYO											
PUNTO #	1		2		3		4		5		
	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	Grueso	Fino	
MATERIAL PARA EL ENSAYO	F		K2		W		AP		2		
RECIPIENTE #											
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	109.62		96.57		109.12		97.17		114.33		
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	106.92		92.01		102.26		88.96		100.22		
MASA DE AGUA (P3 = P1 -P2)	2.7		4.56		6.86		8.21		14.11		
MASA DE RECIPIENTE (P4)	16.85		15.72		16.83		16.29		16.57		
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 -P4)	90.07		76.29		85.43		72.67		83.65		
% DE HUMEDAD (W = (P3X100)/P5)	3.00		5.98		8.03		11.30		16.87		
% DE HUMEDAD PROMEDIO	3.00		5.98		8.03		11.30		16.87		
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	TN		100		250		350		650		
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO ( P6 )	9130		9277		9390		9540		9585		
MASA DE SUELO HÚMEDO ( P8 = P6 -P7)	3795		3942		4055		4205		4250		
DENSIDAD HUMEDAD DEL SUELO (Dh = P8*1000/V)	1756		1824		1877		1946		1967		
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh/(1+W/100))	1705		1722		1737		1749		1683		



**RESULTADOS**

Densidad Seca Maxima  
1742.70 kg/m³

% de Humedad Optima  
9.43 %



## Anexo 17

*Cálculo de la cantidad de agua para el ensayo CBR*

$$\omega_{\omega a} = \omega_m \left( \frac{\omega_f - \omega_i}{1 + \omega_i} \right)$$

$$\omega_{\omega a} = 5500 \left( \frac{0,0943 - 0,03}{1 + 0,03} \right)$$

$$\omega_{\omega a} = 343 \approx 350 \text{ ml}$$

## Anexo 18

### Ensayo CBR- Muestra de la cantera "Los Pozos"



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



TEMA:	"AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA"		
TUTOR:	ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA		
TESISTAS:	JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE	COORDENADAS	ESTE: 533071,6000
	EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ		NORTE: 9761421,568

#### ENSAYO DE CBR

##### INFORME DE RESULTADOS: C.B.R - DENSIDADES NORMA ASTM D-1883

MOLDE N°	2	3	1		
PESO MOLDE	7,088	6,859	7,014	PESO DEL MARTILLO:	10,00 Lb
VOLUMEN MOLDE	0,0032671	0,00324698	0,00321242	ALTURA DEL MARTILLO:	18,00"
No DE GOLPES CAPA:	12	25	56		

N° de ensayo:	1	2	3
---------------	---	---	---

##### ANTES DE LA INMERSION

No DE GOLPES CAPA:	12 Golpes x capa	25 Golpes x capa	56 Golpes x capa
N° recipiente	K1	JG	Q
Wh + r	99,75	96,99	95,1
Ws + r	91,64	89,6	89,73
Ww	8,11	7,39	5,37
r	16,93	16,88	17,08
Ws	74,71	72,72	72,65
w (%)	10,86	10,16	7,39
MOLDE NUMERO	2	3	1
Molde + suelo humedo (P)	12,582	12,782	12,885
Molde	7,088	6,859	7,014
Suelo humedo (W)	5,494	5,923	5,871
Suelo seco (Ws)	4,96	5,38	5,47
Contenido de agua (w)	10,86	10,16	7,39
Densidad humeda (H)	1682	1824	1828
Densidad seca (S)	1517	1656	1702

##### DESPUES DE LA INMERSION

	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO
N° recipiente	X	F	DW	IA	2	V
Wh + r	93,11	97,54	97,81	100,97	100,82	91,23
Ws + r	82,39	85,26	88,45	90,48	92,52	83,93
Ww	10,72	12,28	9,36	10,49	8,3	7,3
r	17,17	17,18	27,78	16,55	16,92	16,62
Ws	65,22	68,08	60,67	73,93	75,6	67,31
w (%)	16,44	18,04	15,43	14,19	10,98	10,85
Promedio w (%)	17,24		14,81		10,91	
Molde + suelo humedo (P)	12,758		12,589		12,963	
Molde	7,088		6,859		7,014	
Suelo humedo (W)	5,67		5,73		5,949	
Suelo seco (Ws)	4,836		4,991		5,364	
Contenido de agua (w)	17,24		14,81		10,91	
Densidad humeda (H)	1735		1765		1852	
Densidad seca (S)	1480		1537		1670	

##### HINCHAMIENTO

Lectura inicial	0,11	0,11	0,36
24 horas	0,10	0,12	0,33
48 horas	0,11	0,12	0,35
72 horas	0,13	0,12	0,37
96 horas			
HINCHAMIENTO %	0,50	0,25	0,25

C.B.R	%	41,09	66,79	136,38
Densidad seca	yS	1517	1656	1702

## Anexo 19

### Ensayo CBR- Muestra de la cantera "Los Pozos"



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



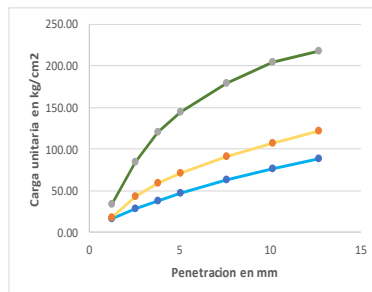
TEMA:	"AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA"		
TUTOR:	ING. GASTÓN NICOLÁS PROAÑO CADENA		
TESISTAS:	JAIME ANDERSON CORTEZ	COORDENADAS	ESTE: 533071.6000
	EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ		NORTE: 9761421.568

#### ENSAYO DE CBR

MOLDE Nº	2	3	1	PESO DEL MARTILLO: 10.0 Lb ALTURA DEL MARTILLO: 18.0"
PESO MOLDE	7.088	6.859	7.014	
VOLUMEN MOLDE	0.0032671	0.00324698	0.00321242	
No DE GOLPES CAPA:	12	25	56	

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA DE PENETRACION EN Lb			CARGA DE PENETRACION EN Kg		
1.27 mm (0.05")	696.3	781	1481.7	316.5	355	673.5
2.54 mm (0.10")	1250.7	1850.2	3669.6	568.5	841	1668
3.81 mm (0.15")	1665.4	2549.8	5232.7	757	1159	2378.5
5.06 mm (0.20")	2065.36	3049.2	6226	938.8	1386	2830
7.62 mm (0.30")	2734.6	3941.3	7726.4	1243	1791.5	3512
10.16 mm (0.40")	3285.7	4612.96	8849.5	1493.5	2096.8	4022.5
12.70 mm (0.50")	3811.5	5273.4	9386.3	1732.5	2397	4266.5

Tamiz ASTM Abertura / Nº.	CARGA UNITARIA EN Lb/pulg <sup>2</sup>			CARGA UNITARIA EN Kg/cm <sup>2</sup>		
1.27 mm (0.05")	228.79	256.62	486.85	16.12	18.08	34.30
<b>2.54 mm (0.10")</b>	<b>410.95</b>	<b>607.93</b>	<b>1205.75</b>	28.95	42.83	84.95
3.81 mm (0.15")	547.21	837.81	1719.35	38.55	59.03	121.14
<b>5.06 mm (0.20")</b>	<b>678.63</b>	<b>1001.90</b>	<b>2045.72</b>	47.81	70.59	144.13
7.62 mm (0.30")	898.53	1295.02	2538.72	63.31	91.24	178.86
10.16 mm (0.40")	1079.61	1515.71	2907.74	76.06	106.79	204.86
12.70 mm (0.50")	1252.37	1732.72	3084.13	88.24	122.08	217.29

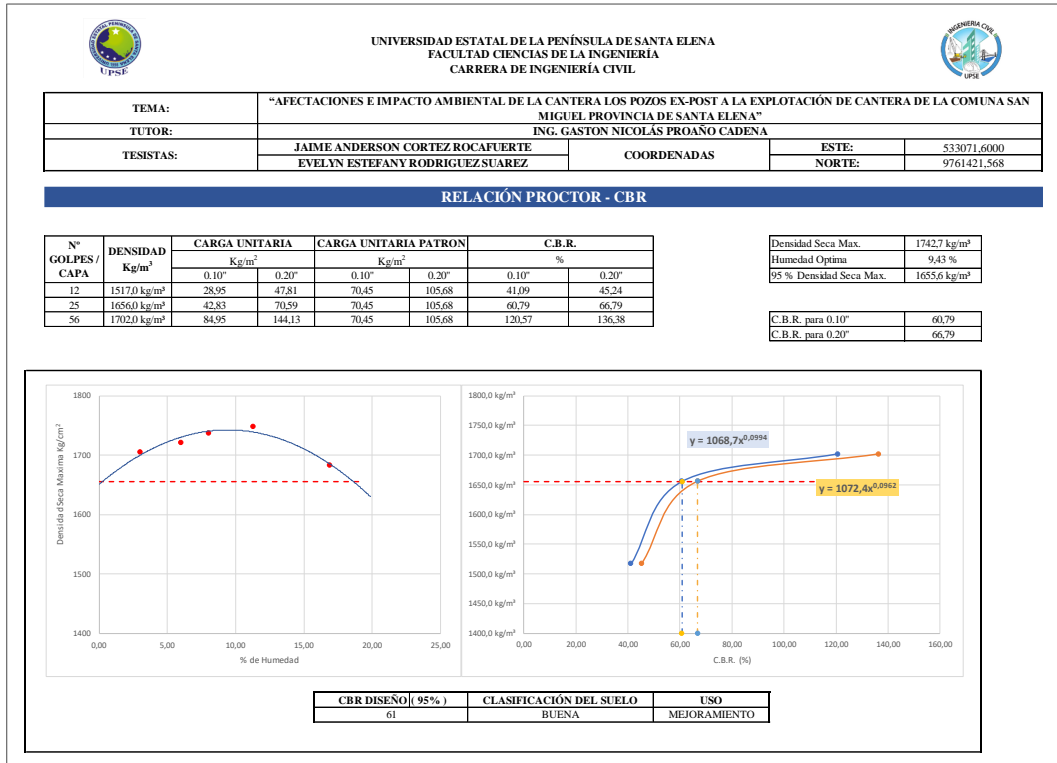


Nº de Golpes	Esfuerzo de penetracion	
	0.10 pulg	0.20 pulg
12	28.95	47.81
25	42.83	70.59
56	84.95	144.13

C.B.R	%	
12	41.09	45.24
25	60.79	66.79
56	120.57	136.38

## Anexo 20

### Ensayo de relación (Proctor -CBR) - Muestra de la cantera "Los Pozos"



## Anexo 21

### Visita técnica y recolección de muestras



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



<b>TEMA:</b>	<b>“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA”</b>
<b>TUTOR:</b>	<b>ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA</b>
<b>TESISTAS:</b>	<b>JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ</b>

#### ANEXOS



VISITA Y RECONOCIMIENTO DE LA ZONA ESTUDIO Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS

## Anexo 22

### Levantamiento topográfico con equipo



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



<b>TEMA:</b>	<b>“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”</b>
<b>TUTOR:</b>	<b>ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA</b>
<b>TESISTAS:</b>	<b>JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ</b>

#### ANEXOS



RECOPIACIÓN DE DATOS DE LA ZONA DE ESTUDIO

## Anexo 23

### Ensayo de Gravedad Específica

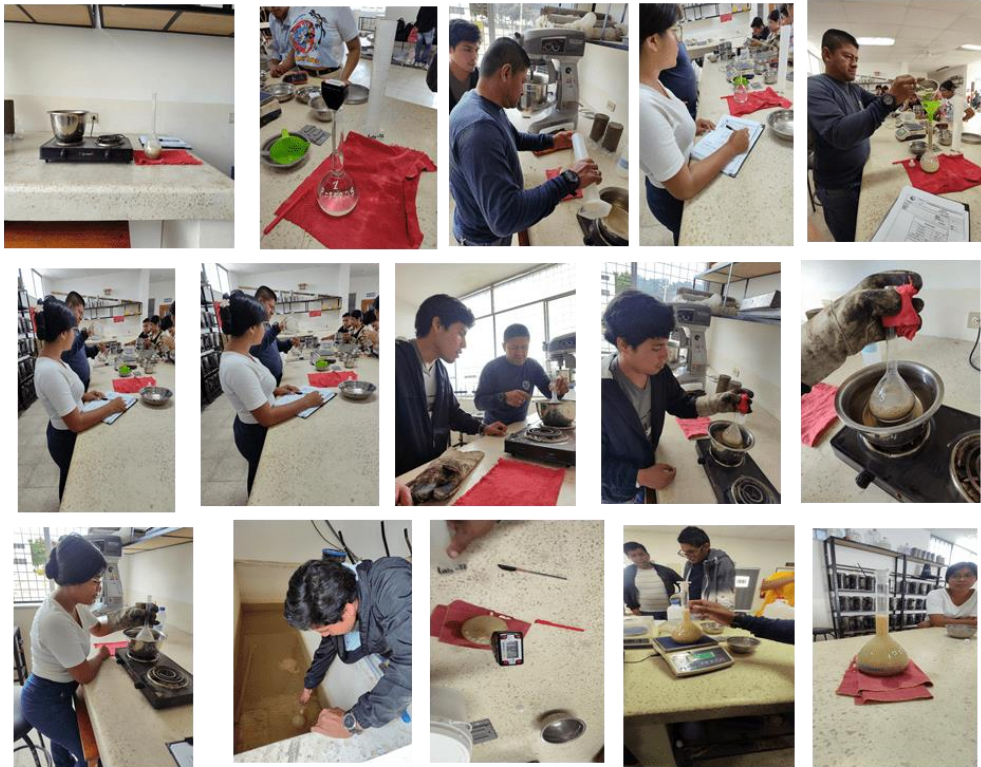


UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



<b>TEMA:</b>	<b>“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”</b>
<b>TUTOR:</b>	<b>ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA</b>
<b>TESISTAS:</b>	<b>JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ</b>

#### ANEXOS



ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECIFICA

## Anexo 24

### Límites de Atterberg

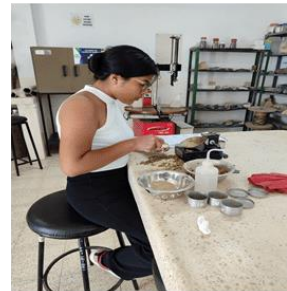


UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



<b>TEMA:</b>	<b>“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”</b>
<b>TUTOR:</b>	<b>ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA</b>
<b>TESISTAS:</b>	<b>JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ</b>

#### ANEXOS



ENSAYO DE LIMITES DE ATENBERG



## Anexo 25

### Ensayo de Granulometría



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



<b>TEMA:</b>	<b>“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”</b>
<b>TUTOR:</b>	<b>ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA</b>
<b>TESISTAS:</b>	<b>JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ</b>

#### ANEXOS



#### ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA

## Anexo 26

### Ensayo Abrasión de los Ángeles



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



<b>TEMA:</b>	<b>“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL PROVINCIA DE SANTA ELENA”</b>
<b>TUTOR:</b>	<b>ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA</b>
<b>TESISTAS:</b>	<b>JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ</b>

#### ANEXOS



ENSAYO DE ABRASIÓN DE LOS ANGELES

## Anexo 27

### Ensayo de Resistencia a los Sulfatos

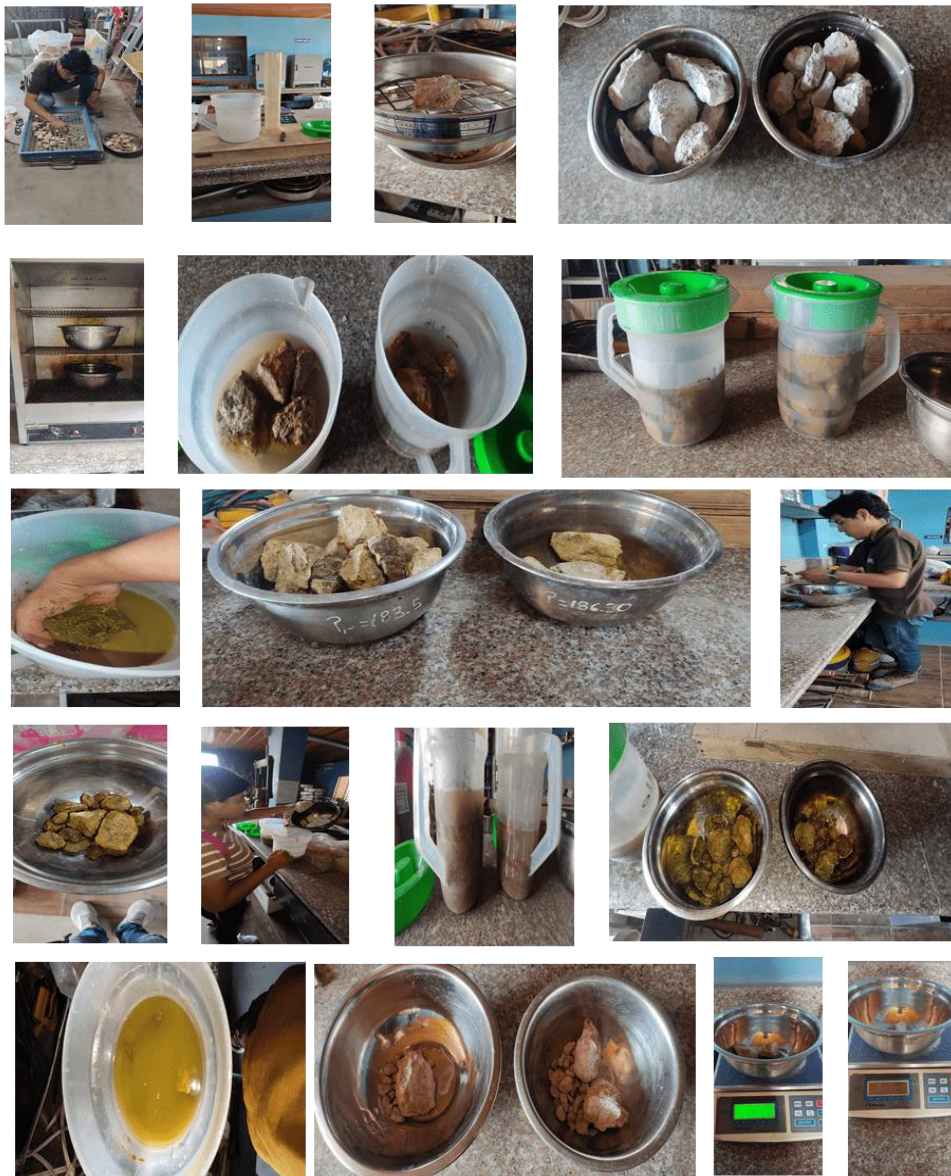


UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



<b>TEMA:</b>	<b>“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”</b>
<b>TUTOR:</b>	<b>ING. GASTON NICOLÁS FROAÑO CADENA</b>
<b>TESISTAS:</b>	<b>JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ</b>

#### ANEXOS



ENSAYO DE RESISTENCIA A LOS SULFATOS

## Anexo 28

### Ensayo de Proctor Modificado



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



<b>TEMA:</b>	<b>“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”</b>
<b>TUTOR:</b>	<b>ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA</b>
<b>TESISTAS:</b>	<b>JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ</b>

#### ANEXOS



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

## Anexo 29

### Ensayo de CBR



UNIVERSIDAD ESTATAL DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



<b>TEMA:</b>	<b>“AFECTACIONES E IMPACTO AMBIENTAL DE LA CANTERA LOS POZOS EX-POST A LA EXPLOTACIÓN DE CANTERA DE LA COMUNA SAN MIGUEL, PROVINCIA DE SANTA ELENA”</b>
<b>TUTOR:</b>	<b>ING. GASTON NICOLÁS PROAÑO CADENA</b>
<b>TESISTAS:</b>	<b>JAIME ANDERSON CORTEZ ROCAFUERTE, EVELYN ESTEFANY RODRIGUEZ SUAREZ</b>

#### ANEXOS



ENSAYO DE CBR ( CALIFORNIA BEARING RATIO)