



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional De Loja

Facultad de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables

Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial

Optimización del Sistema de Explotación para el Área Minera “Cabrera Armijos” código 1905510007, sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial.

AUTOR:

Dalembert Alexis Preciado Cuenca

DIRECTOR:

Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mg. Sc

Loja – Ecuador

2024



Certificación

Loja, 25 de marzo del 2024

Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mg. Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR MODALIDAD PRESENCIAL

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Optimización del Sistema de Explotación para el Área Minera “Cabrera Armijos” Código 1905510007, Sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, Provincia De Zamora Chinchipe**; previo a la obtención del título de **Ingeniero En Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, de la autoría del estudiante **Dalembert Alexis Preciado Cuenca** con cédula de identidad Nro. **0929074961**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mg. Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR



Autoría

Yo, **Dalembert Alexis Preciado Cuenca**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

C.I: 0929074961

Fecha: 25 de marzo del 2024

Correo electrónico: dalembert.preciado@unl.edu.ec

Celular: 0986497423



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Facultad
de la Energía, las Industrias y los
Recursos Naturales No Renovables

Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, Dalembert Alexis Preciado Cuenca, declaro ser el autor del Trabajo de Titulación denominado: **Optimización del Sistema de Explotación para el Área Minera “Cabrera Armijos” código 1905510007, sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en la Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, lo suscribo a los veinticinco días del mes de marzo del dos mil veinticuatro.

Firma:

Autor: Dalembert Alexis Preciado Cuenca

Cédula: 0929074961

Dirección: Loja, Barrio San Cayetano Bajo

Correo electrónico: dalembert.preciado@unl.edu.ec

Teléfono: 0986407423

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mg. Sc



Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a Dios que ilumina mis pasos día a día dándome la fuerza necesaria para seguir adelante en mi carrera; a mis padres, especialmente a mi Madre, Marisol Cuenca, que con su sabiduría y comprensión ha sabido guiarme en los buenos y malos momentos de mi vida.

Dalembert Alexis Preciado Cuenca



Agradecimiento

Agradecer primeramente a Dios por lograr culminar mi carrera con éxito pese a las dificultades el me dio la fuerza para seguir avanzando día a día.

Al Ingeniero Stalin Puglla, director del Trabajo de Titulación, por su tiempo, paciencia, enseñanzas y consejos para el desarrollo correcto del trabajo de titulación.

A todos mis docentes de la Carrera de Ingeniería en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial, quienes desde el primer momento me brindaron su apoyo incondicional.

Al Sr. Carlos Cabrera titular minero del área minera “Cabrera Armijos” por haberme permitido el acceso para poder desarrollar el trabajo de titulación.

A mis padres, especialmente a mi Madre, Marisol Cuenca que con sus consejos y apoyo incondicional he podido culminar de mejor manera esta etapa en mi vida.

Por último, a mis compañeros y amigos, con quienes he compartido diversas adversidades que se han presentado a lo largo de esta etapa y que, sin su compañerismo, amistad y apoyo no hubiese sido lo mismo.

Dalembert Alexis Preciado Cuenca



Índice de contenido

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenido	vii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	vii
Índice de anexos	xiv
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1. Topografía.....	6
4.1.1. Clasificación de la topografía.....	6
4.1.2. Levantamiento topográfico.....	7
4.1.3. Clasificación de los levantamientos topográficos.....	7
4.1.4. Etapas de un levantamiento topográfico.....	8
4.2. Geología.....	10
4.2.1. Geología regional.....	10
4.2.2. Geología local.....	11
4.2.3. Clasificación general de las rocas.....	11
4.2.4. Generación de las rocas sedimentarias.....	12
4.2.5. Clasificación de las rocas sedimentarias.....	12



4.2.6.	Tipos de depósitos sedimentarios.....	13
4.2.7.	Terrazas aluviales	16
4.3.	Minería.....	17
4.3.1.	Categorías de explotación minera	17
4.3.2.	Graveras	18
4.4.	Cálculo de reservas (Cubicación).....	18
4.5.	Áridos y pétreos.....	19
4.5.1.	Clasificación de los áridos y pétreos	20
4.5.2.	Parámetros de explotación de depósitos de áridos y pétreos	20
4.5.3.	Sistemas de explotación para graveras.....	21
4.5.4.	Operaciones básicas de extracción de áridos y pétreos.....	22
4.6.	Marco legal	24
4.6.1.	Constitución de la República del Ecuador	24
4.6.2.	Código Orgánico del Ambiente.....	24
4.6.3.	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización 25	
4.6.4.	Ley de Minería	25
4.6.5.	Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.....	26
4.6.6.	Reglamento Ambiental de Actividades Mineras.....	26
4.6.7.	Reglamento Especial para la Explotación de Materiales Áridos y Pétreos.....	27
4.6.8.	Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero.....	27
4.6.9.	Ordenanza para la regularización, autorización, control y explotación de materiales áridos y pétreos en el cantón Yantzaza.....	28
5.	Metodología	30
5.1.	Descripción general del área de estudio	30
5.1.1.	Ubicación	30
5.1.2.	Acceso	31
5.1.3.	Medio físico.....	31



5.2.	Materiales	37
5.3.	Metodología.....	38
5.3.1.	Metodología para el primer objetivo	38
5.3.2.	Metodología para el segundo objetivo	39
5.3.3.	Metodología para el tercer objetivo	41
6.	Resultados.....	45
6.1.	Resultados del primer objetivo	45
6.1.1.	Caracterización topográfica.....	45
6.1.2.	Caracterización geológica	46
6.2.	Resultados del segundo objetivo	55
6.2.1.	Calidad del material	55
6.2.2.	Cálculo de reservas existentes.....	56
6.3.	Resultados del tercer objetivo.....	58
6.3.1.	Descripción del área minera “Cabrera Armijos”.....	58
6.3.2.	Definición del método de explotación	58
6.3.3.	Elección del sistema de explotación.....	59
6.3.4.	Implementación del sistema de explotación.....	60
6.3.5.	Análisis económico del sistema de explotación.....	76
7.	Discusión	79
9.	Recomendaciones	82
10.	Bibliografía	83
11.	Anexos	87



Índice de tablas:

Tabla 1. Clasificación de las rocas sedimentarias según el origen mecánico.	12
Tabla 2. Clasificación de las rocas sedimentarias según el origen químico y orgánico.....	13
Tabla 3. Coordenadas de los vértices de la zona de estudio.....	30
Tabla 4. Descripción de la Geología Regional de la zona de estudio.	35
Tabla 5. Listado de materiales a utilizar en el proyecto.	37
Tabla 6. Puntos de inicio de la poligonal básica.	38
Tabla 7. Ensayos realizados para determinar la calidad del material explotable.	40
Tabla 8. Tabla para el análisis multicriterio de los sistemas de explotación.....	41
Tabla 9. Labores del sistema de explotación.....	41
Tabla 10. Eficacia de la cuchara de la excavadora/pala cargadora.	42
Tabla 11. Coeficiente de transformación.	42
Tabla 12. Tiempo de duración en segundos.	43
Tabla 13. Descripción de calicata Nro. 1.	50
Tabla 14. Descripción de calicata Nro. 2.	51
Tabla 15. Descripción de calicata Nro. 3	52
Tabla 16. Descripción de calicata Nro. 4	53
Tabla 17. Composición granulométrica del material explotado.....	55
Tabla 18. Características del material explotado.....	55
Tabla 19. Áreas explotables del área minera “Cabrera Armijos”	57
Tabla 20. Volumen total.....	58
Tabla 21. Datos generales del área minera “Cabrera Armijos”	58
Tabla 22. Análisis multicriterio de sistemas de explotación a considerarse.	59
Tabla 23. Destape del área minera “Cabrera Armijos”.	60
Tabla 24. Costo del destape del área minera “Cabrera Armijos”.....	60
Tabla 25. Ancho de la maquinaria del área minera “Cabrera Armijos”.....	61
Tabla 26. Longitud de vías del área minera “Cabrera Armijos”.	61
Tabla 27. Total de material de mejora para accesos del área minera “Cabrera Armijos”.....	61
Tabla 28. Costo de mejora de accesos del área minera “Cabrera Armijos”.....	62
Tabla 29. Costo de maquinaria empleada en el mejoramiento de accesos del área minera “Cabrera Armijos”.....	62
Tabla 30. Costo de maquinaria para aplanamiento de la zona de stock del área minera “Cabrera Armijos”.	63
Tabla 31. Clasificación de colores de señales de seguridad Norma ISO 7010.	64



Tabla 32. Costos en la implementación del campamento minero.....	65
Tabla 33. Cantidad de material base para implementación de estacionamiento del área minera “Cabrera Armijos”.....	67
Tabla 34. Costo de implementación de estacionamiento del área minera “Cabrera Armijos”.....	67
Tabla 35. Costo de maquinaria para aplanamiento de estacionamiento del área minera “Cabrera Armijos”.....	68
Tabla 36. Costo de implementación de muro de gavión.....	68
Tabla 37. Costos de preparación del área minera “Cabrera Armijos”.....	69
Tabla 38. Planificación de actividades de destape y explotación.....	70
Tabla 39. Especificaciones técnicas de la excavadora CAT 312 C.....	71
Tabla 40. Especificaciones técnicas de la volqueta DONGFENG.....	72
Tabla 41. Especificaciones técnicas de la pala cargadora CAT 938 G.....	73
Tabla 42. Especificaciones técnicas de la criba.....	73
Tabla 43. Tiempos de ciclo de trabajo.....	75
Tabla 44. Gastos totales de producción del sistema de explotación.....	77



Índice de figuras:

Figura 1. Levantamiento Topográfico con estación total.....	6
Figura 2. Proceso de formación de las rocas sedimentarias.....	12
Figura 3. Depósitos coluviales.....	13
Figura 4. Depósitos aluviales.....	14
Figura 5. Depósitos fluviales.....	14
Figura 6. Depósitos eólicos.....	15
Figura 7. Depósitos glaciares.....	15
Figura 8. Gravera.....	18
Figura 9. Criterios de clasificación de los áridos y pétreos.....	20
Figura 10. Mapa de ubicación geográfica de la zona de estudio.....	30
Figura 11. Acceso a la zona de estudio.....	31
Figura 12. Mapa de isotermas de la parroquia Chicaña.....	32
Figura 13. Mapa de isoyetas de la parroquia Chicaña.....	33
Figura 14. Mapa geomorfológico de la parroquia Chicaña.....	34
Figura 15. Geología regional de la zona de estudio. Hoja de Paquisha INIGEMM (2017).....	36
Figura 16. Hidrografía de la zona de estudio.....	37
Figura 17. Levantamiento topográfico de la zona de estudio.....	39
Figura 18. Método de la altura media.....	41
Figura 19. Topografía del área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007.....	45
Figura 20. Perfil topográfico del área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007.....	46
Figura 21. Afloramiento 1 (arenisca cuarzosa, cubierta de materia orgánica).....	47
Figura 22. Afloramiento 2 (arcilla limosa saturada y cubierta por vegetación).....	47
Figura 23. Afloramiento 3.....	48
Figura 24. Afloramiento 4 (terraza aluvial).....	48
Figura 25. Zona de explotación con presencia de arenas y clastos.....	49
Figura 26. Ubicación de los afloramientos levantados.....	49
Figura 27. Geología local del del área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007.....	54
Figura 28. Corte geológico E-F del área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007.....	54
Figura 29. Áreas explotables del área minera “Cabrera Armijos”.....	57
Figura 30. Vías de acceso del área minera “Cabrera Armijos”.....	62
Figura 31. Gasolinera Fortaleza E/S.....	68
Figura 32. Esquema de composición del muro de gavión.....	69
Figura 33. Dimensiones de los noques longitudinales propuestos.....	70



Figura 34. Esquema de la criba de clasificación por gravedad. 74

Figura 35. Sistema de explotación optimizado. 78



Índice de anexos:

Anexo 1. Mapa topográfico del Área Minera “Cabrera Armijos”	87
Anexo 2. Cortes Topográficos	87
Anexo 3. Mapa de Geología Local del Área Minera “Cabrera Armijos”	87
Anexo 4. Cortes Geológicos	87
Anexo 5. Fichas con descripción de afloramientos.....	92
Anexo 6. Ensayos de laboratorio realizados.	96
Anexo 7. Planificación de las actividades de preparación.	106
Anexo 8. Plano de reservas explotables.....	108
Anexo 9. Plano de implementación de vías.	108
Anexo 10. Planos de implementación del campamento.	108
Anexo 11. Plano de destape.	108
Anexo 12. Plano del sistema de explotación optimizado.....	108
Anexo 13. Certificación de traducción del resumen.	114



1. Título

**Optimización del Sistema de Explotación para el Área Minera “Cabrera Armijos”
código 1905510007, sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, Provincia
de Zamora Chinchipe.**



2. Resumen

El presente trabajo de investigación denominado “Optimización del sistema de explotación para el área minera Cabrera Armijos código 1905510007, sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe, área con una extensión de 5 ha mineras contiguas, cuya finalidad es proponer una optimización adecuada al sistema de extracción actual de materiales áridos y pétreos, esta se realizó a través del cumplimiento de una secuencia de objetivos el cual empieza con la caracterización topográfica y geológica de la zona de estudio, la determinación de la calidad del material explotable, el cálculo de reservas existentes mediante la aplicación del método de la altura media y la definición de los procesos u actividades necesarias para realizar una explotación técnica, ambiental y socialmente responsable, por lo cual se pudo desarrollar un diseño de explotación ideal que mejorará la eficiencia de los procesos mediante el uso de la maquinaria e infraestructura necesaria para cada uno de ellos.

Para la implementación del sistema de explotación, primeramente se realizó un análisis multicriterio en donde se hizo la comparación de 2 alternativas de sistemas de extracción en relación a sus ventajas y desventajas, en donde una vez elegido el sistema de explotación adecuado, se consideraron actividades como destape, preparación y explotación, cada uno de estos siguiendo sus procesos de aplicación y costos.

Una vez que se hayan definido las actividades anteriores, se realizó una evaluación económica de la implementación del sistema de extracción, el cual es beneficioso para el desarrollo de la concesión minera.

Palabras claves: reservas, áridos y pétreos, sistema de explotación.



Abstract

The present research titled “Optimization of the exploitation system for the Cabrera Armijos mining area code 1905510007, Quiringue sector, Chicaña parish, Yantzaza canton, Zamora Chinchipe province, with an extension of 5 contiguous mining hectares, whose aim is to propose an optimization appropriate to the current extraction system of aggregates and stones materials, this was carried out through the fulfillment of a sequence of objectives which begins with the topographic and geological characterization of the study area, the determination of the quality of the exploitable material, the calculation of existing reserves through the application of the average height method and the definition of the processes or activities necessary to carry out technical, environmental and socially responsible exploitation, for which an ideal exploitation design was developed that will improve the efficiency of the processes through the use of the machinery and infrastructure necessary for each of them.

For the implementation of the exploitation system, firstly a multi-criteria analysis was carried out where the comparison of 2 alternative extraction systems was made in relation to their advantages and disadvantages, once the appropriate exploitation system was chosen, activities such as uncovering, preparation and exploitation was considerate, each of these following their application processes and costs.

Once the previous activities have been defined, an economic evaluation of the implementation of the extraction system was carried out, which is beneficial for the development of the mining concession.

Keywords: *reserves, aggregates and stones, exploitation system.*



3. Introducción

Para lograr un aprovechamiento con apego técnico, la minería debe llevarse a cabo de acuerdo con el desarrollo tecnológico y respecto a los postulados de protección, impulsado e implantado las medidas respectivas de prevención, mitigación y control de impactos ambientales como parte del accionar y política de la empresa, en cabal apego de mejorar las condiciones de operatividad del área y las condiciones medio ambientales del medio y de seguridad del entorno.

Hoy en día, los materiales de construcción, en particular, los materiales áridos y pétreos se utilizan en una variedad de obras de construcción que son esenciales para el crecimiento de una región o zona. En los últimos años, su importancia ha aumentado debido al aumento de su demanda, por el incremento de las exigencias de calidad en sus características, así como por la obligación de preservar el medio ambiente a través de una explotación responsable y eficiente.

El Área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007, cuenta con una extensión de 5,00 Ha, y no posee un ritmo de producción adecuado, es decir, falta de carencia de un sistema de explotación en donde se puedan llevar a cabo las operaciones mineras de una manera adecuada y segura aprovechando cada uno de los recursos sin que haya problemas tanto ambientales y económicos.

La propuesta es realizar un estudio que optimice el sistema de explotación, haciendo que cada uno de sus procesos sea más eficiente y rentable, por medio de la aplicación de mejoramiento de actividades de operación e infraestructura faltante para eliminar la explotación antitécnica, la contaminación ambiental y maximizar las reservas, esto nace de la necesidad institucional de vincular el conocimiento adquirido, y la aplicación a casos reales los cuales se puedan mejorar de manera técnica.



Objetivo General

Optimizar el sistema de explotación para el área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007, sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe.

Objetivos Específicos

- Realizar la caracterización topográfica y geológica de la zona de estudio.
- Determinar los parámetros minero-geométricos para la explotación, la calidad del material explotable y el cálculo de reservas existentes en el depósito de materiales de construcción del área de estudio.
- Definir procesos y actividades complementarias para una explotación técnica, ambiental y socialmente responsable acorde con las condiciones actuales de operación, como método de explotación a aplicar en el área de estudio.

4. Marco Teórico

4.1. Topografía

Tradicionalmente *“La topografía se define como la ciencia utilizada, para determinar la posición relativa de los elementos en la tierra y la representación de un plano sobre una porción de la superficie terrestre”*. (Rincón et al. 2017).

Además, según menciona Alcántara (2014), la topografía realiza trazos (replanteos) en el terreno para llevar a cabo diversas obras de ingeniería, basándose en las condiciones del proyecto establecidas en un plano. Por lo tanto, lleva a cabo labores de deslinde, división de tierras, catastro tanto rural como urbano, y realiza levantamientos y trazos en trabajos subterráneos.

La forma de medición más utilizada en topografía es la nivelación directa, ya que durante este proceso se miden distancias y ángulos utilizando instrumentos de nivelación directa, como los teodolitos y gracias a estas medidas recogidas en campo se realizan los mapas topográficos, que describen la relación espacial entre las características físicas, como las curvas de nivel y los símbolos hidrográficos. (Gallardo, 2018).

Por último, *“la topografía no toma en cuenta ni la curvatura de la Tierra, ni la desviación de la vertical, ni la convergencia de los meridianos”*. (Nuñez, 2013).



Figura 1. Levantamiento Topográfico con estación total
Nota. Obtenido de (Nuñez, 2013)

4.1.1. Clasificación de la topografía

Para desarrollar la topografía de la mejor manera, se divide en tres partes:

- **Planimetría**

Para Irazoqui (2017), es aquella parte de la topografía que estudia los procesos y métodos que tienden a obtener la proporción de terreno sobre una superficie plana, independientemente de su ubicación; solo se tiene en cuenta la proyección del suelo en el plano horizontal.

- **Altimetría**

Según menciona Gaitan (2012), la altimetría *“Es la encargada de representar gráficamente las diferentes elevaciones de puntos de la superficie terrestre con respecto a un punto de referencia”*.

- **Taquimetría**

Esta es una forma de medir distancias sin utilizar cinta métrica, utilizando el equipo óptico del teodolito para medir líneas horizontales y verticales. El método taquimétrico está diseñado para lugares donde es difícil medir la distancia directamente, como lugares donde hay agua, lugares donde hay montañas o lugares donde el trabajo de campo es complejo. (Cabrera, 2020).

Otro concepto relacionado a la taquimetría es la que señala Romero (2021), en donde, *“La taquimetría es la que realiza la altimetría y planimetría simultáneas, es decir la localización de los puntos del terreno en tres dimensiones”*.

4.1.2. Levantamiento topográfico

De acuerdo a Rincón et al (2017), el levantamiento topográfico se define como *“Un conjunto de operaciones destinadas a determinar la ubicación de puntos en el espacio y su representación en un plano”*.

Este proceso incluye:

- Seleccionar el método de levantamiento.
- Seleccionar los equipos necesarios.
- Consultar y encontrar posibles sitios de soporte.
- Tomar medidas correctas del sitio.
- Calcular y procesar datos.
- Ejecución de planos.

4.1.3. Clasificación de los levantamientos topográficos

- **Levantamientos de terrenos en general:**

Tiene como finalidad determinar los límites o encontrar el área, medir y dividir el área, encontrar el terreno o realizar estudios de proyecto en un plano general, estudios previos y su relación con la Arquitectura (Rincón et al. 2017, p. 3).

- **Topografía para vías de comunicación**

Estudia y construye carreteras, ferrocarriles, canales, líneas de transmisión y tuberías de agua, entre otras cosas (Rincón et al. 2017, p. 3).

- **Topografía de minas**

El objetivo es determinar y monitorear la ubicación subterránea y áreas de trabajo superficiales (Rincón et al. 2017, p. 3).

- **Levantamientos catastrales**

Generalmente se trata de estudios urbanos o rurales que se realizan para determinar el área (agrícola, minera, acuícola, etc.) y estructura del bien, y comprender su contenido, superficie, costo, propiedad y política de transmisión. El objetivo es que el Estado recaude impuestos (Rincón et al. 2017, p. 3).

- **Levantamientos hidrográficos**

Implican el uso de herramientas topográficas clásicas y herramientas electrónicas para determinar el área y la diferencia de profundidad (batimetría) de playas, océanos, lagos, embalses y otras masas de agua y estructuras (Rincón et al. 2017, p. 4).

- **Levantamientos de ingeniería**

Incluye los estudios topográficos requeridos antes, durante y después de la finalización del proyecto de ingeniería. El mapa superior obtenido de la entrevista proporciona la distribución del terreno y el concepto preliminar del proyecto de ingeniería, es el material más adecuado y suficiente para que los ingenieros comiencen a transformar el proyecto en un plano (Rincón et al. 2017, p. 4).

- **Levantamientos aéreos**

Se suele realizar mediante la toma de fotografías desde un avión o dron y se utiliza como un elemento muy importante para todo tipo de investigaciones. La fotogrametría es particularmente útil para examinar estas actividades (Rincón et al. 2017, p. 4).

4.1.4. Etapas de un levantamiento topográfico

Es importante señalar que las etapas de un levantamiento topográfico se correlacionan de la forma siguiente:

4.1.4.1. Planificación del estudio

Una vez seleccionado el proyecto, se deben de seguir los siguientes pasos:

- **Precisión de la selección**

El propósito del estudio y la escala de la imagen verifican esto. Si la escala del plano de planta no es 1:1000, el valor máximo al que no se permite la medición del área es de 0,5 metros. El equivalente a una curva de nivel en ingeniería mayor es de 10 m, pero al calcular la cantidad de terreno suele ser de 1 m. Reducir a 50 cm. Para crear un canal, la calificación debe ser más precisa que el modelo de ruta (Quispe, 2018).

- **Estudio del control existente**

Para encontrar las coordenadas horizontales y verticales (esquinas geodésicas y BMS) alrededor del levantamiento, es necesario estudiar cuidadosamente la información disponible en el proyecto para determinar su exactitud y exactitud. Estos controles se utilizarán para identificar y monitorear los esfuerzos (Quispe, 2018).

- **Reconocimiento**

Quispe (2018) menciona que luego de revisar los datos, es necesario una excavación subterránea para reparar las señales existentes. También colocar estacas, valores u otros símbolos para trabajos de nivel, triangulación, trazo o polígono. Es importante describir su ubicación con precisión para que puedan ser encontrados fácilmente. Al realizar un levantamiento, primero se realiza un levantamiento completo del área a crear, luego hacer las divisiones necesarias. Se deben elegir alineamientos fáciles de medir y los vértices deben colocarse en lugares agradables, los hitos no se deben ubicar en los campos de cultivo ya que serán destruidos por el paso de los arados. Es importante tener en cuenta que al menos el vértice anterior y posterior deben ser visibles, y es preferible ver el mayor número de vértices posibles para llevar a cabo observaciones de corroboración o control.

- **Elección de instrumentos y métodos**

Depende de las precisiones necesarias para el estudio. Aunque estos instrumentos reducen tiempo, no son económicos. Si una poligonal cerrada tiene una precisión de 10", tendremos que usar un teodolito con una precisión de 20", que debe usarse por lo menos cuatro veces (Quispe, 2018).

- **Elección del método de cálculo**

Quispe (2018) menciona que, se debe determinar el método más efectivo para manejar los datos del campo y las formas de cálculo.

4.1.4.2. Trabajo de campo

Es el conjunto de operaciones realizadas en el terreno que se elevan y se reducen a la media de distancias y ángulos. Se realizan los croquis y observaciones necesarios para aclarar las anotaciones numéricas, y los resultados se anotan en la libreta de campo. Todos los puntos menores del terreno se ubican utilizando puntos y líneas de referencia durante el trabajo fuera de oficina (Quispe, 2018).

4.1.4.3. Trabajo de oficina

Es el conjunto de operaciones que consisten en el cálculo de la libreta de campo y la ejecución de planos a escala, perfiles, secciones transversales y otros. Debido a las grandes diferencias entre puestos y lugares de trabajo, muchas veces se recomienda tener empleados diferentes para cada puesto y lugar de trabajo (Quispe, 2018).

4.1.4.4. Mantenimiento y reparación de equipos

La exactitud de los instrumentos es fundamental para los trabajos de campo, por lo que es importante cuidarlos, comprobarlos y ajustarlos periódicamente. Es recomendable comprobar los instrumentos cada vez que se inicia un trabajo (Quispe, 2018).

4.2. Geología

Como afirma Iriondo (2006), en su libro denominado *Introducción a la Geología*, se define como *“El campo de las Ciencias Naturales que estudia la historia, composición, estructura y proceso de la Tierra, más específicamente de las rocas que constituyen nuestro planeta desde la superficie hasta 100 o 200 km de profundidad”*.

La percepción de que la geología es una ciencia que se practica en el mundo exterior, es acertada. Las observaciones y los experimentos en el campo son una parte importante de la geología. Pero la geología también se estudia en laboratorio, donde se pueden comprender muchos procesos fundamentales mediante el estudio de diferentes materiales terrestres. Con frecuencia, la geología requiere una comprensión y aplicación de los conocimientos y principios de las áreas de física, química y biología (Tarbuck y Lutgens, 2005).

La investigación geológica requiere el mayor laboratorio del mundo: la propia Tierra. Para adentrarse en el mundo de la geología es necesario alejarse de las ciudades y apreciar este lugar donde la naturaleza aún conserva cuidadosamente sus secretos. (López, 2017).

4.2.1. Geología regional

El objetivo de la geología regional es reconstruir la historia de una región mediante la integración de múltiples disciplinas geológicas a gran escala. Cada región tiene límites

definidos por límites geológicamente significativos y la ocurrencia de procesos geológicos. El empuje principal, límite o cambio de facies de un orógeno en depósitos sedimentarios, son algunos ejemplos de límites geológicamente significativos (Guamán, 2021).

4.2.2. Geología local

La geología local implica un análisis minucioso de las diversas formaciones y sus variedades de rocas que se pueden encontrar durante un estudio de campo. En este campo, se puede validar la información obtenida mediante la geología regional, que se representa en mapas geológicos. Si no se encuentran afloramientos en la zona de estudio, se recomienda la creación de calicatas que permitan definir la geología local existente en la zona de estudio (Guamán, 2021).

4.2.3. Clasificación general de las rocas

4.2.3.1. Rocas ígneas

Las rocas ígneas se forman por el enfriamiento y solidificación del material fundido (magma) en el interior de la Tierra. Según el proceso de formación se dividen en dos como rocas intrusivas o rocas ígneas plutónicas y rocas eruptivas o rocas ígneas volcánicas: Las rocas intrusivas o rocas ígneas plutónicas son rocas magmáticas que se forman juntas en la corteza terrestre bajo presión que no permite que los gases escapen. Las rocas de efusión o rocas ígneas volcánicas se forman por el magma que fluye hacia la superficie terrestre desde áreas débiles o por la erupción de volcanes. (Orozco, et ál, 2014).

4.2.3.2. Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias pueden formarse por deposición de sedimentos y granos formados por la erosión de otras rocas, como las ígneas, metamórficas u otras rocas sedimentarias, o por deposición de materiales de origen biológico o por precipitación de sustancias químicas o bioquímica o una combinación de todos los anteriores (Orozco, et ál, 2014).

4.2.3.3. Rocas metamórficas

Las rocas metamórficas son rocas que experimentan cambios de elevación y temperatura, generalmente a mayores profundidades que en la superficie de la Tierra, y cuyos productos cambian mineralógica y estructuralmente debido a diferentes condiciones físicas y cambios de medicación que provocan cambios en la presión y la temperatura. (Orozco, et ál, 2014).

4.2.4. *Generación de las rocas sedimentarias*

El origen y la formación de las rocas sedimentarias están determinados por la meteorización de materiales que pueden ser arrastrados, rodados, transportados o transportados en líquidos (vigas, productos químicos o flotadores). Las rocas obtenidas de productos que mantienen su integridad física durante el transporte son rocas como gravas, arenas y las rocas formadas por la precipitación de sustancias en solución, que son rocas de origen fisicoquímico. por ejemplo, carbonatos, evaporitas, sales de hierro y fosfatos (Duque, 2020, p. 171).

Los productos de degradación y descomposición son transportados por el agua, los glaciares o el viento y depositados en las zonas de acumulación. Los procesos de litificación y diagénesis, que consisten en la compactación y cementación de material suelto, llevan a la transformación de estos depósitos en roca.

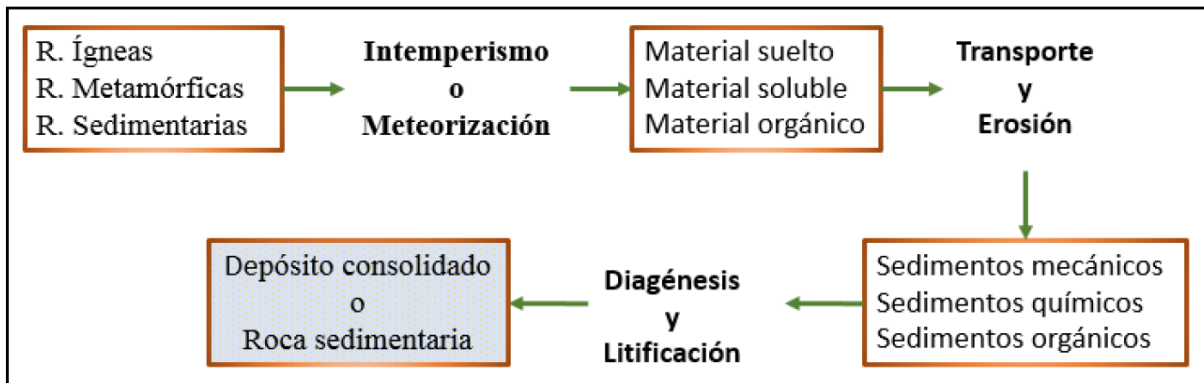


Figura 2. *Proceso de formación de las rocas sedimentarias.*

Nota. Obtenido de (Duque, 2020).

4.2.5. *Clasificación de las rocas sedimentarias*

Según el autor Duque (2020), las rocas sedimentarias las cataloga en función de su origen mecánico, químico u orgánico. Los agentes como el agua, el viento y el hielo contribuyen a la formación de depósitos y rocas en el origen mecánico.

Tabla 1. *Distribución de las rocas sedimentarias según el principio mecánico.*

Origen	Agente	Depósito	Roca
Mecánico	Agua	Canto rodado Guijarro Arena Limo Arcilla	Conglomerados Brechas Areniscas Limolitas, lodolitas Arcillolitas, lutitas
	Viento	Médanos o dunas Loess (Limo)	Areniscas Limolitas

	Hielo	Till (peñascos en una matriz fina)	Morrenas y otras tillitas (peñascos en una matriz fina pero consolidados)
--	-------	------------------------------------	---

Nota. Obtenido de (Duque, 2020).

Según Duque (2020) la clasificación según el origen químico y orgánico depende de la naturaleza del depósito, que se consolida como sedimentos por fenómenos de compactación (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de las rocas sedimentarias según el origen químico y orgánico.

Origen	Naturaleza	Sedimento consolidado
Químico	Calcárea	Caliza, dolomía, travertino
	Calcárea – arcillosa	Marga
	Silicosa	Pedernal, geiserita
	Salina (evaporitas)	Sal, yeso, bórax
Orgánico	Carbonosa (% de C libre)	Turba C<50%: carbón compresible y de formación reciente.
		Lignito C ≈ 50%: carbón de formación Intermedia.

Nota. Obtenido de (Duque, 2020).

4.2.6. Tipos de depósitos sedimentarios

- **Depósitos coluviales**

Los sedimentos coluviales se encuentran en climas áridos y secos; tienen apariencia de cono o de pequeño abanico, y su espesor no es importante ya que corresponden a acumulaciones locales sin ser muy transportadas. En algunos casos pueden formarse sobre terrazas aluviales y tener apariencia de rocas. (Ayala, 2015).



Figura 3. Depósitos coluviales.

Nota. Obtenido de (Ayala, 2015).

- **Depósitos aluviales**

A diferencia de los depósitos coluviales, los depósitos aluviales son más gruesos y forman más terrazas, especialmente en los bordes de los valles aluviales. Los depósitos

aluviales se encuentran principalmente en cañones y grandes superficies terrestres. A veces, las terrazas aluviales se presentan con clastos bien estratificados y mal clasificados que varían en tamaño desde grava y gránulos hasta arena gruesa (Ayala, 2015).

Debido a su alto contenido en materiales finos, los materiales presentes en este tipo de depósito tienen una cohesión elevada, lo que los hace útiles para producir áridos de alta calidad, mediante lavado que separa la fracción arcillosa, cabe mencionar que también pueden ocupar grandes extensiones (Explora Geología, 2010).



Figura 4. *Depósitos aluviales.*
Nota. Obtenido de (Ayala, 2015).

- **Depósitos fluviales**

Los sedimentos fluviales se encuentran en terrazas de las montañas o a lo largo de las costas. Sin embargo, su textura es muy diferente a las anteriores. Debido a que los clastos son iguales, largos y muy superpuestos, la matriz puede ser arenosa o arcillosa, dependiendo de las condiciones hidrológicas y climáticas en las que se encuentre (Ayala, 2015).



Figura 5. *Depósitos fluviales.*
Nota. Obtenido de (Ayala, 2015).

- **Depósitos eólicos**

Son depósitos de arena fina seleccionados que pueden formar depósitos extensos. En la fabricación de hormigón, se utilizan con frecuencia como complemento de otros áridos más gruesos debido a su campo de uso limitado (Ayala, 2015).



Figura 6. *Depósitos eólicos.*
Nota. Obtenido de (Ayala, 2015).

- **Depósitos glaciares**

Son rocas, arena y arcilla que se pueden encontrar en muchos lugares debido a la nieve y el clima seco. Su formación se ve afectada directamente por la erosión erosiva de la superficie terrestre, lo que hace que los glaciares de la región transporten y absorban sedimentos. Si bien estos sedimentos comparten algunas características con los sedimentos aluviales del área estratigráfica, su morfología es bastante diferente y sus ríos fluyen desde largas colinas en las partes bajas de las montañas y se encuentran en lagunas glaciares (Ayala, 2015).



Figura 7. *Depósitos glaciares.*
Nota. Obtenido de (Ayala, 2015).

- **Otros depósitos**

Su explotación es menos común debido al nivel de complejidad factor económico, como las plataformas costeras antiguas y los cordones litorales actualmente sumergidos, o porque son

materiales poco selectos, como los depósitos glacio fluviales y brechas de falla que, demuestran un rendimiento menor (Explora Geología, 2010).

4.2.7. Terrazas aluviales

Las terrazas aluviales son pequeñas manchas de terreno con composición sedimentaria o elevación formadas por la deposición de sedimentos en el valle del río donde la pendiente del terreno disminuye en el cauce del río. Por tanto, reduce la capacidad de transporte de sedimentos (Guerrero, 2011).

El río atraviesa muchas capas de suelo, lo que hace que el agua fluya en diferentes lugares a medida que fluye cuesta abajo y a través de diferentes escalones en el suelo. Esto puede introducir sedimentos. En este caso, la base de la roca rápidamente forma un terreno escalonado a medida que fluye el río. En los lugares donde se forman aluviones, las rocas no se separan de la superficie y forman terrazas en forma de cajas. Las terrazas poligénicas son diferentes tipos de terrazas que exhiben una pendiente continua en lugar de escalones. Las terrazas poligénicas se forman a medida que la erosión elimina gradualmente los escalones (Guerrero, 2011).

Como lo menciona Guerrero (2011), las terrazas generalmente se forman cuando suceden diferentes factores como:

- Demostración de lluvias regulares y alternadas.
- Desiguales condiciones climáticas que han aumentado o disminuido la presencia de vegetación, aumentando así el potencial de erosión del suelo.
- Cambios en el aumento del nivel del mar.
- El movimiento de las placas tectónicas provoca cambios en la elevación del terreno.

4.2.7.1. Llanura de inundación

Se denominan llanuras aluviales o llanuras aluviales a todos los terrenos cercanos al río y que tienen un carácter ondulado o ligeramente ondulado. También ocurre en áreas cercanas a arroyos o lagos similares. Este término se utiliza específicamente para referirse a terrenos que tienen características que los hacen más susceptibles a inundaciones que otros tipos de terreno. Las llanuras aluviales pueden ocurrir naturalmente (llanuras de agua) o pueden ser causadas por actividades humanas (Guerrero, 2011).

Las llanuras aluviales resultan de la acumulación de sedimentos transportados por ríos o arroyos en determinadas condiciones. Al mismo tiempo, el transporte y los sedimentos crean

laderas de suave pendiente que pueden ser gran parte de tierra agrícola. A menudo estas áreas se convierten en centros comerciales con ecosistemas diversos y ricos (Guerrero, 2011).

Así como los nombra Guerrero (2011), los terrenos que son inundables debido al accionar natural suelen presentar las siguientes características especiales, según:

- Abanicos aluviales o conos de deyección.
- Accidentes geográficos tipo deltas fluviales.
- Planicies aluviales.
- Llanuras costeras que suelen inundarse cuando hay mareas altas.
- Depresiones en terrenos en niveles inferiores al mar donde hay agua del mar o aguas dulces de ríos cercanos.

4.3. Minería

El proceso de extraer, explotar y utilizar minerales de la tierra con fines comerciales se llama minería. Es el uso de tecnología, investigación y actividades relacionadas con el descubrimiento y extracción de minerales (Banco Central del Ecuador, 2017, p. 1).

Para Numpaque (2015), *“la minería es la actividad económica primaria que se encarga de la prospección, exploración y explotación de los minerales de la corteza terrestre”*.

4.3.1. Categorías de explotación minera

4.3.1.1. Minería Subterránea

Se trabaja en el interior de la tierra sobre líneas verticales u horizontales. El mineral se extrae a través de pozos y los niveles de agua suelen establecerse a intervalos de 50 metros o más. También se trabaja con múltiples accesos a diferentes alturas o rampas de acceso que conectan diferentes plantas (Banco Central del Ecuador, 2017, p. 2).

4.3.1.2. Minería Superficial

Se forma en terrenos que se han ido separando gradualmente de capas o terrazas anteriores de la superficie terrestre. Este tipo de minería se utiliza en zonas mineras en bruto (Banco Central del Ecuador, 2017, p. 2).

4.3.1.3. Minería de Río o Aluvial

Estos incluyen actividades mineras y mineras en bancos o canales; el método de minería aluvial también se utiliza para extraer minerales y materiales de las zonas de trabajo que forman pequeñas plataformas sedimentarias o plataformas formadas en el valle por los propios sedimentos del río (Banco Central del Ecuador, 2017, p. 2).

4.3.1.4. Minería de Carbón o por Paredones

Este es un método para extraer carbón en finas franjas verticales que se cortan mecánicamente a lo largo de superficies o paredes planas (Banco Central del Ecuador, 2017, p. 2).

4.3.1.5. Minería de pozos de perforación

Se refiere a cualquier sitio de perforación diseñado con el propósito de encontrar y extraer petróleo, gas natural e hidrocarburos gaseosos (Banco Central del Ecuador, 2017, p. 2).

4.3.1.6. Minería submarina o dragado

Permite el acceso al mar a equipos sumergidos mediante dragas en embarcaciones especiales preparadas para extraer los materiales del fondo del mar o agua (Banco Central del Ecuador, 2017, p. 2).

4.3.2. Graveras

La arena y rocas encontradas en las terrazas de los ríos y en los sedimentos de los valles fueron extraídas debido a las necesidades económicas de material detrítico. Al no existir pegamento entre la arena y la roca, el primer trabajo se realiza directamente con equipos mecánicos. La mayoría de las veces, las explotaciones se llevan a cabo en un solo banco, con una profundidad más baja (Herrera, 2006).



Figura 8. Gravera.

Nota. Vista de una gravera en producción. Obtenido de (Herrera, 2006).

4.4. Cálculo de reservas (Cubicación)

La etapa de cálculo del volumen debe finalizar después de seleccionar el tipo y la distribución de los áridos en un depósito; se pueden determinar estos volúmenes utilizando una variedad de técnicas. Las características geométricas del objeto a cubicar determinan el uso de uno u otro método. Para determinar el volumen de agregados encontrados en la región u zona,

basta multiplicar el espesor promedio de la capa de áridos por el área que ocupa. Si el espesor es variable, se pueden utilizar varios métodos de evaluación.

La capacidad de deposición y la capacidad de arrastre del río determinan principalmente los volúmenes de extracción de materiales de arrastre; a veces, los volúmenes de extracción son más altos que los volúmenes de deposición de materiales de arrastre similares. El clima también tiene un impacto, ya que, durante el invierno, la capacidad de arrastre del río es alta, mientras que, durante el verano, el nivel disminuye. La morfología del río puede verse gravemente afectada si la capacidad de extracción supera la capacidad de deposición. De acuerdo con ello, el volumen de extracción debe ser menor que el de deposición para que la extracción no afecte de manera directa al río y las reservas de material puedan atribuirse al trabajo concluido (Gárate, 2016).

Es importante que la estimación de reservas ayude a que la minería sea eficiente y productiva; También es útil en la planificación y desarrollo de la unidad porque ayuda a evaluar nuevos proyectos, presupuestar los costos de producción y controlar las pérdidas (Meza, 2017).

4.5. Áridos y pétreos

La morfología del río puede verse gravemente afectada si la capacidad de extracción supera la capacidad de deposición. Por lo tanto, el volumen de extracción debe ser menor que el volumen de deposición para que la explotación no afecte directamente al río y las reservas de material puedan atribuir el trabajo realizado (Bañón y Beviá, 2000).

Según Bustillo y López (1997), los materiales minerales y sólidos inertes, como los áridos y los pétreos, se utilizan para producir productos artificiales resistentes con granulometrías adecuadas. Se combinan con ligantes bituminosos o materiales aglomerantes de activación hidráulica como cales y cementos.

4.5.1. Clasificación de los áridos y pétreos

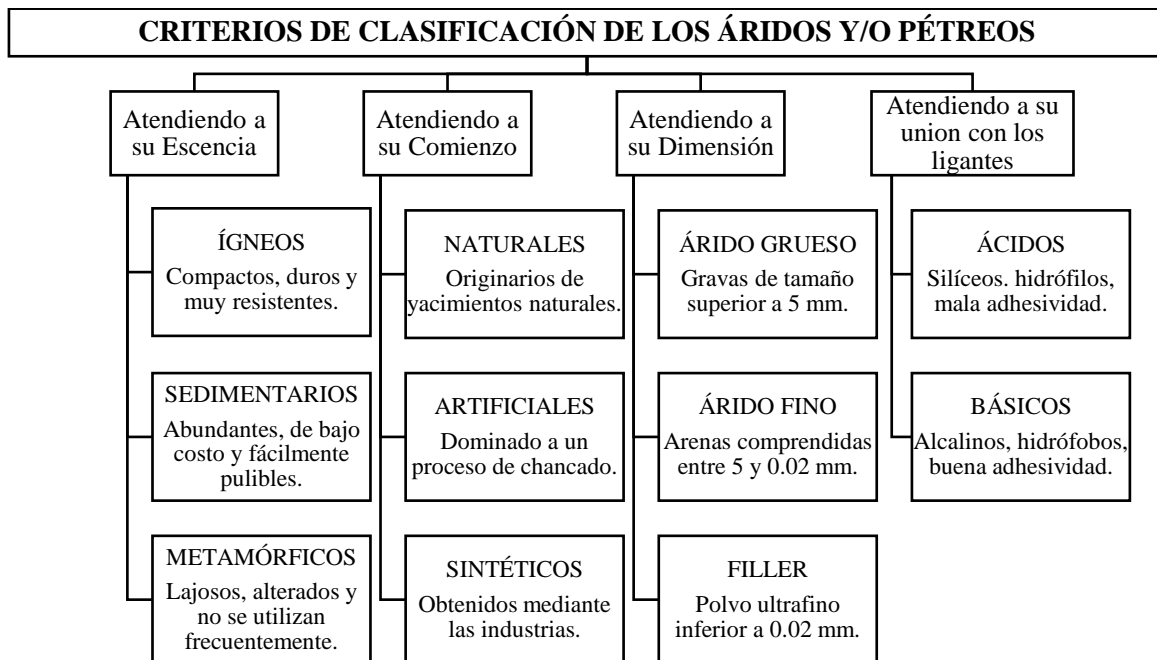


Figura 9. Criterios de clasificación de los áridos y pétreos.

Nota. Tomado de (Alarcón, 2016).

4.5.2. Parámetros de explotación de depósitos de áridos y pétreos

4.5.2.1. Parámetros geométricos

El modelo geológico de la zona de explotación del área minera, que contiene toda la información sobre la forma y dimensiones con suficiente precisión, es el elemento principal para determinar el sistema de explotación de los materiales de construcción. En ocasiones, un estudio geológico detallado es suficiente para determinar estos parámetros en áreas con poca cobertura vegetal, pero no en áreas con abundante vegetación, ya que se requieren métodos adicionales como la geofísica y la perforación para definir el modelo (Herrera, 2007).

4.5.2.2. Parámetros hidrogeológicos

Tienen como objetivo determinar la posición del nivel freático, las aguas de infiltración y la causa del río, lo que se convierte en uno de los condicionantes de la explotación porque mantener un bombeo continuo del banco de explotación puede resultar en un aumento significativo de los costos operativos (Herrera, 2007).

4.5.2.3. Parámetros del material desmontable

Debido a los requisitos de calidad, constituyen el factor más influyente en la cantidad de beneficio que puede tener un depósito de cara a su explotabilidad, así como en la calidad del material vendible. Las características y el comportamiento de varios materiales elaborados con áridos, como el hormigón, varían según sus proporciones y las características individuales de

cada uno de sus componentes. Tal y como lo menciona Herrera (2007), las características específicas de los áridos (composición mineral, grado de cambio, textura, forma, tamaño, propiedades del hormigón de cemento, porosidad, permeabilidad, absorción y retención de agua, etc.) y del proceso de producción del material (granularidad, forma, limpieza), etc.

4.5.2.4. Parámetros ambientales

La implementación y desarrollo de un proyecto de explotación requiere abordar un conjunto cada vez más amplio y complejo de factores ambientales, los cuales deben ser comprendidos y medidos a través de un estudio ambiental fundamental. Las iniciativas de este tipo no solo son una herramienta fundamental para una gestión ambiental adecuada, sino que también son consideradas en la actualidad como herramientas de competitividad (Herrera, 2007).

4.5.3. Sistemas de explotación para graveras

La extracción de materiales detríticos como arenas y gravas se realiza directamente con equipos mecánicos debido a su baja cohesión en los depósitos de valle y terrazas de ríos. Según ANEFA (2009), la Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos de España, existen los siguientes sistemas de explotación:

4.5.3.1. Explotaciones secas

Utiliza banqueos ascendentes o descendientes para excavar en tres dimensiones hasta llegar al fondo o lecho del depósito de arenas y gravas. Dependiendo de la profundidad, la presentación se puede realizar en un escenario frontal o en un escenario donde se utiliza más de un asiento. Las máquinas se utilizan en toda minería a cielo abierto y se utilizan para arranque, carga y descarga. Este tipo de minería suele realizarse en terrazas altas de depósitos acuáticos y tiene las ventajas de una fácil visibilidad del material extraído y un mejor funcionamiento de los equipos mineros (ANEFA, 2009).

4.5.3.2. Explotaciones bajo lámina de agua

Las graveras suelen explotarse por completo o parcialmente bajo una capa de agua cuando el nivel freático está muy cerca de la superficie o a una cierta profundidad cuando el paquete productivo es de gran potencia. El enfoque utilizado es comparable al del grupo anterior, pero en la mayoría de los casos se utiliza un solo banco, con una altura igual a la profundidad del hueco inundado. La extracción mixta solo se utiliza cuando la parte superior del depósito está seca, y se pueden usar diferentes equipos en cada área (ANEFA, 2009).

Cuando se opera en condiciones secas, generalmente se requieren equipos diferentes como dragalinas, excavadoras o cucharas de arrastre.

4.5.3.3. Explotaciones con rebajamiento del nivel freático

Básicamente se trata de un sistema de bombeo alrededor de la mina, se basa en bajar el nivel del agua debido a la mala red de zanjas o cortinas de agua excavadas debajo de las bombas. En otras palabras, se necesitan una serie de bombas para mantener el nivel del agua a la presión deseada (ANEFA, 2009).

4.5.3.4. Extracción por diques transversales

Según Manrique (2008), un método para la explotación por diques transversales es la extracción de material de arrastre que emplea los mínimos recursos económicos, de esta manera proporciona una mejor producción y siempre busca beneficios ambientales.

Las principales ventajas del método de explotación por diques transversales incluyen:

- Aumenta la producción del material arrastrado liberado por el agua.
- Una disminución significativa en los costos asociados con la extracción del material.
- Reducir los efectos ambientales en el lecho y la orilla del río.

Hay tres categorías de diques transversales que se diseñan según el caudal del río:

- El caudal de estiaje, también conocido como caudal mínimo, proviene de periodos prolongados de sequía y fluye a través de un canal conocido como canal de estiaje.
- El caudal normal, también conocido como caudal medio, se refiere a las condiciones climáticas de la cuenca y tiene la capacidad de experimentar crecidas regulares y periódicas.
- El caudal extraordinario, es un río que se extiende por el antiguo cauce de inundación y sobre la llanura aluvial.

Existe una clase diferente de dique para cada uno de estos flujos, que varía en función de su materia prima. Los diques también se construyen perpendiculares a la corriente del río con una línea de rocas de gran tamaño, cajones de madera o bloques de concreto (Manrique, 2008).

4.5.4. Operaciones básicas de extracción de áridos y pétreos

4.5.4.1. Labores de preparación

Para dejar al descubierto los materiales que se pueden explotar, tiene como objetivo eliminar los materiales de recubrimiento, como la cubierta vegetal, el perfil de meteorización y otros materiales estériles. En algunos casos, la retirada de pequeños volúmenes de tierra mediante excavadora y camiones es suficiente, pero en otros, la planificación de la tarea para

grandes volúmenes de recubrimiento es necesaria para optimizar el costo (Guaman, 2010, p. 68).

4.5.4.2. Arranque

Es el proceso mediante el cual los materiales se separan del terreno del que forman parte. Cuando se lleva a cabo bajo lámina de agua, puede llevarse a cabo directamente utilizando equipos excavadores adecuados (retroexcavadoras, mototraíllas, bulldozeres o dragas), o puede llevarse a cabo utilizando explosivos en caso de que el macizo rocoso impida el arranque directo. Las etapas de perforación y voladura componen el arranque de explosivos. Después de la voladura, estas perforaciones se llenan con el explosivo que se necesita para fragmentar el grueso rocoso (Guaman, 2010, página 68).

4.5.4.3. Carga

Los materiales en bruto se cargan en equipos de transporte durante este proceso. Dependiendo de la magnitud del trabajo, las retroexcavadoras y las palas cargadoras son las maquinarias más comúnmente utilizadas para realizar esta tarea (Guaman, 2010, p. 69).

4.5.4.4. Transporte y vertido

De manera mayoritaria, se utilizan camiones (Dúmper, doble carro y bañeras) para retirar las materias del área de extracción para llevarlos según el caso al vertedero (estériles), a la planta de transformación o a la obra de manera directa (productos en bruto). También se utilizan Mototraílla, que efectúan todo el proceso de arranque, transporte, vertido, y cintas transportadoras (Guaman, 2010, p. 69).

4.5.4.5. Clasificación

Es un proceso mecánico en el que los materiales se separan según su forma y tamaño y se colocan sobre una superficie con orificios que permiten el paso de los gránulos de menor tamaño mientras que los gránulos de mayor tamaño quedan retenidos y separados. Este proceso se lo realiza mediante la utilización de equipos y maquinarias como cribas estáticas, vibratorias y clasificadoras en espiral.

4.5.4.6. Stockeado

Es un proceso secuencial y final en el que los materiales se almacenan de acuerdo con sus características de forma y tamaño en lugares predeterminados para facilitar su comercialización y evitar obstáculos.

4.6. Marco legal

4.6.1. *Constitución de la República del Ecuador*

El artículo 264 establece que los gobiernos municipales tienen competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que determine la ley:

- a) Para regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural, en coordinación con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, planificar el desarrollo cantonal y elaborar los planes de ordenamiento territorial correspondientes.
- b) Ordenar, permitir y supervisar la extracción de materiales pétreos y áridos en los lechos de ríos, lagos, playas de mar y canteras.

El artículo 313 establece que el Estado tiene la facultad de administrar, regular, controlar y administrar los sectores estratégicos de acuerdo con los principios de eficiencia, precaución, prevención y sostenibilidad ambiental. Los sectores que tienen una gran influencia en la economía, la sociedad, la política o el medio ambiente son estratégicos y de decisión y control exclusivo del Estado, y deben enfocarse en el desarrollo completo de los derechos y el interés social. Diversas formas de energía, comunicaciones, energías no renovables, transporte y extracción de hidrocarburos, biodiversidad y patrimonio genético, espectro radioeléctrico, agua, etc. Las decisiones legales se consideran opiniones de la industria.

Por otro lado, en el artículo 317 se establece que los recursos naturales no renovables son propiedad del Estado y son inalienables e imprescriptibles. Para reducir los efectos negativos ambientales, culturales, sociales y económicos, el estado priorizará la responsabilidad intergeneracional, la conservación de la naturaleza, el cobro de regalías u otras contribuciones no tributarias y la participación comercial en su gestión (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

4.6.2. *Código Orgánico del Ambiente*

Art. 2.- La gestión ambiental de los recursos naturales no renovables y todas las actividades productivas reguladas por sus leyes deben seguir las disposiciones del presente Código.

Art. 3.- Fines:

- a) Regular las actividades que generen impacto y daño ambiental, a través de normas y parámetros que promuevan el respeto a la naturaleza, a la diversidad cultural, así como a los derechos de las generaciones presentes y futuras.

- b) Prevenir, minimizar, evitar y controlar los impactos ambientales, así como establecer las medidas de reparación y restauración de los espacios naturales degradados.

Art. 173.- De las obligaciones del operador. - Quienes trabajen en proyectos, negocios y actividades públicas, privadas o mixtas deberán proteger, prevenir, reducir y, de ser posible, eliminar los impactos y riesgos ambientales que puedan surgir de sus actividades. En caso de cualquier impacto ambiental, el operador deberá realizar todas las operaciones de rescate necesarias en el sitio (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

4.6.3. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización

Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal. - Los municipios autónomos y descentralizados tendrán los siguientes derechos especiales, sin perjuicio de otras facultades que establezca la ley.

- a) Para regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural, en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad, se debe planificar el desarrollo cantonal junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, y elaborar los planes de ordenamiento territorial correspondientes.
- b) Ordenar, permitir y supervisar la extracción de materiales pétreos y áridos en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras (COOTAD, 2010).

4.6.4. Ley de Minería

Art. 25.- De las áreas protegidas. - Está prohibido el uso de recursos no renovables en áreas protegidas. En casos especiales, según el artículo 407 de la Constitución de la República del Ecuador, estos recursos podrán utilizarse previa solicitud propia del presidente y previa su publicación por la Asamblea Nacional en asuntos de interés nacional.

Art. 26.- Actos Administrativos Previos. - Se aprueba y entra en vigor la ordenación para la realización de las actividades mineras con la aprobación previa de las autoridades y organismos necesarios (según sea el caso):

- a) En todos los casos, los estudios de impacto ambiental y los informes de protección ambiental deberán ser aprobados por el Ministerio del Ambiente.
- b) Un derecho de agua para cada fuente hídrica. Como un lago, estanque, río o lago o área adyacente utilizada para consumo humano o suministro de agua según la Ley de Gestión del Agua. La anterior administración deberá cumplir con lo dispuesto en la Constitución de la República del Ecuador en cuanto a la decisión principal en materia de adquisición de derechos de agua.

Art. 138.- Pequeña Minería. - Por la ubicación del contrato, volumen de procesamiento y producción, recursos y métodos de trabajo, se considera que la pequeña minería tiene:

- a) Mejora de la extracción y/o procesamiento de hasta 300 toneladas por día.
- b) La capacidad de producción incluye la extracción de hasta 800 metros cúbicos por día de metales no ferrosos y materiales de construcción.

Art. 142.- Concesiones para materiales de construcción. - El Ministerio Sectorial del Estado tiene la autoridad de conferir concesiones para el uso de arcillas superficiales, arenas, rocas y otros materiales empleados directamente en la industria de la construcción, excepto para los lechos de ríos, lagos, playas de mar y canteras, que serán limitados por el reglamento general de esta ley, que también especificará los materiales de construcción y sus volúmenes de explotación.

Cada Gobierno Municipal, de acuerdo con el artículo 264 de la Constitución actual, tiene la autoridad para regular, autorizar y controlar la explotación de materiales pétreos y áridos que se encuentran en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, de acuerdo con el Reglamento Especial que establecerá los requisitos, limitaciones y procedimientos para ello. El ejercicio de la competencia debe cumplir con los principios, derechos y obligaciones establecidos en las leyes municipales. No impondrán condiciones ni obligaciones distintas a las que se presentan en esta ley y sus reglamentos (Ley de Minería, 2009).

4.6.5. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua

Art. 14.- Cambio de uso del suelo. - El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas y garantizar la mínima afectación y restauración de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014).

4.6.6. Reglamento Ambiental de Actividades Mineras

Art. 72.- Manejo de desechos en general. - En cuanto al manejo de desechos, se seguirá la normativa ambiental vigente, como la colocación final de desechos. La disposición final no controlada de desechos es ilegal. Los sitios de disposición final, como rellenos sanitarios, rellenos sanitarios, sitios de disposición final y sitios de disposición segura, deben cumplir con regulaciones ambientales o, en su defecto, con reconocimiento internacional. Dependiendo del tipo de residuo, estas instalaciones deben contar con sistemas de drenaje

adecuados, manejo de fugas, reparación y mantenimiento de tuberías de agua, entre otras consideraciones (Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, Ministerio Ambiente, 2016).

Art. 98.- Sedimentos. - La explotación de placeres tiene como objetivo evitar la contaminación de los cuerpos de agua por sedimentos excesivos, por lo que se deben considerar sistemas de tratamiento, sedimentación, coagulación y floculación, tanto para la extracción de material de vertido como para el barrido de fondo, de tal manera que no se modifiquen o afecten los canales de los cuerpos de agua, los humedales o las áreas costeras (Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, Ministerio Ambiente, 2016).

Art. 100.- Explotación de materiales de construcción en lechos de ríos, playas fluviales y terrazas. - Rocas, arena, piedras, etc. de cursos de agua, orillas y terrazas. Su extracción deberá cumplir con lo establecido en este reglamento de minería de placeres y captación de agua (Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, Ministerio Ambiente, 2016).

Art. 101.- Mitigación de impactos. - Cuando se utilizan equipos de minería, ya sean materiales metálicos o no metálicos, se debe prestar especial atención a reducir los siguientes efectos: ruido, impacto sobre los recursos terrestres y el suelo, impacto sobre las cuencas hidrográficas, vibraciones y polvo y otras emisiones al aire. Para evitar el impacto sobre los trabajadores, los residentes y los edificios existentes alrededor del sitio de la mina (Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, Ministerio Ambiente, 2016).

4.6.7. Reglamento Especial para la Explotación de Materiales Áridos y Pétreos

El artículo primero establece el propósito del reglamento. El Reglamento Especial tiene como objetivo regular y autorizar la explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, en virtud del artículo 264 de la Constitución de la República de Ecuador.

El artículo 9 establece la competencia de los gobiernos municipales, que permitirán a las personas naturales o jurídicas que sean suscriptores de estos y que estén en pleno ejercicio de sus derechos mineros explotar materiales áridos y pétreos en las riveras de ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras (Reglamento especial para el uso de materiales pétreos y áridos, 2012).

4.6.8. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero

Art. 1.- Ámbito de aplicación. - Las disposiciones de este reglamento se aplican en particular a las etapas de exploración, explotación, extracción, rendimiento, fundición,

refinación y cierre, según lo especificado en los Capítulos 1 y 2 de la Ley de Minería (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero, 2014).

Art. 2.- Objeto. - La presente Ley tiene por objeto establecer normas para la implementación de la Ley Minera para la protección de la seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores en todos los niveles de trabajo, según lo especificado en el artículo 27 del Capítulo 7 de la Ley Minera. De acuerdo con esta política, se darán instrucciones generales respecto de las labores de prevención de riesgos en manejos especiales en teatro, pequeña, mediana y gran minería (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero, 2014).

Art. 36.- Planificación de la explotación. - Los propietarios de minas deben desarrollar planes que tengan en cuenta los riesgos de la minería a cielo abierto y subterránea, estén respaldados por investigaciones y análisis adecuados y estén controlados por las autoridades del área. También necesitan:

- a) Cumplir las normas de seguridad y salud en materia de construcción y obras públicas durante la fase de planificación de la construcción.
- b) Instalar vallas y señales en todas las obras para evitar el ingreso al área de trabajo de personas ajenas a la obra (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero, 2014).

Art. 38.- Diseño de la Explotación. - La planificación de una operación minera debe tener en cuenta las propiedades físicas y materiales de la ingeniería de rocas y suelos, así como los riesgos de lodo y grandes movimientos (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero, 2014).

4.6.9. Ordenanza para la regularización, autorización, control y explotación de materiales áridos y pétreos en el cantón Yantzaza.

Art. 1.- Objeto de la Ordenanza. – La presente ordenanza tiene por objeto:

- a) Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales pétreos y áridos en los lechos de los ríos y canteras dentro de la jurisdicción del cantón, conforme a los planes de desarrollo territorial y de ordenamiento del cantón.
- b) Crear procedimientos para la consulta previa y la supervisión ciudadana.
- c) Participar en la competencia en gestión ambiental de la explotación de materiales áridos y pétreos para prevenir y reducir los impactos ambientales potenciales durante las etapas de la actividad minera de materiales áridos y pétreos.

Se exceptúa de esta ordenanza los minerales metálicos y no metálicos.



Art. 2.- Ámbito de Aplicación. – La legislación actual regula las conexiones de la Municipalidad con entidades públicas, privadas, o mixtas, nacionales o extranjeras, comunitarias y de autogestión. Además, también regula las actividades relacionadas con la minería de materiales áridos y pétreos en las distintas fases de la actividad minera en las canteras y lechos de los ríos de la jurisdicción cantonal.

Art. 3.- Ejercicio de la Competencia. – el GAD de Yantzaza tiene la responsabilidad directa e inmediata de monitorear, permitir y controlar la extracción de materiales para la construcción. Según la normativa vigente, el gobierno cobrará el impuesto municipal por la seguridad y la explotación de canteras en la zona (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Yantzaza, 2017)

5. Metodología

5.1. Descripción general del área de estudio

5.1.1. Ubicación

El área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007, se encuentra ubicado en el sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, perteneciente a la Provincia de Zamora Chinchipe, en las riberas del Río Zamora (Figura 10).

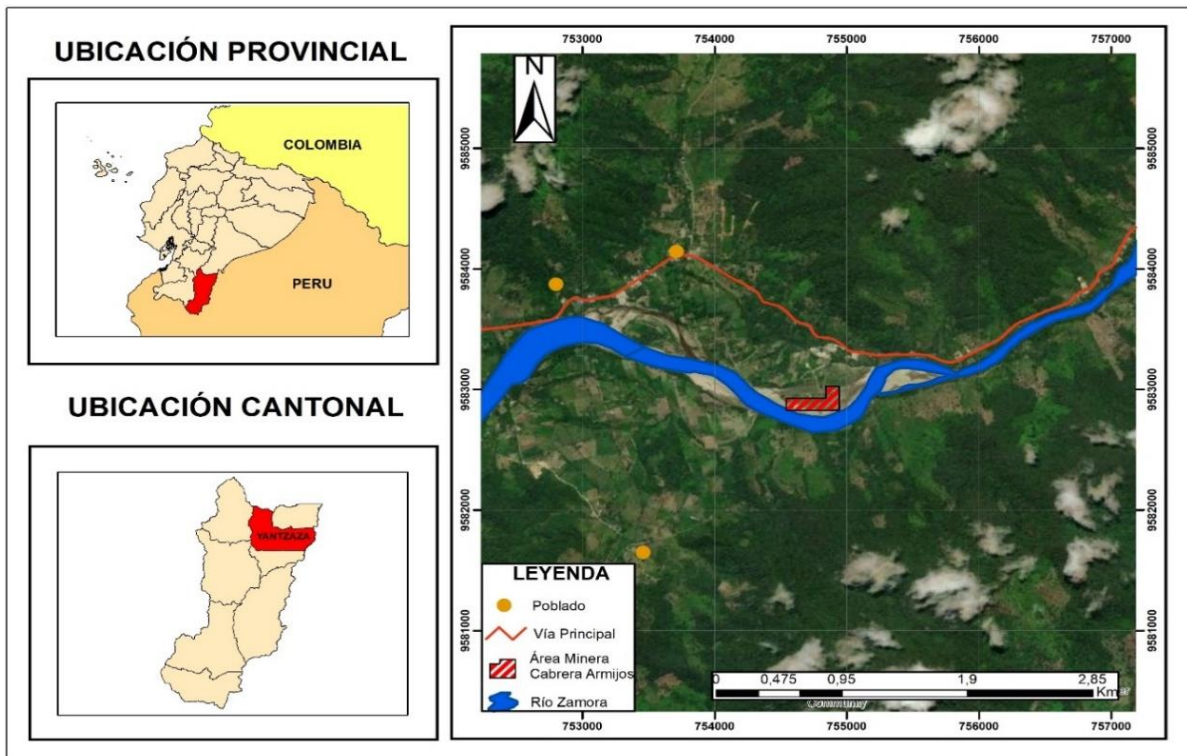


Figura 10. Mapa de ubicación geográfica de la zona de estudio.

En la tabla 3, se detallan las coordenadas geográficas de los vértices de la zona de estudio (UTM WGS84, Zona 17 Sur).

Tabla 3. Coordenadas de los vértices de la zona de estudio.

PUNTOS	DATUM PSAD 56		DATUM WGS84	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
PP	754863	9583006	755114,42	9583371,02
1	754963	9583006	755214,42	9583371,02
2	754963	9582806	755214,42	9583171,02
3	754563	9582806	754814,42	9583171,02
4	754563	9582906	754814,42	9583271,02
5	754863	9582906	755114,42	9583271,02

5.1.2. Acceso

El acceso al área minera se lo puede realizar por la vía de primer orden desde la ciudad de Loja hasta el cantón Zamora, luego desde el cantón Zamora hasta el cantón Yantzaza. Posteriormente, desde el terminal terrestre de Yantzaza siguiendo a una distancia de 11.8 km aproximadamente por la vía de primer orden (Troncal Amazónica) que conduce a la parroquia Los Encuentros hasta llegar a la entrada del área minera. Finalmente, desde la entrada siguiendo un tramo de 500 m en dirección al sur donde se encuentra el río Zamora, se encuentra el frente de explotación, en donde se lleva a cabo la explotación de los materiales de construcción del área minera “Cabrera Armijos”.



Figura 11. Acceso a la zona de estudio.

Nota. Obtenido de Google Earth Pro.

5.1.3. Medio físico

5.1.3.1. Clima

- **Temperatura**

La parroquia Chicaña tiene temperaturas que van desde los 9°C en las zonas más altas hasta 22°C en las zonas más bajas. El 21,60% del área tiene temperaturas entre 19 y 20 °C, mientras que el 4,37% tiene las temperaturas más altas (21 a 22 °C). Noviembre es el mes más caluroso del año, mientras que julio es el mes más frío. La temporada de calor, también conocida como verano, ocurre entre agosto y noviembre y tiene un gran impacto en la actividad económica (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Chicaña, 2020).

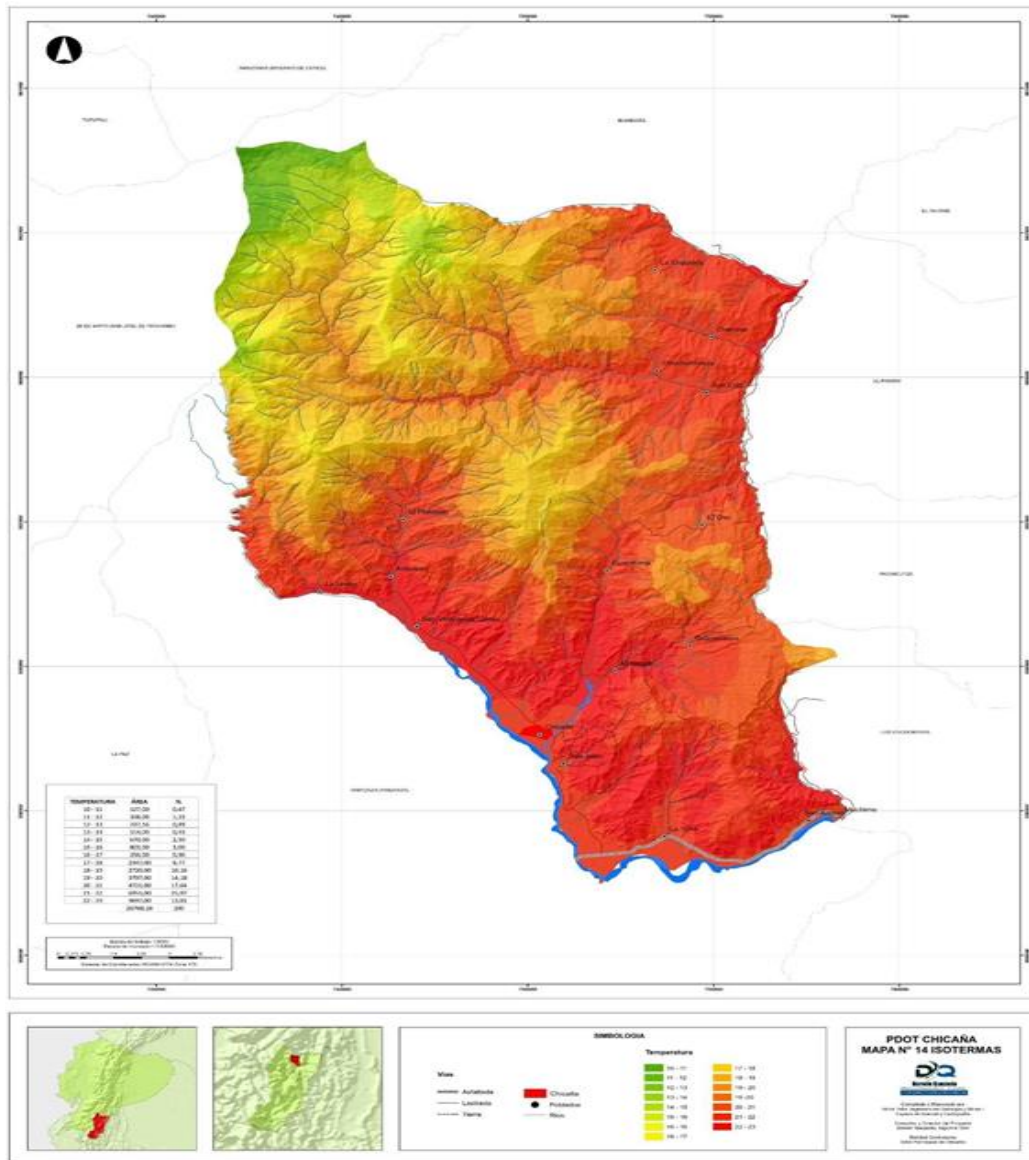


Figura 12. Mapa de isotermas de la parroquia Chicaña.

Nota. Obtenido de (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Chicaña, 2020).

- **Precipitación**

En la parroquia Chicaña, en general, hay precipitaciones que oscilan entre 1800 y 2500 mm durante todo el año. Agosto es el mes más seco, con 128 a 216 mm de precipitación; la temporada invernal comienza de abril a julio. En el 1,99% del territorio se registran las precipitaciones más intensas (entre 2400 y 2500 mm), sin embargo, las áreas que no experimentan precipitaciones (zonas bajas) son más propensas a inundarse durante las intensas lluvias, especialmente las zonas cercanas a los ríos Zamora, Chicaña y la Quebrada Tundayme, que cubren aproximadamente 1717,08 ha de la parroquia (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Chicaña, 2020).

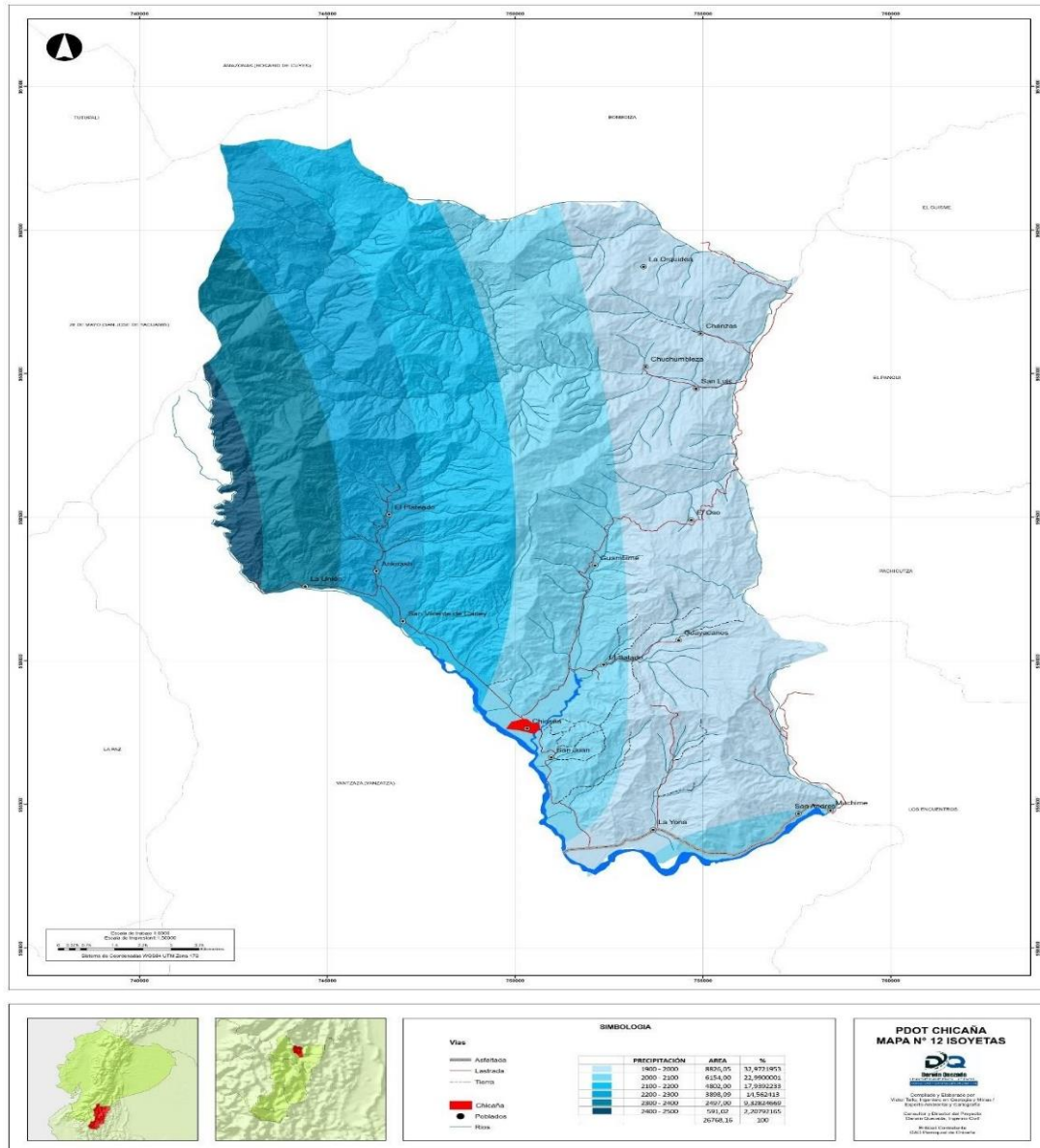


Figura 13. Mapa de isoyetas de la parroquia Chicaña.

Nota. Obtenido de (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Chicaña, 2020).

5.1.3.2. Geomorfología

El 75% del territorio de la parroquia Chicaña está rodeado por montañas. Dichas formaciones se distinguen por tener pendientes que oscilan entre el 25 y el 40%. El relieve montañoso sirve como fuente de los cuerpos hídricos de la parroquia al absorber la humedad del aire y almacenar el agua de las precipitaciones, garantizando la disponibilidad de agua incluso durante el verano. Las montañas también son lugares de gran diversidad biológica, ya que se cultivan numerosas especies vegetales vasculares que sirven como alimento para los animales silvestres e incluso para la población. Además, las montañas tienen una belleza natural

que las hace un lugar atractivo para los turistas tanto dentro como fuera de la parroquia (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Chicaña, 2020)

La zona de estudio se encuentra enmarcada particularmente por unidades geomorfológicas pertenecientes a llanuras de inundación, y también se encuentra conformada por coluvio aluvial antiguo y terrazas bajas.

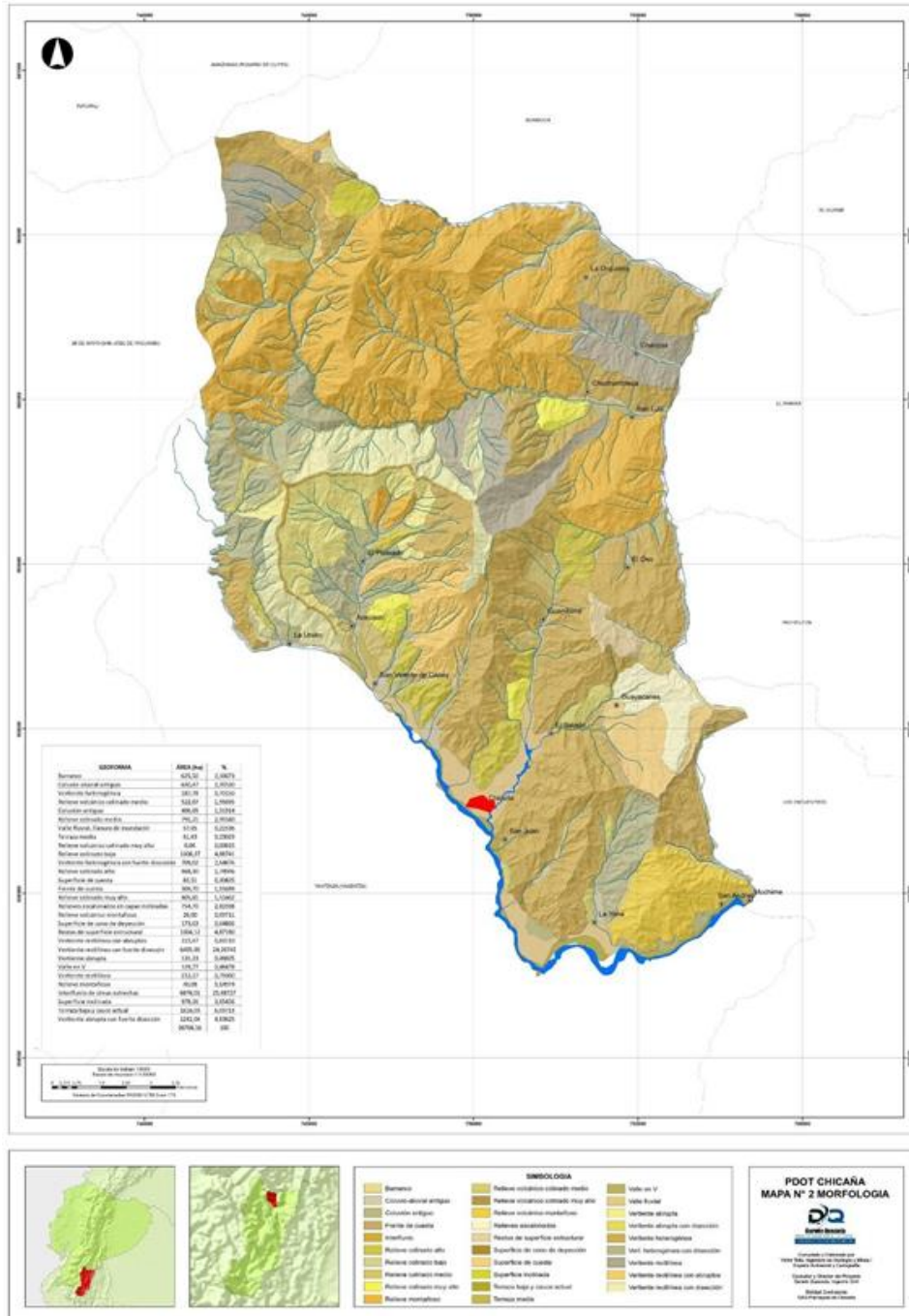


Figura 14. Mapa geomorfológico de la parroquia Chicaña.

Nota. Obtenido de (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Chicaña, 2020).

5.1.3.3. Geología regional

Se tomó y digitalizó una parte de la información de la hoja geológica de Paquisha a escala 1:100000 para el análisis de la geología regional de la zona de estudio, creada por INIGEMM en 2017. En esta hoja geológica, las formaciones geológicas predominantes están relacionadas con su respectiva edad estratigráfica.

Tabla 4. Descripción de la Geología Regional de la zona de estudio.

Unidad/Formación	Descripción
Unidad Nueva Esperanza (J Ne)	Constituido por tobas, ignimbritas y sedimentos volcánicos de diversos tamaños y polilíticos, se pueden encontrar plagioclasas alteradas y cristales rotos de hornblenda en la mineralogía.
Formación Hollín (KH)	Se compone de areniscas de color blanquecino, estratificadas y compuestas de cuarzo. Hay una gran cantidad de granos cementados con sílice como resultado de la alteración hidrotermal y hay poco material ferruginoso en la zona.
Formación Napo (KN)	Compuesto de lutitas calcáreas negras con una textura filítica a pizarrosa en la litología, son físis y a veces se observa la estratificación (Watson y Sinclair, 1927).
Depósitos Aluviales (QA)	Las quebradas principales y las orillas de los ríos Zamora, Yacuambi y Chicaña contienen los depósitos aluviales más significativos. Es material transportado por los ríos y consta de cantos, gravas redondeadas y arenas subredondeadas. Su composición depende de las unidades litológicas por las que atraviesa.
Complejo Intrusivo Zamora (JZ)	Comprende las granodioritas y tiene una composición mineralógica distintiva compuesta por plagioclasa, anfíbol, piroxeno y cuarzo. En ciertos puntos, se encuentra dividido por una gran cantidad de paredes volcánicas de andesitas-basálticas y por intrusivos más jóvenes de diversas características.

El área minera “Cabrera Armijos” se encuentra en un depósito aluvial, el cual corresponde periodo cuaternario de la era cenozoica.

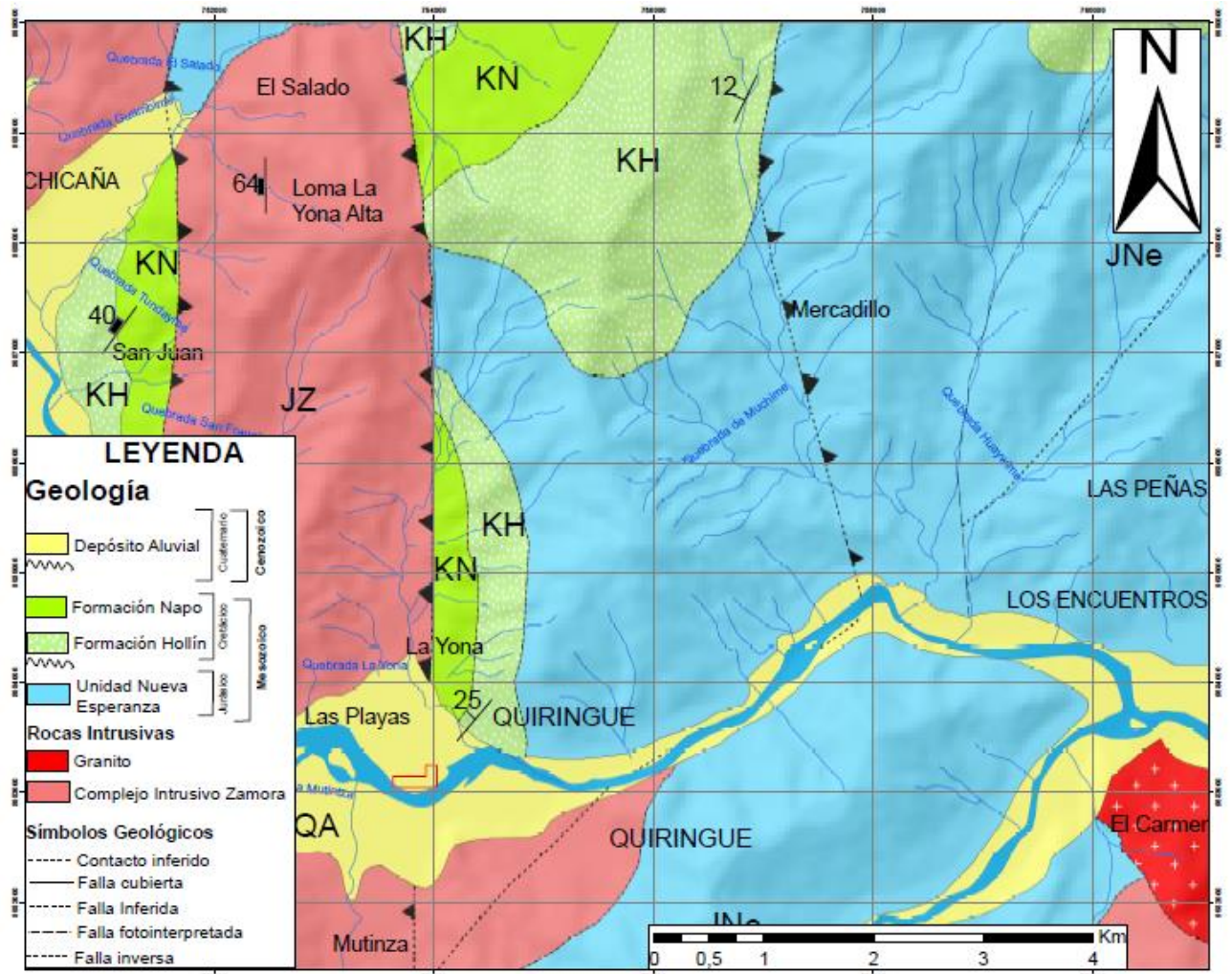


Figura 15. Geología regional de la zona de estudio. Hoja de Paquisha INIGEMM (2017).

Nota. Tomado y digitalizado de la información de la hoja geológica de Paquisha escala 1: 100000, desarrollada por el INIGEMM en el año 2017.

5.1.3.4. Hidrografía

El territorio de la parroquia Chicaña está rodeado por dos ríos principales: el Zamora, que se encuentra al sur de esta, y Chicaña, que se encuentra al suroeste. Además, cuenta con siete ríos secundarios: Chuchumbleta, Shaime, Pachicutza, Muchime, Uwents, San Vicente y Plateado, así como varias quebradas: de Muchime, La Yona, San Francisco, Tundayme, El Salado, Guambime, Namacuntza, Tunatza, entre otros (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Chicaña, 2020).

La red hídrica de la zona de estudio está constituida principalmente por el río Zamora junto con la quebrada La Yona.



Figura 16. Hidrografía de la zona de estudio.

5.2. Materiales

Para el desarrollo y elaboración del proyecto, se han considerado un conjunto de materiales que se pueden usar tanto en el campo como en la oficina, y se enumeran a continuación.:

Tabla 5. Listado de materiales a utilizar en el proyecto.

Materiales		
De campo	De oficina	De geoprocésamiento
Estación total	Computadora portátil	Software ArcGIS 10.5
Prisma	Impresora	Software AutoCAD Civil 3D 2024
Metro	Hoja Geológica de Paquisha escala 1:100000	Software AutoCAD 2024
Jalones	Carta topográfica de Los Encuentros escala 1:50000	Microsoft Office: Word, Excel, PowerPoint.
Flexómetro	Documentos bibliográficos	Software Sed Log 3.1
Cinta métrica	Calculadora	
GPS		
Sacos		
Libreta de campo		
Brújula Brunton		
Martillo geológico		
Cronómetro		
Fichas de campo		
Cámara		

5.3. Metodología

5.3.1. Metodología para el primer objetivo

Realizar la caracterización topográfica y geológica de la zona de estudio.

5.3.1.1. Levantamiento y caracterización topográfica del área de estudio.

El levantamiento topográfico del área minera se lo realizó con la estación total marca SOKKIA MODELO SET 550 RX de 2''seg. de precisión (Figura 17), y la ayuda de dos bastones con su respectivo prisma cuyas alturas son modificables de entre 1,70 m a 3,00 m, con lo que se levantó los accidentes topográficos cuanto naturales y artificiales; con una densidad de puntos cada 10 m entre sí.

El levantamiento inicio con la georreferenciación, mismo que se lo realizó en el sistema de coordenadas WGS84 17 SUR, las cuales se obtuvieron con el equipo GNSS (*Sistema Global de Navegación por Satélite*) de doble frecuencia, marca Trimble modelo R4, en modo RTK (Navegación Cinética Satelital en Tiempo Real) con las que se obtuvieron dos vértices y cuya materialización quedo implantada en dos clavos de acero inoxidable denominados puntos BM-1 y BM-2, los cuales son puntos de inicio de la poligonal básica:

Tabla 6. *Puntos de inicio de la poligonal básica.*

COORDENADAS UTM SISTEMA WGS-84			
VÉRTICE	NORTE	ESTE	COTA
BM – 1	9583339,000	754990,000	816,000
BM – 2	9583352,018	754975,981	816,509

Y de esa manera el levantamiento topográfico constó de una poligonal básica abierta, la misma que quedó conformada por 14 vértices (cambios de estación) que se asignaron con códigos E1, E2, E14.

Se procedió a ir levantando toda el área de estudio colocando la estación total en sitios estratégicos evitando así que se dificulte las mediciones por la interferencia de objetos entre el equipo y el prisma topográfico, el cual facilita la ubicación de las vías, infraestructuras y demás elementos de importancia y sobre todo el relieve del área, se fue tomando la mayor cantidad de puntos por estación y de esa manera obtener un valor mínimo de error para el procesamiento de los datos.



Figura 17. Levantamiento topográfico de la zona de estudio.

Seguidamente, se descargaron todos los puntos tomados por la estación total en coordenadas X, Y, Z y se los exportó al software AutoCAD Civil 3D para procesar y editar los datos, y de esa manera confeccionar el mapa topográfico del área minera “Cabrera Armijos” a escala 1:1250.

5.3.1.2. Caracterización geológica de la zona de estudio

En este apartado se recopiló información geológica sobre el área de estudio y se realizó un análisis previo en el gabinete de geología regional. Como recurso geológico, se utilizó la Hoja Geológica de Paquisha a escala 1:100000. Se localizaron 4 afloramientos, en los cuales se realizó el levantamiento de la información mediante la ficha de descripción de afloramientos.

Se realizaron 4 calicatas dentro y exteriores del área minera para permitir conocer las características que presentan los materiales que no se encuentran en la superficie.

Una vez obtenida la información en campo de la geología local, se procedió a procesar y cargar los datos con la ayuda del software AutoCAD Civil 3D, estos fueron comparados y sobrepuestos en la base topográfica y de esa manera se confecciono el mapa geológico local del área minera “Cabrera Armijos” a escala 1:1250.

5.3.2. Metodología para el segundo objetivo

Determinar los parámetros minero-geométricos para la explotación, la calidad del material explotable y el cálculo de reservas existentes en el depósito de materiales de construcción del área de estudio.

5.3.2.1. Calidad del material

- **Ensayos de laboratorio**

El muestreo consistió en la recolección y tratamiento manual de muestras del material del frente de explotación, con la ayuda de insumos como: pala y sacos, para su posterior ensayo de laboratorio.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de suelos y pavimentos “Delta Cía. Ltda.” ubicado en la ciudad de Yantzaza, cuyas muestras se tomaron en campo para posteriormente secarlas y cuartearlas y trabajar con una muestra representativa, determinando en ellas la calidad del material explotable.

Las muestras se sometieron a los siguientes ensayos de calidad de acuerdo a los ensayos que se estipula en el libro amarillo del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, los cuales son los siguientes:

Tabla 7. Ensayos realizados para determinar la calidad del material explotable.

Norma	Ensayos
AASHTO T. 90-56	Clasificación de suelos completa
ASTM C 127 – C128 - 01	Absorción
INEN 860 - ASTM C - 131	Desgaste a la abrasión (máquina de los ángeles)
ASTM C 29	Densidad aparente
INEN 697	Materiales finos

5.3.2.2. Cálculo de reservas

Al calcular las reservas se tienen en cuenta características como la topografía y los datos obtenidos de los materiales del depósito aluvial. Para estimar las reservas se consideró un método, el cual es denominado el método de la altura media.

Método de la altura media: Este método está diseñado para seleccionar múltiples puntos cuando la pendiente varía ligeramente. Se lo calcula mediante la diferencia de altura en cada punto desde el plano de excavación y se promedia cada diferencia y se divide por el área (Corral, 2009).

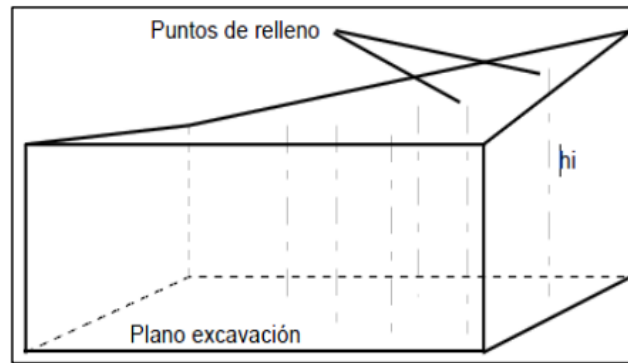


Figura 18. Método de la altura media.

Nota. Obtenido de (Corral, 2009).

$$Vt = Sb(\Sigma h/n)$$

Donde:

Sb = área de superficie

h = altura/profundidad

5.3.3. Metodología para el tercer objetivo

Definir procesos y actividades complementarias para una explotación técnica, ambiental y socialmente responsable acorde con las condiciones actuales de operación, como método de explotación a aplicar en el área de estudio.

5.3.3.1. Diseño y elección del sistema de explotación

Para optar el sistema de explotación adecuado se procedió a ejecutar un análisis multicriterio en donde se presentan las ventajas y desventajas de los sistemas de explotación y con ello seleccionar el que mejor se adapte y el que permita una explotación eficaz.

Tabla 8. Análisis multicriterio de los sistemas de explotación.

Sistemas de explotación	Ventajas.	Desventajas
1	Ventaja 1	Desventaja 1
2	Ventaja 2	Desventaja 2

5.3.3.2. Implementación del sistema de explotación

En este apartado se identificarán las labores que se realizarán para llevar a cabo el sistema de explotación elegido:

Tabla 9. Labores del sistema de explotación.

Actividad	Consideraciones
Destape	Retirar la capa superficial, con cobertura vegetal, para tener acceso al material de interés.

Preparación	Planteamiento de vías de acceso, zona de stock, campamento, etc.
Explotación	Actividades que comprenden la extracción del material.

- **Rendimiento de maquinaria**

- **Excavadora**

Se aplicó la siguiente fórmula para calcular el rendimiento de la excavadora:

$$R = \frac{Vc \times 3600 \times Fe \times Fe' \times Ct}{Tc}; m^3 / hora$$

Donde:

Vc = Capacidad de la cuchara.

Fe = El Factor de eficiencia de la máquina varía entre 70 y 80%.

Fe' = Eficiencia de la cuchara que depende de la clase de terreno.

Tabla 10. Eficacia de la cuchara de la excavadora/pala cargadora.

Tipo de terreno	Coefficiente
Flojo	0,90 – 1,00
Medio	0,80 – 0,90
Duro	0,50 – 0,80

Nota. Tomado de (Santos, Chiriboga, & Pillasagua, 2010)

Ct = Coeficiente de transformación. Dependiendo del material que lleve la máquina (esponjoso o compactado), se determinará según la tabla siguiente.

Tabla 11. Coeficiente de transformación.

Clase de terreno	Perfil	Material esponjado	Material compactado
Tierra	1,00	1,25	0,90
Arcilla	1,00	1,40	0,90
Arena/grava	1,00	1,10	0,95

Nota. Tomado de (Santos, Chiriboga, & Pillasagua, 2010)

Tc = Es un ciclo que requiere segundos de excavación y giro. Como regla general, dependiendo del tipo de terreno, el tiempo del ciclo para un giro de 90 grados es de aproximadamente:

Tabla 12. *Tiempo de duración en segundos.*

Tipo de terreno	Tc (Seg)
Flojo	15 - 20
Medio	20 - 25
Duro	25 - 30

Nota. Tomado de (Santos, Chiriboga, & Pillasagua, 2010)

- **Pala cargadora**

Para el cálculo del rendimiento de la pala cargadora se utiliza la siguiente formula:

$$R = \frac{3600 \times Q \times F \times E \times K}{Cm} = m^3/h$$

Donde:

Q = Capacidad del cucharón (pala)

F = Factor de conversión de los suelos = 1,12

E = Eficacia de la pala 80 %

K = Factor de eficiencia del cucharón 90 %

Cm = Tiempo que dura el ciclo en segundos.

- **Volqueta**

Para el cálculo del rendimiento de la volqueta se utilizó la siguiente formula:

$$R = \frac{Vc \times 60 \times Fe}{Tc} = m^3/h$$

Donde:

Vc = Capacidad de caja en m³.

Fe = Capacidad de eficacia de la máquina y está en función de la experiencia del conductor, esta entre el 70 y 80 %.

Tc = Es el tiempo en minutos del ciclo que corresponde a la suma del tiempo fijo (carga, descarga y maniobra), y del tiempo variable o de marcha (ida y vuelta).

(Santos, Chiriboga, & Pillasagua, 2010)

$$Tc = \text{tiempo de marcha} + \text{tiempo carga} + \text{tiempo descarga} \\ + \text{tiempo maniobra}; \text{min}$$

Tiempo de marcha

$$t = \frac{\text{Distancia zona de stock y frente de trabajo}}{\text{Velocidad}}; \text{min}$$

El tiempo de marcha consiste en la suma de los tiempos de ida y vuelta.

- **Producción diaria**

El funcionamiento de las máquinas se aprovechó para lograr la producción diaria correspondiente a la demanda minera. Cada jornada laboral se consideró como 8 horas diarias de producción. La producción se calcula como la cantidad de mercancías que transporta el camión por hora con 8 horas de operación por ciclo. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\textit{Producción diaria} = \textit{rendimiento de volqueta} \frac{m^3}{h} * 8 \textit{ h/día}$$

- **Análisis económico del sistema de explotación**

Al seleccionar el proceso de extracción y el volumen, es importante analizar los costos directos e indirectos para obtener los costos diarios y los costos de producción por metro cúbico utilizando los siguientes estándares:

$$\frac{\textit{Costo}}{m^3} = \frac{\textit{costo diario}}{\textit{producción diaria}} = \textit{USD/m}^3$$

Obteniéndose el costo diario:

$$\textit{Costo diario} = \frac{\textit{costo de producción mensual}}{\textit{dias laborables}} = \textit{USD/m}^3$$

6. Resultados

6.1. Resultados del primer objetivo

6.1.1. Caracterización topográfica

En base a la metodología para la realización del mapa topográfico se obtuvieron los siguientes resultados: El mapa topográfico se lo elaboró a escala 1:1250, en el cual, las curvas de nivel principales están a cada 5 m y las secundarias a cada 1 m, el área minera “Cabrera Armijos” de 5 ha de superficie posee una topografía plana correspondiente a una llanura de inundación, en este mapa se ubicaron los hitos demarcatorios y una parte del río Zamora. (Anexo 1.1)

Al analizar la topografía se obtuvo una cota mayor 805 m.s.n.m y una cota menor con altura de 792 m.s.n.m.

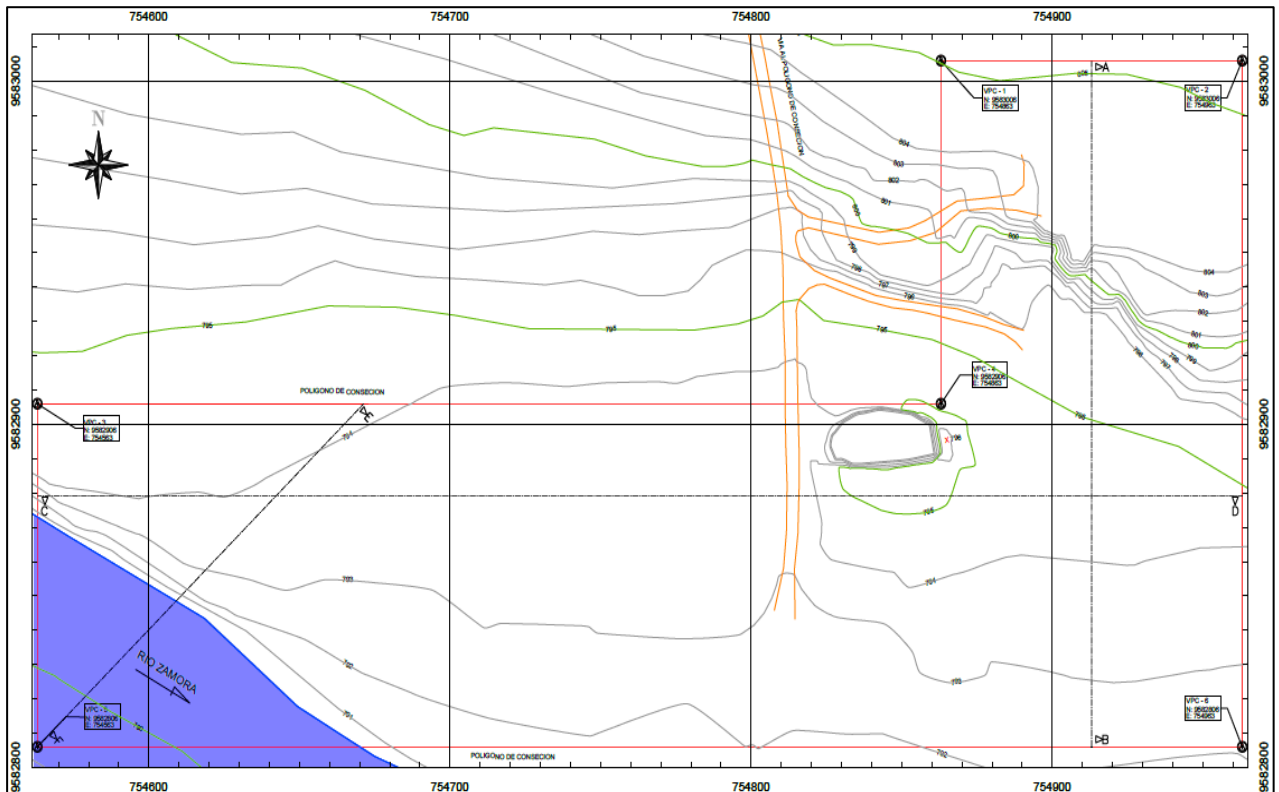


Figura 19. Topografía del área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007.

En base al mapa topográfico se realizaron 3 perfiles topográficos, trazados en segmentos A-B en dirección Norte-Sur, C-D en dirección Este-Oeste y E-F en dirección Noreste-Sureste, los cuales representan el relieve del terreno del área minera “Cabrera Armijos”.

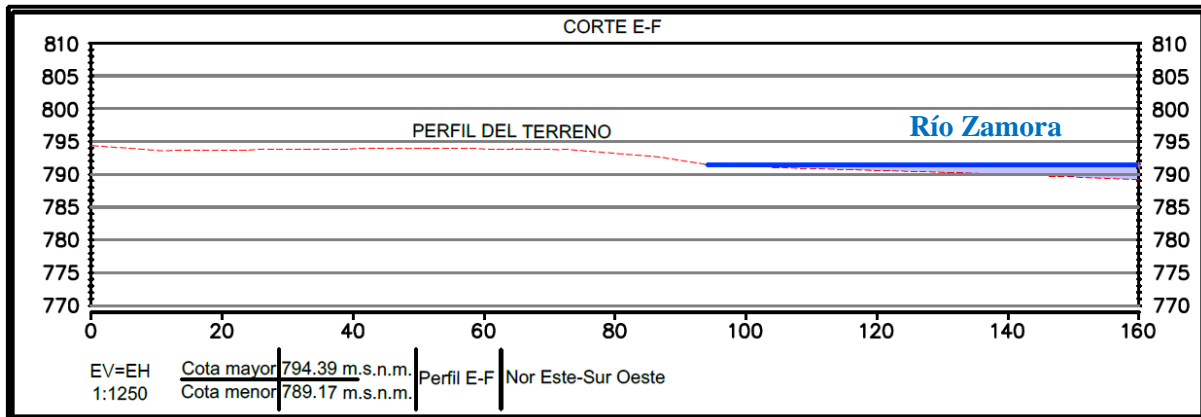


Figura 20. Perfil topográfico del área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007.

6.1.2. Caracterización geológica

La zona de estudio, en base al análisis de campo está compuesto principalmente por depósitos cuaternarios. Las formaciones Napo y Hollín, están constituidas por secuencias de areniscas, lutitas calcáreas y areniscas cuarzosas, las cuales han ido rellenando el lecho del río formando un depósito aluvial en el cuaternario.

Para ratificar la información otorgada por la carta geológica de Paquisha se realizó el levantamiento geológico que consistió en la descripción de 4 afloramientos de los cuales 3 se encuentran fuera del área de estudio, la cual es limitante con la zona de estudio y fueron levantados para corroborar la secuencia de la litología recorriendo la vía principal a la parroquia Los Encuentros, el cuarto afloramiento levantado se encuentra adyacente al área de estudio y se trata de una terraza aluvial. Dichos afloramientos están descritos a continuación:

- **Areniscas cuarzosas**

En las coordenadas UTM/WGS84 ZONA 17S X: 754999.937/Y: 9583367.593, se presenta en el margen izquierdo de la vía a la parroquia Los Encuentros frente a la entrada de la zona de producción del área minera, dicha litología trata de areniscas cuarzosas, cubierta en su gran mayoría por cobertura vegetal constituidos de árboles y arbustos de baja altura.



Figura 21. Afloramiento 1 (arenisca cuarzosa, cubierta de materia orgánica).

- **Arcilla limosa**

Siguiendo el tramo de la vía en las coordenadas UTM/WGS84 ZONA 17S X: 754798.906/Y: 9583441.997, se presenta un cambio de litología en donde se pudo observar el afloramiento con presencia de areniscas arcillosas, el cual se compone de arcillas limosas de tonalidad café claro con presencia de cobertura vegetal.

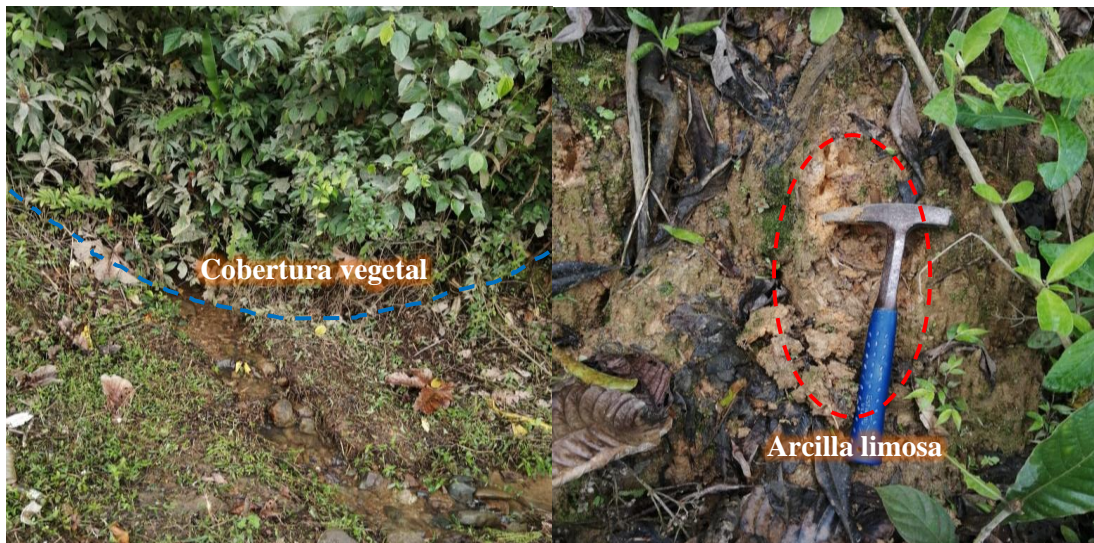


Figura 22. Afloramiento 2 (arcilla limosa saturada y cubierta por vegetación).

- **Lutitas calcáreas**

Se encontró una zona de contacto en el tramo de la vía en las coordenadas UTM/WGS84 ZONA 17S X: 754483.565/Y: 9583687.902, donde se observó un cambio de litología relacionado con lutitas calcáreas de la formación Napo, el cual presenta una tonalidad café oscuro y está cubierto en la parte más alta en su gran mayoría por cobertura vegetal.



Figura 23. Afloramiento 3

- **Depósito Aluvial**

Este tipo de litología se encuentra ubicado a escasos metros del frente de explotación, en el margen derecho del río Zamora, el afloramiento presenta materiales poco consolidados en forma de terrazas aluviales constituidos por clastos ígneos, mal graduados y redondeadas. Cabe mencionar que en esta parte del área minera no se tiene presencia de afloramientos visibles.

En la parte alta fuera del límite de la concesión, se encuentra una terraza aluvial baja, el cual está cubierta en la parte superior por cobertura vegetal y cuya litología predomina de arcillas, y en la parte inferior se encuentran los clastos de 5,00 a 10,00 cm de diámetro.

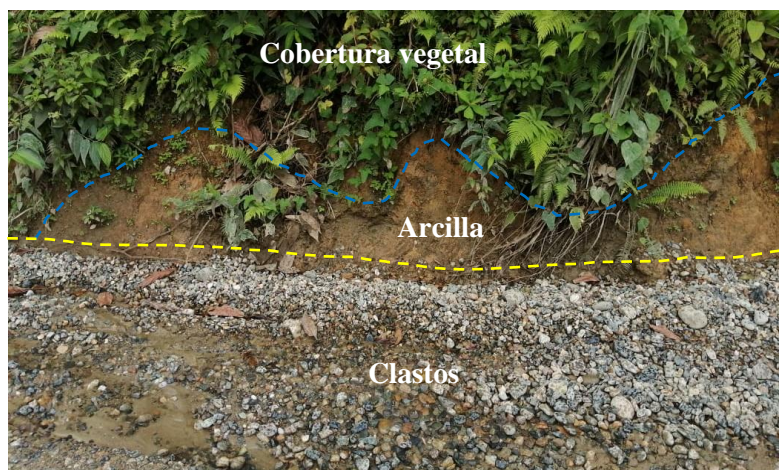


Figura 24. Afloramiento 4 (terrazza aluvial).

En la playa próxima al frente de explotación como tal, se puede observar de manera amplia y con mayor detalle toda la llanura de inundación que está compuestas de arenas y gravas de diferentes tamaños.

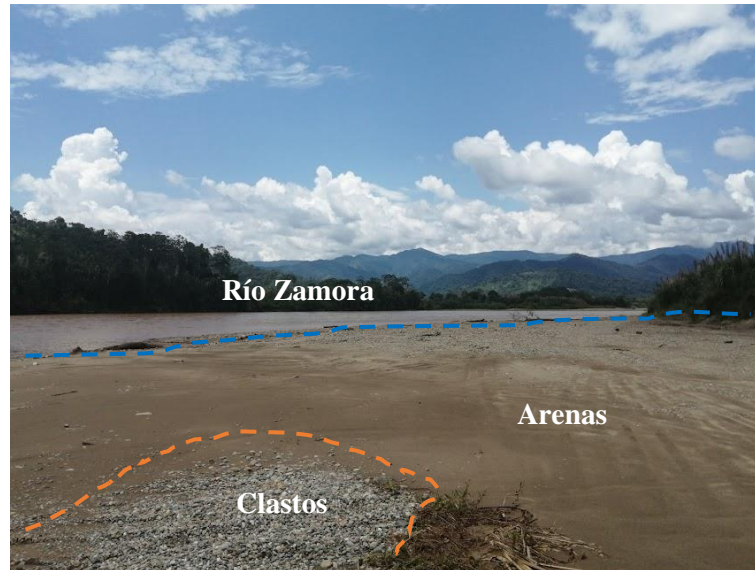


Figura 25. Zona de explotación con presencia de arenas y clastos.

En la siguiente imagen se puede observar la ubicación de los afloramientos levantados con sus respectivas coordenadas (WGS84):



Afloramientos	X	Y
1	754999	9583367
2	754798	9583441
3	754483	9583687
4	754897	9583242

Figura 26. Ubicación de los afloramientos levantados.

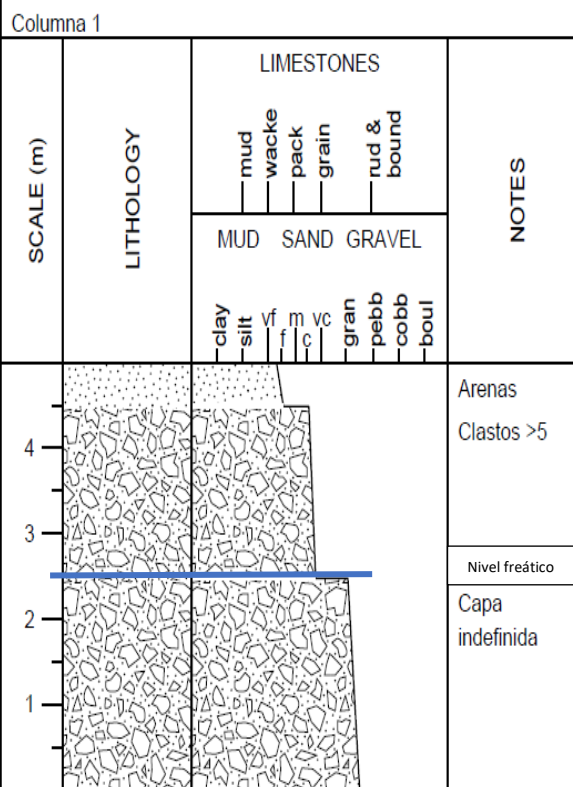

6.1.2.1. Elaboración de calicatas

Las calicatas se las realizaron con la ayuda de la excavadora CATERPILLAR 312 C, de capacidad de cucharón de 0,38 m³, con la finalidad de caracterizar los materiales presentes en la zona de interés a profundidades variables de acuerdo con la posibilidad del terreno y la maquinaria.

La elaboración de calicatas es un procedimiento muy empleado para el reconocimiento superficial del terreno por su rápida producción. Las calicatas nos ayudan a determinar la composición del suelo a través de la inspección visual, solo así se podrá analizar de mejor manera los datos sobre el estado actual del suelo.

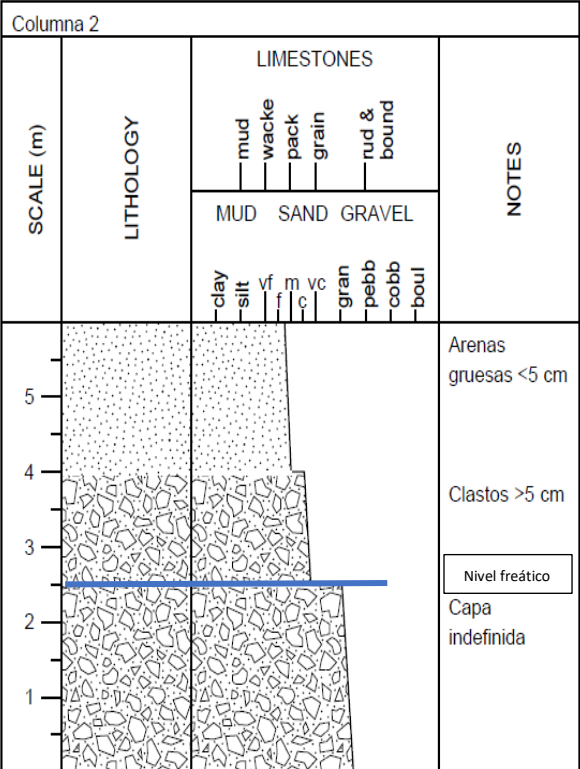

- **Calicata Nro. 1**

Tabla 13. Descripción de calicata Nro. 1.

CALICATA NRO. 1			
Datum	UTM/WGS-84 17S		
Ubicación	X = 754763	Y= 9582820	Z= 792
Tipo de excavación	Mecánica		
Profundidad	4.8 m	Contenido de agua	Muy húmedo
Observación	<p>A la profundidad de 2.30 metros se encontró el nivel freático.</p> <p>Material aluvial compuesto por una matriz arenosa de fina a gruesa en la parte superior y el siguiente estrato compuesto de clastos de tamaños >5 cm.</p> <p>La presente calicata cuenta con características de alta humedad poca cohesión y nula presencia de materia orgánica.</p>		
Esquema grafico		Esquema fotográfico	
			

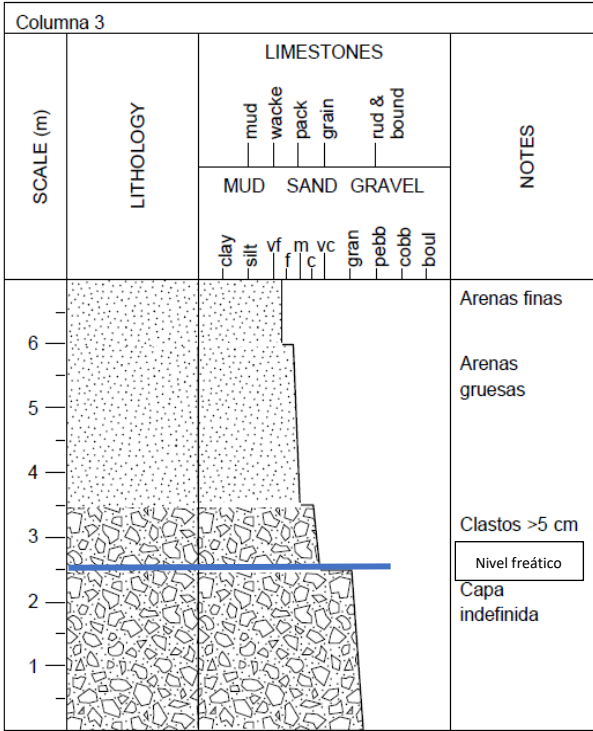

• **Calicata Nro. 2**

Tabla 14. Descripción de calicata Nro. 2.

CALICATA NRO. 2			
Datum	UTM/WGS-84 17S		
Ubicación	X = 754685	Y = 9582828	Z= 790
Tipo de excavación	Mecánica		
Profundidad	4.6 m	Contenido de agua	Muy húmedo
Observación	<p>A la profundidad de 2.10 metros se encontró el nivel freático.</p> <p>Material aluvial compuesto por arenas y clastos de tamaños variados, y bien delimitados.</p> <p>El material encontrado corresponde a un estrato compuesto por arenas con clastos de tamaño <5cm, de potencia de 1.85 m, y un segundo estrado el cual se caracteriza por tener tamaños de clastos > 5 cm, con una fuerte presencia de humedad.</p> <p>El contenido de humedad es alto, poca cohesión y nula presencia de materia orgánica.</p>		
Esquema grafico		Esquema fotográfico	
			

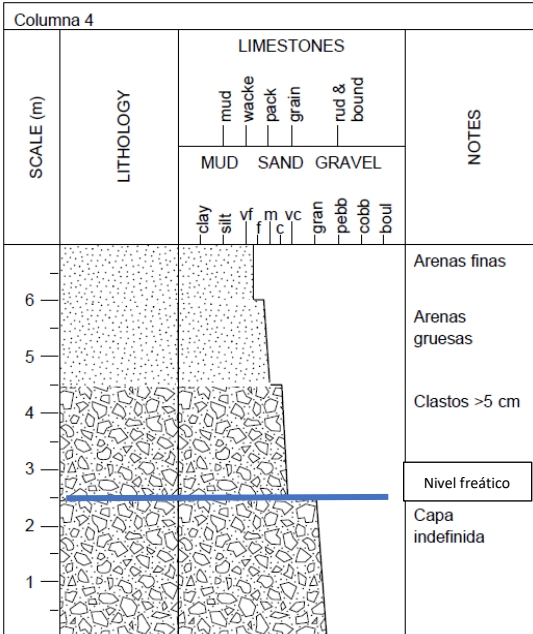

• **Calicata Nro. 3**

Tabla 15. Descripción de calicata Nro. 3

CALICATA NRO. 3			
Datum	UTM/WGS-84 17S		
Ubicación	X = 754870	Y = 9582854	Z = 790
Tipo de excavación	Mecánica		
Profundidad	4.6 m	Contenido de agua	Muy húmedo
Observación	<p>Hasta una profundidad de 2.10 metros se encontró el nivel freático.</p> <p>Material aluvial compuesto por arenas finas y clastos de tamaños variados.</p> <p>El material encontrado corresponde a un estrato más superficial compuesto por arenas finas con una potencia de 0.35 m, y un segundo estrato más profundo el cual se caracteriza por arenas gruesas y con presencia de materia orgánica que le da una coloración grisácea, y una potencia de 1.75 m.</p> <p>El contenido de humedad es alto y aumenta con la profundidad, poca cohesión y presencia de materia orgánica conforme aumenta la profundidad.</p>		
Esquema grafico		Esquema fotográfico	
 <p>The diagram shows a lithological column for 'Columna 3' with a vertical scale from 0 to 6 meters. The layers are: 0-0.35m (fine sand), 0.35-2.10m (coarse sand with organic matter), and 2.10-4.6m (coarse sand with organic matter). A blue horizontal line at 2.10m indicates the water table level. The legend includes: Arenas finas, Arenas gruesas, Clastos >5 cm, Nivel freático, and Capa indefinida.</p>			
 <p>The photograph shows a vertical cross-section of the excavation. The top layer is fine sand, followed by a layer of coarse sand with organic matter, and a bottom layer of coarse sand with organic matter. The water table is visible at approximately 2.10 meters depth.</p>			

- **Calicata Nro. 4**

Tabla 16. Descripción de calicata Nro. 4

CALICATA NRO. 4			
Datum	UTM/WGS-84 17S		
Ubicación	X = 754957	Y = 9582847	Z = 789
Tipo de excavación	Mecánico		
Profundidad	4.9 m	Contenido de agua	Muy húmedo
Observación	<p>A la profundidad de 2.40 metros se encontró el nivel freático.</p> <p>Material aluvial compuesto por arenas y clastos de tamaños variados, y bien delimitados.</p> <p>El material encontrado corresponde a un estrato más superficial con materiales finos en la parte superior, un segundo estrato que corresponde a un conglomerado de matriz arenosa con clastos de tamaño >5cm y < 2 cm, de potencia de 0.70 m con franjas de coloración grisácea, y un tercer estrato más profundo el cual está compuesto por un conglomerado de clastos > 5 cm.</p> <p>El contenido de humedad es alto, poca cohesión y presencia de materia orgánica.</p>		
Esquema grafico		Esquema fotográfico	
			

Una vez descritos cada uno de los afloramientos y calicatas, toda esta información permitió la confección del mapa geológico local del área minera “Cabrera Armijos” a escala 1:1250. En el mapa se puede apreciar que la zona de estudio esta sobre un gran deposito aluvial,

debido a la dinámica del río Zamora, el cual transporta el material que se encuentra en el norte en donde se encuentran la formación Napo y Hollín. (Anexo 1.3)

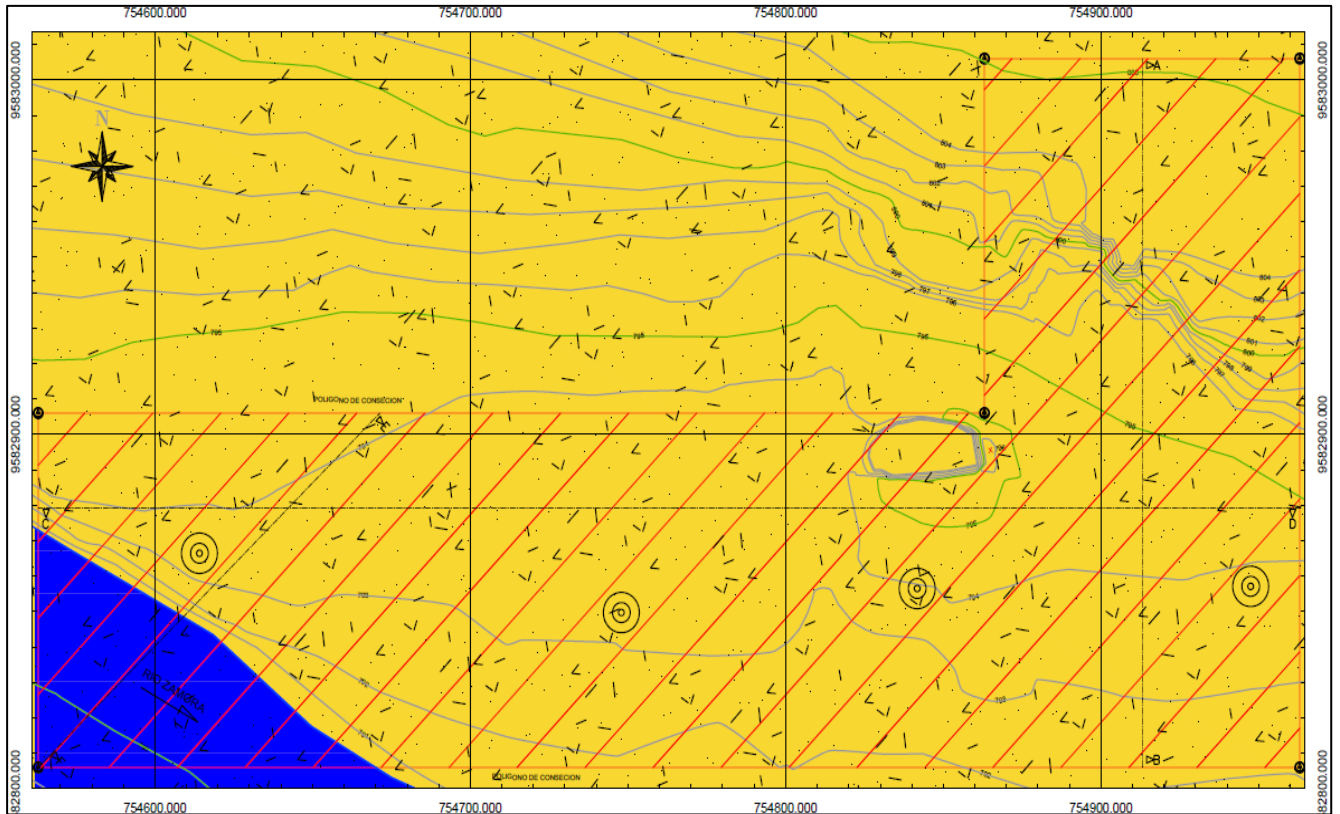


Figura 27. Geología local del del área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007.

Se realizó un corte geológico E-F en dirección Noreste-Suroeste, en donde se puede apreciar la depositación de los materiales que se encuentran en la zona de estudio, en donde se puede observar el depósito aluvial que se ha formado con el tiempo debido al arrastre de material del río Zamora. El depósito aluvial se dispone sobre el Complejo Intrusivo Zamora.

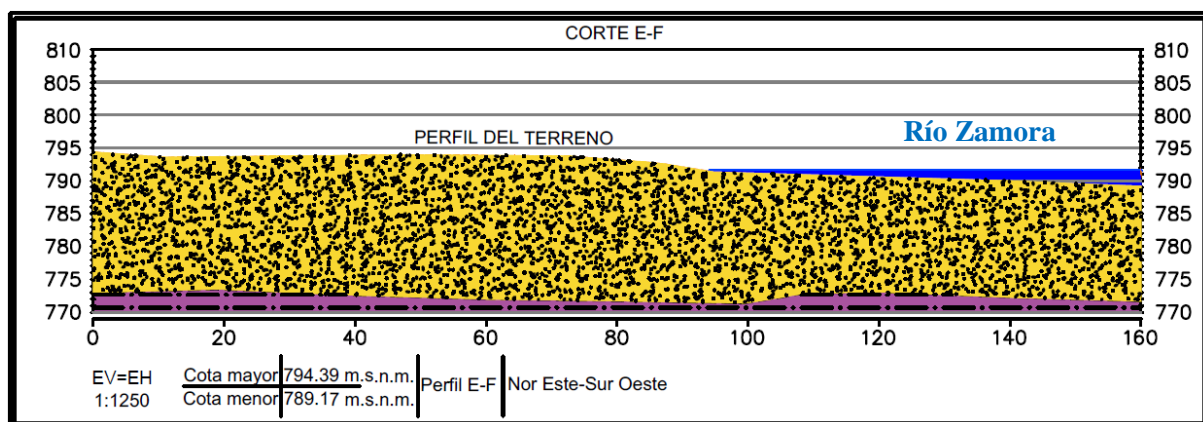


Figura 28. Corte geológico E-F del área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007.

6.2. Resultados del segundo objetivo

6.2.1. Calidad del material

6.2.1.1. Composición granulométrica de los materiales

La Tabla 17 muestra un resumen del material explotado de acuerdo a su composición granulométrica:

Tabla 17. Composición granulométrica del material explotado.

Detalle	Tamiz	Peso retenido	% Retenido	% Pasa
Árido grueso	3"	362	4	96
	2 1/2"	542	6	94
	2"	689	8	92
	1 1/2"	913	10	90
	1"	1540	17	83
	3/4"	2190	24	76
	1/2"	3133	34	66
	3/8"	3699	41	59
Árido fino	N° 4	4877	54	46
	N° 10	78	9	37
	N° 16	113	14	33
	N° 40	280	34	13
	N° 100	335	40	6
	N° 200	352	43	4

Nota. Resultados obtenidos por DELTA CIA.

6.2.1.2. Resultados de las muestras de laboratorio

Las muestras que se extrajeron de la mina "Cabrera Armijos" cumplen con las normas INEN, ASTM y AASHTO, establecidas para este propósito. En la tabla 18 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en laboratorio:

Tabla 18. Características del material explotado.

Características	Otras características		Norma que cumple
	En estado suelto	En estado compactado	
Densidad aparente	1,940 gr/cm ³	2,041 gr/cm ³	A.S.T.M. C 30
Rango			
Límite líquido	N.P	N.P	A.A.S.H.T.O. T 90-56
Límite plástico	N.P	N.P	A.A.S.H.T.O. T 90-56
Absorción	1,73%		ASTM C 127 - C 128 - 01
Materiales finos	4,10%		INEN 697
Abrasión	24,54%		INEN 860 ASTM C - 131

Nota. Resultados obtenidos por DELTA CIA.

- **Clasificación de suelos**

El Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO) posee fragmentos de roca, grava y arena A-1-a, mientras que en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se determinó grava mal graduada con arena con bloques GP. Además, de acuerdo al análisis granulométrico y el material observado en las calicatas ejecutadas en campo, el porcentaje de material que se encuentra en el área minera es de: Grava 40%, Arena 50%, Finos 10%, con un contenido de humedad de 5,76 %

- **Absorción**

Este factor es importante cuando se considera el fin al cual se lo va a utilizar, debido a que los poros interiores de las partículas de agregado van a ocupar un volumen dentro de una masa y además porque el agua se aloja dentro de los poros saturables por cuanto el valor luego de haber realizado el ensayo corresponde a 1,73%.

- **Desgaste a la abrasión**

En la determinación del valor de desgaste a la abrasión del árido grueso mediante el uso de la máquina de los ángeles se obtuvo un 24,54%, con lo que de acuerdo a la norma INEN 860 el requisito de desgaste a la abrasión máximo es del 50%, por lo tanto, el material tiene un bajo porcentaje de desgaste a la abrasión.

- **Densidad aparente**

La densidad aparente es una propiedad física de los agregados que componen las reservas minerales y se define por la relación entre el peso de una masa y su volumen, es decir, depende directamente de las propiedades del material agregado, para las muestras recogidas dentro del área minera Cabrera Armijos este valor corresponde a 1,940 gr/cm³ en estado suelto y 2,041 gr/cm³ en estado compactado.

- **Materiales finos**

En la determinación de los materiales más finos que 75 micrones se obtuvo un porcentaje de 4.1%, con lo que de acuerdo con la norma INEN 872 el porcentaje máximo de partículas finas tiene que ser menor al 5%, por lo tanto, el material es considerado con características de material fino.

6.2.2. Cálculo de reservas existentes

La estimación de reservas se la realizó mediante la aplicación del método de la altura media el cual se desglosa a continuación:

6.2.2.1. Método de la altura media

- **Determinación de áreas**

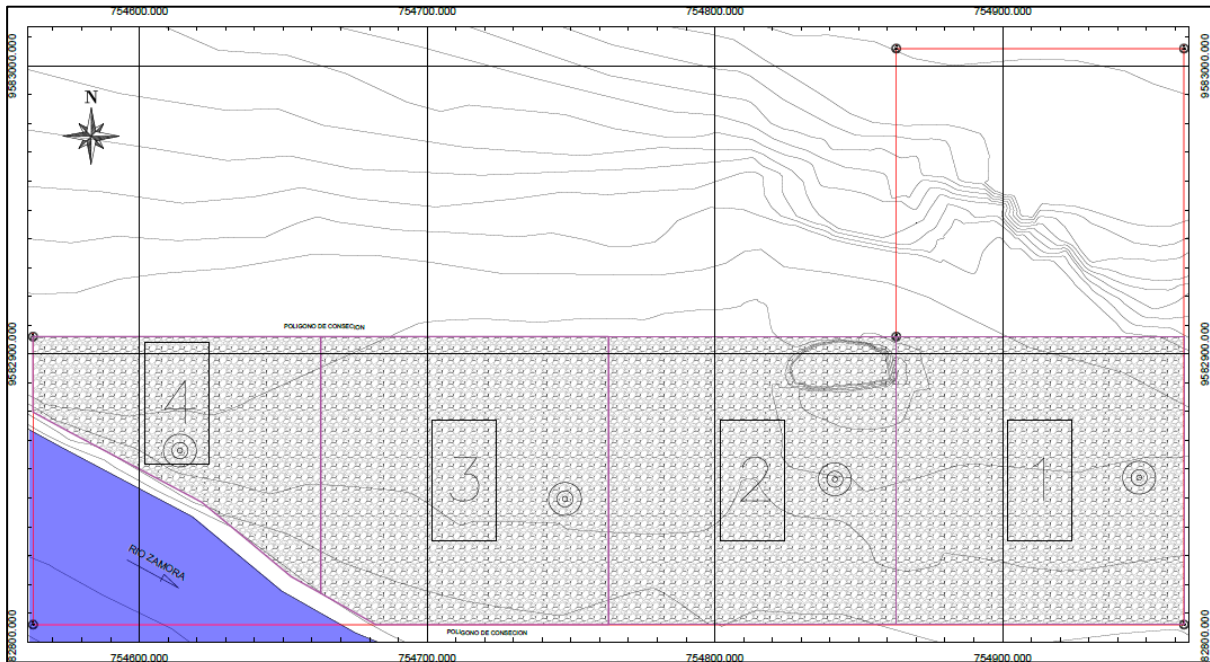


Figura 29. Áreas explotables del área minera “Cabrera Armijos”.

Tabla 19. Áreas explotables del área minera “Cabrera Armijos”

Descripción	m2
Área 1	10000
Área 2	10000
Área 3	9894.84
Área 4	5526.03
Total	35420.87

- **Determinación de la altura media**

La profundidad media se la determinó en base a la profundidad máxima excavada de las 4 calicatas realizadas por la excavadora CATERPILLAR 312 C en donde se logró establecer la profundidad promedio mediante la siguiente expresión:

$$P_m = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_N}{N}$$

Donde:

P_m: Profundidad media

P: Profundidad máxima excavada de cada calicata

N: Número de calicatas

$$P_m = \frac{4.8 + 4.6 + 4.6 + 4.9}{4}$$

$$Pm = 4.7 \text{ m}$$

- **Cálculo de volumen**

Cubicación de área 1

$$V1 = 10000 * 4,7 = 47000$$

Cubicación de área 2

$$V2 = 10000 * 4,7 = 47000$$

Cubicación de área 3

$$V3 = 9894.84 * 4,7 = 46505.75$$

Cubicación de área 4

$$V4 = 5526.03 * 4,7 = 25972.34$$

Tabla 20. *Volumen total.*

Volúmenes	(m ³)
V1	47000
V2	47000
V3	46505.75
V4	25972.34
V total	166478.09

El valor obtenido de 166478.09 m³ se acerca a la realidad por que incluye las áreas explotables en relación a la profundidad máxima en base a las calicatas realizadas en el frente de trabajo.

6.3. Resultados del tercer objetivo

6.3.1. Descripción del área minera “Cabrera Armijos”

Tabla 21. *Datos generales del área minera “Cabrera Armijos”*

Nombre del área minera	Cabrera Armijos
Provincia	Zamora
Cantón	Yantzaza
Parroquia	Chicaña
Sector	Quiringue
Área (ha)	5
Código catastral	1905510007
Representante Legal	Sr. Carlos Cabrera
Dirección	Barrio Quiringue, Cantón Yantzaza
Fecha de otorgamiento	15 de marzo 2017
Fecha de protocolización	16 de marzo 2017
Fecha de inscripción en el registro minero	23 de marzo 2017

Nota. Datos obtenidos del estudio de explotación de materiales de construcción para el permiso del área minera “Cabrera Armijos” (2019).

6.3.2. Definición del método de explotación

En los proyectos mineros la elección del método de extracción es muy importante, ya que de ello dependerá el diseño y producción de la mina. En este caso, se optó por el método de minería a cielo abierto debido a que el depósito del área minera “Cabrera Armijos”, presenta

las siguientes características que los hacen más aptos para este tipo de minería: presenta una topografía con cotas de 805 y 792 m.s.n.m mostrando una topografía plana, además geológicamente se trata de un depósito aluvial compuesto de materiales como gravas, arenas y cantos de distintos tamaños con un volumen explotable de 166478.09 m^3 , el cual puede ser arrancado desde la superficie con la excavadora sin la necesidad de explosivos, ya que esto representa un menor costo de inversión y dando como resultado una mejor producción. Al optar por el método a cielo abierto permite un diseño de la mina con fácil acceso y salida del personal, lo que significa menos riesgo laboral, y lo más importante, fácil transporte del material extraído.

6.3.3. Elección del sistema de explotación

Una vez determinado el método de extracción, se debe seleccionar el sistema de explotación minero que extraerá el material. Se deben tener en cuenta factores como la topografía, la geología y las reservas a la hora de establecer un sistema minero, por lo que se planifican dos sistemas (Tabla 22). A continuación se muestran las características principales con la que cuenta el área minera:

- El área minera “Cabrera Armijos” se encuentra sobre depósitos aluviales
- El material que se encuentra corresponde a gravas, arenas y cantos de diferentes tamaños.
- La estimación de reservas es de 166478.09 m^3 pero hay que tomar a consideración que al ser un depósito aluvial, este se renueva constantemente debido al arrastre del río.

Tabla 22. Análisis multicriterio de sistemas de explotación a considerarse.

Sistemas de explotación	Ventajas.	Desventajas
Graveras secas	Se localizan en terrazas de los depósitos aluviales. Se realiza con maquinaria convencional (excavadora, volqueta, pala mecánica). Al retirar los materiales de la terraza se evita la interferencia con la naturaleza del río.	Se necesitan consideraciones técnicas para diseñar la manera en que se emplee la gravera seca.
Graveras bajo lámina de agua	En el caso que exista material en la parte alta, el cual se encuentra seco, la extracción se hace con un método mixto. Para este proceso lo más común es emplear dragalinas.	Falta de visión de los materiales extraídos. La extracción implica estar en contacto directo con el agua.

Nota. Obtenido de (Herrera, *Métodos de Minería a Cielo Abierto*, 2006). Modificado por el autor (2024).

Las características del área de estudio indican que el sistema minero adecuado para la extracción del material es mediante la aplicación de graveras secas con diques (noques) longitudinales debido a que se trabajará exclusivamente en la parte seca (playa) sin tomar en cuenta el río Zamora, el cual hace que este sistema es técnicamente adecuado.

6.3.4. Implementación del sistema de explotación

6.3.4.1. Destape

Se trata de eliminar la vegetación para dar un mejor acceso al objeto de interés, en este caso el material pétreo. El área de la mina “Cabrera Armijos” cuenta con plantas herbáceas que serán removidas para luego colocarse en el área de colocación del material de destape. Esta actividad se lo realizó con la ayuda de la excavadora y para la movilización del material se utilizó la volqueta. Los materiales extraídos en esta etapa se los colocó en su lugar inicial luego de que exista el cierre de mina. (Ver Anexo 5.4).

Tabla 23. Destape del área minera “Cabrera Armijos”.

Área (m ²)	Profundidad capa vegetal prom. (m)	Cantidad de material al destapar (m ³)
35420,87	0,15	5313,13

Nota. Cantidad de material a retirar de cobertura vegetal.

- **Costo de la etapa de destape**

Tabla 24. Costo del destape del área minera “Cabrera Armijos”.

Unidad	Cantidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
H	8	Excavadora	35	280
H	8	Volqueta	35	280
Total				\$ 560

Nota. Costo total de maquinaria empleada en retirar la cobertura vegetal y colocarlo en la zona de depositación de material de destape.

6.3.4.2. Preparación

Esta etapa consiste en la implementación y mejoramiento tanto de vías e infraestructura necesaria para un correcto funcionamiento y optimización del área minera “Cabrera Armijos”. Dicho mejoramiento e implementación se lo llevó a cabo mediante la utilización de maquinaria propia del lugar con un Análisis de Precio Unitario (APU), en el cual se detallarán los rubros a considerar en la ejecución de cada una de las obras que están dentro del diseño del sistema de explotación.

- **Vías de acceso**

Estas vías permiten enlazar las instalaciones del área minera de acuerdo con las particularidades de la maquinaria que operan en dicha área, específicamente en las operaciones de explotación, carga y transporte.

Tabla 25. Ancho de la maquinaria del área minera “Cabrera Armijos”.

Maquinaria	Modelo	Ancho (m)
Excavadora	CAT 312 C	2,80
Pala cargadora	CAT 938 G	2,70
Volqueta	DONGFENG DFH1180	2,50

Amplitud de vía

$$\text{Amplitud de vía} = (\text{ancho del vehículo} * \text{berma de seguridad}) + \text{Nro de carriles}$$

$$\text{Amplitud de vía} = (2,8 * 1) + 2$$

$$\text{Amplitud de vía} = 4,8 \text{ m}$$

Ancho de cuneta

$$\text{Ancho de cuneta} = \frac{\text{Amplitud de carril}}{9}$$

$$\text{Ancho de cuneta} = \frac{4,8 \text{ m}}{9}$$

$$\text{Ancho de cuneta} = 0,53 \text{ m}$$

Tabla 26. Longitud de vías del área minera “Cabrera Armijos”.

Vías	Longitud (m)
Acceso al frente de explotación	108,5
Acceso al campamento	85,7
Acceso a la zona de stock	50
Total	244,2

Tabla 27. Total de material de mejora para accesos del área minera “Cabrera Armijos”.

Longitud	Prof. Capa Base (m)	Amplitud de carril	Volumen (m3)
244,2	0,15	5	183,15
Total de material para mejora de acceso			183,15

Tabla 28. Costo de mejora de accesos del área minera “Cabrera Armijos”.

Unidad	Cantidad	Descripción	Costo unitario (m3)	Costo total (\$)
m3	183,15	Grava y arena para mejoramiento de los accesos	5,83	1067,76
Total				1067,76

Tabla 29. Costo de maquinaria empleada en el mejoramiento de accesos del área minera “Cabrera Armijos”.

Unidad	Cantidad	Descripción	Costo unitario (m3)	Costo total (\$)
h	16	Pala cargadora	30	480
h	16	Compactador o aplanadora de rodillo vibratoria	30	480
h	16	Volqueta	30	480
Total				1440

El costo total que concierne en realizar el mejoramiento de las vías dentro del área minera “Cabrera Armijos” es de \$ 2507,76.

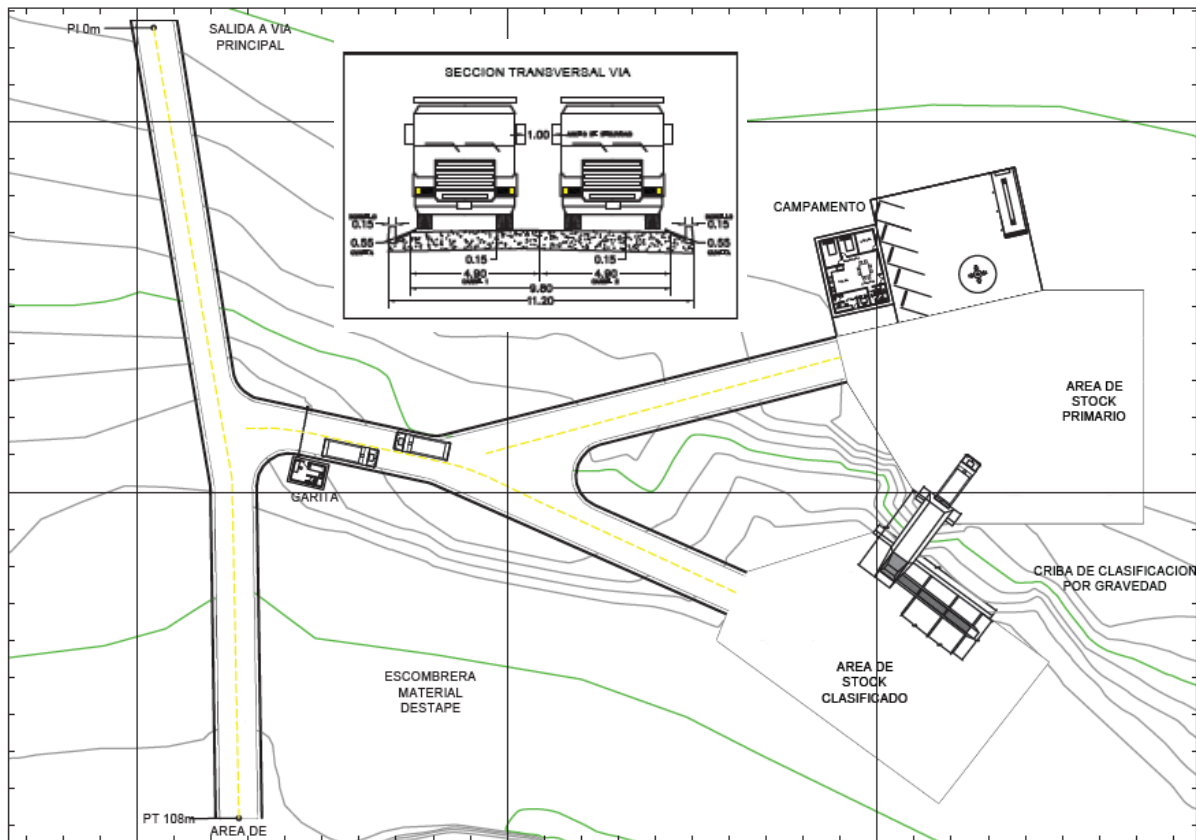


Figura 30. Vías de acceso del área minera “Cabrera Armijos”.

- **Zona de stock**

Se ha definido la zona de stock dentro del área minera, el cual comprende un área de 3000 m² tanto en la zona de stock primario y secundario. Adicionalmente, se realizaron actividades de aplanamiento para que esté en buenas condiciones para laborar.

Tabla 30. Costo de maquinaria para aplanamiento de la zona de stock del área minera “Cabrera Armijos”.

Unidad	Cantidad	Descripción	Costo unitario (m3)	Costo total (\$)
h	8	Aplanadora	30	240
Total				240

- **Campamento**

Se consideró la siguiente infraestructura dentro del campamento: oficinas, baños, comedor, cocina, dormitorios, bodega, estacionamiento, punto de encuentro, área de mantenimiento de maquinaria, disposición de desechos y garita de seguridad. Dicha área para el campamento comprende de 485 m². (Ver Anexo 5.3)

Dormitorios: En cuanto a los dormitorios se ha destinado un área de 15,14 m² usado para el personal que trabaja por jornadas.

Zona de mantenimiento de maquinaria: Para dar mantenimiento a la maquinaria como a los vehículos que prestaran servicio en esta labor minera se ha destinado un área 16,24 m², para la construcción de una rampa para facilitar el cambio de lubricantes y engrasado de los mismos así como la implementación de un mesón de trabajo de hormigón y unos gabinetes de herramientas, todo esto con su respectiva cubierta.

Oficina: Para la oficina se ha destinado 11,04 m² que incluye un área para gerencia y un área para atención y despacho, incluido su propio baño

Baños: En el área del campamento se destina un baño de 1,50 m² para la oficina y 2 baños paralelos que serán de uso del personal cuya área es de 5,52 m² los cuales estarán dotados de ducha e inodoros independientes en un numero de 2 y finalmente para la garita de seguridad se destina un área de 2,12 m² para el baño de uso del guardia.

Comedor: Lugar a utilizarse para la alimentación y descanso del personal del área minera, cuya área comprendida es de 22 m².

Bodega: Lugar destinado para guardar y almacenar los equipos de protección personal, herramientas y demás equipos o materiales que se usan en la jornada laboral, dicha área comprende 7 m².

Garita de seguridad: Espacio utilizado para el guardia de seguridad que cuida de las instalaciones del área minera, dicha área comprende de 12,60 m².

Punto de encuentro: Lugar para la evacuación en caso de que exista un riesgo o para las personas que no conozcan las instalaciones del área minera, dicha área comprende un área de 19,63 m².



Disposición de desechos: Cada tipo de residuo tiene su propio contenedor y este contenedor se almacenará tomando las siguientes precauciones.

- Color verde: desechos orgánicos, de origen biológico, estos de comida, etc.
- Color rojo: desechos peligrosos con una o varias características citadas en el código CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, toxico, inflamante y biológico infeccioso).
- Color negro: no reciclables, no peligrosos.
- Color naranja: Los residuos no peligrosos tienen un volumen, cantidad y peso específico que deben ser manipulados.
- Color azul: todo material reciclable y reutilizables (vidrio, plástico, papel, cartón, entre otros).

El área destinada para la disposición de desechos es de 8 m².

Señalética: Es importante contar con señales de seguridad en el área minera, para que los empleados puedan identificar fácilmente las ubicaciones, riesgos y peligros presentes en el área. Por este motivo, la colocación de señales informativas y de seguridad debe cumplir con los requisitos estandarizados de acuerdo a la norma ISO 7010:

Tabla 31. Clasificación de colores de señales de seguridad Norma ISO 7010.

Color		Significado y aplicación de señalética de seguridad
Rojo		Las señales de advertencia de peligro de comportamiento peligroso suelen estar indicadas por equipos de emergencia e instrucciones de evacuación.
Amarillo		Significa alertas, precaución y verificación.

Azul		Representa obligación para alguna acción o comportamiento en específico, en algunos casos es común cuando se requiere el uso de EPP.
Verde		Se utiliza para asistencia o rescate desde una salida de emergencia o área de rescate.

Nota. Tomado de (Pinta, 2023).

- **Costos del campamento**

Tabla 32. Costos en la implementación del campamento minero.

Rubro	Unid	Cant	P. Unit	P. Total
Preliminares y Cimentación				
Replanteo Y Nivelación (Alcantarillado)	m	15	1,41	21,15
Replanteo Y Nivelación (Edificaciones, Muros, Etc.)	m2	458,16	0,77	352,78
Excavación Sin Clasificar A Máquina (Retroexcavadora).	m3	68,72	1,54	105,83
Excavación Sin Clasificar A Mano	m3	20	9,51	190,20
Desalojo De Mat. Sobrante D>1< = 5 Km. Inc. Carg. Mano.	m3	70	4,31	301,70
Relleno Comp. Mecánico (Material De Mejoramiento).	m3	70	13,07	914,90
Material De Enrocado Para Cimientos	m3	50	15,15	757,50
Hormigón Simple Fc=180 Kg/Cm2 En Replanteos	m3	9,95	139,53	1388,32
Hormigón Ciclópico Fc=180 Kg/Cm2 En Cimientos Y Muros I/E	m3	5	167,34	836,70
Contrapiso De Piedra E=15 Cm Y H. Simple F'c=180kg/Cm2 E=7 Cm.	m2	93,5	20,4	1907,40
Mesón De E=5 Cm. A= 0.60 M. H.S F'C=210 Kg/Cm ² (Inc. Encofrado).	m	3	31,32	93,96
Acero Estructural Para Cubierta (Inc. Provisión, Procesamiento, Montaje Y Pintura 2 Manos).	kg	550	3,17	1743,50
Mampostería De Ladrillo Panelon Colocado De Canto (Filo) Con Mortero 1:6. Incluye Andamios	m2	140	14,51	2031,40
Dinteles 10 X 15 Cm (2ø 10 + 1ø8 C/20 Cm.)	m	11,87	12,04	142,91
Revestimientos pared/piso				
Enlucido De Paredes - Mortero 1:3 E=3 Cm.	m2	145	8,82	1278,90
Enlucido De Filos Mortero 1:2 - Inferior A 25 Cm	ml	10	5,1	51,00
Empaste Para Exterior Incluye Andamios	m2	145	3,6	522,00
Empaste Para Interiores Incluye Andamios	m2	145	3,22	466,90
Pintura Látex Exterior (Inc. Andamios, Fondo Y 2 Manos)	m2	145	2,83	410,35
Cielo Raso Con Placa De Gypsum Impor., Suspendido Por Estruct. De Tool Galvaniza.	m2	75,54	14,74	1113,46
Cerámica De Piso Antideslizante Pegada Con Mortero Modificado Con Látex (Inc. Emporado).	m2	70	20,89	1462,30
Granito De Buena Calidad Para Mesón A=0.60 Cm	ml	2	159,43	318,86
Cubierta Panel De Acero De Galvalume Prepintada De Color E=0.40 Mm (No Inc. Cumbretero)	m2	93,5	12,26	1146,31
Cumbretero Panel De Acero De Galvalume Prepintada E=0.35 Mm.	m.	8,5	8,35	70,98



Carpintería				
Ventana De Aluminio Proyectable Con Vidrio Claro E=6mm, Inc. Suministro E Instalación	m2	13	79,05	1027,65
Puerta (0,90x 2,10m) Tamborada Con Marcos Y Estructura De Seike, Con Caras En Mdf.	u	4	234,43	937,72
Puerta (0,70x 2,10m) Tamborada Con Marcos Y Estructura De Seike, Con Caras En Mdf.	u	5	190,7	953,50
Mueble Closet Con Melamina 15 Mm. Blanca Interior Y Puertas De Color (Según Diseño).	m2	4	163,85	655,40
Instalaciones sanitarias				
Válvula Reductora De Presión Ø=1".	u	1	54,98	54,98
Válvula De Compuerta Y Volante De Bronce D=1".	u	2	38,27	76,54
Válvula De Compuerta Y Volante De Bronce D=¾"	u	5	27,16	135,80
Válvula De Compuerta Y Volante De Bronce Ø=½".	u	7	20,93	146,51
Tubería Pvc-P Roscable Ø=1"	m	15	6,03	99,50
Tubería Pvc-P Roscable Ø=¾"	m	6	2,67	73,96
Tubería Pvc-P Roscable Ø=½"	m	3	2,23	78,05
Reductor Pvc-P U/Rc 1"-3/4"	u	3	1,88	5,64
Reductor Pvc-P U/Rc 3/4" - 1/2".	u	5	1,66	8,30
Tee Pvc Roscable De Ø=3/4"	u	5	3,4	17,00
Tee Pvc Roscable De Ø=½"	u	8	1,17	9,36
Unión Roscable De Ø=½"	u	10	1,06	10,60
Unión Roscable De Ø=¾"	u	7	1,3	9,10
Unión Roscable De Ø=¾"	u	5	1,3	6,50
Universal Pvc De Ø=½"	u	5	2,69	13,45
Codo Pvc Roscable De Ø=1"	u	8	3,85	30,80
Codo Pvc Roscable De Ø=¾"	u	12	1,49	17,88
Codo Pvc Roscable De Ø=½"	u	13	1,13	14,69
Fregadero Acero Inox 2p - Buena Cálida (Inc. Grifería + Accesorios).	u	1	175,28	175,28
Lavamanos Blanco Con Pedestal 1° Calidad (Inc. Grifería Y Accesorios).	u	4	101,83	203,66
Inodoro Tanque Bajo - Buena Calidad (Inc. Accesorios).	u	4	125,26	250,52
Red de alcantarillado sanitario y pluvial				
Tubería Pvc-S E/C Desagüe Ø=50 Mm	m	9	3,05	27,45
Tubería Pvc-S E/C Desagüe Ø=75 Mm	m	3	4,16	12,48
Tubería Pvc-S E/C Desagüe Ø=110 Mm	m	3	5,63	16,89
Yee Pvc-S E/C Ø=50 Mm	u	3	2,06	6,18
Yee Pvc-S E/C Ø=75 Mm	u	3	3,2	9,60
Yee Pvc-S E/C Ø=110 Mm	u	2	5,42	10,84
Codo Pvc E/C 45° 110 Mm Desagüe	u	3	5,69	17,07
Codo Pvc-P E/C 45° Ø=50mm	u	4	3,77	15,08
Codo Pvc-P E/C 45° Ø=75 Mm	u	2	5,24	10,48
Codo Pvc E/C 90° 110 Mm Desagüe	u	8	5,24	41,92
Codo Pvc E/C 90° 50 Mm Desagüe	u	8	1,74	13,92
Codo Pvc E/C 90° 75 Mm Desagüe	u	6	6,25	37,50
Tee Pvc E/C 110 Mm Desagüe	u	6	6,74	40,44

Tee Pvc-S E/C 75 Mm Desagüe	u	4	3,59	14,36
Tee Pvc-S E/C 50 Mm Desagüe	u	4	1,46	5,84
Reductor Pvc-P E/C De 75 A 50 Mm.	u	4	1,6	6,40
Reductor Pvc-P E/C De 110 - 75 Mm.	u	4	3,17	12,68
Reductor Pvc-P E/C De 110 A 50 Mm.	u	4	2,13	8,52
Sifón Pvc E/C 50 Mm Desagüe	u	7	2,41	16,87
Rejilla De Piso De Aluminio 75 Mm	u	3	6,35	19,05
Caja De Revisión 0.80x0.80 Revestido (Incl. Tapa Hºaº).	u	2	88,03	176,06
Tubería Perfilada De Alcantarillado Ø=160 Mm.	m	15	7,59	113,85
Canal Recolector De Tool Galv. Sencillo Pintado. Inc. Fijaciones.	m	39	11,42	445,38
Bajante De Aguas Lluvias Pvc Ø=3" Inc. Fijaciones	m	10	7,51	75,10
Instalaciones eléctricas				
Ablero De Distribución Inc. 2-6 Breakers. Inc. Breakers.	u	1	227,52	227,52
Tomacorriente Doble.	pto.	23	18,18	418,14
Punto Eléctrico De Iluminación	pto.	14	17,29	242,06
Luminaria Con Aplique De Pared Led 20 W.	pto.	3	45,15	135,45
Disposición de desechos				
Contenedor de basura	u	5	60	300,00
Señalética				
Carteles de señalética reflectiva	u	15	2,5	30,00
Total				25148,83

- **Estacionamiento**

Lugar destinado para el estacionamiento de la maquinaria después de haber culminado la jornada laboral y también para vehículos que vienen de afuera para compra del material. Dicha área comprende 325 m², en el cual se colocará una base de grava con un espesor de 0,15m.

Tabla 33. Cantidad de material base para implementación de estacionamiento del área minera "Cabrera Armijos"

Área (m ²)	Profundidad (m)	Volumen de material (m ³)
325	0,15	48,75

Tabla 34. Costo de implementación de estacionamiento del área minera "Cabrera Armijos"

Unidad	Cantidad	Descripción	Costo unitario (m3)	Costo total (\$)
m3	48,75	Material base	5,83	284,21
Total				284,21

Tabla 35. Costo de maquinaria para aplanamiento de estacionamiento del área minera “Cabrera Armijos”

Unidad	Cantidad	Descripción	Costo unitario (m3)	Costo total (\$)
h	3	Aplanadora	30	90,00
Total				90,00

El costo total para la implementación del estacionamiento es de 374,21 \$.

- **Almacenamiento de combustible**

Para este proyecto no se tomará en cuenta un lugar para el almacenamiento de combustible, ya que cerca se encuentra una gasolinera, evitando así el manejo de combustible dentro del área minera “Cabrera Armijos”. Dicha gasolinera recibe el nombre de Fortaleza E/S ubicado en la vía El Padmi E-45, parroquia Los Encuentros a 15 minutos aproximadamente de la zona de estudio.



Figura 31. Gasolinera Fortaleza E/S.
Nota. Obtenido de Google maps (2024).

- **Protección del margen del Río Zamora**

El área de concesión minera no tiene influencia directa del río Zamora, por lo tanto como prevención se propone la construcción de un muro de gavión en la esquina oeste de 130 m de longitud, cuyo muro estará constituido de 5 módulos longitudinales de un 1 x 1 m, el material pétreo debe ser de entre 10 a 30 cm y en ningún caso debe ser menor que 10 cm, y es de tipo canto rodado que no se deteriore con facilidad. (Ver Anexo 5.5)

Tabla 36. Costo de implementación de muro de gavión.

Unidad	Cantidad	Descripción	Costo unitario	costo total
U	2	Mano de Obra	20	40
m lineales	160	Malla Hexagonal Triple Torsión	74,2	11872
Total				11912

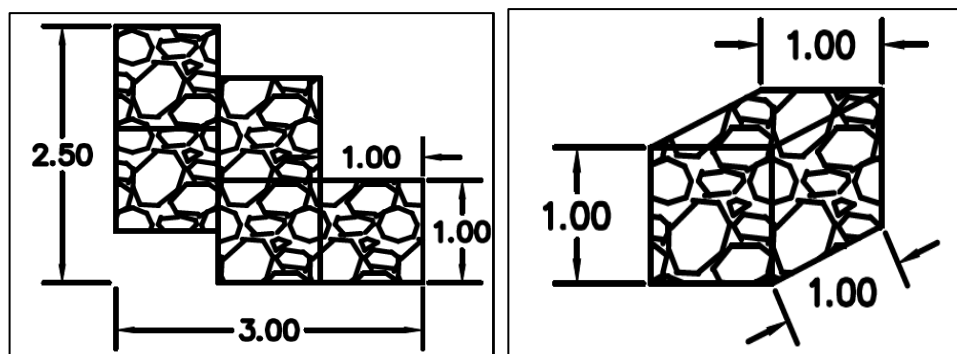


Figura 32. Esquema de composición del muro de gavión.

- **Costos de la etapa de preparación**

Tabla 37. Costos de preparación del área minera “Cabrera Armijos”.

Actividad	Costo (\$)
Vías de acceso	2507,76
Zona de stock	240
Campamento	25148,83
Estacionamiento	374,21
Protección del margen del río Zamora	11912
Sub. Total	36070,8
IVA 12%	4328,496
Total	45004,296

Una vez desglosado el costo por cada actividad a desarrollar en la etapa de preparación del área minera “Cabrera Armijos” se ha obtenido un valor de 40.399,296 \$, cuyo valor es considerado como inversión para el correcto funcionamiento de la zona minera.

6.3.4.3. Explotación

- **Explotación por noques o diques longitudinales**

Los noques son lugares en donde se depositará el material pétreo arrastrado por el río Zamora, los mismos que están diseñados y propuestos según las características del terreno y la maquinaria de la zona de estudio.

Ancho del noque (AD)

Es un parámetro importante en el diseño de explotación de noques, este valor se lo obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$AE = \text{Ancho de la excavadora} = 2,80 \text{ m}$$

$$FS = \text{Factor de Seguridad} = \text{Ancho de excavadora}$$

$$AD = AE + (2 * FS)$$

$$AD = 2,80 + (2 * 2,80)$$

$$AD = 9,5 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

Longitud del noque

Es un componente importante en el diseño del noque, en donde la longitud del área minera es de 400 m, al ser una longitud considerable se trató de aprovechar al máximo y según la maquinaria que posee el área minera se ha visto conveniente que la longitud de los noques sea de 100 m, donde se aprovecharán los 400 metros que tiene el área minera.

- **Diseño de los noques**

Una vez obtenido las dimensiones en los que serán construidos los noques, se propone que para el proceso de explotación dentro de la gravera seca, los noques serán colocados longitudinalmente, teniendo esa dirección los noques lograrán la retención del material que trae consigo el agua y se sedimentan en dichos noques. Cada noque será de 10 m de ancho por 100 m de longitud a una profundidad de 4,7 m para no dañar la roca madre del río orientados de este a oeste, a fin de que la excavadora pueda extraer todo el material aluvial acumulado en cada noque, disponiéndose un total de 23 diques enumerados de acuerdo a su cercanía con el río cuya numeración también indica el orden en el que se va a producir la extracción del material es decir empezamos explotando el dique 1 luego el dique 2 luego el dique 3 y así sucesivamente. Cada noque tiene un área de 925 m² por lo que de acuerdo al cronograma cada dique se lo trabajará por mes. Esto favorecerá que no haya mucha erosión del río Zamora. (Ver Anexo 5.5)

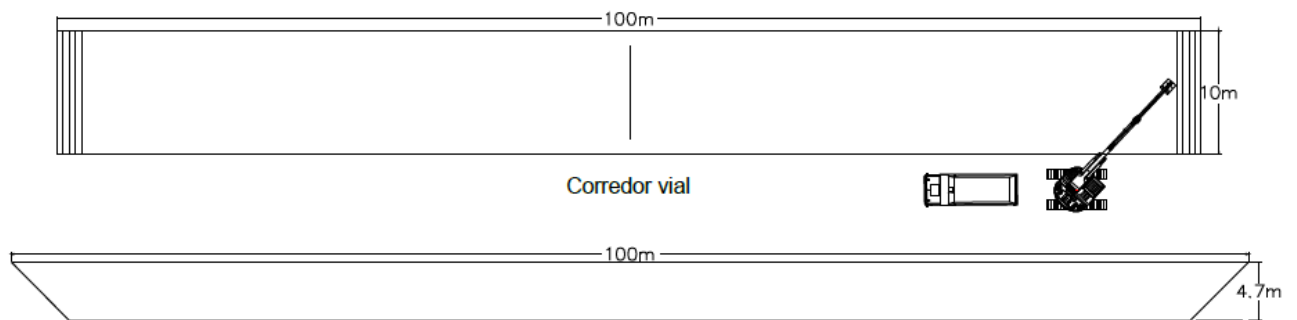


Figura 33. Dimensiones de los noques longitudinales propuestos.

Tabla 38. Planificación de actividades de destape y explotación.

Planificación de actividades de explotación			
	Actividad	volumen m3	Días
Área 1	Limpieza y desbroce	1500	5
	Replanteo de noques de explotación	-	1
	Extracción de material por cada noque	4347,5	30
Área 2	Limpieza y desbroce	1500	5
	Replanteo de noques de explotación	-	1
	Extracción de material por cada noque	4347,5	30

Área 3	Limpieza y desbroce	1500	5
	Replanteo de noques de explotación	-	1
	Extracción de material por cada noque	4347,5	30
Área 4	Limpieza y desbroce	1500	5
	Replanteo de noques de explotación	-	1
	Extracción de material por cada noque	4347,5	30

- **Procesos del sistema de explotación**

- **Arranque**

Estas actividades se las realizó en los diques longitudinales, en donde se procedió a extraer el material deseado mediante la excavadora CAT 312 C, en donde se presentan las características de dicha maquina:

Tabla 39. *Especificaciones técnicas de la excavadora CAT 312 C.*

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA EXCAVADORA	
	
Modelo	CAT 312 C
Fabricante	CATERPILLAR
Anchura de transporte	2,80 m
Capacidad de cuchara	0,38 m ³
Rendimiento del motor	67 kW
Longitud de transporte	7,63 m
Altura de transporte	2,90 m
Profundidad de excavación	5,15 m
Ancho de cuchara	0,60 m


- **Carga**

Una vez realizado el proceso de arranque, se realiza lo que es la carga del material extraído de los diques hacia la volqueta con la ayuda de la misma excavadora CAT 312 C.

- **Transporte**

Una vez esté cargada la volqueta, se procede a trasportar el material hacia la zona de stock primario mediante la ayuda de la volqueta DONGFENG DFH1180, cuyas especificaciones se muestran a continuación:

Tabla 40. Especificaciones técnicas de la volqueta DONGFENG.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA VOLQUETA	
	
Modelo	DFH1180
Fabricante	DONGFENG
Motor	270-50
Capacidad	8,00 m ³
Rendimiento del motor	198 Kw
Altura de transporte	2,78 m
Ancho del transporte	2,50 m

Una vez transportado el material a la zona de stock primario, se utiliza la pala cargadora con la finalidad de transferir el material a la criba para su posterior clasificación, el material que se obtiene del cribado se lo cataloga como stock secundario, a continuación se detallan las especificaciones técnicas de la pala cargadora CAT 938 G:

Tabla 41. Especificaciones técnicas de la pala cargadora CAT 938 G.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA PALA CARGADORA	
	
Modelo	938 G
Fabricante	CATERPILLAR
Anchura de transporte	2,70 m
Capacidad de la pala Max.	3,00 m ³
Ancho de la cuchara	2,71 m
Rendimiento del motor	119 kW
Longitud de transporte	7,47 m
Altura de transporte	3,20 m
Velocidad	38,80 km/h
Radio de torneo exterior	5,48 m

- **Clasificación**

Una vez que la pala cargadora coloca el material en la criba se comienza a clasificar el material obteniéndose diferentes productos como:

Tabla 42. Especificaciones técnicas de la criba.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA CRIBA	
	
Modelo	Criba fija

Ancho de estructura	5,00 m
Largo de estructura	15,00 m
Alto de estructura	7.00 m
Producto 1	Piedra > 5''
Producto 2	Gravón 2 a 5''
Producto 3	Grava > 3/16 a 2''
Producto 4	Arenas
Capacidad de tolva	12 m ³

El terreno tiene 2 niveles, una plataforma de stock primario y secundario, el terreno es de tipo escarpado y aprovechando la gradiente del terreno se hace la instalación de la criba de clasificación por gravedad y de esta manera tanto la volqueta cargada como la pala cargadora no hacen ningún esfuerzo al momento de depositar el material en la criba por lo que es una plataforma plana como se muestra en el diseño de la criba.

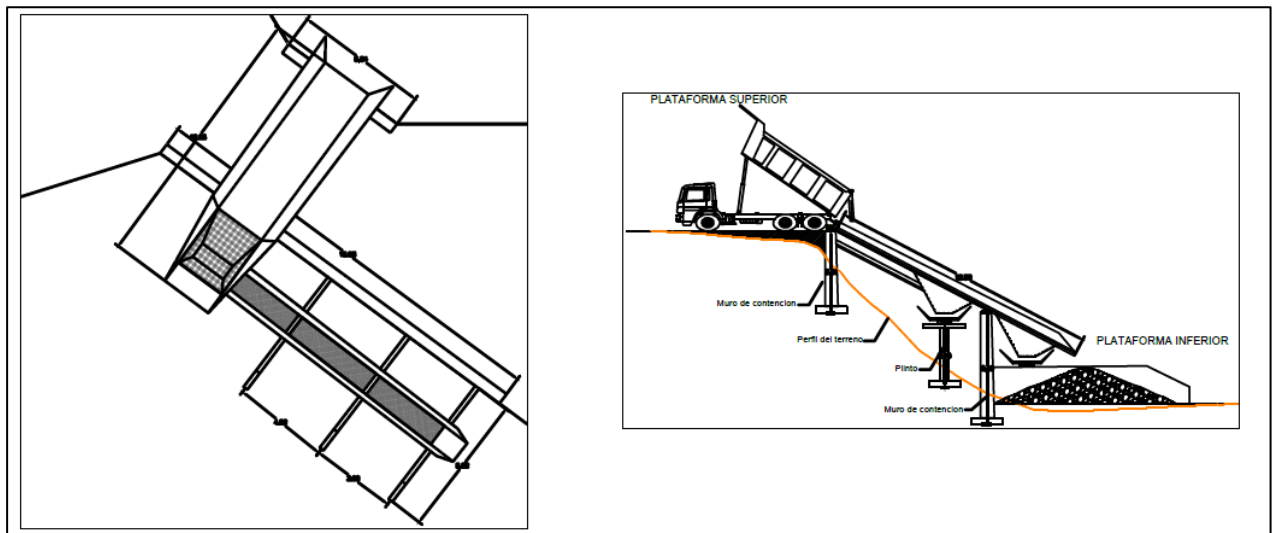


Figura 34. Esquema de la criba de clasificación por gravedad.

- **Cálculo del rendimiento de la maquinaria**

- Rendimiento de excavadora

Se realizó un aumento en la cuchara a 0,5 m³ de la excavadora según la capacidad que admite dicha maquina en las especificaciones técnicas

$$R = \frac{Vc \times 3600 \times Fe \times Fe' \times Ct}{Tc}; m^3/hora$$

$$R = \frac{0,5 \times 3600 \times 0,8 \times 0,9 \times 1,10}{20}$$

$$R = 71,28 m^3/h$$

- Rendimiento pala cargadora

$$R = \frac{3600 \times Q \times F \times E \times K}{Cm}$$

$$R = \frac{3600 \times 3,00 \times 1,12 \times 0,8 \times 0,9}{18}$$

$$R = 483,84 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Rendimiento de volqueta

Distancia de stock al frente de trabajo = 350 m = 0,350 km

$$t = \frac{\text{Distancia zona de stock y frente de trabajo}}{\text{Velocidad}}; \text{ min}$$

$$t = \frac{0,350 \text{ km}}{10 \text{ km/h}}$$

$$t = 0,035 \text{ h} = 2,1 \text{ min}$$

Tiempo de marcha (ida vuelta) = 2,1 min x 2 = 4,2 min

$T_c = \text{tiempo de marcha} + \text{tiempo carga} + \text{tiempo descarga}$
+ tiempo maniobra; min

$$T_c = 4,2 \text{ min} + 4,50 \text{ min} + 1 + 0,25$$

$$T_c = 9,95 \text{ min}$$

$$R = \frac{V_c \times 60 \times F_e}{T_c} = \text{m}^3/\text{h}$$

$$R = \frac{8 \times 60 \times 0,8}{9,95}$$

$$R = 38,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Tiempos de ciclos de trabajo**

Tabla 43. *Tiempos de ciclo de trabajo.*

Ciclo de trabajo				
Actividad	Equipos	Descripción	Capacidad	Tiempo (Seg)
Arranque y carga del material	Excavadora CAT 312 C	Arranque del material del dique longitudinal y colocación en la volqueta	0,38 m ³	18

Trasporte y descarga del material	Volqueta DONGFENG DFH1180	Transporte del material a la zona de stock	8 m ³	270
Carga y clasificación	Pala cargadora CAT 938 G:	Traslado de material clasificado a las pilas en la zona de stock.	3 m ³	126

6.3.4.4. Producción diaria

Para determinar la producción diaria correspondiente a la instalación minera proyectada se utilizarán los cálculos del rendimiento de la maquinaria. El tiempo de turno de cada día se considerará con un valor de 8 horas de producción por día, que proporciona tiempo suficiente para la ejecución de las actividades.

Finalmente, la producción se calcula con base en la cantidad de material que un volquete puede transportar por hora durante una jornada laboral 8 horas, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Producción diaria} = \text{rendimiento de volqueta} \frac{m^3}{h} * 8 \text{ h/día}$$

$$\text{Producción diaria} = 38,6 \text{ m}^3/\text{h} * 8 \text{ h/día}$$

$$\text{Producción diaria} = 308,8 \text{ m}^3/\text{día}$$

- **Tiempo de vida útil**

$$\text{Tiempo de vida útil} = \frac{V \text{ (reservas)}}{D \times P}$$

$$\text{Tiempo de vida útil} = \frac{166478,09 \text{ m}^3}{240 \frac{\text{día}}{\text{año}} \times 308,8 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}$$

$$\text{Tiempo de vida útil} = 2,24 = 2 \text{ años}$$

El cálculo del tiempo de vida útil se lo realizo tomando en cuenta los días en lo que se trabajaran al año en los que se consideran 240 día/año y a las reservas calculadas de 166478,09 m³.

6.3.5. Análisis económico del sistema de explotación

6.3.5.1. Costo directo

Los costos directos son considerados como los gastos principales o primarios y consisten en el costo del personal y de materiales que generan los ingresos del área minera.

6.3.5.2. Costo indirecto

Son gastos que son considerados independientes en la ejecución del proyecto pero que son necesarios en el día a día.

6.3.5.3. Resumen de costos de producción

Tabla 44. Gastos totales de producción del sistema de explotación.

Tipo de costo	Costos	Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total (\$) (mes)
Costo Directo	Costo personal	1	Operador de excavadora	600	600
		1	Operador volqueta	600	600
		1	Operador pala cargadora	600	600
		2	Obreros	450	900
		1	Técnico encargado	800	800
		1	Secretaria	450	450
		1	Guardia de seguridad	550	550
		1	Mecánico	500	500
		1	Ayudante mecánico	450	450
	Costo mantenimiento de maquinaria	1	Mantenimiento	1000	1000
	Costos de combustibles y lubricantes	1	Diesel	1000	1000
		1	Gasolina	800	800
		1	Lubricantes/grasa	400	400
Costo Indirecto	EPP	10	Casco	10	100
		10	Orejas	5	50
		10	Guantes	1	10
		10	Chalecos reflectivos	5	50
		10	Botas	20	200
	Materiales de oficina	10	Carpetas	0,5	5
		10	Resma de hojas	3	30
		5	Caja de esferos	5	25
Subtotal					9120
IVA 12 %					1094,4
Total					10214,4

6.3.5.4. Costo de producción por metro cúbico

Este costo se lo obtiene mediante la relación entre el costo diario (USD) y la producción diaria en m³, con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$\text{costo/m}^3 = \frac{\text{costo diario}}{\text{producción diaria}} = \text{USD/m}^3$$

- **Costo diario**

Representa el valor monetario durante el día en dólares estadounidenses, el cual está en relación entre el costo de producción mensual y los días laborables en dicho mes.

$$\text{Costo diario} = \frac{\text{costo de producción mensual}}{\text{días laborables}} = \text{USD/día}$$

$$\text{Costo diario} = \frac{10214,4}{20}$$

$$\text{Costo diario} = 510,72 \text{ USD/día}$$

Una vez obtenido el valor del costo diario, se obtiene el valor del precio por metro cubico mediante la siguiente expresión:

$$\text{costo/m}^3 = \frac{\text{costo diario}}{\text{producción diaria}} = \text{USD/m}^3$$

$$\text{costo/m}^3 = \frac{510,72 \text{ USD/día}}{308,8 \text{ m}^3/\text{día}}$$

$$\frac{\text{costo}}{\text{m}^3} = 1,65 \text{ USD/m}^3$$

El costo diario que tiene el área minera es de 510,72 USD/día, con una explotación de 308,8 m³/día, que mediante la aplicación de las fórmulas correspondientes de obtuvo un valor de 1,65 USD/m³.

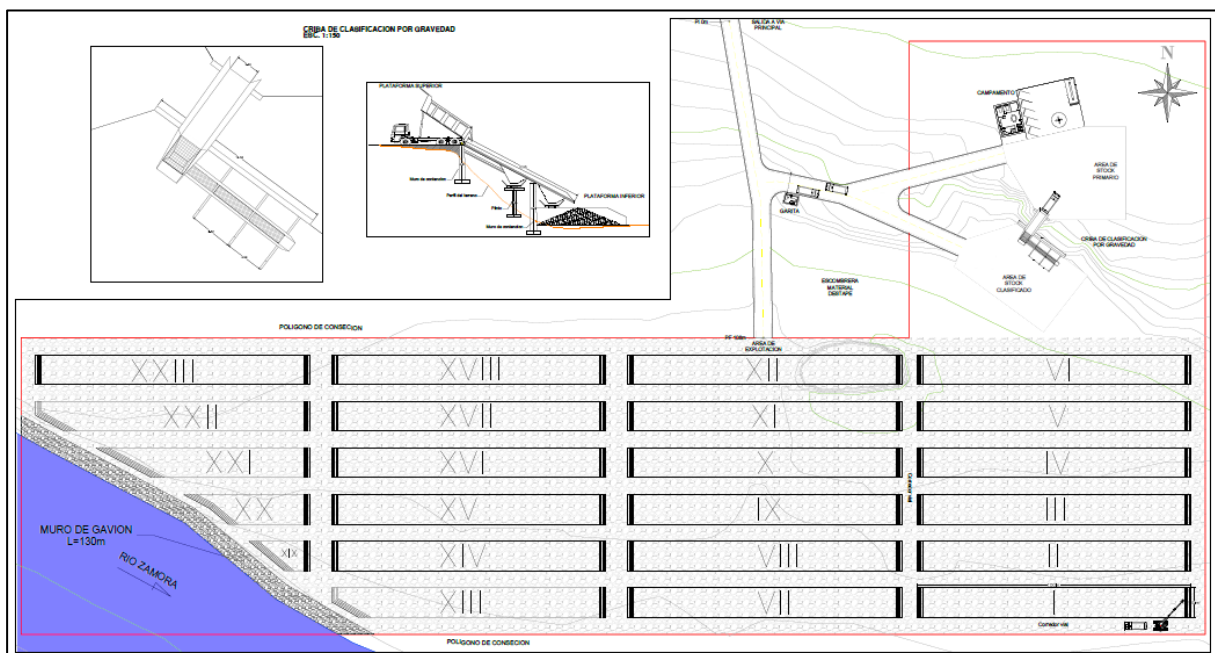


Figura 35. Sistema de explotación optimizado.

7. Discusión

De acuerdo a la geología establecida de la hoja geológica de Paquisha a escala 1:100000 creada por INIGEMM en 2017, regionalmente el área minera se encuentra influenciada por rocas intrusivas del Complejo Intrusivo Zamora, rocas sedimentarias de las formaciones Napo y Hollín y depósitos aluviales. De acuerdo a la descripción de afloramientos y calicatas, localmente, las formaciones Napo y Hollín, están constituidas por secuencias de areniscas, lutitas calcáreas y areniscas cuarzosas, las cuales han ido rellenando el lecho del río formando un depósito aluvial en el cuaternario.

Para el cálculo de reservas Herrera (2023), en su trabajo de titulación realiza dentro de sus objetivos la estimación de reservas mediante dos métodos, método de secciones transversales que consiste en dividir el área de estudio en secciones, teniendo una distancia respectiva en cada una de ellas y el método de la altura media, que implica componentes como un área determinada con relación a la altura media determinada en las calicatas. De acuerdo con las características del terreno el cual posee poca pendiente, similar a la zona de estudio en la que se ejecutó el proyecto de la autora Herrera (2023), en el presente trabajo se consideró el método de la altura media, en donde se determinó 4 áreas explotables considerando la profundidad media a través de las 4 calicatas y aplicando los cálculos correspondientes se obtuvo un volumen de 166478.09 m³ valor considerado más cercano a la realidad.

Según menciona Tamayo (2016), que la forma eficiente de optimizar procesos es mediante la variación en el rendimiento de la maquinaria debido al cambio en las condiciones del trabajo, el mismo autor declara que la optimización radicarán en la aplicación de criterios técnicos para el desarrollo de las operaciones, ya que esta es la principal falencia al carecer de una explotación ordenada y sistemática. En concordancia con el autor también se puede mencionar que no solamente la forma de optimizar es mediante el mejoramiento del rendimiento de la maquinaria sino que también mediante el diseño e implementación de nuevas estructuras como el campamento minero, mejoramiento de las vías y el correcto diseño del sistema de explotación elegido con la finalidad de realizar una correcta labor minera.

En cuanto al sistema de explotación, León Ortiz (2017), menciona en su proyecto denominado “Diseño de explotación para materiales pétreos en el Río Jubones de la concesión minera Sánchez”, que el diseño de los noques es la parte más importante y que dependerá de la eficiencia de la explotación, en donde los noques serán construidos a lo largo del río colocados de forma longitudinal y no transversal con la finalidad de retener el material pétreo. De acuerdo con la autora cabe destacar que las condiciones en las que se encuentra la zona de estudio del



son similares a la del presente proyecto, entonces en este caso se establecieron 2 alternativas de sistemas de explotación, en las que se eligió el sistema de graveras secas con diques o noques longitudinales, los mismos que serán colocados longitudinalmente, teniendo esa dirección los noques lograrán la retención del material que trae consigo el agua y se sedimenten en dichos noques.

Finalmente, León Ortiz (2017), establece que las excavaciones se realizarán dentro de las dimensiones del noque, lo cuales tienen 15 metros de ancho, 100 metros de largo y 3 metros de profundidad en donde considera 20 noques de explotación que se extiende por una longitud aproximada de 900 m. Las dimensiones de los noques que utilizó la autora son correctas, pero a diferencia de este proyecto, se trató de aprovechar toda el área de explotación con la finalidad de tener un mejor aprovechamiento de acuerdo a las características que presenta el terreno y las áreas de explotación, se determinaron 23 noques. Cada noque es de 10 m de ancho por 100 m de longitud a una profundidad de 4,7 m orientados de este a oeste, a fin de que la excavadora pueda extraer todo el material aluvial acumulado en cada noque.

Por último, se pudo constatar la veracidad de esta metodología y se considera que los resultados obtenidos conservan bastante relación con la realidad local y en consecuencia ayuda para una correcta explotación de materiales de construcción del área minera “Cabrera Armijos”.

8. Conclusiones

- El levantamiento topográfico ejecutado de las 5,00 Ha que conforman el área minera Cabrera Armijos, se concluye que la misma presenta cotas máximas de 805 y mínimas de 792 m.s.n.m. denotando así un relieve ligeramente plano correspondiente a una llanura de inundación que se encuentra en dinámica constante por factores erosivos exógenos.
- En lo que concierne a la geología del área de estudio está constituido por rocas que corresponden a las formaciones Napo y Hollín, dichas formaciones están constituidas por secuencias de areniscas, lutitas calcáreas y areniscas cuarzosas, más cercano a la cuenca del río se encuentran depósitos materiales conglomeráticos como bloques, cantos rodados, gravas y arenas producto del arrastre de materiales.
- La estimación de reservas fue obtenida mediante la aplicación del método de la altura media; obteniendo 166478.09 m³ de reservas de material pétreo de río, al tratarse de un depósito de roca y/o agregado aluvial, los materiales del depósito se renuevan constantemente.
- Según los ensayos realizados de acuerdo a las normas INEN, ASTM y AASHTO por el laboratorio particular DELTA CIA. LTDA., los materiales de construcción que se extrajeron de la mina "Cabrera Armijos" cumplen con las normas establecidas para este propósito.
- El método de explotación aplicado, al tratarse de minería superficial, se consideró a cielo abierto, y el sistema seleccionado para la explotación del material se lo denominó sistema de graveras secas con noques o diques longitudinales de 10 m ancho por 100 m de longitud a una profundidad de 4,7 m orientados de este a oeste. Disponiéndose un total de 23 diques enumerados de acuerdo a su cercanía con el río cuya numeración también indica el orden en el que se va a producir la extracción del material es decir empezamos explotando el dique 1 luego el dique 2 luego el dique 3 y así sucesivamente.
- Con la optimización del sistema de explotación para el área minera Cabrera Armijos se obtuvo que el costo diario de producción en el sistema optimizado es de 510,72 USD/día y el volumen de producción por día es de 308,8 m³/día y así mismo el tiempo de vida de 2 años aproximadamente. Con base en los costos de producción definidos, el costo de uso por metro cúbico es de 1,65 USD/m³.



9. Recomendaciones

- Se recomienda capacitar al personal sobre el nuevo sistema de explotación y de cómo usar y dar mantenimiento correcto a la maquinaria para así aumentar la eficiencia en la producción diaria.
- Es fundamental cumplir todas las obligaciones legales aplicables al desarrollo de la actividad minera.
- Se recomienda un seguimiento continuo por parte de un técnico para garantizar que las operaciones en el área minera se lleven a cabo de acuerdo con el diseño sugerido.
- Es importante mencionar que se coloque toda la señalética adecuada para evitar el ingreso de personal y vehículos no autorizados a las instalaciones y de esa manera evitar accidentes.
- Finalmente, se recomienda controlar los márgenes de protección propuesto en el diseño final.

10. Bibliografía

- Aguilera, A. (2013). *Plan de Ordenación Territorial del Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe*. Cuenca.
- Alarcón, S. (2016). *Diseño de explotación para materiales pétreos en el río Boladel de la Concesión Minera María Felicia*. Cuenca.
- Alarcón, S. (2016). *Diseño de explotación para materiales pétreos en el río Boladel de la Concesión Minera María Felicia*. Cuenca - Ecuador.
- Alcántara, D. (2014). *Topografía y sus Aplicaciones*. México : Primera Edición Ebook.
- Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos de España. ANEFA. (2009). *Las buenas prácticas para la extracción de gravas en el dominio público y zona de policía en la cuenca del Ebro*. Madrid.
- Ayala, L. (2015). *Explorock*. <https://www.explorock.com/clasificacion-de-los-depositos-sedimentarios/>
- Bach, J., Brusí, D., Domingo, M., y Obrador, A. (1988). *Propuesta de una metodología y jerarquización de las observaciones del trabajo de campo en Geología*. Barcelona.
- Banco Central del Ecuador. (2017). *Sector Minero, Cartilla Informativa*. Quito.
- Bañón, L., y Beviá, J. (2000). *Manual de Carreteras*. Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- Bustillo, M., y López, C. (1997). *Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras*. Madrid: Entorno Gráfico S.L.
- Cabrera, K. (2020). *WordPress*.
<https://ingciviltopografia.wordpress.com/2020/10/04/taquimetria/>
- CAT. (2021). https://www.cat.com/es_MX/campaigns/awareness/more-choices.html?utm_content=gci_as_educational_ecuador_gci-morechoices_2021&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=ecuador_-_gci_machines-hex-s&utm_term=excabadora&kxconf=uazngscs0
- Cebausa. (2020). <https://cebausa.es/transporte-de-maquinaria/volquetes/>
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). *Registro Oficial Suplemento 983*. Quito.



- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Montecristi.
- COOTAD. (2010). *Registro Oficial Suplemento 303*. Quito.
- Cornelis, K., y Cornelius, H. (1996). *Manual de Mineralogía*. Barcelona: Reverté.
- Corral, I. d. (2009). *Topografía de Obras*. Catalunya: Ediciones Upc.
- Cromang Ingeniería*. (2017). <https://cromangingenieria.com/zaranda-vibratoria.html>
- Explora Geología. (2010). *Estudio sobre áridos: geología, legislación, medio ambiente, normativa, explotación y tratamiento*.
- Gaitan, A. (2012). *scribd*. <https://es.scribd.com/doc/97928146/DIVISION-BASICA-DE-LA-TOPOGRAFIA>
- Gallardo, I. (2018). *UTW*. <https://www.utw.es/topografia-la-usamos/>
- Gárate, J. (2016). *Diseño de explotación de los materiales de construcción del lecho del río Paute sector Caguazhún, mediante el método de diques transversales*. Cuenca.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Yantzaza. (2017). *Ordenanza para la Regularización, Autorización, Control y Explotación de Materiales Áridos y Pétreos en el Cantón Yantzaza*. Yantzaza.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Chicaña. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Chicaña 2020 - 2023*. Chicaña.
- Guaman, K. (2010). *Academia*.
https://www.academia.edu/5837326/ESTUDIO_SOBRE_%C3%81RIDOS
- Guamán, L. (2021). *Optimización del Sistema de explotación para el Área minera de libre aprovechamiento "IML Las Lágrimas - Código 60000309", ubicada en la parroquia Carigán, cantón Loja, provincia de Loja*. Loja.
- Herrera, J. (2006). *Métodos de Minería a Cielo Abierto*. Madrid.
- Herrera, J. (2007). *Diseño de explotaciones de cantera*. Madrid - España.
- INEN. (2010). *Áridos. Determinación del Material más Fino que pasa el Tamiz con Aberturas de 75 um (No. 200), Mediante Lavado*. Quito.

- Irazoqui, R. (2017). *slideshare*. <https://es.slideshare.net/RubenIrazoqui/division-de-la-topografia>
- Iriondo, M. (2006). *Introducción a la Geología*. Córdoba - Argentina: Editorial Brujas.
- Ley de Minería. (2009). *Registro Oficial Suplemento 517*. Quito.
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. (2014). *Registro Oficial Suplemento 305*. Quito.
- López, C. (1998). *Áridos. Manual de prospección, explotación y aplicaciones*.
- López, J. P. (2017). *Geología Imprescindible*. Buenos Aires: Sb Editorial.
- Luaces, C. (2010). *Canales Sectoriales*.
<http://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/37082-Los-aridos.html>
- Maldonado, Y. (2021). *geologiaweb*. <https://geologiaweb.com/mineria/cierre-de-mina/>
- Manrique, J. (2008). *Diseño de una Alternativa Minero-Ambiental para la Explotación del Material de Arrastre en la Ribera del Río Unete en el Municipio de Aguazul Casanare Sogamoso*. Colombia: Municipio de Aguazul.
- Meza, D. (2017). *Metodología para el cálculo de reservas en minas a cielo abierto utilizando drones*. México.
- Morote, M. (2015). *slideshare*. <https://es.slideshare.net/MaxMoroteArias/ensayo-de-abrasion>
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2011). *ÁRIDOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN LOS ÁRIDOS, FINO Y GRUESO*. Quito.
- NTE INEN 856. (2010). *ÁRIDOS. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL ÁRIDO FINO*. Quito.
- Numpaqué, M. (2015). *slideshare*. <https://es.slideshare.net/MartaCNumpaqué/que-es-la-mineria>
- Núñez, K. (2013). *Geodesiamania*. <http://geodesiamania.blogspot.com/2013/10/que-es-la-topografia.html>
- Orozco, W., Brach, J., y Jiménez, J. (2014). Clasificación de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas en secciones delgadas a través programación estructurada. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 5 - 9.

Peñaloza, D. (2019). *scribd*. <https://es.scribd.com/document/415585070/339771280-Que-Es-Un-Afloramiento>

Pinta, Y. (2023). *Diseño del sistema de explotación para el área de libre aprovechamiento de material pétreo denominada GADMEP El Camal Código 50001321, ubicada en la parroquia El Pangui, Cantón El Pangui y Provincia de Zamora Chinchipe*. Loja.

Quispe, F. (27 de 07 de 2018). *Blogger*.

<https://ingenieria19civil19confrank.blogspot.com/2018/07/fases-de-un-levantamiento-topografico.html>

Reglamento Ambiental de Actividades Mineras, Ministerio Ambiente. (2016).

Reglamento especial para la explotación de materiales áridos y pétreos. (2012). *uplemento del Registro Oficial No. 784*.

Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Minero. (2014). *Registro Oficial 247*.

Rincón, M., Vargas, W., y Gonzáles, C. (2017). *Topografía, Conceptos y Aplicaciones*. Bogotá: Ecoe Ediciones Ltda.

Romero, J. (2021). *Topografía Automatizada*. Loja.

Santos, E., Chiriboga, M., & Pillasagua, J. (2010). *Rendimiento de Equipo Pesado en la Explotación de una Cantera de Cielo Abierto Caso Practico Cantera Borcons. Ubicación: Km 6.5 Vía a la Costa*. Guayaquil.

Tamayo, A. (2016). *OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES ÁRIDOS Y PÉTREOS DEL ÁREA MINERA "JUNIOR ACUMULADA, CÓDIGO 600524", UBICADA EN EL SECTOR CHINGUILAMACA, ENTRE LA PARROQUIA MALACATOS-VALLADOLID DEL CANTON LOJA Y GONZANAMÁ*. Loja.

Tarbuck, E., y Lutgens, F. (2005). *Ciencias de la Tierra, Una Introducción a la Geología Física*. Madrid: Pearson Educación.

Vadillo, L. (2001). *Guía de restauración de graveras*. España: Instituto Tecnológico Geominero de España & Estudios y proyectos mineros S.A.

Yépez, W. (2012). *Borrador de la Auditoría Ambiental del Área Minera "Jhannyne"*.



11. Anexos

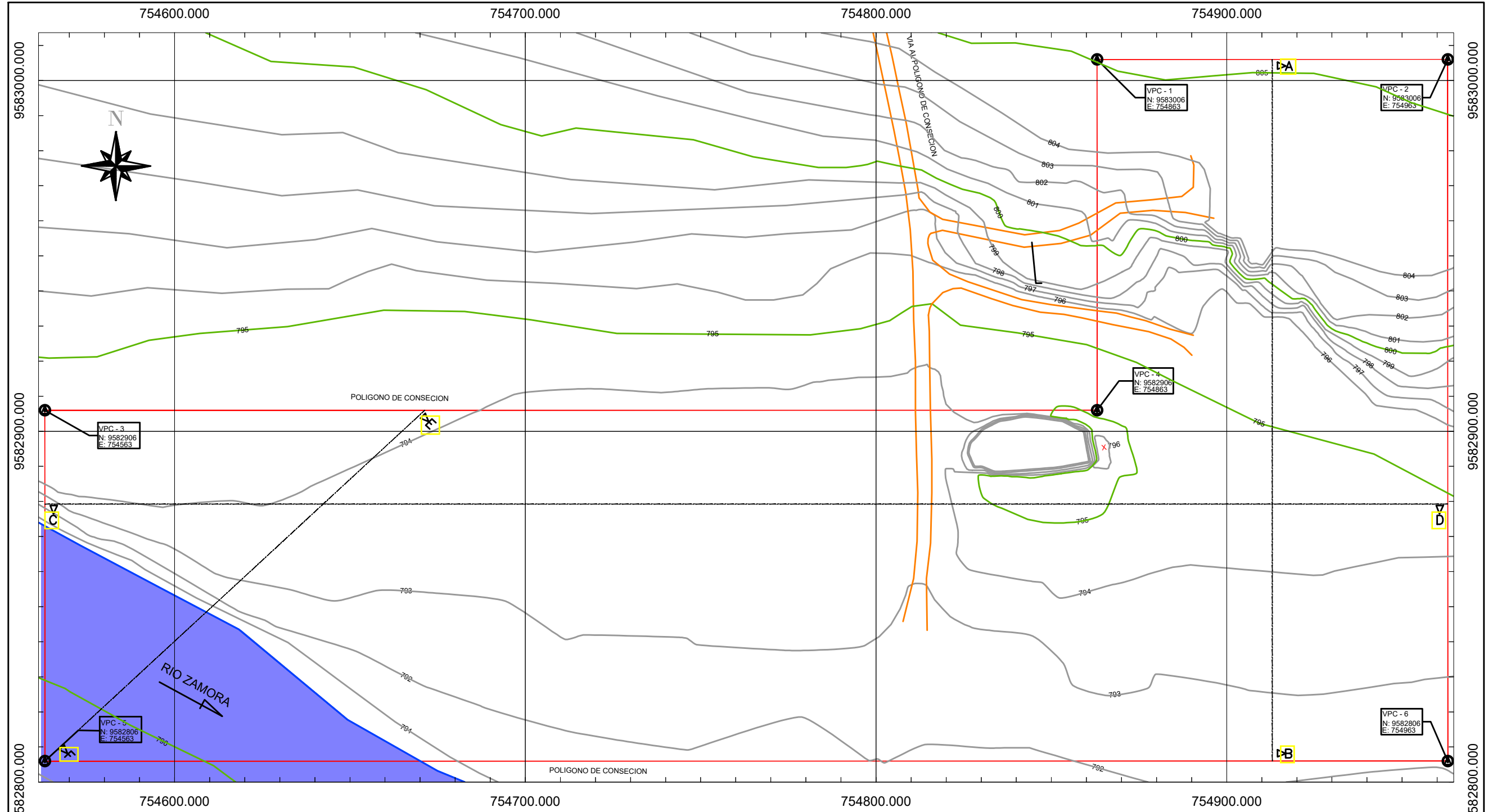
Anexo 1. Mapa Topográfico del Área Minera “Cabrera Armijos”

Anexo 2. Cortes Topográficos

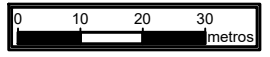
Anexo 3. Mapa de Geología Local del Área Minera “Cabrera Armijos”

Anexo 4. Cortes Geológicos

Anexo 1. Mapa Topográfico del Área Minera "Cabrera Armijos"

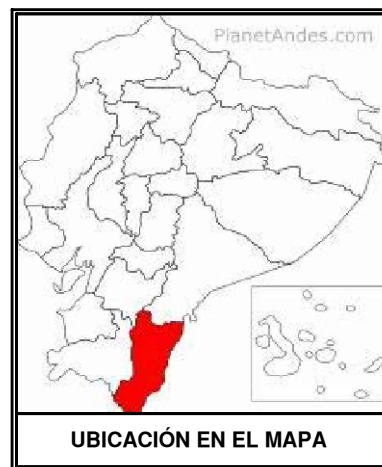
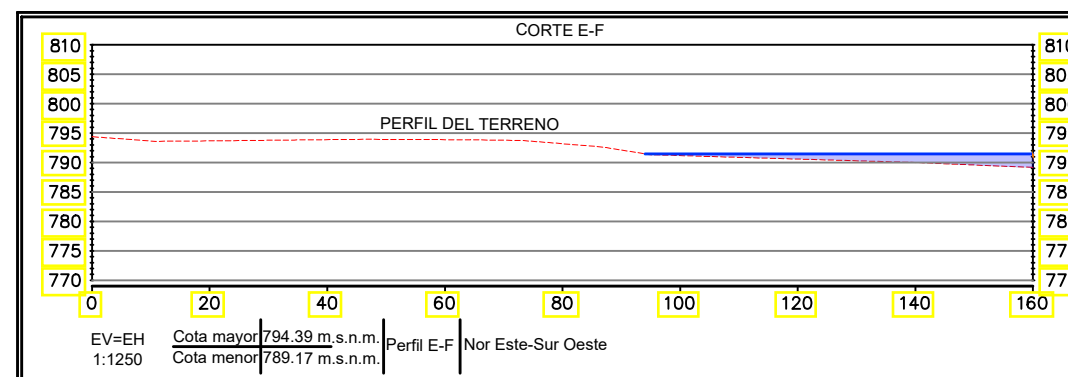
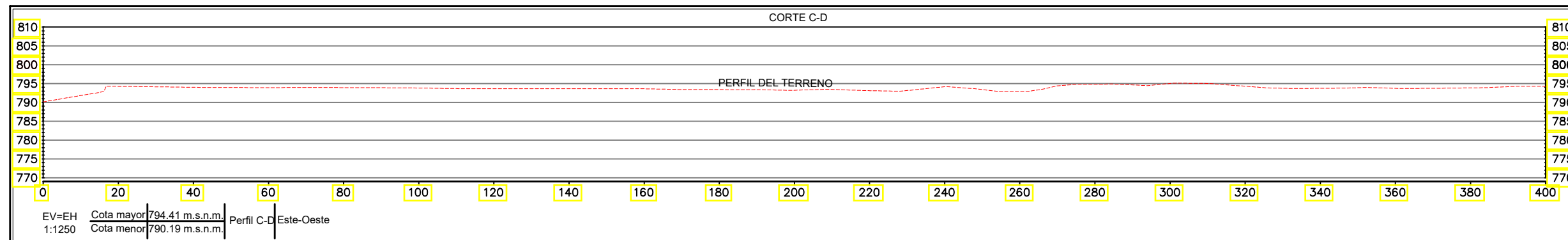
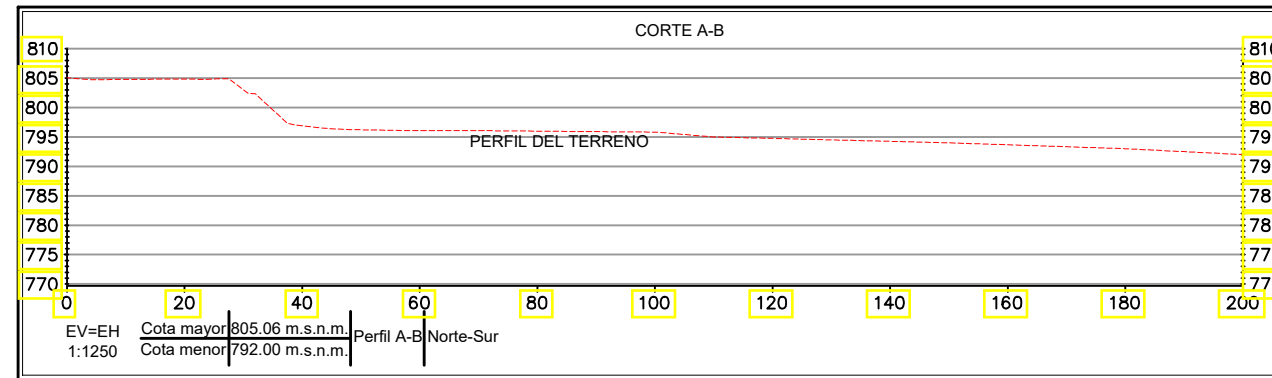


	Curva de nivel principal cada 5m
	Curva de nivel secundaria cada 1m
	Margen del rio Zamora
	Via de circulacion
SIMBOLOGIA	



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
	FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES		
CONTIENE	CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
	Topografía del Polígono de Consecion del área minera "Cabrera Armijos"		
ELABORADO POR	Dalembert Alexis Preciado Cuenca		
DIRECTOR	Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mgs		
FECHA	19/02/2024	ESCALA 1:1250	LAMINA 1/9

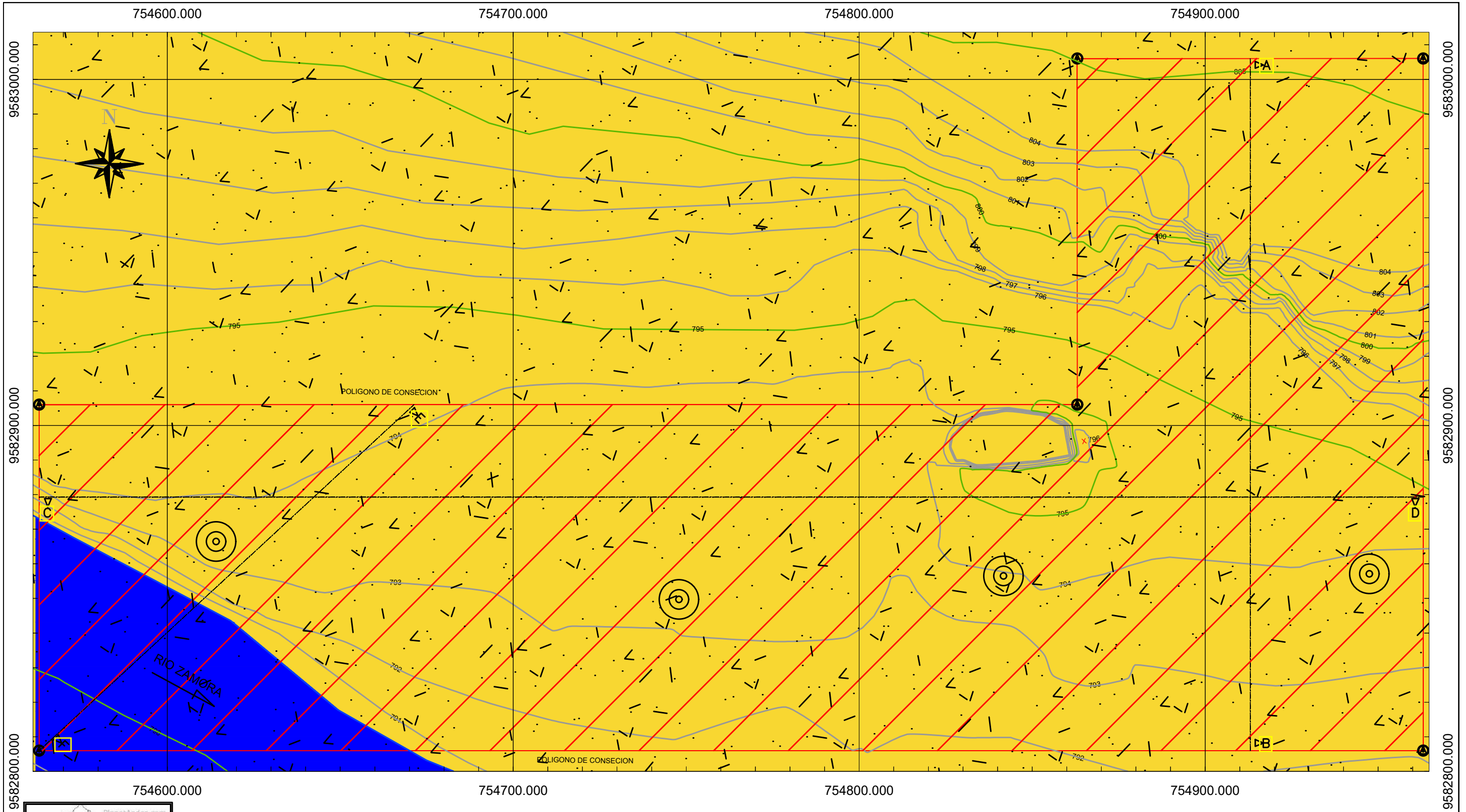
Anexo 2. Cortes Topográficos



	Terreno Natural
	Rio Zamora
SIMBOLOGIA	

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
	FACULTAD DE ENERGÍA , LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES		
	CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
CONTIENE	Perfil Topografico del frente de explotación del área minera "Cabrera Armijos"		
ELABORADO POR	Dalembert Alexis Preciado Cuenca		
DIRECTOR	Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mgs		
FECHA	19/02/2024	ESCALA 1:1250	LAMINA 2/9

Anexo 3. Mapa de Geología Local del Área Minera “Cabrera Armijos”



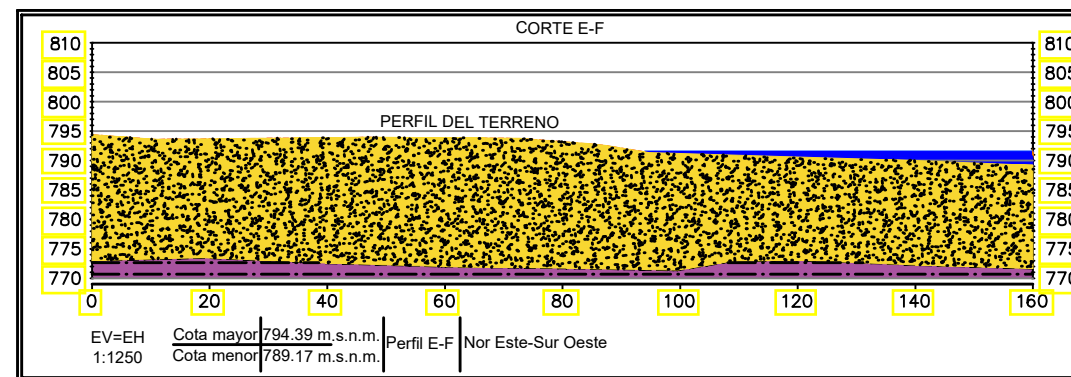
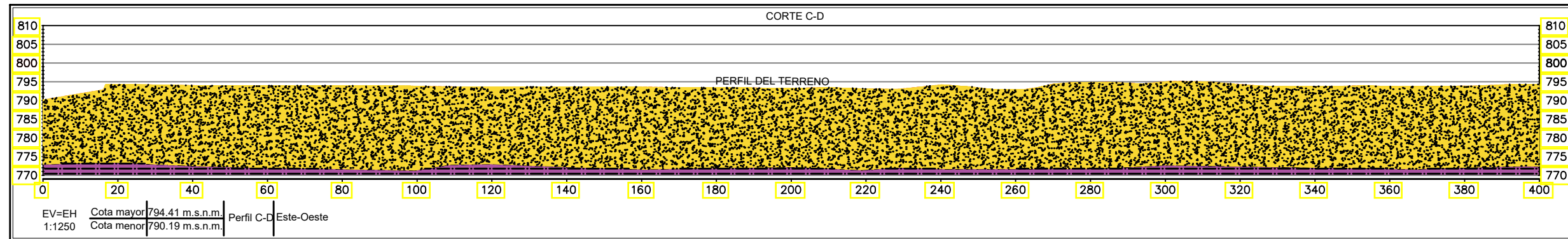
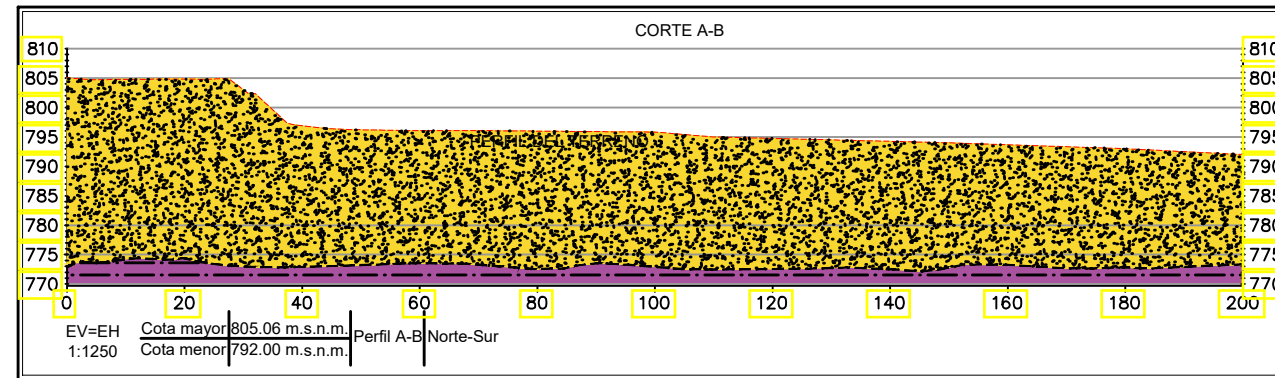
SIMBOLOGIA	
	Curva de nivel principal cada 5m
	Curva de nivel secundaria cada 1m
	Margen del Rio Zamora
	Calicata

FORMACION	
	Cantos rodados, grava, arena
	Dep. Aluvial
	Cuaternario
	Cenozoico



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
	FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES		
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL			
CONTIENE	Geología Local del área minera "Cabrera Armijos"		
ELABORADO POR	Dalembert Alexis Preciado Cuenca		
DIRECTOR	Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mgs		
FECHA	19/02/2024	ESCALA 1:1250	LAMINA 3/9

Anexo 4. Cortes Geológicos



	Terreno Natural
	Rio Zamora
	Contacto Inferido
SIMBOLOGIA	



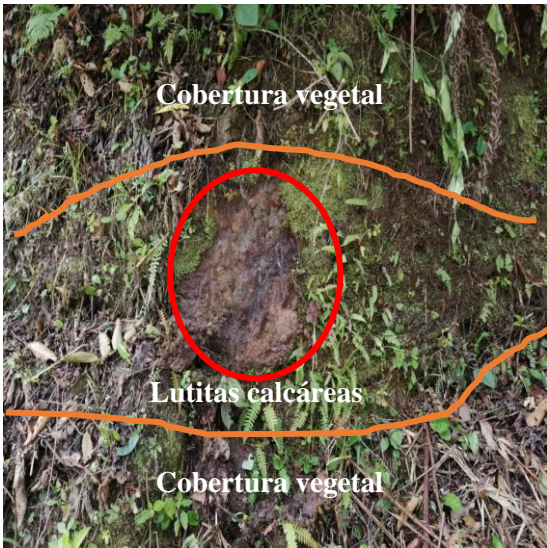
	Cantos rodados, grava, arena	Dep. Aluvial	Cuaternario	Cenozoico
FORMACION				

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
	FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES		
	CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
CONTIENE	Corte Geológico del área minera "Cabrera Armijos"		
ELABORADO POR	Dalembert Alexis Preciado Cuenca		
DIRECTOR	Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mgs		
FECHA	19/02/2024	ESCALA 1:1250	LAMINA 4/9

Anexo 5. Fichas con descripción de afloramientos.

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA						
FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES								
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL								
FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Proyecto:		Optimización del sistema de explotación para el área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007, sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe.			Fecha:		11/08/2022	
Código del Afloramiento		PT_1		Datos Estructurales				
Responsable:		Dalembert Preciado		Rumbo:		N50°E		
Provincia:		Zamora Chinchipe		Buzamiento:		5°		
Cantón:		Yantzaza		COORDENADAS UTM - DATUM WGS 84/17S				
Sector:		Quiringue		X:		754999.937		
Dimensiones		Ancho	Alto	Y:		9583367.593		
		Indefinido	4.5 m	Z:		820 m.s.n.m		
Formación Geológica: Formación Hollín								
Tipo de Afloramiento				Natural	X	Antrópico		
Grado de Meteorización		Bajo		Medio	X	Alto		
Descripción Geológica		El afloramiento se encuentra compuesto principalmente por areniscas cuarzosas con presencia de pequeños cristales de cuarzo, de coloración naranja, producto de la depositación de material en forma de coluvión de la misma formación. Cubierta en su gran mayoría por cobertura vegetal constituidos de árboles y arbustos de baja altura.						
Fotografía:								
Observaciones:		Afloramiento formado al margen izquierdo de la vía a la parroquia Los Encuentros, el cual se encuentra frente a la entrada del área minera.						

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA						
FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES								
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL								
FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS								
Proyecto:		Optimización del sistema de explotación para el área minera “Cabrería Armijos” código 1905510007, sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe.				Fecha:	11/08/2022	
Código del Afloramiento		PT_2		Datos Estructurales				
Responsable:		Dalembert Preciado		Rumbo:	N40°E			
Provincia:		Zamora Chinchipe		Buzamiento:	5°			
Cantón:		Yantzaza		COORDENADAS UTM - DATUM WGS 84/17S				
Sector:		Quiringue		X:	74798.906			
Dimensiones		Ancho	Alto	Y:	9583441.997			
		Indefinido	5 m	Z:	819 m.s.n.m			
Formación Geológica: Formación Hollín								
Tipo de Afloramiento				Natural	<input checked="" type="checkbox"/>	Antrópico	<input type="checkbox"/>	
Grado de Meteorización		Bajo		<input type="checkbox"/>	Medio	<input checked="" type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>
Descripción Geológica		El afloramiento se encuentra compuesto principalmente por arcillas limosas, de coloración café claro, producto de la depositación de material en forma de coluvión de la misma formación. Cubierta en la parte superior por cobertura vegetal.						
Fotografía:								
Observaciones:		Afloramiento formado al margen izquierdo de la vía a la parroquia Los Encuentros, el cual se encuentra frente a la entrada del área minera.						

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES							
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL							
FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Proyecto:		Optimización del sistema de explotación para el área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007, sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe.				Fecha:	11/08/2022
Código del Afloramiento		PT_3		Datos Estructurales			
Responsable:		Dalembert Preciado		Rumbo:	N32°E		
Provincia:		Zamora Chinchipe		Buzamiento:	10°		
Cantón:		Yantzaza		COORDENADAS UTM - DATUM WGS 84/17S			
Sector:		Quiringue		X:	754483.565		
Dimensiones		Ancho	Alto	Y:	9583633.312		
		Indefinido	6 m	Z:	823 m.s.n.m		
Formación Geológica: Formación Napo							
Tipo de Afloramiento				<input type="checkbox"/> Natural	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> Antrópico	<input type="checkbox"/>
Grado de Meteorización		<input type="checkbox"/> Bajo		<input type="checkbox"/> Medio	<input checked="" type="checkbox"/> X	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/>
Descripción Geológica		El afloramiento se encuentra compuesto principalmente por lutitas calcáreas con presencia de pequeños cristales de cuarzo, de coloración café oscuro, producto de la depositación de material en forma de coluvión de la misma formación. El cual presenta una tonalidad café oscuro y está cubierto en la parte alta en su gran mayoría por cobertura vegetal.					
Fotografía:							
Observaciones:		Afloramiento formado al margen izquierdo de la vía a la parroquia Los Encuentros, el cual se encuentra frente al área de producción del área minera.					

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA					
FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES							
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL							
FICHA DE DESCRIPCIÓN DE AFLORAMIENTOS							
Proyecto:		Optimización del sistema de explotación para el área minera “Cabrera Armijos” código 1905510007, sector Quiringue, Parroquia Chicaña, Cantón Yantzaza, Provincia de Zamora Chinchipe.				Fecha:	11/08/2022
Código del Afloramiento		PT_4		Datos Estructurales			
Responsable:		Dalembert Preciado		Rumbo:	N25°E		
Provincia:		Zamora Chinchipe		Buzamiento:			
Cantón:		Yantzaza		COORDENADAS UTM - DATUM WGS 84/17S			
Sector:		Quiringue		X:	754897.009		
Dimensiones		Ancho	Alto	Y:	9583242.836		
		Indefinido 2.5 m		Z:	794 m.s.n.m		
Formación Geológica: Depósito Aluvial							
Tipo de Afloramiento				Natural	<input checked="" type="checkbox"/>	Antrópico	<input type="checkbox"/>
Grado de Meteorización		Bajo		Medio	<input checked="" type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>
Descripción Geológica		El afloramiento trata de una terraza aluvial que se ha formado por medio de la depositación de los materiales que atrae la corriente del río Zamora, el cual está cubierta en la parte superior por cobertura vegetal y cuya litología predomina de arcillas, y en la parte inferior se encuentran los clastos de 5 a 10 cm de diámetro.					
Fotografía:							
Observaciones:		Terraza aluvial formada a 10 m del polígono de concesión del área minera. Se encuentra en constante transformación y socavamiento por efectos hidrológicos.					



Anexo 6. Ensayos de laboratorio realizados.



Arquitectura +
Ingeniería

"DELTA CIA. LTDA."

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Cel: 0986335585

Cel: 0980080384

DETERMINACIÓN DEL VALOR DE ABRASIÓN DEL ÁRIDO GRUESO DE PARTÍCULAS MENORES A 37,5 mm MEDIANTE EL USO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

PROYECTO	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA EL ÁREA MINERA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007, SECTOR QUIRINGUE, PARROQUIA CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE	NORMA:	INEN 860 ASTM C - 131
MUESTRA	MUESTRA N° 1 MINA "CABRERA ARMIJOS" CODIGO 1905510007	FECHA:	18/1/2023
SOLICITA	DALEMBERT ALEXIS PRECIADO CUENCA	REALIZO:	DELTA LABORATORIO

GRADACIÓN DE LA MUESTRA DE ENSAYO SEPARADA POR TAMIZADO

Tamices en mm		Masa de la muestra de ensayo en gramos			
		Gradación			
PASA	RETENIDO	A	B	C	D
37,5	25	1251			
25	19	1250			
19	12,5	1250			
12,5	9,5	1249			
9,5	6,7				
6,7	4,75				
4,75	2,36				
Total		5000			

Número de esferas=	12	Masa de la carga abrasiva=	5048 g
Masa total de la muestra seleccionada antes del ensayo (A)=	5000,00		
Masa total de la muestra después de 500 revoluciones (B)=	3773,00		
Valor de la abrasión (en porcentaje) después de 500 revoluciones (V)=	24,54 %		

Valor de abrasión en porcentaje $V = (A - B)/A \times 100$	Requisito de desgaste a la Abrasión Máximo Porcentaje 50 %
---	---

Observaciones:

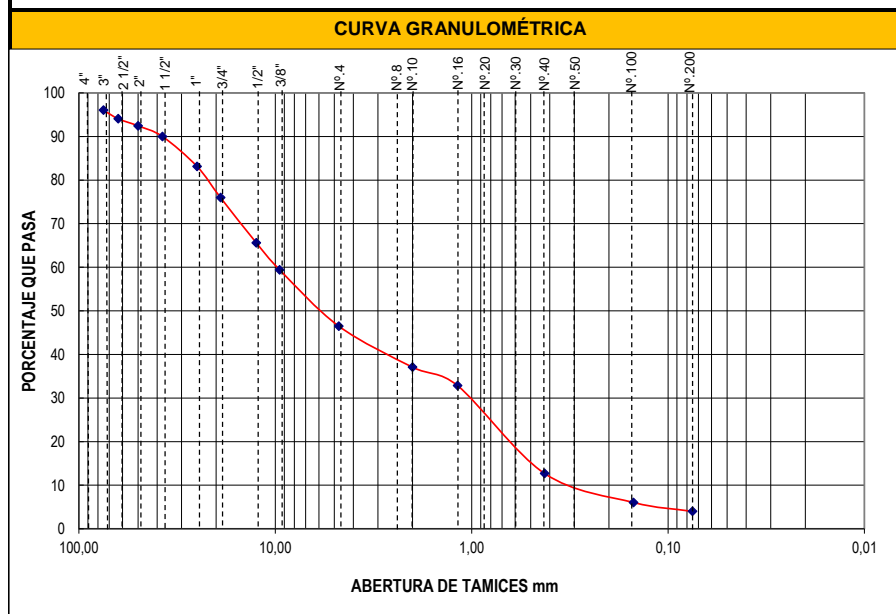
PABLO
STALIN
JIMENEZ
VEGA

Firmado
digitalmente por
PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA
Fecha: 2023.01.19
17:07:11 -05'00'

ING. MSC. PABLO JIMÉNEZ VEGA
RESPONSABLE GEOTÉCNICO

PROYECTO	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA EL ÁREA MINERA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007, SECTOR QUIRINGUE, PARROQUIA CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE
MUESTRA	MUESTRA N° 1 MINA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007
SOLICITA	SR. DALEMBERT ALEXIS PRECIADO CUENCA
UBICACIÓN	CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA
FECHA	18 de enero de 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
MICR.	TAMIZ	PESO RETENIDO ACUMULADO (Gr.)	% RETENIDO	% QUE PASA	FAJA DE DISEÑO
100	4"	0	0	100	
75	3"	362	4	96	
63	2 1/2"	542	6	94	
50	2"	689	8	92	
37,5	1 1/2"	913	10	90	
25	1"	1540	17	83	
19	3/4"	2190	24	76	
12,5	1/2"	3133	34	66	
9,5	3/8"	3699	41	59	
4,750	Nº.4	4877	54	46	
	Pasa Nº.4	4237	46	54	
2,360	Nº.8				
2,000	Nº.10	78	9	37	
1,180	Nº.16	113	14	33	
0,850	Nº.20				
0,600	Nº.30				
0,425	Nº.40	280	34	13	
0,300	Nº.50				
0,150	Nº.100	335	40	6	
0,075	Nº.200	352	43	4,0	
	Pasa Nº.200	33	4,0		
TOTAL		9114			
Peso Total de Lavado:			385,00		
Peso Total después de Lavado:			352,00		



Firmado digitalmente
 por PABLO STALIN
 JIMENEZ VEGA
 Fecha: 2023.01.19
 17:07:39 -05'00'

ING. MSC. PABLO JIMÉNEZ VEGA
 RESPONSABLE GEOTÉCNICO



Arquitectura +
Ingeniería

"DELTA CIA. LTDA."

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Cel: 0986335585

Cel: 0980080384

PROYECTO	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA EL ÁREA MINERA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007, SECTOR QUIRINGUE, PARROQUIA CHICAÑA, CANTÓN YANTAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE
MUESTRA	MUESTRA N° 1 MINA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007
SOLICITA	SR. DALEMBERT ALEXIS PRECIADO CUENCA
UBICACIÓN	CHICAÑA, CANTÓN YANTAZA
FECHA	18 de enero de 2023

CONTENIDO DE HUMEDAD				
PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO DE CAPSULA	% DE HUMEDAD	RESULTADO
89,36	85,46	16,48	5,65	5,76
85,82	82,03	17,59	5,88	
75,25	72,15	17,21	5,64	

Firmado digitalmente
por PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA
Fecha: 2023.01.19
17:07:50 -05'00'
ING. MSC. PABLO JIMÉNEZ VEGA
RESPONSABLE GEOTÉCNICO



Arquitectura +
Ingeniería

"DELTA CIA. LTDA."

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Cel: 0986335585

Cel: 0980080384

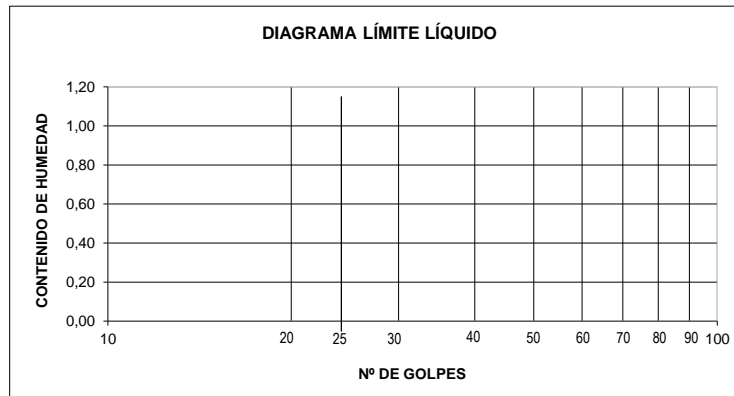
PROYECTO	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA EL ÁREA MINERA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007, SECTOR QUIRINGUE, PARROQUIA CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE		
MUESTRA	MUESTRA N° 1 MINA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007		
SOLICITA	SR. DALEMBERT ALEXIS PRECIADO CUENCA		
UBICACIÓN	CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA		
FECHA	18 de enero de 2023	NORMA	A.A.S.H.O. T 90-56

LIMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

NUMERO DE CÁPSULA				
Peso de la Cápsula (gr.)				
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)				
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)				
Peso del suelo Seco (gr.)				
Peso del Agua (gr.)				
Contenido de Humedad (%)				
NUMERO DE GOLPES				

DIAGRAMA LÍMITE LÍQUIDO



LÍMITE PLÁSTICO

NUMERO DE CÁPSULA				
Peso de la Cápsula (gr.)				
Peso de la Cápsula + Suelo Húmedo(gr.)				
Peso de la Cápsula + Suelo Seco (gr.)				
Peso del suelo Seco (gr.)				
Peso del Agua (gr.)				
Contenido de Humedad (%)				
Contenido Medio de Humedad (%)				L.P.= 0,00 %

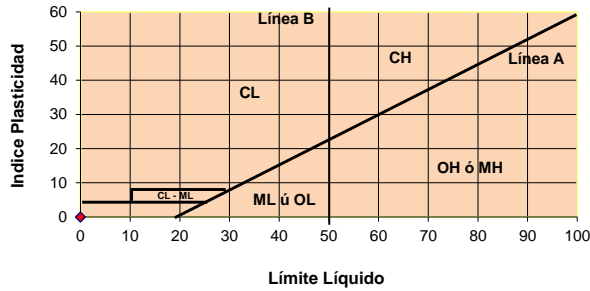
RESULTADOS

VALORES ENSAYO	VALORES ENTEROS SEGUN NORMA
L.L. = 0,0%	L.L. = 0%
L.P. = 0,0 %	L.P. = 0 %
I.P. = 0,0%	I.P. = 0%

Firmado digitalmente
por PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA
PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA
Fecha: 2023.01.19
17:08:05 -05'00'

ING. MSC. PABLO JIMÉNEZ VEGA
RESPONSABLE GEOTÉCNICO

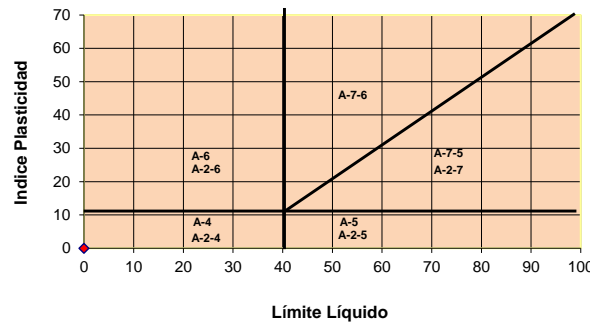
PROYECTO	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA EL ÁREA MINERA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007, SECTOR QUIRINGUE, PARROQUIA CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE
MUESTRA	MUESTRA N° 1 MINA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007
SOLICITA	SR. DALEMBERT ALEXIS PRECIADO CUENCA
UBICACIÓN	CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA
FECHA	18 de enero de 2023

CLASIFICACIÓN MÉTODO S.U.C.S. Y AASHTO
ÁBACO DE CASAGRANDE


LÍMITE LÍQUIDO L.L.	0 %
LÍMITE PLÁSTICO L.P.	0 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD I.P.	NP

CLASIFICACIÓN

Pasa tamiz N°4 :	46 %
Pasa tamiz N°200 :	4 %
D60 :	10,36 mm
D30 :	1,12 mm
D10 (diámetro efectivo) :	0,30 mm
Coefficiente de Uniformidad (Cu) :	34,86
Grado de Curvatura (Cc) :	0,41
Valor del índice de grupo (IG)	0

CLASIFICACIÓN AASHTO

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Grava mal graduada con arena con bloques GP

Sistema de Clasificación de Suelos (AASHTO)

A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

**PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA**

Firmado digitalmente
por PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA
Fecha: 2023.01.19
17:08:17 -05'00'

.....
ING. MSC. PABLO JIMÉNEZ VEGA
RESPONSABLE GEOTÉCNICO



Arquitectura +
Ingeniería

"DELTA CIA. LTDA."

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Cel: 0986335585

Cel: 0980080384

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO SUELTO - ASTM C 29

PROYECTO	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA EL ÁREA MINERA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007, SECTOR QUIRINGUE, PARROQUIA CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE
MUESTRA	MUESTRA N° 1 MINA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007
SOLICITA	DALEMBERT ALEXIS PRECIADO CUENCA
UBICACIÓN	CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA
FECHA	18 de enero de 2023

ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm3)	9397,00	9397,00		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	5446,00	5446,00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	23647,00	23702,00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	18201,00	18256,00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm3)	1,937	1,943		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE SUELTA	1,940 gr/cm3			

PABLO
STALIN
JIMENEZ
VEGA

Firmado digitalmente por PABLO
STALIN JIMENEZ VEGA
Fecha: 2023.01.19 17:08:42 -05'00'

.....
ING. MSC. PABLO JIMÉNEZ VEGA
RESPONSABLE GEOTÉCNICO



Arquitectura +
Ingeniería

"DELTA CIA. LTDA."

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Cel: 0986335585

Cel: 0980080384

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE EN ESTADO COMPACTADA - ASTM C 29

PROYECTO	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA EL ÁREA MINERA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007, SECTOR QUIRINGUE, PARROQUIA CHICAÑA, CANTÓN YANTAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE
MUESTRA	MUESTRA N° 1 MINA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007
SOLICITA	DALEMBERT ALEXIS PRECIADO CUENCA
UBICACIÓN	CHICAÑA, CANTÓN YANTAZA
FECHA	18 de enero de 2023

ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (cm ³)	9397,00	9397,00		
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	5446,00	5446,00		
PESO DEL RECIPIENTE MÁS MUESTRA (gr)	24617,00	24628,00		
MASA DE LA MUESTRA DE ENSAYO (gr)	19171,00	19182,00		
DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)	2,040	2,041		
VALOR PROMEDIO DENSIDAD APARENTE COMPACTADA	2,041 gr/cm ³			

PABLO
STALIN
JIMENEZ
VEGA

Firmado
digitalmente por
PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA
Fecha: 2023.01.19
17:08:54 -05'00'

ING. MSC. PABLO JIMÉNEZ VEGA
RESPONSABLE GEOTÉCNICO



Arquitectura +
Ingeniería

"DELTA CIA. LTDA."

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Cel: 0986335585

Cel: 0980080384

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y ABSORCIÓN DE AGUA EN EL ÁRIDO GRUESO - ASTM C 127 - C 128 - 01

PROYECTO	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA EL ÁREA MINERA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007, SECTOR QUIRINGUE, PARROQUIA CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE
MUESTRA	MUESTRA N° 1 MINA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007
SOLICITA	DALEMBERT ALEXIS PRECIADO CUENCA
UBICACIÓN	CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA
FECHA	18 de enero de 2023

ENSAYO NÚMERO	1	2	3	4	5	
Masa de la Muestra de ensayo (SSS)	2325,00	2456,00				
Masa del picnometro más agua	7337,00	7337,00				
Masa del picnometro más agua más muestra	8781,00	8863,00				
Masa de la muestra seca al horno	2286,00	2414,00				
Densidad real (estado SSS): D _{sss} (gr/cc)	2,639	2,641				
Densidad Seca (estado seco): D _s (gr/cc)	2,595	2,596				
Porcentaje de Absorción: Pa (%)	1,71	1,74				
Valor promedio:	D_{sss}:	2,640	D_s:	2,596	Pa:	1,73 %

PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA

Firmado digitalmente
por PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA
Fecha: 2023.01.19
17:09:17 -05'00'

.....
ING. MSC. PABLO JIMÉNEZ VEGA
RESPONSABLE GEOTÉCNICO

DETERMINACIÓN DE LOS MATERIALES MÁS FINOS QUE 75 MICRONES

PROYECTO	OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARA EL ÁREA MINERA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007, SECTOR QUIRINGUE, PARROQUIA CHICAÑA, CANTÓN YANTZAZA, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE	NORMA:	INEN 697
MUESTRA	MUESTRA N° 1 MINA "CABRERA ARMIJOS" CÓDIGO 1905510007	FECHA:	18/1/2023
SOLICITA	DALEMBERT ALEXIS PRECIADO CUENCA	REALIZO:	DELTA LABORATORIO

MUESTRA DE ENSAYO	Nº.1	Nº2	Nº3	Nº4
PESO MATERIAL ANTES DE TAMIZAR	2524,5	2587,6		
PESO MATERIAL DESPUÉS DE TAMIZAR	2426,2	2476,1		
PORCENTAJE MAS FINO QUE 75 MICRONES	3,9 %	4,3 %		

PORCENTAJE PROMEDIO DE MATERIAL MÁS FINO QUE 75 MICRONES 4,1 %

OBSERVACIONE DE ACUERDO A LA NORMA INEN 872 EL PORCENTAJE MÁXIMO DE PARTÍCULAS FINAS TIENE QUE SER MENOR AL 5%; POR LO TANTO EL MATERIAL CUMPLE CON LO ESPECIFICADO

PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA

Firmado
digitalmente por
PABLO STALIN
JIMENEZ VEGA
Fecha: 2023.01.19
17:10:02 -05'00'

ING. MSC. PABLO JIMÉNEZ VEGA
ESPECIALISTA GEOTÉCNICO



Anexo 7. Planificación de las actividades de preparación.



Anexo 8. Plano de reservas explotables.

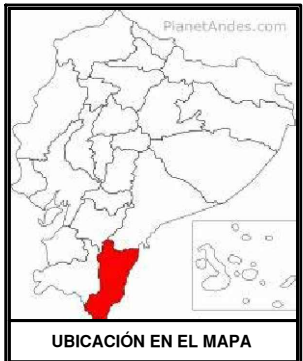
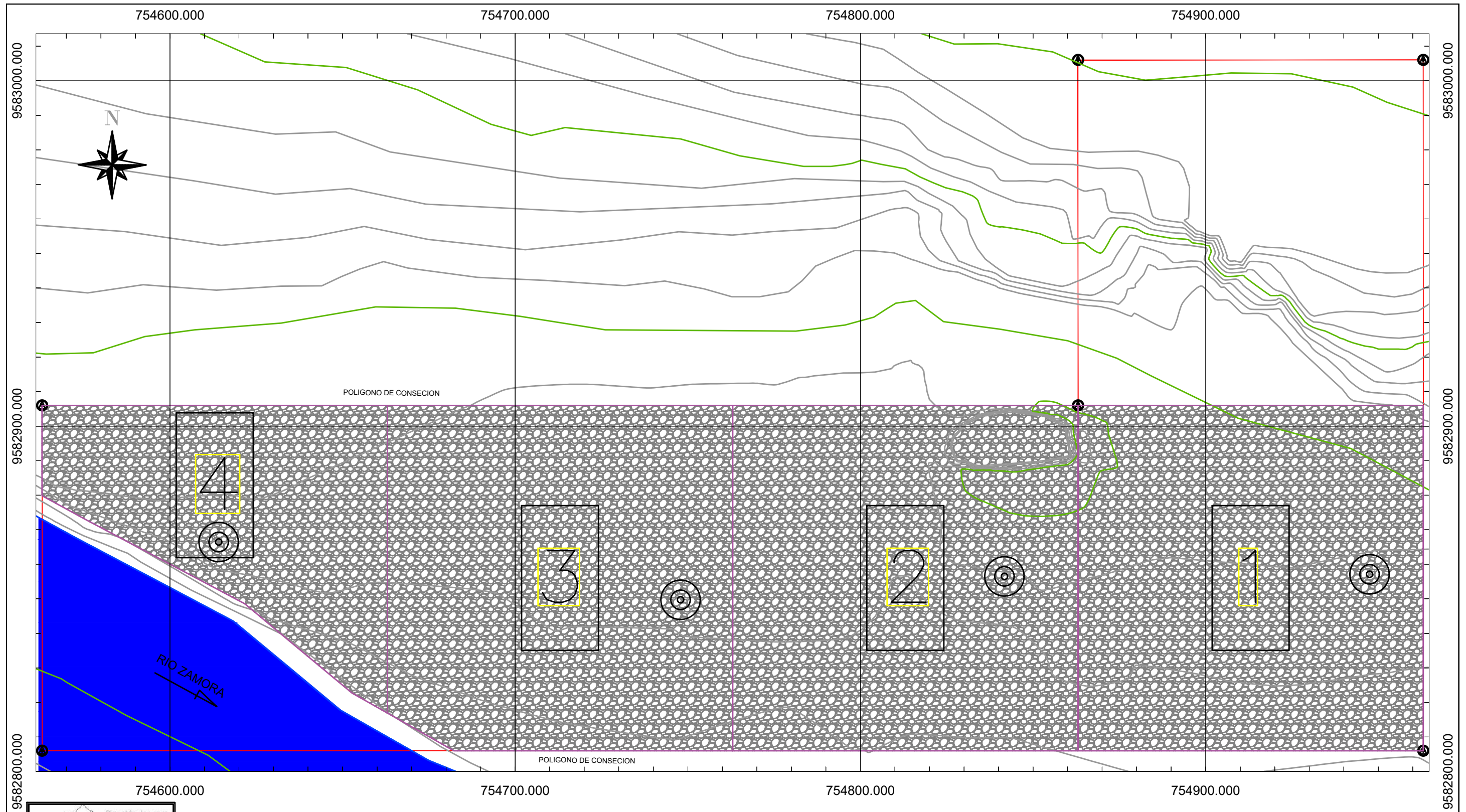
Anexo 9. Plano de implementación de vías.

Anexo 10. Planos de implementación del campamento.

Anexo 11. Plano de destape.


Anexo 12. Plano del sistema de explotación optimizado.

Anexo 8. Plano de reservas explotables.

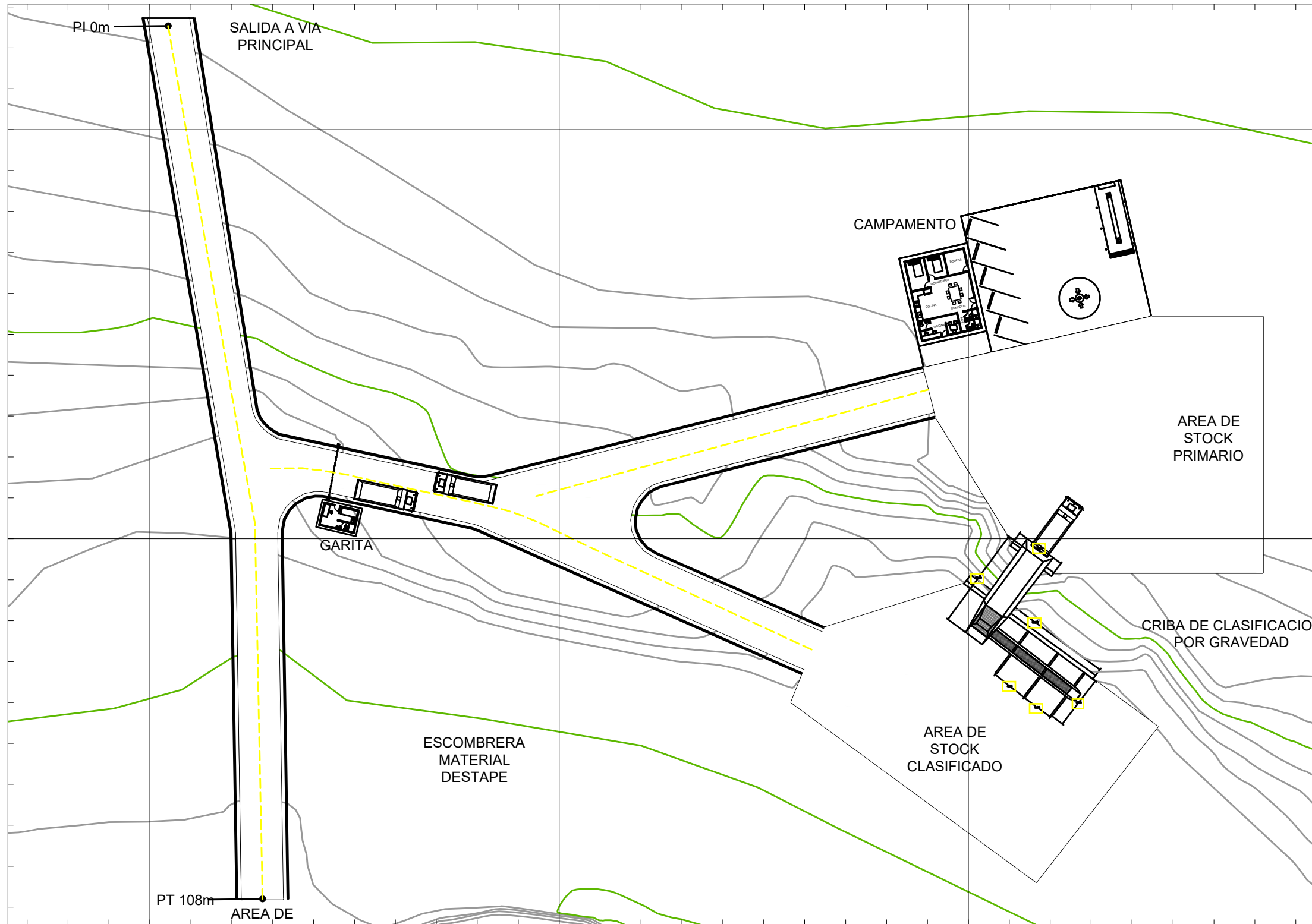


	Poligono Minero
	Area de Explotacion
	Margen del rio Zamora
	Area de Extraccion
SIMBOLOGIA	

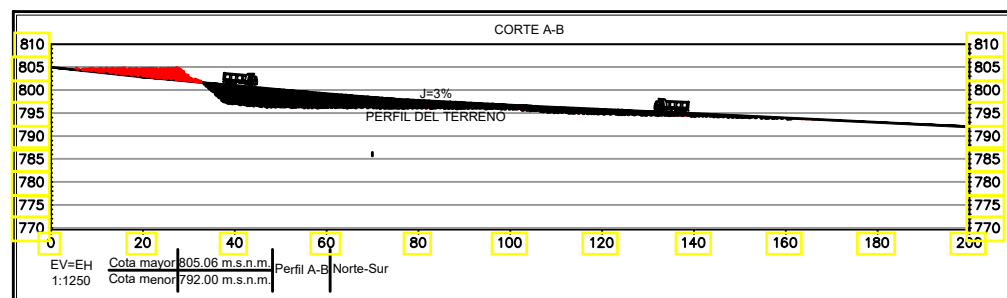
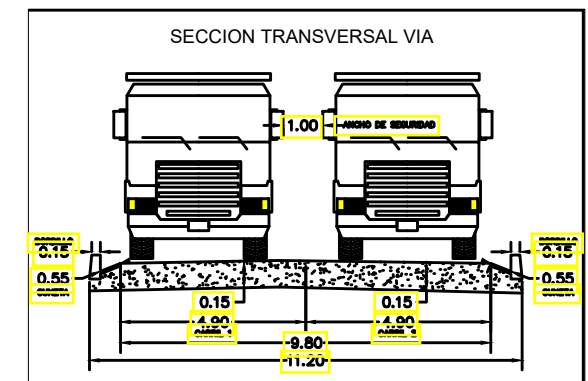


	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
	FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES		
CONTIENE		Reservas del área minera "Cabrera Armijos"	
ELABORADO POR		Dalembert Alexis Preciado Cuenca	
DIRECTOR		Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mgs	
FECHA	19/02/2024	ESCALA	1:1250
		LAMINA	5/9

Anexo 9. Plano de implementación de vías.

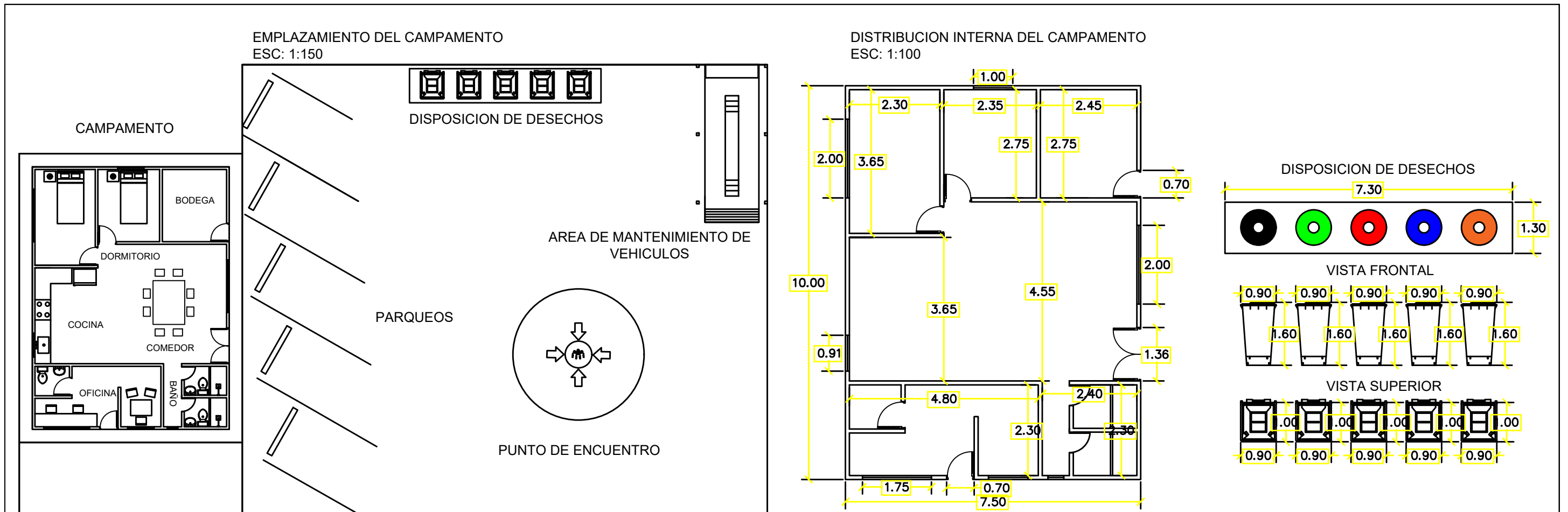


	Curva de nivel principal cada 5m
	Curva de nivel secundaria cada 1m
	Margen del río Zamora
	Via de circulación
SIMBOLOGÍA	

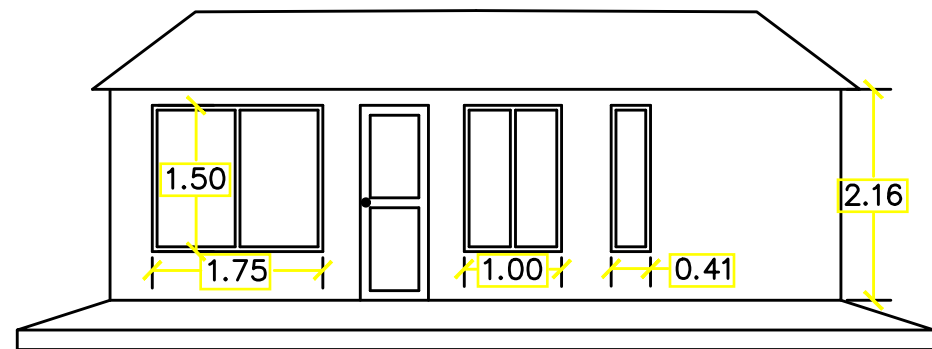


	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
	FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES		
CONTIENE		CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL	
ELABORADO POR		Dalembert Alexis Preciado Cuenca	
DIRECTOR		Ing. Stalin Iván Puglia Arévalo, Mgs	
FECHA	19/02/2024	ESCALA	1:1250
		LAMINA	6/9

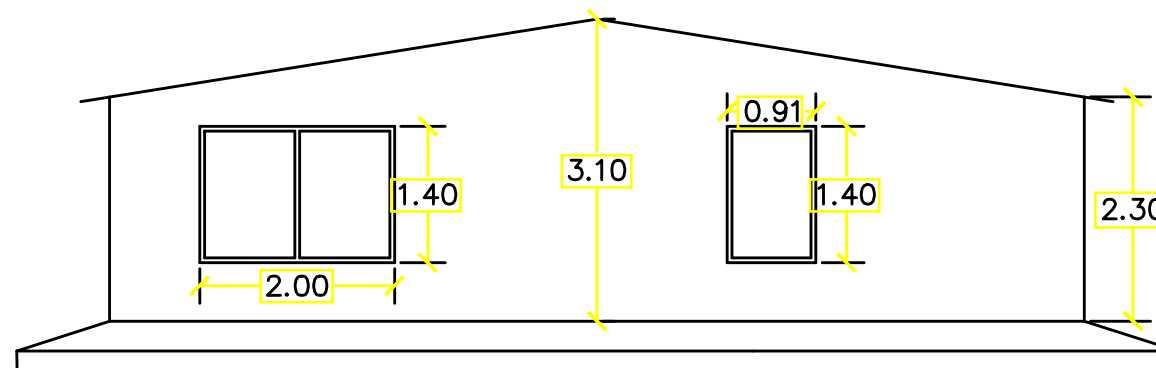
Anexo 10. Planos de implementación del campamento.



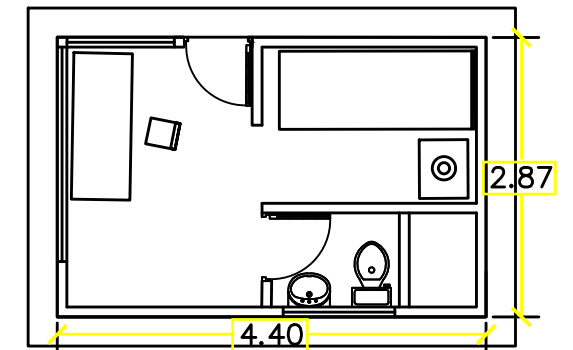
FACHADA FRONTAL
ESC: 1:75



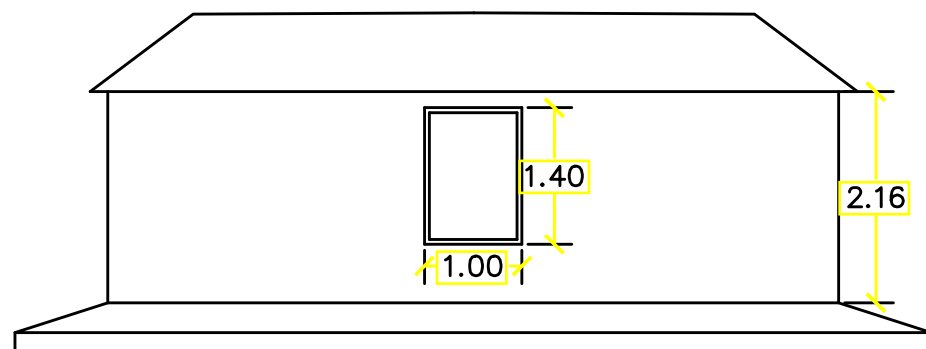
FACHADA LATERAL IZQUIERDA
ESC: 1:75



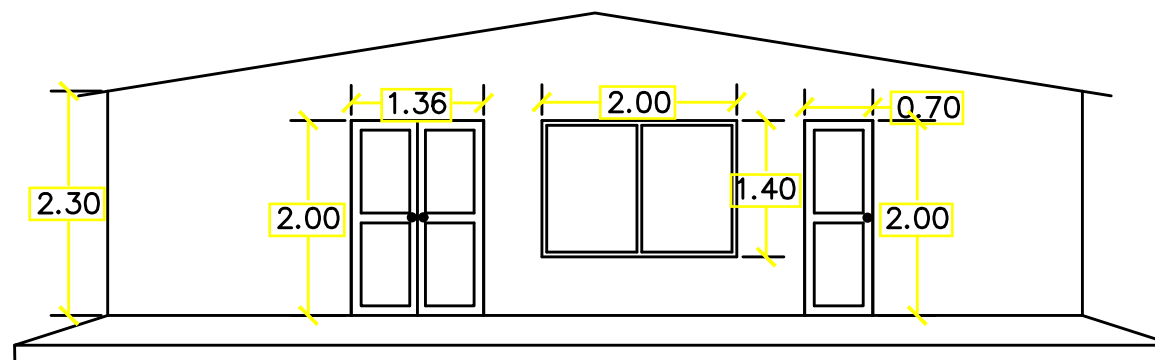
GARITA DE SEGURIDAD
ESC: 1:75



FACHADA POSTERIOR
ESC: 1:75

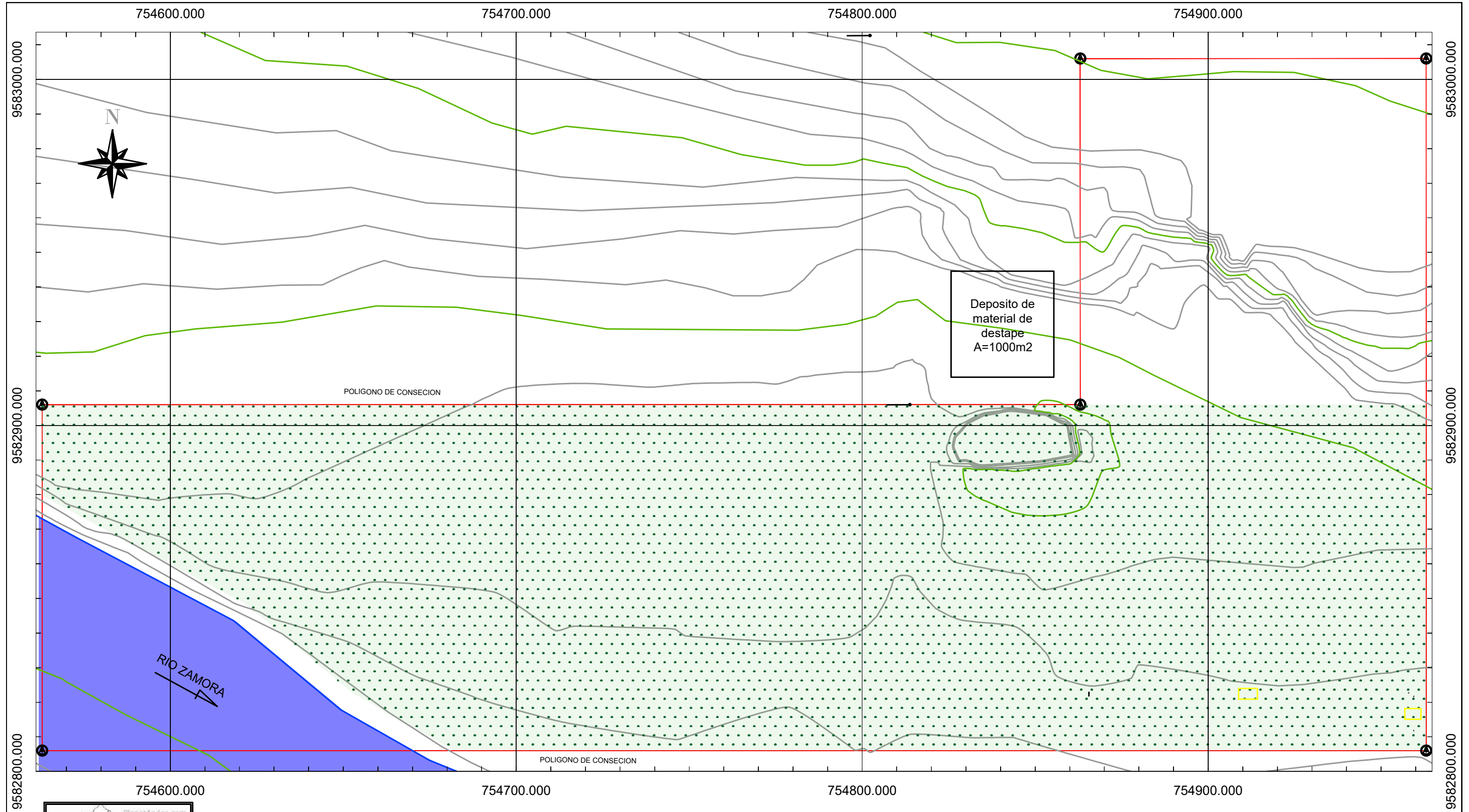


FACHADA LATERAL DERECHA
ESC: 1:75



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
	FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES		
CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL			
CONTIENE	Campamento del área minera "Cabrera Armijos"		
ELABORADO POR	Dalembert Alexis Preciado Cuenca		
DIRECTOR	Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mgs		
FECHA	19/02/2024	ESCALA INDICADAS	LAMINA 7/9

Anexo 11. Plano de destape.



Deposito de material de destape
A=1000m2

POLIGONO DE CONSESION

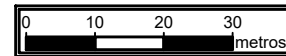
POLIGONO DE CONSESION

RIO ZAMORA



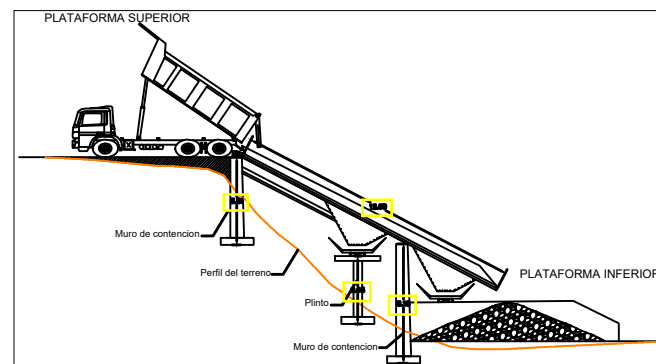
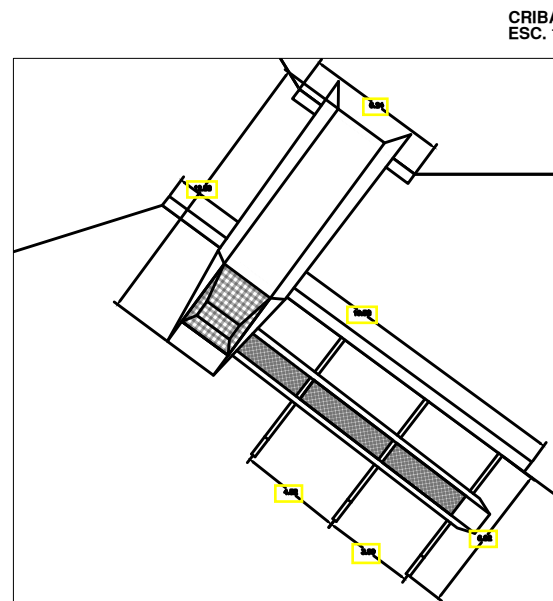
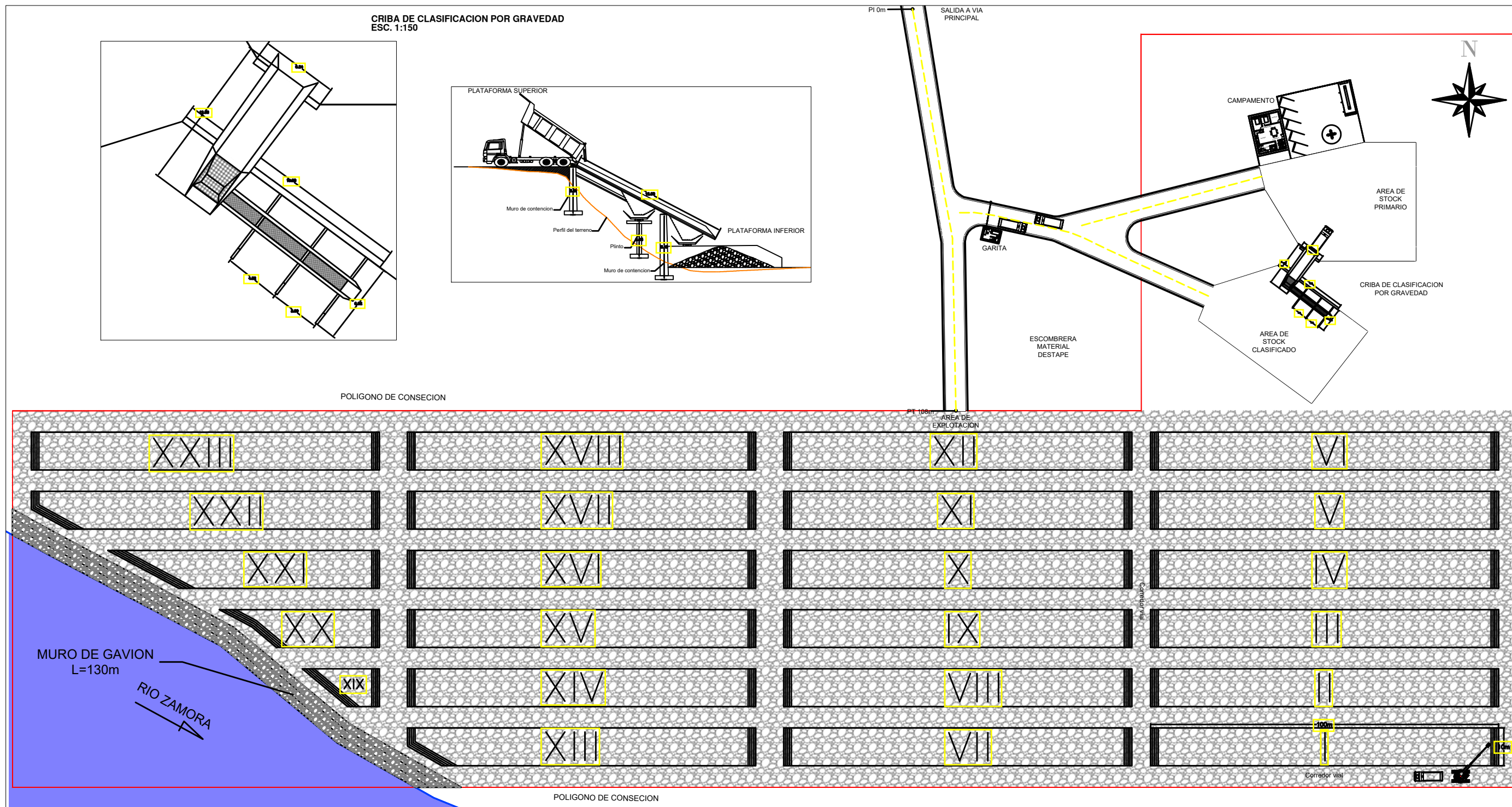
UBICACIÓN EN EL MAPA

	Poligono de extraccion de petreos
	Poligono de Consecion
	Margen del rio Zamora
	Area para destape de cobertura vegetal
SIMBOLOGIA	

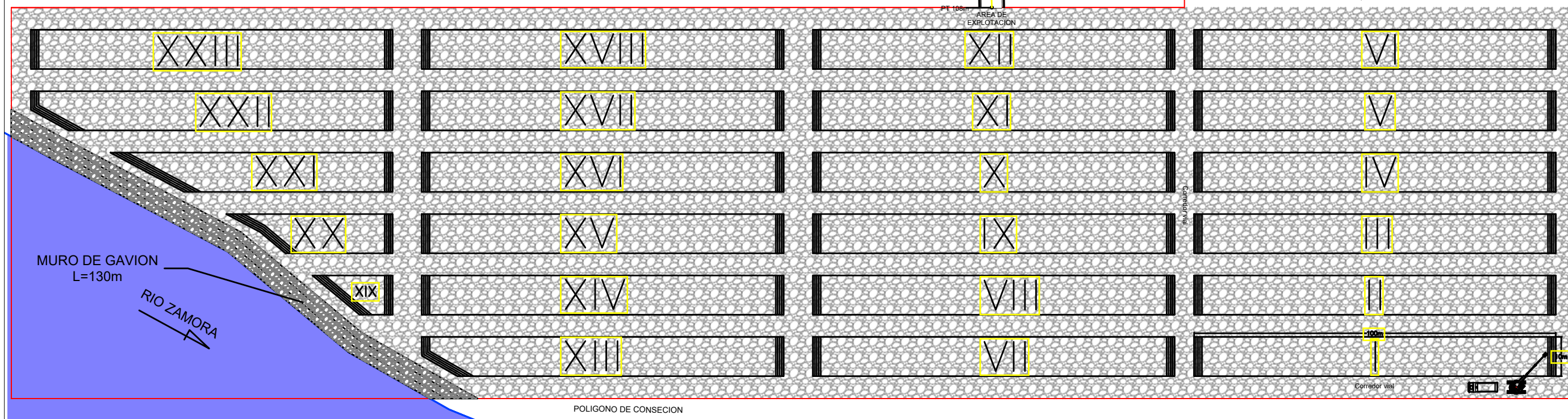


	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
	FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES		
	CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
CONTIENE	Destape del área minera "Cabrera Armijos"		
ELABORADO POR	Dalembert Alexis Preciado Cuenca		
DIRECTOR	Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mgs		
FECHA	19/02/2024	ESCALA 1:1250	LAMINA 8/9

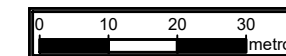
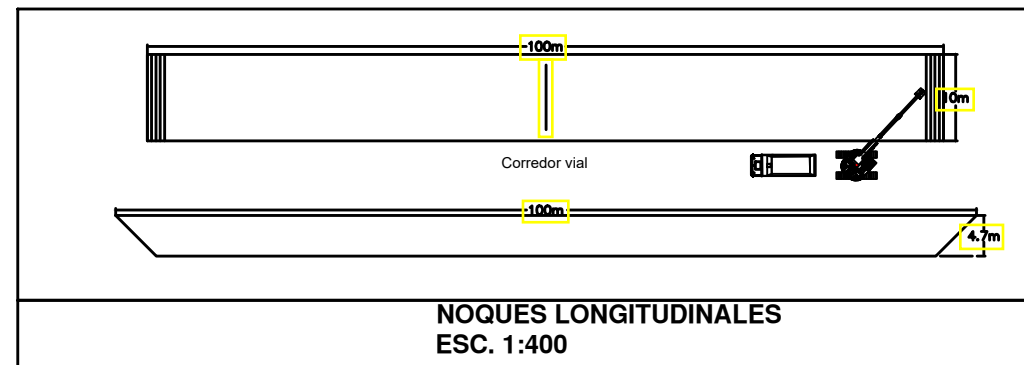
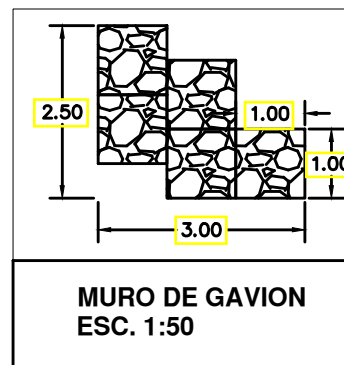
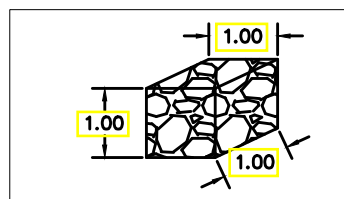
Anexo 12. Plano del sistema de explotación optimizado.



POLIGONO DE CONSECCION



POLIGONO DE CONSECCION



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA		
	FACULTAD DE ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES		
	CARRERA DE INGENIERÍA EN GEOLOGÍA AMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL		
	Sistema de Explotación Optimizada del área minera "Cabrera Armijos"		
CONTIENE	Dalembert Alexis Preciado Cuenca		
ELABORADO POR	Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mgs		
DIRECTOR	Ing. Stalin Iván Puglla Arévalo, Mgs		
FECHA	19/02/2024	ESCALA 1:1250	LAMINA 9/9



Anexo 13. Certificación de traducción del resumen.

CERTIFICADO

Loja, 23 de marzo del 2024

Yo, **Lilibeth Johana Bravo Fajardo**, con documento de identidad Nro. **2100510854**, poseedora del certificado **NIVEL INTERMEDIO AVANZADO B2-INGLÉS**, avalado por Cambridge Assessment English, Número de Verificación: C0018683.

CERTIFICO:

Que el documento aquí compuesto es fiel a la traducción del idioma Español al idioma Inglés de un resumen del trabajo de titulación, la misma que se realizó en base a los documentos originales entregados por el autor, el Señor **DALEMBERT ALEXIS PRECIADO CUENCA**, con cédula de identidad Nro. **0929074961**, con el tema denominado "Optimización del sistema de explotación para el área minera Cabrera Armijos código 1905510007, sector Quiringue, parroquia Chicaña, cantón Yantzaza, provincia de Zamora Chinchipe".

Lo certifico en honor a la verdad, y, a su vez autorizo al interesado a hacer uso del presente documento para los fines que considere pertinentes.

Atentamente,



Ing. Lilibeth Bravo Fajardo

C.I: 2100510854



lili05.fajardo@gmail.com
Cell: 098 806 3108