



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

Plan de Minado para la Explotación en la Cantera Tuna Blanca Santa Cruz  
Cajamarca 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
Ingeniera de Minas

**AUTORA:**

Br. Guerrero Villoslada Kareen Analí (ORCID: 0000-0001-8067-6358)

**ASESOR:**

Mg. Salazar Ipanaque, Javier Ángel (ORCID: 0000-0002-7909-6433)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Evaluación de yacimientos mineros

**CHICLAYO – PERÚ**

**2019**

## Dedicatoria

Este proyecto de investigación va dedicado a mi mamita que tanto quiero “Bremilda Villoslada Montero”, que ahora ya no está conmigo físicamente, pero espiritualmente lo está, ya que está presente en mi mente y en mi corazón, hace tres años que partió al cielo pero me dejó algo muy valioso en esta vida y son los valores y consejos que durante 20 años me dedico, gracias a ella estoy donde estoy, mi madre confió en mi desde un principio, lo cual le estaré muy agradecida de por vida, mamita estés donde estés sé que estas orgullosa de mí y como hija me hubiera gustado que estés conmigo en un momento muy importante para las dos, muchas gracias mamá!.

A mí querido hermano Deiver, que aún tiene 6 años, pero, aun así, siendo pequeño está conmigo y sé que el seguirá mis pasos para ser un gran profesional.

A mi padre Oscar Guerrero Rodas y hermano Dilmer por la paciencia y por su apoyo incondicional, a la esposa de mi padre pues bien nos conocemos poco, pero siempre preocupada, gracias por su bondad hacia nosotros.

A mi prima Yaqui por estar ahí en todo momento y por todo su cariño y apoyo incondicional.

*Kareen Analí*

## **Agradecimiento**

Primeramente, agradecer a Dios por guiarme día a día y gozar de buena salud, del mismo modo agradecer a mis padres, hermanos y mi gratitud hacia mi metodóloga Silvia Josefina Aguinaga Vásquez y asesor Javier Ángel Salazar Ipanaque gracias por iluminarme con sus conocimientos en mis momentos de dificultad.

*Kareen Analí*

## **Página del jurado**

## **Declaratoria de autenticidad**

Yo Guerrero Villoslada Kareen Anali, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N°73782275, con el trabajo de investigación titulado “Plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca Santa Cruz Cajamarca 2018”

### **Declaro bajo juramento que:**

- 1) El trabajo de investigación es mi autoría propia
- 2) Se ha respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes utilizadas. Por lo tanto, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no ha sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otro), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normalidad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo, 07 de Diciembre, 2018

Nombres y apellidos: Guerrero Villoslada Kareen Anali

DNI: 73782275

Firma: 

# Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice .....	vi
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	xi
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Realidad problemática .....	1
1.2. Trabajos previos .....	4
Nivel internacional .....	4
Nivel nacional .....	5
Nivel local .....	7
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	7
1.3.1. Ciencia.....	8
A. Geología .....	8
• Geología regional .....	8
• Geología local .....	8
• Geología económica .....	9
B. Topografía.....	9
• Levantamiento topográfico.....	10
- Reconocimiento de terreno y plan de trabajo.....	10
- Trabajo de campo .....	10
- Trabajo de gabinete .....	10
C. Geotecnia.....	10
• Importancia de los ensayos de laboratorio .....	11
• Propiedades mecánicas.....	11
- Ensayo de comprensión simple. - .....	11
• Propiedades físicas .....	11
- Porcentaje de humedad.....	11
- Ensayo de porosidad.....	11
1.3.2. Teorías relacionadas al plan de minado. ....	11

A.	Plan de minado .....	11
•	Generalidades del plan de minado .....	12
•	Ubicación .....	12
•	Vías de acceso .....	12
B.	Estimación de reservas .....	13
•	Reservas probadas .....	13
C.	Método de explotación .....	13
•	Método de explotación a cielo abierto .....	14
•	Importancia de seleccionar un método de explotación. ....	14
•	Método Tipo Canteras .....	15
D.	Plan de cierre para la cantera Tuna Blanca .....	15
a.	Criterios.....	15
-	Restauración ambiental. - .....	15
-	Estabilidad física. - .....	15
-	Seguridad. - .....	16
b.	Tipos de cierre.....	16
-	Cierre temporal. - .....	16
-	Cierre progresivo. -.....	16
1.3.3.	Software .....	16
A.	SAS Planet .....	16
B.	ArcGIS .....	16
C.	RecMin.....	17
1.3.4.	Marco legal.....	18
	Texto Único de la Ley General de Minería (TUO).....	18
	TUO. ....	18
	TUO. ....	18
	Constitución Política del Perú emitida en el año 1993.....	18
	En el Decreto legislativo N° 1105 emitido por el Diario El Peruano (2012). ....	19
	El Decreto Supremo N° 024-EM (2016) .....	19
	El Decreto Supremo N° 024-EM (2016) .....	19
1.4.	Formulación de problema .....	19
1.5.	Justificación del estudio .....	20
1.6.	Hipótesis.....	20
1.7.	Objetivos .....	20
1.7.1.	Objetivo general .....	20
1.7.2.	Objetivos específicos .....	20

<b>II. MÉTODO</b> .....	22
2.1. Diseño de investigación.....	22
2.2. Variables, operacionalización.....	22
2.2.1. Variables.....	22
a. ‘Variable independiente (solución).....	22
b. Variable dependiente (problema).....	22
2.2.2. Operacionalización de variables.....	24
2.3. Población y muestra .....	27
2.3.1. Población.....	27
2.3.2. Muestra.....	27
2.4. Técnicas de instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	27
2.4.1. Técnicas de recolección de datos .....	27
a. Técnica de investigación documental .....	27
b. Técnicas de campo .....	27
c. Técnica de observación directa.....	28
d. Técnica de entrevista .....	28
2.4.2. Instrumentos para la recolección de datos .....	28
a. Guía de observación de campo .....	28
- Aspectos generales del área de estudio .....	29
- Levantamiento topográfico.....	29
- Geología regional .....	29
- Geología local .....	29
b. Guías de observación de laboratorio.....	29
c. Guía de entrevista.....	30
2.5. Métodos de análisis de datos .....	30
a. Método analítico.....	30
b. Método sistémico .....	30
2.5.1. Diagrama de procesos.....	31
2.5.2. Descripción de los procesos.....	31
2.6. Aspectos éticos .....	32
➤ Manejo de fuentes de consulta.....	32
➤ Claridad en los objetivos de la investigación.....	32
➤ Profundidad en el desarrollo del tema .....	32
➤ Respeto por las persona en su integridad y autonomía.- .....	32
➤ Justicia.....	32
➤ Responsabilidad .....	33
<b>III. RESULTADOS</b> .....	34



3.1. Descripción de los aspectos generales de la cantera en estudio, para un mayor detalle en la investigación .....	34
3.2. Análisis de las características del material que se extrae de la cantera para determinar la viabilidad de su uso en la industria.....	46
3.3. Proponer el método de explotación más adecuado según las características del yacimiento no metálico.....	51
3.4. Estimación de reservas probadas para determinar la vida útil de la cantera.....	55
3.5. Evaluación económica para la determinación de la rentabilidad del proyecto .....	59
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>63</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>64</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>VII. DISEÑO DEL PLAN DE MINADO.....</b>	<b>67</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>100</b>
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS .....	135
REPORTE TURNITIN .....	136
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV .....	137

## Índice de tablas

<b>Tabla N° 1.</b> Reconocimiento de la cantera Tuna Blanca.....	50-51-52
<b>Tabla N° 2.</b> Clima, Flora y Fauna del área de estudio.....	53
<b>Tabla N° 3.</b> Levantamiento topográfico de la cantera Tuna Blanca.....	55
<b>Tabla N° 4.</b> Geología regional.....	58
<b>Tabla N° 5.</b> Geología local.....	61
<b>Tabla N° 6.</b> Ensayo de comprensión simple.....	63
<b>Tabla N° 7.</b> Porcentaje de Humedad.....	65
<b>Tabla N° 8.</b> Porcentaje de Porosidad.....	67
<b>Tabla N° 9.</b> Interpretación de Porosidad.....	68
<b>Tabla N° 10.</b> Coordenadas GPS del área de explotación.....	74
<b>Tabla N° 11.</b> Volumen por método de las secciones.....	77
<b>Tabla N° 12.</b> Producción de la cantera Tuna Blanca.....	78
<b>Tabla N° 13.</b> Precio del material.....	78
<b>Tabla N° 14.</b> Ingresos económicos de la cantera Tuna Blanca.....	79
<b>Tabla N° 15.</b> Gastos que se generan en la cantera Tuna Blanca, mensualmente.....	79-80
<b>Tabla N° 16.</b> Ingresos neto de la cantera Tuna Blanca, mensualmente.....	80

## Índice de figuras

<b>Figura N° 1.</b> Ubicación de la cantera Tuna Blanca.....	54
<b>Figura N° 2.</b> Plano topográfico - curvas de nivel.....	56
<b>Figura N° 3.</b> Geología Regional de la zona del proyecto.....	57
<b>Figura N° 4.</b> Geología local de la zona del proyecto.....	60
<b>Figura N° 5.</b> Diseño del talud de los bancos.....	72
<b>Figura N° 6.</b> Foto captura de la cantera Tuna Blanca.....	75
<b>Figura N° 7.</b> Área de explotación de la Cantera Tuna.....	76
<b>Figura N° 8.</b> Secciones cada 5 metros. Reservas Probadas.....	76

## RESUMEN

El propósito de este informe de investigación tiene por finalidad de diseñar un plan de minado para la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz – Cajamarca 2018. La investigación surgió de la observación de un problema vinculado a la falta de un plan de minado, para dicha investigación se buscó trabajar con la muestra no probabilística, saliendo elegida la cantera Tuna Blanca, la cual cuenta con un área de 100 hectáreas, el tipo de investigación es de naturaleza cuantitativa y el diseño es no experimental explicativa, porque contiene dos variables que son plan de minado y la otra que es explotación de la cantera.

Asimismo, para el recojo de información se utilizó el métodos analítico y el método sistémico, las técnicas que se utilizaron fueron la investigación documental, técnicas de campo, de observación y entrevista, junto a instrumentos empleados como la guía de observación de campo, laboratorio y guía de entrevista a los implicados que trabajan en la cantera Tuna blanca que fueron el capataz y la titular de la concesión, además se utilizó los softwares SAS Planet, ArcGIS y RecMin para la elaboración de los planos de la cantera. La metodología que se empleó permito darle a la investigación el respaldo, sustento y seriedad respectiva.

Finalmente, se obtuvo como resultado el diseño completo de un plan de minado específico para la cantera Tuna Blanca que contiene las características del material no metálico, vida útil de la cantera, la propuesta de un método de explotación, etc. Todos estos resultados se representan por medio de tablas y guías de observación enumeradas, cada una con sus respectivos análisis que contribuyen a comprobar la hipótesis que con el diseño de un plan de minado se lograra seguir una adecuada explotación, para extraer los materiales pétreos de la cantera Tuna Blanca, todo este trabajo permito concluir que con el diseño de un plan de minado se lograra tener cambios para la cantera Tuna Blanca, debido a que se realizaron estudios para elaborarlo, así mismo se hicieron análisis con el fin de obtener resultados de los materiales pétreos, las cuales aseguran su buena calidad, del mismo modo se propuso un método de explotación para la mejora del explotación del material no metálico.

**Palabras Clave:** Plan de minado, Cantera Tuna blanca, Método de explotación.

## ABSTRACT

The purpose of this research report is to design a mining plan for the Tuna Blanca, Santa Cruz - Cajamarca 2018 quarry. The investigation arose from the observation of a problem linked to the lack of a mining plan for said research. We sought to work with the non-probabilistic sample, with the Tuna Blanca quarry chosen, which has an area of 100 hectares, the type of research is quantitative in nature and the design is non-experimental explanatory, because it contains two variables that are mined and the other that is exploitation of the quarry.

Likewise, for the collection of information the analytical methods and the systemic method were used, the techniques that were used were the documentary research, field techniques, observation and interview, together with instruments used as the field observation guide, laboratory and interview guide to those involved in the Tuna Blanca quarry who were the foreman and the concession holder, and SAS Planet, ArcGIS and RecMin softwares were used to prepare the quarry plans. The methodology that was used allowed to give the research the support, sustenance and seriousness respectively.

Finally, the result was the complete design of a specific mining plan for the Tuna Blanca quarry that contains the characteristics of the non-metallic material, the useful life of the quarry, the proposal of an exploitation method, etc. All these results are represented by tables and observation guides listed, each with their respective analyzes that contribute to verify the hypothesis that with the design of a mining plan is achieved to follow an appropriate exploitation, to extract the stone materials from the Tuna Blanca quarry, all this work allows me to conclude that with the design of a mining plan it will be possible to have changes for the Tuna Blanca quarry, due to the fact that studies were carried out to elaborate it, likewise, analyzes were carried out in order to obtain results from the stony materials, which ensure good quality, in the same way proposed a method of exploitation for the improvement of the exploitation of non-metallic material.

**Keywords:** Plan of mined, Quarry Tuna Blanca, Method of exploitation

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad problemática**

Perú es uno de los países más privilegiados porque cuenta con una gran variedad de minerales, existe un sector de la minería representado por pequeñas explotaciones mineras a la cual llamamos canteras. HERRERA, Juan (2006) afirma que las canteras son lugares que extraen el mineral de un macizo rocoso, el material pétreo es destinado a la construcción. Las canteras son explotaciones pequeñas que se realizan de manera artesanal y en algunos casos con el apoyo de maquinarias que permiten moler el material no metálico, la extracción de estos minerales son realizadas en cerros o zonas planas, cada concesión minera cuenta con una cuadrícula de 100 hectáreas.

Un plan de minado contiene las actividades que se van a realizar en un determinado periodo, contar con el es importante para las empresas que ejercen actividades ligadas a la minería, ya que planea solucionar problemas de forma anticipada, el plan de minado evita acciones erróneas y pérdidas que afectan económicamente a la empresa minera, es por ello que se realizan estudios basados en la ciencia como es la geología, topografía, geotecnia entre otros, los cuales determinan si el proyecto es factible para ser explotado, además de ello se tiene en cuenta las etapas que se van a incluir para no incorporar actividades mineras innecesarias que se van a realizar en la cantera. La cantera Dean Pampa (2012), ubicada en la región de Ayacucho es una evidencia que posee un plan de minado.

El presente Plan de Minado contiene los parámetros del diseño. Construcción e implementación de la operación minera en el Proyecto, el cual se realizará mediante el método de explotación de Tajo abierto, para lo cual se han considerado diversos trabajos de movimiento de tierra y rocas, la explotación formando bancos y taludes artificiales para lo cual es necesario conocer su caracterización geológica y geotécnica con la finalidad de tener una operación minera eficiente. (p. 4)

La cantera “Tuna Blanca” es una labor minera artesanal no metálica ubicada en la provincia de Santa Cruz la cual pertenece a la región de Cajamarca, cuenta con una extensión de 100

hectáreas, la explotación es a tajo abierto extraen el material no metálico manualmente; apoyada de barretas, picos, palanas, combas y una chancadora. Actualmente el área de estudio no cuenta con una secuencia de explotación es por ello que se hace la propuesta de diseñar un plan de minado para mejorar la extracción del mineral no metálico en la cantera **(Ver lamina N° 1)**.

El Decreto Supremo N° 024 - EM (2016) con su modificatoria D.S N° 023 - 2017 EM emitido por el Diario El Peruano. En una de sus páginas afirma que el plan de minado es un documento que describe y establece los parámetros que se realizan en la explotación minera. Planear es tener claro todos los objetivos que se van a realizar para el presente y futuro de la vida útil de la cantera y como evidencia se tiene a la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca, la mencionada cantera no se proyectó a corto ni a largo plazo, conllevando a generar más de un problema y el principal de todos es la falta de un plan de minado **(Ver anexo N° 2)** el mismo que es definido como la ausencia de un documento normativo que toda empresa minera debe poseer para realizar la extracción del yacimiento no metálico y al no tenerlo hace que la explotación se realice de manera inapropiada lo cual no beneficia a las labores mineras económicamente. Este proyecto de investigación se produce por diferentes causas como: desconocimiento de la normativa minera y la falta de profesional capacitado.

Cuando se habla del desconocimiento de la Normativa Minera se refiere a la poca información que tienen los trabajadores de la empresa acerca de los reglamentos a seguir en las labores de extracción, la empresa que no cuenta con un plan de minado, corre el riesgo de realizar procesos de extracción que no van de acorde con lo permitido, poniendo en riesgo a la empresa provocando el cierre temporal o definitivo de la cantera. LATORRE, Paula (2007) menciona que “Es de gran importancia entregarles a los trabajadores las herramientas necesarias para un mejor desempeño en el trabajo para que contribuyan a aumentar la eficiencia de la empresa” (p. 1). Mientras más informados se encuentren los trabajadores sobre las normas a seguir dentro de la labor y estos cuenten con todo tipo de conocimientos será factible para la empresa, conllevando a realizar una adecuada extracción del mineral y de esta manera se generará ganancias económicas y al momento de realizar la explotación del material no metálico se evitará incidentes y accidentes que se pueden generar en el área de trabajo.

Como evidencia se tiene al método de explotación que se realiza en la cantera Tuna Blanca el cual es a tajo abierto, debido a que el mineral a extraer aflora en la superficie, según HERRERA, Juan (2006). “La minería a cielo abierto se caracteriza por los grandes volúmenes de materiales que se deben mover” (p. 8). Trabajar en minería es riesgoso y más aún si los colaboradores desconocen de las normas mineras que se deben seguir es una causa que afecta a todos en el ambiente laboral, ya que el desconocimiento de esta provoca el uso inadecuado de equipos de protección personal, el manejo de los equipos y herramientas que se utilizan en el proceso para realizar las operaciones mineras, de este modo se generó otra causa y esto se debe a que la empresa no capacitan a su personal y esto se debe a la falta de personal capacitado según CASTRO, Bryam (2015). “Se recomienda que el personal en general que trabaje en las operaciones mineras sea capacitado constantemente de acuerdo a las actividades que realizara” (p. 135). Contar con profesionales capaces es relacionarse con el éxito, capacitar al personal para que estos puedan realizar las actividades programadas en conjunto con sus demás compañeros, con el fin de extraer e incrementar la producción de manera adecuada y llegar a la meta deseada, de tal manera la cantera tenga grandes beneficios económicos.

Por otro lado, se tiene evidencias que al no contar con instrucciones de personal capacitado genera una desorganización y según el autor DOMÍNGUEZ, Percy (2015). Menciona que las empresas que no cuenten con ayuda de un personal comprometido y serio con su trabajo las labores no marchan bien, lo cual afecta las operaciones mineras que se realizan, debido a malas decisiones que se pueden tomar, es por ello que toda empresa minera cuente con la guía de un profesional capacitado que este a la orden para dirigir a los trabajadores y que estos realicen de manera apropiada su trabajo y evitar acciones que ponen en peligro las labores y la propia vida de los trabajadores.

Ante lo expuesto la Región Cajamarca no se aleja de la problemática, siendo la cantera Tuna Blanca Santa Cruz una evidencia de no poseer un plan de minado que permite trabajar de manera adecuada y planificada, lo cual nos llevó a plantear las siguientes preguntas:

¿Qué aspectos se debe tener en cuenta para un Plan de Minado?, ¿En qué condiciones se encuentra la cantera?, ¿Qué tipo de material se extrae en la cantera Tuna Blanca?, ¿Cuál es la vida útil de la cantera Tuna Blanca?, ¿Cuál es el método más adecuado para extraer el



material no metálico en la cantera Tuna Blanca? ¿Cuál es la finalidad de elaborar este Plan de Minado? Las mismas que fueron resueltas durante el desarrollo de este Diseño de Plan de Minado.

## **1.2. Trabajos previos**

Entre los trabajos previos a la investigación se encuentran los de nivel internacional, nacional y local, entre los cuales destacan los trabajos a la investigación que se realizaron en los últimos años, los cuales sirvieron de guía para diseñar el plan de minado para la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca 2018.

### **Nivel internacional**

Como primer punto se encuentra el de nivel internacional el cual considero a las investigaciones con temas relacionados al objeto de estudio.

Esta el trabajo realizado por Vargas, Marcelo, en Chile, en el año 2011 con la tesis titulada Modelo de planificación minera de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla. Proyectarse a corto y mediano plazo permite obtener una producción deseada, ya que a través de la planificación minera se toma en cuenta los componentes y diseños para las operaciones que se llevaran a cabo en el proceso de explotación, de tal manera la producción se incrementa es por ello que se sugiere utilizar el modelo de polígonos para la extracción del mineral.

El autor a través de su investigación da a conocer que la utilización de una planificación de minado a corto y mediano plazo se pueden obtener mejoras en la producción, lo cual es beneficioso porque a través de la planificación se tienen los procesos que se llevaran a cabo, el número de trabajadores, el número de quipos, herramientas y maquinas q se van utilizar en la operación minera.

## **Nivel nacional**

En el segundo punto están los de nivel nacional, se consideró a 5 trabajos previos como antecedentes, donde los autores se basaron en temas relacionados al objeto de estudio.

En el trabajo realizado por Castro, Bryam, en Huancayo, en el año 2015 en la tesis titulada Propuesta de implementación de plan de minado en la cantera de Dolomita Jajahuasi 2001 de la comunidad campesina Llocllapampa – provincia de Jauja. En la investigación realizada para Jajahuasi 2001 se menciona que se encuentra desorganizada y las operaciones mineras se realizan de manera informal a consecuencia de esto se tiene una baja productividad que no llega a cubrir los gastos programados. El lugar no cuenta con un almacén para el mineral económico y para el estéril generando desorden y desorganización en las áreas de trabajo.

Ante esta situación problemática, el autor propone la Implementación de un plan de minado donde sugiere recalcular las reservas del yacimiento para calcular el tiempo de vida restante, conllevando a programar nuevas actividades de tal manera se realizó una explotación adecuada para incrementar la producción y generar ingresos económicos favorables para la cantera.

También está lo trabajado por Cabrera, Milthon, en Lima, en el año 2015, titulada Planificación minera en mina Pucamarca de Minsur S.A. La mina Pucara cuenta con el yacimiento Pit Checocollo y el yacimiento Morrenas, según la planificación realizada para el primer depósito Pit Checocollo se determinó que contara con tres periodos de explotación, la primera etapa será de tres años con leyes altas, la segunda etapa también es de tres años y la última etapa constara de 2,5 años culminando en el año 2022. Y por último el depósito Morrenas la vida útil será de 4 años, los resultados obtenidos determinaron que el plan de minado es factible debido a que la producción se incrementó.

La investigación realizada por el autor estableció que la planificación minera permite tomar decisiones adecuadas sin generar pérdidas económicas, lo cual a través de estudios realizados y proponiendo un plan de minado se incrementara la producción en la mina Pucara.

Asimismo, Domínguez, Percy, en Piura, en el año 2015, en la tesis titulada Plan de minado a mediano plazo para una explotación superficial con aplicación al proyecto santa este de la

unidad minera Iscaycruz – compañía minera los Quenuales. Se planea la elaboración de un plan de minado anual, trimestral, mensual y semanal con el objetivo de incrementar la producción, contribuyendo a la compra o reparación de maquinarias, equipos y renovando instalaciones, cuyo objetivo principal es cuidar la salud de todos los trabajadores.

Ante lo expuesto el autor concluye que es necesario contar con un buen diseño de un plan de minado teniendo en cuenta todos los parámetros que van a ser enfocados en dicho documento, donde se describe las actividades que se van a realizar en la operación minera, con áreas de trabajo adecuadas para que los trabajadores no sufran peligros ni enfermedades ocupacionales.

También se tiene al autor Ferrer, Francisco, en Perú, en el año 2015 titulada Planeamiento de minado de largo plazo para proyecto minero no metálico. Señala que el plan de minado que se realizó para la cantera Atocongo es de largo plazo se hizo una estimación de reservas para calcular la vida útil de la cantera y para el incremento de la producción se diseñaron nuevos pit.

El autor concluye que el diseño de un nuevo plan de minado es factible porque permite incrementar la producción a través de nuevos estudios y mejorar el método de explotación de tal modo se pueda generar ingresos económicos para la cantera.

Por otro lado, también se muestra la investigación Valdivia, Carlos, en Arequipa, en el año 2016 con el trabajo sobre Plan de minado del proyecto Tucari – Empresa Minera Aruntani SAC. Aquí el autor señala que la planificación en minería reafirma maximizar el valor del negocio mediante una adecuada explotación minera, lo cual es posible a través de un programa estratégico de producción. Precisar la ubicación y distribución del mineral para extraer el mineral económico, y tener en cuenta los costos directos de explotación, procesos y comercialización del mineral para determinar si el mineral se explota es rentable.

El autor concluye que la planificación minera es importante porque incluye las etapas y procesos que se van a efectuar en todas las operaciones mineras, es por ello que propone seguir una secuencia de minado para la extracción del mineral, lo cual incrementara la producción.

## **Nivel local**

En este último nivel se consideró a la investigación realizada en la región de Lambayeque que abordo temas relacionados al objeto de estudio.

La autora Bautista, Adriana, Chiclayo (Perú), 2017 en su tesis titulada plan de minado para la explotación en la cantera del Norte Piedra Azul - Ferreñafe menciona que el plan de minado que se diseñó para la cantera Piedra Azul realizó todos los procesos para la explotación del material no metálico con el fin de incrementar su producción y hacer la labor más segura para los trabajadores, en la investigación realizada también describió que la cantera aún no cuenta con carretera afirmada para el transporte y venta del material y la falta de un profesional capacitado generando una desorganización en la cantera.

Como objetivo general la autora planteo la elaboración de un plan de minado que a través de la estimación permitió verificar el material de interés, dando como resultado una vida útil de 15 años para arena, 11 años para piedra base y 26 años para ripio.

El trabajo analizado comprueba que la propuesta de elaborar o contar con un Plan de Minado en labores mineras es de gran importancia porque conlleva a explotar de manera adecuada e incrementando la productividad de la cantera, en el mencionado documento también se incluye aspectos de seguridad para crear un ambiente organizado lo cual evitara accidentes laborales.

Las investigaciones que se tuvieron en cuenta son estudios realizados en otro contexto, pero relacionados al método de estudio con conclusiones que permitieron enriquecer al trabajo de investigación.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

Las teorías para el desarrollo de esta investigación se basaron en los fundamentos de la ciencia y teorías relacionadas con el plan de minado el cual sirve para el inicio/reinicio de toda actividad minera que explota yacimientos no metálicos, asimismo es útil para aquella

actividad que está en proceso de formalización. Dentro de la teoría también se incorporó los softwares utilizados y el marco legal.

### **1.3.1. Ciencia**

#### **A. Geología**

RIVERA, Hugo (2005) La geología es la ciencia que estudia la Tierra, su estructura, los fenómenos que han ocurrido y ocurren en la actualidad, su evolución como planeta, su relación con los astros del Universo, así como la evolución de la vida mediante los documentos que de ella han quedado en las rocas. (p. 8)

La geología como ciencia se encarga de describir los fenómenos que observa a través de miles y miles de años, y es muy importante en minería porque a través de estudios previos se pueden encontrar minerales metálicos y no metálicos.

- **Geología regional**

Dirección Regional De Energía Y Minas San Martín que tiene como título Guía de evaluación de plan de minado (2014). Define la geología regional como la investigación que se realiza al área de estudio, en el cual se indica la estratigrafía a la que pertenece, teniendo en cuenta la zona del proyecto.

La geología regional permitió evaluar la litología, estructuras geológicas básicas, geomorfología de la cantera Tuna Blanca permitiendo delimitar las zonas que son de interés para el proyecto de estudio.

- **Geología local**

Según Dirección Regional De Energía Y Minas San Martín que tiene como título Guía de evaluación de plan de minado (2014). Describe el área de estudio mediante sus características geomorfológicas, indicando la zona, formaciones y tipo de yacimiento al que pertenece.

Para la geología local de la cantera Tuna Blanca se estableció las características geológicas del terreno de interés, pero de una forma más detallada y de mayor profundidad.

- **Geología económica**

RIVERA, Hugo (2011) “Estudia los recursos naturales esencialmente minerales que el hombre extrae para cubrir sus necesidades, teniendo en cuenta su rendimiento económico” (p. 10).

La geología económica tiene como finalidad estudiar los yacimientos que se encuentran en la naturaleza asimismo determina si estos son potenciales para ser explotados, y puedan cubrir los gastos de explotación.

## **B. Topografía**

Fuentes, José (2012) La topografía es una ciencia geométrica aplicada a la descripción de una porción relativamente pequeña de la tierra, si estamos hablando del campo o naturaleza entonces tenemos una representación de la superficie terrestre, si estamos hablando del ámbito urbano, tenemos que la representación está compuesta de muros, edificios, calles, carreteras entre otras. (p. 3)

- **Planimetría**

Representa gráficamente una parte de la tierra, sin considerar aquellos desniveles y/o alturas que tiene el área del proyecto.

- **Altimetría**

Presentación gráfica de las altitudes de los puntos recolectados en la superficie.

## - **Topografía integral**

Presentación gráfica de los diferentes puntos recolectados sobre la superficie teniendo en cuenta la planimetría y la latitud.

## • **Levantamiento topográfico**

MENDOZA, Jorge (2012) El libro que tiene como título Topografía. Se refiere que el levantamiento topográfico es una serie de procesos que se representan gráficamente en un plano, de una porción de tierra ubicando los puntos más importantes. Se divide en tres etapas:

- **Reconocimiento de terreno y plan de trabajo.-** Primera etapa donde se realiza un análisis rápido mediante la visita al terreno.
- **Trabajo de campo.-** Esta etapa consiste en realizar las medidas adecuadas midiendo ángulos horizontales, verticales y distancias así mismo tendrá en cuenta el desnivel de los puntos.
- **Trabajo de gabinete.-** Última etapa donde se realiza los cálculos matemáticos para la elaboración del plano.

La topografía como ciencia permitió determinar el relieve del terreno de la cantera Tuna Blanca el cual nos indicó si esta es accidentada o plana, realizando una visita a campo, asimismo, sirvió para estimar reservas de la cantera en mención

## **C. Geotecnia**

En la revista GEOSPHERA publicada el 04 de mayo del 2016. La geotecnia realiza estudios de las propiedades hidráulicas, mecánicas e ingenieriles de los materiales del medio geológico, investigando el suelo y rocas que están en las profundidades de la tierra y de esta manera describir sus propiedades.

- **Importancia de los ensayos de laboratorio**

Analizar el material no metálico que se extrae de la Cantera Tuna Blanca en un laboratorio es importante ya que nos permite identificar la calidad de este, dedicado al uso de la construcción en el cual se incorporó un análisis de dureza de la roca.

- **Propiedades mecánicas**

- **Ensayo de comprensión simple.** - Ensayo de laboratorio que consiste en determinar la resistencia del macizo rocoso

- **Propiedades físicas**

- **Porcentaje de humedad.** - Ensayo de laboratorio que cuya finalidad es determinar la humedad de la muestra del material que se extrae de la cantera Tuna Blanca.
- **Ensayo de porosidad.** - Ensayo de laboratorio que está relacionada directamente con la permeabilidad y la resistencia de la matriz rocosa.

La geotecnia como ciencia es la investigación que permite conocer las características del área de estudio a través de la resistencia de la roca, la cual sirve para determinar su ángulo de talud, la geotecnia se apoya con las técnicas de campo y técnicas de laboratorio, donde las técnicas de laboratorio permitieron identificar la calidad del material que se explota en la Cantera Tuna Blanca.

### **1.3.2. Teorías relacionadas al plan de minado.**

#### **A. Plan de minado**

En la revista SEGURIDAD MINERA publicada el 29 de noviembre del año 2016 menciona lo siguiente:



La norma define como plan de minado el documento que contiene todas las actividades o acciones a realizar durante el período de un año y que comprende, entre otras: la identificación de los límites de las áreas de exploración, preparación, explotación, beneficio y otras actividades inherentes. Además, debe incluir metodología y parámetros de trabajo, equipos a ser utilizados, presupuestos y costos, personal, medidas de seguridad y salud ocupacional, y posibles impactos en el entorno y medidas a tomar frente a posibles eventos adversos, cuantificando las metas a alcanzar (párr. 2).

De lo señalado puede inferirse que es considerado como un instrumento u herramienta que dirige un conjunto de acciones y procesos que se van a realizar en labores mineras cuyo objetivo es proyectarse a futuro innovando siempre con nuevas propuestas, detectando a tiempo puntos críticos que se presentan de manera inesperada en las labores, trabajando todos conjuntamente para maximizar la producción y obtener beneficios económicos que cubran los gastos programados existentes o por haber.

- **Generalidades del plan de minado**

Según DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS SAN MARTIN que tiene como título Guía de evaluación plan de minado (2014). Para la iniciación de la operación minera se tendrá en cuenta los siguientes puntos:

- **Ubicación**

El área de estudio deberá presentar la ubicación exacta de la labor donde se extrae el mineral señalando el distrito, provincia y departamento donde se encuentra la explotación del mineral. La investigación recolectada será debidamente presentada en un plano y firmada por los responsables de su elaboración.

- **Vías de acceso**

El área de estudio deberá contar con rutas de acceso y rutas de acceso internas lo cual será presentado en un plano.

## **B. Estimación de reservas**

QUADOR, José (2015) “La estimación de reservas es una operación de alta responsabilidad que determina en gran medida el valor industrial de un yacimiento mineral” (párr. 2).

La estimación de reservas minerales es una actividad que se inicia en la exploración, va de la mano con las investigaciones geológicas. La cantidad de reservas de un yacimiento establece si es factible para que sea explotado, tiene como finalidad determinar la vida útil del yacimiento por tal motivo deben ser confiables los cálculos de ley y tonelaje. Y se clasifica en:

- **Reservas probadas**

Parte del recurso mineral que es económicamente explotable, mediante las reservas probadas se determinó la vida útil de la cantera Tuna Blanca, con ayuda del levantamiento topográfico y el software RecMin.

## **C. Método de explotación**

HERRERA, Juan (2006) Denomina al método minero como un conjunto de procesos que se realizan para la extracción del mineral de manera repetitiva y ordenada, que en yacimientos metálicos a gran escala utilizan maquinarias sofisticadas o de alta gama y en yacimientos no metálicos lo realizan de manera artesanal y/o con maquinarias sencillas.

La selección del método de explotación es importante porque se determina la manera que se va extraer el material de la naturaleza, de acuerdo a la profundidad que este se encuentre. Para la extracción de minerales existen dos métodos importantes:

- Método de explotación a cielo abierto
- Métodos de explotación minería subterránea.

El método de explotación se selecciona mediante sus características de los minerales existentes en la naturaleza, para mayor detalle a continuación se explica el método de explotación que se realiza en la cantera Tuna Blanca.

- **Método de explotación a cielo abierto**

Según el autor BELLOTTI, Mirta (2011) menciona lo siguiente:

Se denomina minería a cielo abierto al proceso de explotación minera que se realiza en la superficie terrestre, no se efectúa en galerías subterráneas. Para extraer minerales de estos yacimientos, se remueve gran cantidad de tierra con maquinaria y explosivos, se crean inmensos cráteres que pueden llegar a ocupar más de 100 hectáreas y normalmente alcanzan de 200 metros a 800 metros de profundidad (pp. 1-2).

El método de explotación a cielo abierto o tajo abierto, consiste en extraer los elementos valiosos mediante la remoción de toda la capa superficial dejando el cuerpo mineralizado al descubierto.

- **Importancia de seleccionar un método de explotación.**

Las facetas que tiene la cantera Tuna Blanca son muchos objetivos por cumplir entre los cuales, destaca la selección del método de explotación, dimensionamiento geométrico de la cantera, ritmo de producción, secuencia de extracción, etc. Antiguamente seleccionar el método de explotación se basaba en técnicas muy similares a las de otras canteras lo cual generaba pérdidas económicas, actualmente esto se dejó en el pasado ya que se debe seleccionar el método de explotación según las características del yacimiento, de acuerdo a ello se debe realizar estudios, evaluando los pro y los contra porque todo esto debe cubrir los gastos de operación.

- **Método Tipo Canteras**

Según HERRERA, Juan (2006) menciona lo siguiente sobre este método de explotación:

Canteras es el término genérico que se utiliza para referirse a explotaciones de rocas industriales. Ornamentales y de materiales de construcción. Constituyen, con mucho, el sector más importante en cuanto a número, ya que desde muy antiguo se han venido explotando para la extracción y abastecimiento de materias primas con uso final en la construcción y en obras de infraestructura. En líneas generales, el método de explotación aplicado suele ser el de banqueo, con uno o varios niveles, situándose un gran número de canteras a media ladera (p. 8).

#### **D. Plan de cierre para la cantera Tuna Blanca**

Según DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS SAN MARTIN que tiene como título Guía de evaluación plan de minado (2014). Realiza de manera anticipada el cierre de mina para evitar gastos innecesarios, teniendo en cuenta las características geotécnicas y geodinámicas del área.

El plan de cierre es una actividad de suma importancia para dar por culminado las actividades extractivas y tiene como objetivo principal dejar la zona de explotación resanada utilizando la tierra que fue removida por motivos de no presentar características económicamente rentables, con la finalidad de convertir el área en zona fértil nuevamente.

##### **a. Criterios**

- **Restauración ambiental.** - Limpiar y revegetar el terreno después culminadas las operaciones mineras,
- **Estabilidad física.** - Asegurar la estabilidad después abandonadas las labores mineras.

- **Seguridad.** - Para evitar accidentes se limitará el acceso a las instalaciones abandonadas, cerrando las vías de acceso.

#### **b. Tipos de cierre**

- **Cierre temporal.** - Cuando la empresa decide cerrar la extracción del mineral por un tiempo.
- **Cierre progresivo.** - Comprende paralelamente el cierre del desarrollo de actividades ya no útiles para la operación.
- **Cierre final.** - Finalizada la explotación del material, se pasa a limpiar las áreas que serán restauradas

Los cierres como mínimo deben contener los siguientes parámetros (**Ver anexo N° 3**).

### **1.3.3. Software**

#### **A. SAS Planet**

Fundamentos Básicos del SIG (2017). SAS Planet es un software de origen ruso que proporciona mediante interfaz la posibilidad de visualizar y descargar imágenes (georeferenciadas de los principales servidores de índole cartográfica como Google Maps, Bing Maps, Here Maps, ESRI, Open Street Map, Etc. (pág. 19).

El software SAS Planet permitió la descargar de la imagen georeferencial de la zona de estudio, el cual sirvió de ayuda para realizar el plano de ubicación y topográfico de la cantera Tuna Blanca en el software ArcGIS.

#### **B. ArcGIS**

Según Ing. Msc. PUERTA, Ronald; Inge. RENGIFO, Juan y BRAVO, Nino (2013) mencionan lo siguiente:

Es un sistema de información geográfica, el cual posee una interface gráfica de usuario, de manejo sencillo con el ratón, posibilita cargar con facilidad datos espaciales y tabulares para ser mostrados en forma de mapas, tablas y gráficos, también provee las herramientas necesarias para consultar y analizar los datos y presentar los resultados como mapas con calidad de presentación (pág. 14).

El software ArcGIS permitió realizar los planos de la cantera Tuna Blanca, así mismo realizar la geología regional y local de la investigación.

### **C. RecMin**

Por sus siglas en español Recursos Mineros. Es un software gratuito que se puede descargar libremente de internet que ha sido desarrollado precisamente para la gestión de recursos minerales, ha sido patentado por su autor Cesar Castañón Fernández, profesor principal de Ing. De minas la Universidad de Oviedo. (pág. 132).

El software RecMin permito determinar la vida útil de la cantera Tuna Blanca a través de la estimación de reservas.

### **D. AutoCAD**

El autor CÁRDENAS, Silvano (2015) describe AutoCAD de la siguiente manera: “AutoCAD es un programa de diseño asistido por computadora (CAD: Computer Aided Design) para dibujos en dos dimensiones (2D) y en tres dimensiones (3D)” (p. 73).

El software AutoCAD sirvió para la elaboración de los bancos de la cantera Tuna Blanca, cada banco tiene una altura de 3 m.

#### **1.3.4. Marco legal**

El marco legal para la presente investigación como primer punto se tuvo en cuenta al Texto Único de la Ley General de Minería que tiene como siglas el TUO, la Constitución Política del Perú, el Decreto Legislativo N° 1105 (2012) y por último el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería N° 024-EM (2016) con su modificatoria D.S N° 023- EM (2017).

**Texto Único de la Ley General de Minería (TUO).** En el título primero, capítulo I y II habla sobre el cateo y prospección dichas actividades ponen en evidencia zonas con mineralización, estas etapas son prohibidas en zonas protegidas por el estado y/o propiedades privadas son previa autorización. La comercialización para la venta de los materiales metálicos y/o no metálicos no requiere de una concesión minera.

**TUO.** En el título segundo, la persona que quiere ejercer actividades mineras el cual da al titular el derecho de la exploración y explotación de los recursos minerales, las concesiones se clasifican en minerales metálicos y/o no metálicos y se otorgan a partir de 100 a 1000 hectáreas a más dado el caso, donde es fraccionada por cuadrículas no menores de 100 hectáreas.

**TUO.** En el Título décimo, los pequeños productores mineros son aquellos que poseen hasta 5000 hectáreas, cuando se trata de minerales no metálicos como es el caso de materiales de construcción no excede la producción de 500 m<sup>3</sup>/día. Son productores artesanales aquellas personas que poseen solo 1000 hectáreas y su producción no pasa las 25 toneladas por día y realizan la explotación del mineral con métodos manuales y/o equipos sencillos.

**Constitución Política del Perú emitida en el año 1993.** En el artículo 66 expresa que la nación es responsable de los recursos renovables y no renovables, es por tal que entregan a la persona natural o jurídica una concesión que permite la explotación legal de dichos recursos.

**En el Decreto legislativo N° 1105 emitido por el Diario El Peruano (2012).** En el artículo 3 señala que para la formalización de toda actividad minera se realiza un proceso de formalización donde se establece requisitos, plazos y ciertos procedimientos para el sujeto que este en proceso de formalización cumplan con la legislación vigente. El proceso de formalización tiene una vigencia de 24 meses y la persona debe ser persona natural o persona jurídica que está interesada en realizar dicha actividad.

**El Decreto Supremo N° 024-EM (2016) con su modificatoria D.S N° 023- EM (2017).emitido por el Diario El Peruano.** En el capítulo II, Subcapítulo I, artículo 262, se refiere sobre a las etapas y procesos que se realizan en la minería a tajo abierto donde nos indica que en las primeras etapas de la actividad minera como es exploración y explotación deben cumplir lo siguiente:

- Según las características geomecánicas del yacimiento se tendrá en cuenta la altura y talud de bancos.
- Construir accesos de una sola vía y vías de acceso de doble sentido para la movilización de las maquinarias y vehículos.
- Bermas que sean seguras para el transporte de maquinarias o camiones que circulen en sentido doble, contando siempre con señalización.

**El Decreto Supremo N° 024-EM (2016) con su modificatoria D.S N° 023- EM (2017).emitido por el Diario El Peruano.** En el capítulo II, subcapítulo V, artículo 309, 310 y 311 nos hablan sobre la explotación de minería a tajo abierto indicando que las grandes rocas deben ser destruidas antes de ser transportadas para evitar peligros en las labores.

#### **1.4. Formulación de problema**

¿De qué manera el plan de minado mejoraría la explotación de la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca 2018?



## **1.5. Justificación del estudio**

Los motivos de la investigación son de carácter personal y académico. Personal, porque se encontró el problema de la falta de un plan de minado que presenta la cantera, debido a la falta de la normativa minera y falta de personal capacitado generando baja productividad, la extracción del mineral de manera empírica. Según Piérola (207) describe al plan de minado de la siguiente manera: “Es el pre diseño de la distribución detallada, principales carreteras y vías, y frentes de trabajo de una mina o un grupo de minas” (p. 22). Asimismo, es Académico en vista que se hace interesante abordar temas relacionados con el área y línea de investigación, lo que ayudara a fortalecer los conocimientos obtenidos en la carrera profesional.

De tal manera se tiene que recalcar que el presente trabajo es importante debido a que se diseñara un plan minado para la explotación en la cantera tuna blanca santa cruz Cajamarca – 2018 para ello se realizara estudios previos como la geología, geotecnia y topografía, estimación reservas lo que permitirá determinara el sistema de explotación y la vida útil de la cantera.

## **1.6. Hipótesis**

Con el diseño de un plan de minado se logrará seguir una adecuada explotación, para extraer los materiales pétreos de la cantera Tuna Blanca.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Diseñar un plan minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca 2018.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

1. Describir los aspectos generales de la cantera en estudio, para un mayor detalle en la investigación

2. Analizar las características del material que se extrae de la cantera para determinar la viabilidad de su uso en la industria.
3. Estimar reservas probadas para determinar la vida útil de la cantera.
4. Proponer un método de explotación de acuerdo a la caracterización del yacimiento.
5. Realizar una evaluación económica para la determinación de la rentabilidad del proyecto.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de investigación**

El tipo de investigación corresponde a una investigación de naturaleza cuantitativa con el diseño de investigación no experimental explicativa, porque contiene dos variables Plan de minado y la otra que es explotación de la cantera y según HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BATISTA, María (2014) quienes indican que las investigaciones explicativas tienen como propósito sustentar la relación que existe entre las variables reconociendo las causas del suceso investigado y la forma como estas se presentan. En la investigación se trata de demostrar que el diseño de un plan de minado permite una adecuada explotación de los materiales de la cantera Tuna Blanca

### **2.2. Variables, operacionalización**

#### **2.2.1. Variables**

##### **a. ‘Variable independiente (solución)**

Plan de minado.- Según PIÉROLA, Demetrio (2017) en la tesis de investigación menciona que el plan de minado es aquel donde se incluyen todas las actividades que se van a realizar en un determinado tiempo mediante las etapas y procesos, analizando la producción de la empresa minera y todo aquello que tiene relación con las metas a lograrse.

Es una promesa que permite incrementar la producción teniendo en cuenta cuando y como extraer los minerales y todos los gastos que se van a realizar en las explotaciones mineras.

##### **b. Variable dependiente (problema)**

Explotación de la cantera. Según la Guía de gestión ambiental para la minería no metálica, (2009), define explotación de canteras de la siguiente manera: [...] “Las operaciones están compuestas por una serie de procesos que incluyen la remoción de la

cubierta vegetal, perforaciones, voladuras y traslado del material a plantas de procesamiento” (p. 21).

La explotación de minerales no metálicos es realizada a cielo abierto a través de equipos mecánicos que pueden ser de gran dimensión y/o sencillos, y en otros casos se extrae manualmente a la cual llamamos minería artesanal, las labores de extracción que se realizan en superficie la denominamos explotación de canteras, esta actividad minera es realizada para la extracción de materiales de construcción.

### 2.2.2. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR		INSTRUMENTO
<b>Plan de minado</b>	Aspectos generales del área de estudio.	Ubicación	Lugar exacta del área de la cantera	Guía de observación de campo
		Vías de acceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Rutas de acceso para dirigirse a la cantera.</li> <li>➤ Vías de acceso internas.</li> </ul>	
		Clima	Describir el clima del área de estudio.	
		Flora-Fauna	Describir brevemente la flora y fauna del área de estudio.	
	Estudio topográfico	Levantamiento topográfico	Toma de coordenadas de la cantera Tuna Blanca (determinar gráficamente en un plano el área de estudio)	Guía de observación de campo y softwares
	Geología del área de estudio	Geología regional	Características de la zonificación geológica de Cajamarca	INGEMMET (cartas geológicas)

		Geología local	Características geomorfológicas de la cantera	Software ArcGIS
	Estudio geotécnico	Propiedades mecánicas	Ensayo de comprensión simple	Guía de observación de Laboratorio
		Propiedades físicas	Porcentaje de humedad.- Para describir si el material es de mala calidad.	
			Porosidad.- Determinar el volumen que ocupa el material.	
	Estimación de reservas	Método de secciones transversales	Mediante este método se calculó la vida útil de la cantera, con una distancia de 5 metros para obtener una mejor precisión apoyada de la topografía.	GPS Software RecMin
		Vida útil de la Cantera Tuna Blanca	Con la reservas probadas se determinó los años que le quedan a la cantera Tuna Blanca.	

	Evaluación económica del yacimiento.	Análisis de la demanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluar a los posibles compradores</li> <li>- Venta del material</li> <li>- Ingreso mensual</li> <li>- Gastos mensuales</li> <li>- Total de ingreso mensual a la cantera</li> </ul>	Guía de observación de campo
<b>Explotación de la cantera.</b>	Selección del método de explotación	"Tipo Cantera"	La extracción del material no metálico se realiza en la pared de un cerro, el material extraído es usado para la industria de la construcción.	Guía de observación de campo.
			La explotación es realizada manualmente a través de picos, palanas y barretas.	

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

La población está constituida por la cantera Tuna Blanca y todos los trabajadores que trabajan para dicha empresa que extrae material no metálico.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra fue seleccionada mediante la técnica muestral no probabilística, saliendo elegida la cantera Tuna Blanca la cual tiene una extensión de 100 hectáreas, ubicada en la provincia de Santa Cruz, región de Cajamarca y los trabajadores (Capataz y titular de la cantera).

## **2.4. Técnicas de instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1 Técnicas de recolección de datos**

Para recolectar información del proyecto en estudio las técnicas que se utilizaron son las siguientes:

- a. Técnica de investigación documental.** Llamada también técnica de gabinete, la misma que ayudará a realizar la búsqueda documental. Técnica que se utilizara en el primer punto que se tuvo en cuenta para el proyecto de investigación, para emplear la información bibliográfica que permitió identificar el problema y la construcción del marco teórico (Campos, 2015).

Asimismo, se recurrirá al empleo de citas tanto textuales y de parafraseo las mismas que permitirán ubicar a los autores obtenidos de repositorios y espacios realmente reconocidos, las fuentes a las que se acudieron fueron tipo bibliográficas y hemerográficas, tesis, artículos, blogs y revistas en línea.

- b. Técnicas de campo.-** Este tipo de técnica ayudará a recabar información y datos a partir de una visita al área de estudio y teniendo un acceso directo al proyecto de



investigación. Entre las que se emplearán en el trabajo de investigación se encuentran:

- Técnica de la observación

**c. Técnica de observación directa.**- Con esta técnica se obtendrá información directa de la cantera Tuna Blanca. Haciendo uso de las siguientes guías:

- Guía de observación de campo
- Guía de observación de laboratorio

**d. Técnica de entrevista.**- Con esta técnica se logrará reunir información resaltante de primera mano haciendo uso de la entrevista el cual va dirigida a la titular de la concesión y al capataz que labora en la cantera Tuna Blanca, los entrevistados deben estar informados sobre el tema de estudio y para ello se respaldará con el siguiente instrumento:

- Guía de entrevista.

#### **4.2.2. Instrumentos para la recolección de datos**

Los instrumentos que permitirán recoger la información se basarán en guías de observación de campo, laboratorio y entrevista, los cuales tendrán en cuenta los objetivos específicos de la investigación realizada para la cantera Tuna Blanca.

##### **a. Guía de observación de campo**

La guía de campo es un instrumento que permite recolectar información in situ del área de estudio, cada guía de debe contar con indicadores referentes al objeto de estudio e incluir observador, hora de inicio, termino de la observación, fecha, equipos, lugar e instrumentos que se van utilizar.

- **Aspectos generales del área de estudio**

Este instrumento permitirá el reconocimiento y ver el estado en que se encuentra la cantera Tuna Blanca. **(Ver anexo N° 4)**

- **Levantamiento topográfico**

Este instrumento va a permitir recolectar la información de las coordenadas del área de estudio. **(Ver anexo N° 5)**

- **Geología regional**

Este instrumento va a permitir almacenar información referente a las características geológicas del terreno que se está estudiando a una escala regional. **(Ver anexo N° 6)**

- **Geología local**

Este instrumento permitirá almacenar información referente a las características geológicas del terreno que se está estudiando, de forma más detallada enfocándose únicamente en el área de interés económico. **(Ver anexo N° 7)**

**b. Guías de observación de laboratorio**

La guía de campo de laboratorio que permite recolectar información

- Ensayo de comprensión simple.- Ensayo de laboratorio que permite determinar la resistencia del macizo rocoso, que se tomara como muestra bloques de roca del área de estudio. **(Ver anexo N° 8)**
- Porcentaje de humedad.- Ensayo de laboratorio que permite identificar cuanto de humedad contiene el material de la cantea. **(Ver anexo N° 9)**

- Porosidad.- Ensayo de laboratorio que sirve para determinar el volumen de los espacios vacíos los cuales están contenidos en una porción de roca intacta. (**Ver anexo N° 10**)

### **c. Guía de entrevista**

La guía de entrevista se realizará con el fin de identificar la realidad problemática de la cantera Tuna Blanca. (**Ver anexo N° 2**)

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

Los métodos que se tendrán en cuenta para el trabajo de investigación serán los siguientes:

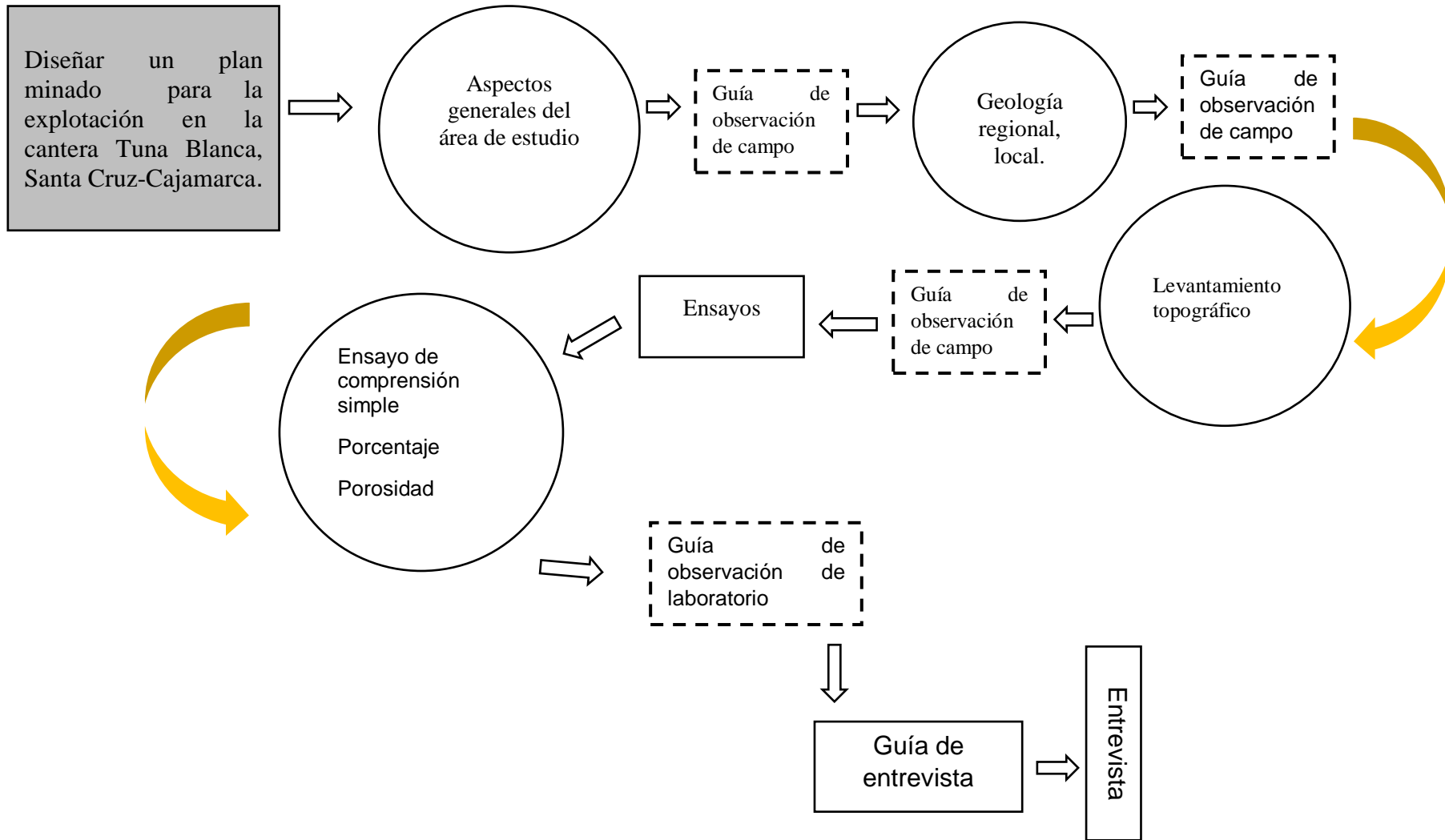
### **a. Método analítico**

Este método se basará identificando y separando los componentes de un todo que se estará investigando en la cantera Tuna Blanca ubicada en la provincia de Santa Cruz, realizando estudios minuciosos de las partes que lo conforman y la forma de cómo estos funcionan.

### **b. Método sistémico**

Este método permite establecer un orden en base a manejo de reglas que la propia investigación brinda lo que permitirá llegar a tener una comprensión sistémica de una situación dada. En el análisis de datos se realizará la verificación de la hipótesis y las técnicas de tratamientos estadísticos, el desarrollo de la información permitió ordenar, desarrollar gráficos, en algunos modelos de investigación interpretando la información, referente al marco teórico.

### 2.5.1. Diagrama de procesos



## **2.5.2. Descripción de los procesos**

### **a. Aspectos generales del área de estudio**

Se tomó en cuenta los aspectos generales de la cantera tales como ubicación, vías de acceso, clima entre otros, los cuales nos permitieron identificar si la cantera cuenta con problemas y de tal manera dar una posible solución y la cantera Tuna Blanca cuenta con una buena extracción del material no metálico, todo lo antes mencionado se pudo realizar con una visita de campo, donde se tuvo en cuenta la guía de observación recolectándose todo la información necesaria para el desarrollo del proyecto de investigación.

### **b. Topografía (levantamiento topográfico)**

El levantamiento topográfico nos sirve para dimensionar el área de estudio y obtener las coordenadas exactas de la cantera, el cual se realizara con ayuda del GPS para luego ser plasmado en un plano, y todo esto se obtendrá con la visita a campo donde la información recolectada nos servirá para elaborar nuestra guía de campo.

### **c. Geología local y geología regional del área de estudio**

Se tuvo en cuenta las cartas geológicas del INGEMMET y se realizó una guía de campo para recolectar la información complementándola con una visita a campo.

### **d. Ensayos**

- Ensayo de comprensión simple
- Porcentaje de humedad.
- Porosidad

### **e. Entrevista.**

La guía de entrevista se realizara de manera directa entrevistado y entrevistador las preguntas serán estructuradas.

## 2.6. Aspectos éticos

De acuerdo con los principios establecidos por la Universidad César Vallejo y a la naturaleza de la investigación que se realizara en la cantera Tuna Blanca ubicada en la provincia de Santa Cruz región de Cajamarca, los aspectos éticos a considerar en el presente proyecto de investigación son los siguientes: Manejo de fuentes de consulta, Claridad en los objetivos de la investigación, Profundidad en el desarrollo del tema, respeto por las persona en su integridad y autonomía, justicia y responsabilidad.

- **Manejo de fuentes de consulta.-** Para la presente investigación se utilizaron las citas bibliográficas, teniendo en cuenta tesis que abordaron temas relacionados al proyecto de investigación, asimismo tuvo en cuenta conceptos sobre las ciencias y teorías relacionadas al plan de minado, utilizando citas textuales y no textuales.
- **Claridad en los objetivos de la investigación.-** Para la investigación se tuvo en cuenta el objetivo general y objetivos específicos los cuales nos sirven para el desarrollo de la presente investigación.
- **Profundidad en el desarrollo del tema.-** Se tendrá que tener en cuenta diferentes temas referentes al proyecto de investigación y estar en una continua búsqueda de fuentes para tener un buen domino sobre la temática que aborda la investigación.
- **Respeto por las persona en su integridad y autonomía.-** La persona merece respeto en su forma de pensar, en su forma de vestir y la manera que este se exprese, así mismo se debe respetar la procedencia del individuo y la posición que este tenga en la sociedad.
- **Justicia.-** La actitud que se tiene hacia las otras personas debe ser de un trato justo e igualitario y la persona debe adecuarse a las diferentes situaciones para responder con criterio.

- **Responsabilidad.-** La presente investigación se realizó con todos los principios éticos respetando todos aspectos establecidos en el proyecto de investigación.

### III. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de la investigación a partir de los objetivos propuestos que han sido trabajados en base al empleo de instrumentos de investigación, como son las guías utilizadas en campo y laboratorio, la presente investigación se realizó a través de tablas e imágenes, cada uno con su respectivo análisis.

#### 3.1. Descripción de los aspectos generales de la cantera en estudio, para un mayor detalle en la investigación

**Tabla N° 1.** Reconocimiento de la cantera Tuna Blanca.

<b>GUÍA DE CAMPO</b>			
<b>ÍTEM</b>	<b>ASPECTOS A EVALUAR</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>
<b>UBICACIÓN</b>	Tiene una buena ubicación la cantera.	<b>X</b>	
	¿La cantera se encuentra alejada de la provincia de Santa Cruz?		<b>X</b>
<b>VÍAS DE ACCESO</b>  ➤ Buena ➤ Regular ➤ Mala	La ruta hacia la cantera es asfaltada.	<b>X</b>	
	La ruta hacia la cantera es accidentada.		<b>X</b>
	¿Las vías de acceso que cuenta la cantera se encuentran en buen estado?	<b>X</b>	



	Las vías de acceso cuentan con señalización.	X	
	Las vías de acceso cuentan con las pendientes adecuadas según las normas correspondientes.	X	
<b>MÉTODO DE EXPLOTACIÓN</b>	➤ Tajo abierto	X	
<b>MAQUINARIA</b>	¿Utilizan maquinarias para reducir el tamaño de las rocas?	X	
	Chancadoras	X	
	Cargador frontal	X	
	<b>Tipo de combustible:</b>		
	Gasolina	X	
	Diésel	X	
<b>ALMACENAMIENTO</b>	La cantera cuenta con un determinado lugar para el almacenamiento del mineral no metálico	X	
<b>VENTA DEL MATERIAL</b>	El material no metálico es vendido inmediatamente.	X	
	Sector público	X	
	Sector privado	X	
		X	

	¿El material no metálico genera ingresos económicos, el cual hace rentable su explotación?		
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Para desarrollar el primer objetivo se realizó una visita a campo, permitiendo identificar el estado actual de la cantera Tuna Blanca, la cual se encuentra ubicada a 3 kilómetros de la provincia de Santa Cruz, la carretera que nos conduce hacia la concesión es asfaltada lo cual es beneficiable para los compradores debido a que no se consume mucho combustible y no genera mucho desgaste de neumáticos. El acceso a la cantera actualmente se encuentra en buen estado y las lluvias en la zona no afectan la carretera que se dirige hacia ella, por tal motivo las actividades de transporte de material se pueden realizar durante todo el año, cuenta con la señalización correspondiente, incluyendo las pendientes necesarias establecidas por ley lo que permite evitar accidentes.

El método de extracción en la cantera Tuna blanca es a tajo abierto, el cual es realizado artesanalmente con barretas, picos, palanas, cincel, comba y carretillas y la molienda del material es realizado en una chancadora dando como resultado final ripio de ½ y confitillo, cuenta con maquinaria propia cargador frontal.

La cantera Tuna Blanca cuenta con un área de almacenamiento, permitiendo el acopio del material para su posterior venta al sector público y privado.

Actualmente en la Cantera Tuna Blanca la demanda del material hace que la actividad sea rentable debido a que cubre todos los gastos programados, a través de la extracción del material no metálico y con la venta de este se paga al personal y otros servicios que se generan y a su vez deja ganancias para el dueño de la concesión.

**Tabla N° 2.** Clima, Flora y Fauna del área de estudio.

<b>GUÍA DE CAMPO</b>			
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>CLIMA</b>	El clima de la zona donde se encuentra la cantera, permite la extracción diaria del material no metálico.	<b>X</b>	
<b>FLORA</b>	Alrededor del área en estudio se encuentra vegetación propia de la zona.		<b>X</b>
	En la zona del área de estudio hay vegetación que se encuentra en peligro de extinción.		<b>X</b>
<b>FAUNA</b>	¿El área de estudio representa un ecosistema importante para animales propios de la zona?		<b>X</b>
	¿En la zona de estudio hay animales en peligro de extinción?		<b>X</b>

Fuente: Elaboración Propia

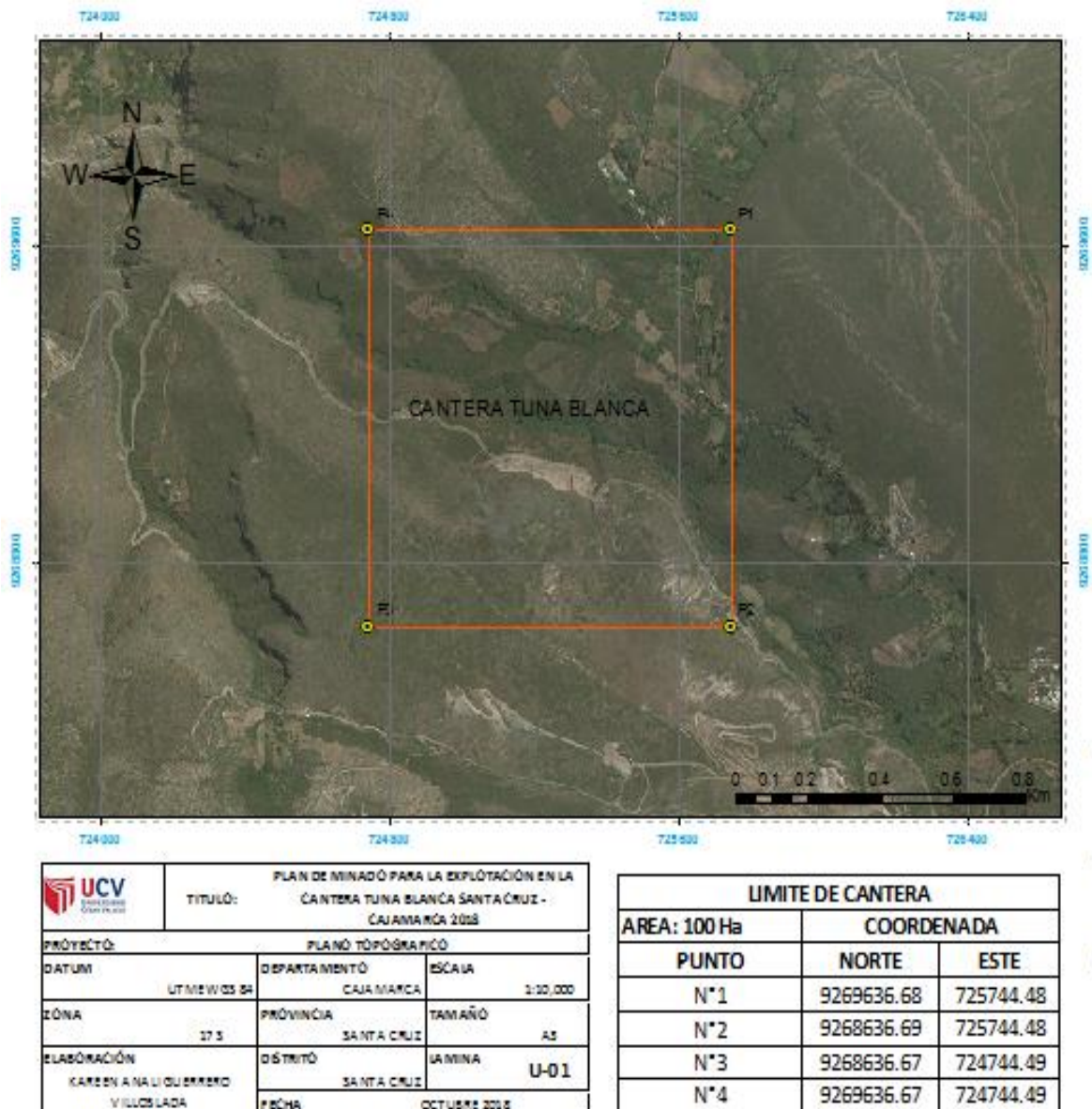
El clima en la zona del proyecto es variado; siendo los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril los que presentan precipitaciones, en los meses de mayo, junio y julio existe una vegetación abundante donde es tiempo de cosechas tales como; maíz, arvejas y trigo y en los meses de agosto a noviembre nos encontraremos con los días de frío y vientos.

La flora que se encuentra cerca del proyecto ha sido removida para el destape de material económicamente explotable, la vegetación existente en la cantera es maleza por lo cual su remoción no afectara la flora regional.

En la zona del proyecto la fauna está conformada por conejos silvestres, cuyes silvestres y diversas especies de lagartijas, en cuanto a las aves se encuentran las palomas, tórtolas, gorriones, golondrinas y pericos. Entre las aves de rapiña tenemos al gallinazo (shingo), halcones, gavilanes, búhos y águilas serranas. Los peces que habitan en la zona tenemos a las chascas, pescado, blanco y lifes. Los animales mencionados son propios de la zona, pero no se encuentran habitando la zona de explotación por tal motivo no se perjudica su habitat.

**Figura N° 1.** Ubicación de la cantera Tuna Blanca (Ver Lamina N° 1)

Fuente: Elaboración propia (Programa ArcGIS)



## Levantamiento topográfico.

**Tabla N° 3.** Levantamiento topográfico de la cantera Tuna Blanca.

<b>GUÍA DE CAMPO PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>		
<b>TOMA DE COORDENADAS UTM (UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR)</b>		
<b>PUNTOS</b>	<b>COORDENADAS</b>	
	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
1	9269636.68	725744.48
2	9268636.69	725744.48
3	9268636.67	724744.49
4	9269636.67	724744.49

Fuente: Elaboración propia

## Importancia del levantamiento topográfico

Realizar el levantamiento topográfico para la Cantera Tuna Blanca es importante, porque permitió determinar el área de la concesión minera no metálica, además de ello sirvió para realizar la estimación de reservas dando como resultado la vida útil de esta.

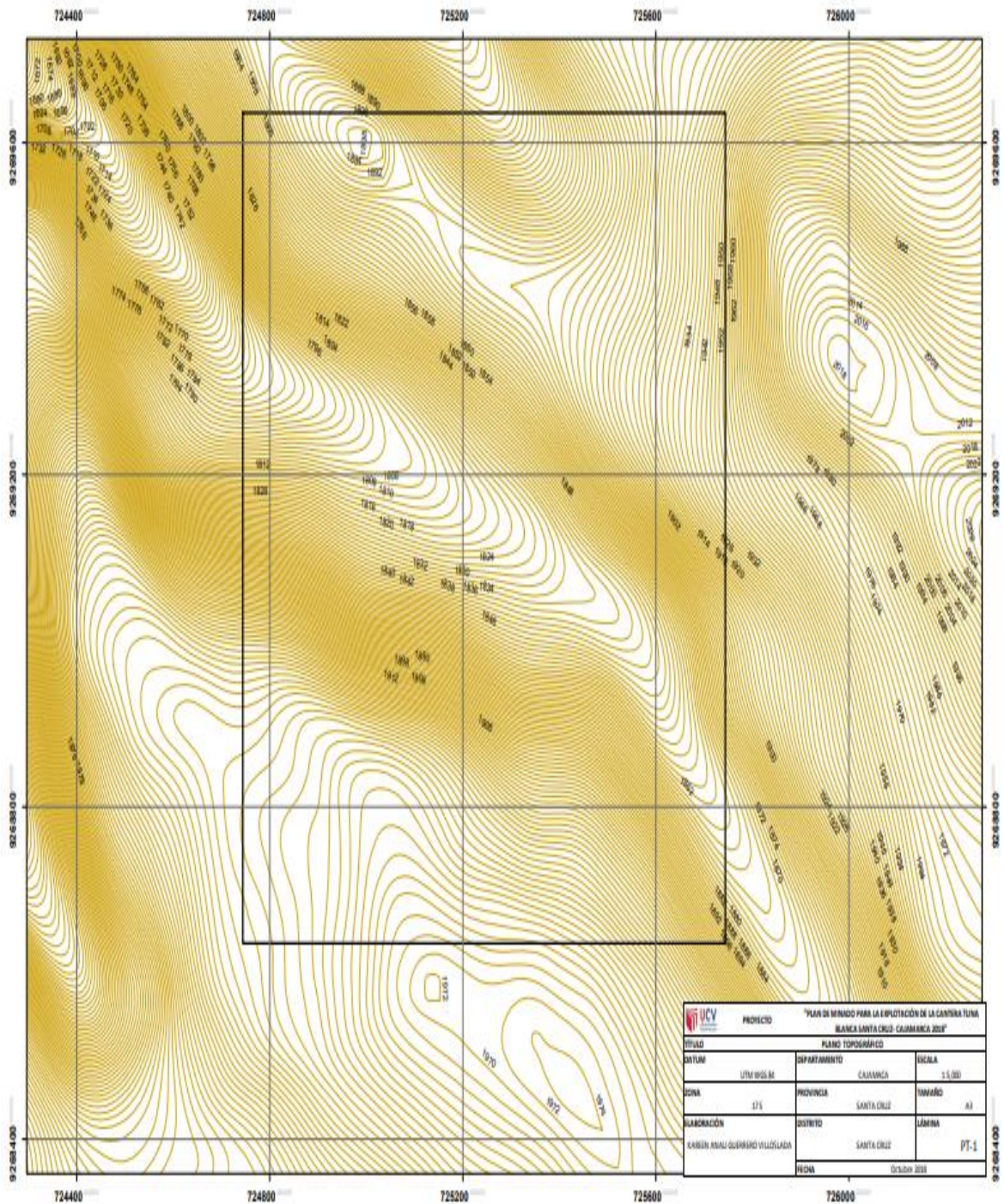
## Levantamiento Topográfico de la Cantera Tuna Blanca

El levantamiento topográfico realizado para La Cantera Tuna Blanca sirvió para dimensionar la zona del proyecto, obteniendo las coordenadas en UTM, el cual será presentado en un plano topográfico.

El proyecto de investigación cuenta con una área concesionada de  $100,4985.749 \text{ m}^2$  y un perímetro de 4016.733 m, para realizar el levantamiento topográfico de la cantera Tuna Blanca se hizo con ayuda del GPS. El software ArcGis es el que se utilizó para realizar el plano topográfico de la cantera Tuna blanca, apoyado del programa SAS Planet en el cual se

descargó una imagen georeferenciada que nos permitió observar la cantera Tuna Blanca, en el software se delimito la cantera Tuna Blanca.

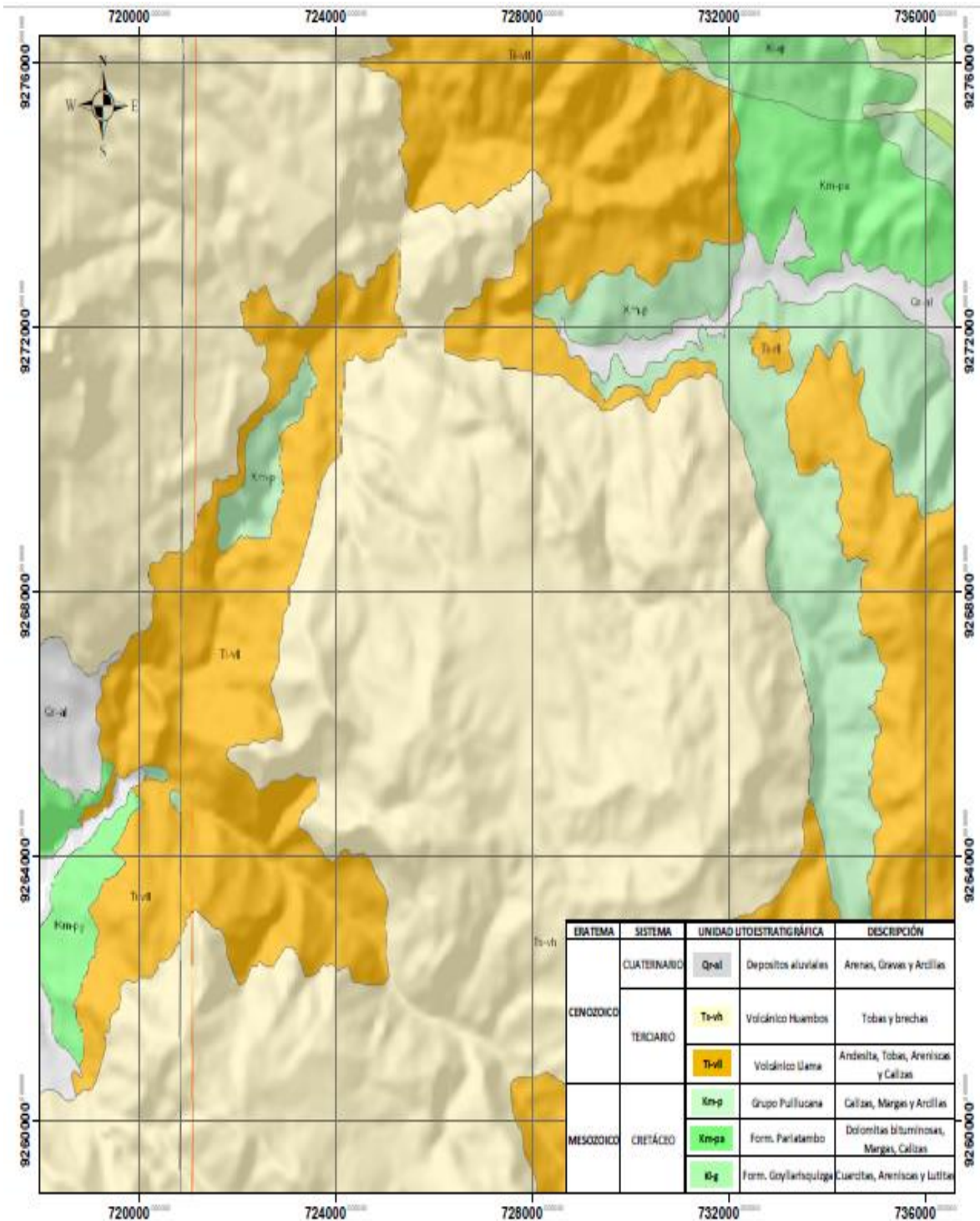
**Figura N° 2.** Plano topográfico - curvas de nivel (Ver Lamina N° 2)



Fuente: Elaboración propia

## Geología regional del área en estudio

Figura N° 3. Geología Regional de la zona del proyecto. (Ver anexo N° 3).



Fuente: Elaboración propia (Programa ArcGIS)

**Tabla N° 4.** Geología regional del área de estudio el cual indica la estratigrafía a la que pertenece.

GUIA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO								
LITOESTRATIGRAFÍA								
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	Grosor (m)	LITOLOGIA	DESCRIPCION		
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Dep. fluviales y aluviales			Arenas, gravas.		
			Dep. lagunares y glaciares			Limos, arcillas.		
		PLEISTOCENO	Formación Condebamba	150		Conglomerados, areniscas y arcillas rojas.		
	NEOGENO	MIOCENO	PLIOCENO	Formación Cajabamba	200		Lutitas, lodolitas, areniscas finas blanco amarillentas.	
			Sup.	Formación Bambamarca	300		Tobas dacíticas y traquiandesíticas blanquecinas.	
	PALEOGENO	OLIGOCENO	Grupo Callipuy	Formación Porculca	2100		Tobas blanco amarillentas intercaladas con areniscas.	
							rojizas, aglomerados y piroclastos.	
		EOCENO	PALEOCENO	Formación Llama		600		Dacita
								Intercalación de derrames andesíticos, tobas blanquecinas.
								areniscas tobáceas y conglomerados lenticulares.
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	Formación Chola	500		Tobas blanquecinas intercaladas con delgados lechos de areniscas y lutitas tobáceas.		
						Derrames y brechas andesíticas.		
						Conglomerados con cantos de cuarcita.		
						Conglomerados con cantos de calizas y areniscas rojizas		
						Calizas, margas y lutitas gris amarillentas.		
		INFERIOR	Grupo Quilquiñán	Formación Cajamarca	600-700		Calizas gris azuladas, macizas, con delgadas intercalaciones de lutitas y margas.	
							Calizas nodulares macizas, margas y lutitas pardo- amarillentas fosilíferas.	
							Calizas gris parduscas, fosilíferas, margas y escasos niveles de lutitas.	
							Lutitas grises o negras, calizas bituminosas nodulares.	
							Calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas.	
JURASICO	INFERIOR	Grupo Goyllarisquiza	Formación Inca	150		Areniscas calcáreas y limolitas ferruginosas.		
						areniscas blancas y Cuarzoarenitas		
						Areniscas rojizas y Cuarzoarenitas blancas intercaladas con lutitas grises.		
						Lutitas grises y calizas margosas.		
						Areniscas, Cuarzoarenitas, lutitas y niveles de carbón en la parte inferior, principalmente cuarcitas en la parte superior.		
TRIASICO	SUPERIOR	Grupo Pucará	Formación Farral	500		Lutitas negras, laminares y deleznales, con intercalaciones de areniscas grises y horizontes arcillosos.		
PERMIANO	SUPERIOR	Grupo Mitu	Formación Paríalambo	150-200		Tobas, brechas y derrames andesíticos.		
PALEOZOICO INF.	ORDOVICIANO	Formación Salas	Formación Chulec	200-250		tonalita/granodiorita		
PROTEROZOICO		Complejo Olmos	Formación Chimú	80-600		Calizas gris azuladas, macizas con nódulos silíceos.		

Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca



Las características geológicas de la región de Cajamarca están relacionadas a su origen, tectónica y a su cronología, la zona de Cajamarca está cubierta por el tipo de rocas sedimentarias del Cretáceo, del Paleógeno – Neógeno y sedimentos del Cuaternario y en menor proporción rocas del Paleozoico (Ordovícico, Carbonífero, Pérmico), Triásico – Jurásico, del mismo modo se encuentran rocas del Precámbrico. El Complejo Marañón es el más antiguo y el cual corresponde al Precámbrico.

La litoestratigrafía de Cajamarca se hace más notorio en el Grupo Goyllarisquizga del Cretáceo Inferior, donde presenta areniscas, calizas y lutitas de las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat donde se presenta fracturas.

Las formaciones Inca, Chúlec, Pariatambo y Yumagual, Pulluicana, Quilquiñan y Cajamarca (Cretácico inferior – Superior) conformadas por calizas y lutitas y los depósitos volcánicos paleógenos y neógenos se encuentran constituidos generalmente por flujos piroclásticos y de lava, que corresponden al Grupo Calipuy y al Volcánico Huambos.

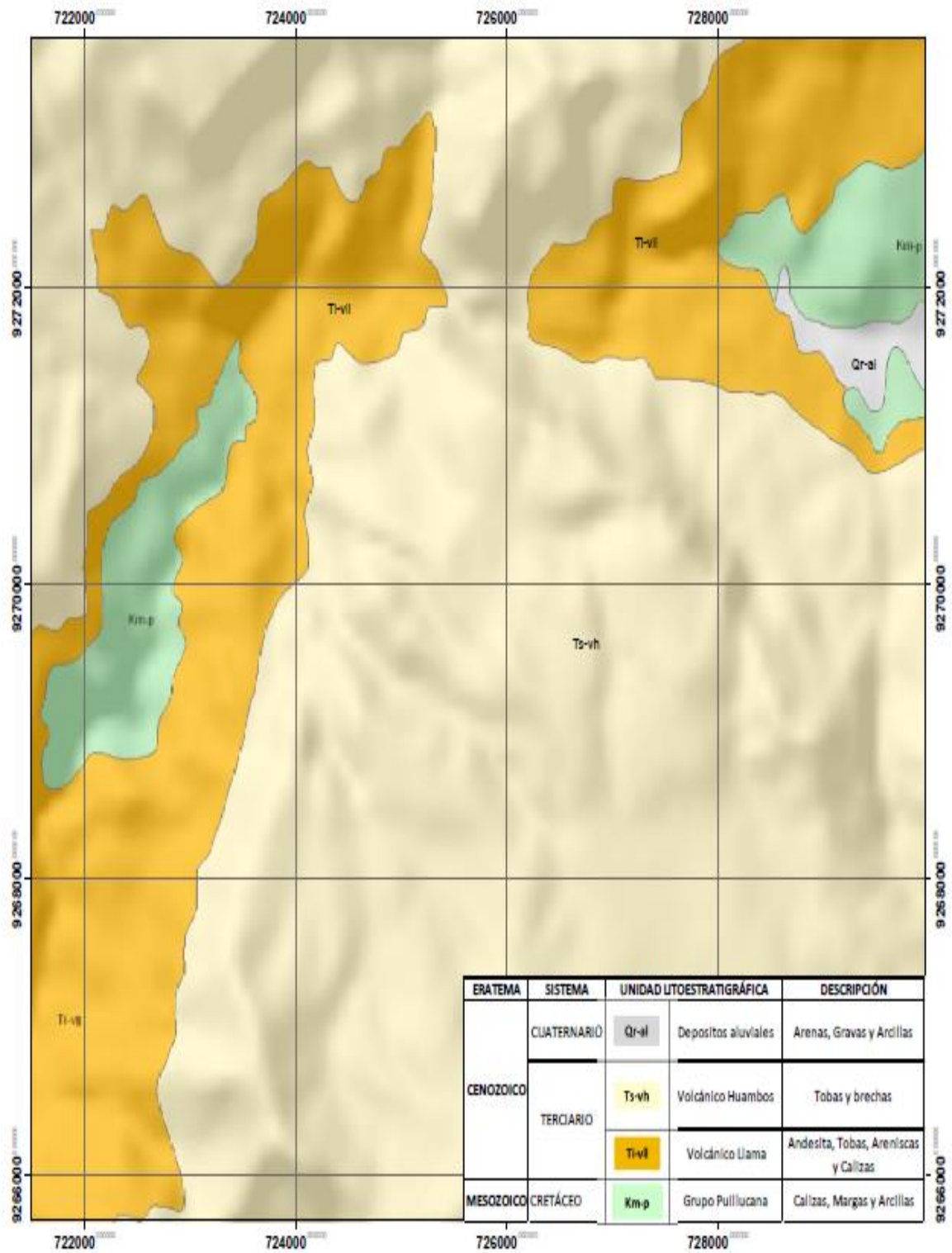
Asimismo presenta depósitos cuaternarios de origen fluvio-glaciario, glaciario, lagunar, eólico, fluvial, coluvial y aluvial, donde los de origen aluvial y fluvial presentan inconsolidados, conformados por gravas, mientras que los depósitos fluvio-glaciario, coluvial, lacustre y eólico se encuentran ligeramente consolidados.

### **Complejo Marañón**

El Complejo Marañón está formado por rocas metamórficas de composición variada, mayormente lo encontramos en la parte este de la provincia de Celendín y lo largo del valle del río Marañón, consiste principalmente por esquistos micáceos, filitas, pizarras, cuarcitas y arcosas de origen sedimentario, gneises granodioríticos asociados con rocas graníticas muestran un grado considerable de metamorfismo, las rocas mencionadas son cortadas por vetas de cuarzo y anfíbolitas de dimensiones pequeñas.

## Geología local del área en estudio

Figura N° 4. Geología local de la zona del proyecto (Ver lamina N° 4)



Fuente: Elaboración propia (Programa ArcGIS)

**Tabla N° 5.** Geología local el cual permite detallar de forma específica el área de interés

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO	
<p><b>Geología local del área de estudio</b></p>	<p>Litoestratigrafía</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Deposito Aluvial.</li> <li>➤ Volcánico Huambos</li> <li>➤ Volcánico Llama</li> <li>➤ Grupo Puillucana</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### **Estratigrafía**

La litoestratigrafía de la provincia de Santa Cruz consiste en una secuencia fosilífera de calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas, las cuales por intemperismo adquirieron un color crema amarillento, donde el aspecto de terroso amarillento es la característica que distingue en el campo, los bancos de margas se presentan muy nodulosos y las calizas frescas muestran colores grises parduzcos con aspectos algo azulados.

Afloramiento de rocas volcánicas muy fracturadas y alteradas, con presencia de óxidos y venillas de yeso. Tiene un espesor aproximado de 8 m. La explotación es artesanal y a tajo abierto, siendo el material usado como piedra chancada.

### **Deposito aluvial**

Suelen ubicarse en quebradas y superficies topográficas amplias. A diferencia de los coluviales, tienen un espesor más apreciable y conforman terrazas más desarrolladas especialmente en los márgenes de valles fluviales.

- **Caliza**

El material no metálico que se extrae en la cantera Tuna Blanca, es del tipo caliza, el cual pertenece caliza a la roca sedimentaria

### **Volcánico Huambos**

La litología de huambos está conformada por tobas y brechas de composición ácida además de ello muestra pequeños fragmentos de cuarzo y cristales de biotita, cuya litología se observa en todo el cuadrángulo de chota. El volcánico Huambos nació en el mioceno tardío.

### **Volcánico llama**

El volcánica llama aflora en toda la parte occidental de la región de Cajamarca comienza con un conglomerado basal rojizo, redondeados de cuarcita con proporciones menores de caliza y roca volcánica. La litología más común es una brecha andesítica bien compacta, maciza, cuyo nacimiento fue en el cretáceo superior.

### **3.2. Análisis de las características del material que se extrae de la cantera para determinar la viabilidad de su uso en la industria**

**Tabla N° 6.** Ensayo de comprensión simple

Código	Muestra	Diámetro Cm	Longitud Cm	Carga maxima kN	Resistencia a la compresión simple MPa
M01	1	5.4	16.0	266.87	116.53
M02	2	5.4	16.0	255.32	111.49
M03	3	5.4	16.0	270.22	117.99

M04	4	5.4	16.0	277.21	121.04
-----	---	-----	------	--------	--------

### **Muestra**

La muestra a usar para el ensayo de compresión simple fue extraída de la cantera Tuna Blanca, la cual corresponde a caliza.

### **Objetivo general**

Deducir la resistencia de la roca caliza a través de los testigos extraídos por la perforadora en forma de cilindros.

### **Objetivos específicos**

- Obtener 04 muestras de testigos de calizas.
- Realizar el ensayo de compresión simple.

### **Materiales**

- Muestra (roca caliza)
- Broca perforadora
- Equipo de compresión simple

### **Descripción del proceso**

1. Se extrajo los testigos con la máquina perforadora.
2. Se cortó los testigo según la normativa para ensayo de compresión simple.
3. Posteriormente se colocó el testigo en la maquina de compresión y se configuro según las dimensiones del testigo.

## Conclusión

- Se concluyó que este ensayo de compresión simple es muy importantes, debido a que permite obtener un valor de la carga última de la muestra, la cual está relacionada a la resistencia de la roca.
- Este ensayo permite identificar la resistencia de la roca, que más adelante ayudo para determinar el ángulo del talud para el diseño de los bancos.

**Tabla N° 7.** Porcentaje de Humedad

<b>GUÍA DE LABORATORIO - PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>				
Muestra N°	1	2	3	4
Peso de recipiente + suelo húmedo	1086	1086	1086	1086
Peso de recipiente + suelo seco	1083	1082	1080	1081
Peso recipiente	86	86	86	86
Peso suelo seco	997	996	994	995
Peso de agua	3	4	6	5
Contenido de humedad (%)	0,3%	0,4%	0,6%	0,5%
<b>Humedad promedio</b>	<b>0,45%</b>			

Fuente: Elaboración propia

## Ensayo de Porcentaje de Humedad

El objetivo general de este ensayo físico es determinar la humedad que está presente en la muestra.

### Materiales

- Muestra del material no metálico
- Balanza
- Horno
- Recipiente de aluminio

### Descripción del ensayo

1. Pesar el recipiente de aluminio
2. Pesar el recipiente más la muestra.
3. Secar en el horno por 24 horas la muestra pesada
4. Pasada las 24 horas, retirar la muestra del horno.
5. Sacar el peso de del suelo seco de la siguiente manera:

$$\text{Peso de recipiente} + \text{suelo seco} - \text{Peso recipiente} = \text{Peso suelo seco}$$

6. Para determinar el peso de agua se realizó de la siguiente manera:

$$\text{Peso de recipiente} + \text{suelo húmedo} - \text{Peso de recipiente} + \text{suelo seco} = \text{Peso de agua}$$

7. Para determinar el contenido de humedad se hizo lo siguiente:

$$\% H \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso Seco}} \times 100 = \text{Contenido de humedad (\%)}$$

8. Humedad Promedio, se determinó mediante todas las sumas que se obtuvieron en el contenido de humedad.

### Conclusión.

- Este ensayo permitió identificar de forma confiable en la muestra el contenido de humedad que contiene el material pétrico que fue 0,45%.

**Tabla N° 8.** Porcentaje de Porosidad

Fuente: Elaboración propia

<b>GUÍA DE LABORATORIO ENSAYO DE POROSIDAD</b>				
<b>Muestra N°</b>	<b>Peso de la muestra en aire</b>	<b>Peso de la muestra saturada</b>	<b>Peso del agua (<math>P_s - P_a</math>)</b>	<b>Porosidad <math>\%P = \frac{P_a}{P_s} \times 100</math></b>
<b>1</b>	560	741	181	32.3%
<b>2</b>	559	738	179	32%
<b>3</b>	561	741	180	32%
<b>4</b>	564	742	178	31.5%

### Ensayo de porosidad

#### Materiales

- Balanza
- Tubo de ensayo
- Calculadora

#### Descripción del ensayo

1. Pesar el tubo de ensayo.
2. Pesar el tubo con la muestra húmeda
3. Para determinar el peso del agua se hizo lo siguiente:

$$\text{Peso de la muestra saturada} - \text{Peso de la muestra en aire} = \text{Peso del agua}$$



4. Para determinar la porosidad se hizo lo siguiente:

$$\frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de la muestra en aire}} = \text{Porosidad}$$

**Tabla N° 9.** Interpretación de Porosidad

<b>POROSIDAD TOTAL %</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>
<30	Muy Baja
30 – 40	Baja
40 – 50	Media
50 – 60	Alta
>60	Muy Alta

El ensayo realizado nos proporcionó menos de 40% de porosidad lo que quiere decir que está en una buena posición teniendo un grado de porosidad bajo.

### **3.3. Proponer el método de explotación más adecuado según las características del yacimiento no metálico.**

#### **Explotación de agregados en la cantera Tuna Blanca**

En la actualidad el proyecto de investigación no cuenta con un método de explotación, pero la manera de extracción del mineral no metálico es realizada artesanalmente apoyada de barretas, combas, palanas, baldes y chancadoras por tal motivo se hace la propuesta de un método de explotación que puede mejorar e incrementar la producción de la cantera Tuna blanca.

#### **Método de explotación**

El método propuesto para la cantera Tuna Blanca, será el de “Tipo Canteras” con una altura de banco de 3 metros cada uno de manera de descendiente, teniendo en cuenta para su

realización las características del yacimiento a explotar y las condiciones actuales con las que cuenta la cantera.

### Chancadora

<b>POTENCIA</b>	24 hp
<b>VELOCIDAD</b>	2200 RPM
<b>MOTOR</b>	16082253
<b>PESO</b>	290kg

### Cargador frontal Cat 950h

<b>MOTOR</b>		<b>CUCHARON</b>	
<b>Modelo de motor</b>	C7 ACERT™ Cat	<b>Peso en orden de trabajo</b>	18.338 kg 40.435 lb
<b>Potencia bruta SAE J1995</b>	162kW 217 hp	<b>Para cucharon de uso general</b>	3 m <sup>3</sup>
<b>Potencia neta – ISO 9249</b>	147kw 197 hp		

### Planificación de la extracción.

Planificar la explotación de la cantera Tuna Blanca teniendo en cuenta información cuantitativa y cualitativa el cual nos garantice una extracción sostenible, dentro de esta etapa se deberá tener en cuenta desde las vías de acceso hasta el plan de cierre de la cantera.

### Ciclo de minado

Detallar las actividades que se llevaran a cabo en la cantera Tuna Blanca, el cual indicara el tiempo y duración, para desarrollar las actividades se tendrá en cuenta lo siguiente:

- **Preparación de la cantera;** Delimitar la cantera, realizar estudios geológicos, geotécnicos, estimación de reservas, seleccionar un método de explotación según las características del yacimiento, y por ultimo realizar un plan de cierre.

- **Desbroce de la maleza;** realizado con un cargador frontal apoyado de palanas y picos, los cuales deben remover toda la maleza hasta llegar el material económico para luego ser tratado en las chancadoras.
- **Vías de acceso;** las cuales deben tener las pendientes y el ancho adecuado establecidos por ley, lo cual facilitara el transporte de los equipos.
- **Extracción y carguío;** después de culminar con las etapas mencionadas y con el retiro de la maleza se procederá a extraer el material de valor económico, seleccionando las maquinarias y equipos adecuados y por último se realiza el carguío del material hacia la chancadora.
- **Molienda;** el material extraído es cargado hacia la tolva de la maquinaria, chancando y zarandeando para de este modo clasificar al material.
- **Área de almacenamiento;** parte importante del proyecto, ya que en este se almacenara el material extraído, hasta su próxima venta.
- **Venta del material,** el material es vendido para instituciones públicas y privadas.
- **Plan de cierre;** establecer e incorporar las medidas de cierre con el fin de reducir la los riesgos de la salud y el medio ambiente.

### **Diseño de bancos**

El diseño de los bancos estará sujeto a los medios actuales de explotación (barretas, combas, palanas, baldes y chancadoras) es por ello que se ha considerado adecuado una altura de banco de 3 metros de altura.

El ángulo de los bancos se determinó mediante los valores establecidos de Protodyakonov. (**Ver Anexo N° 14**) tomando en cuenta el coeficiente de resistencia del material que se presenta en la cantera.

$$\alpha = \arctg (f)$$

**Donde:**

$\alpha$  = angulo de talud o angulo de banco

f = coeficiente de resistencia

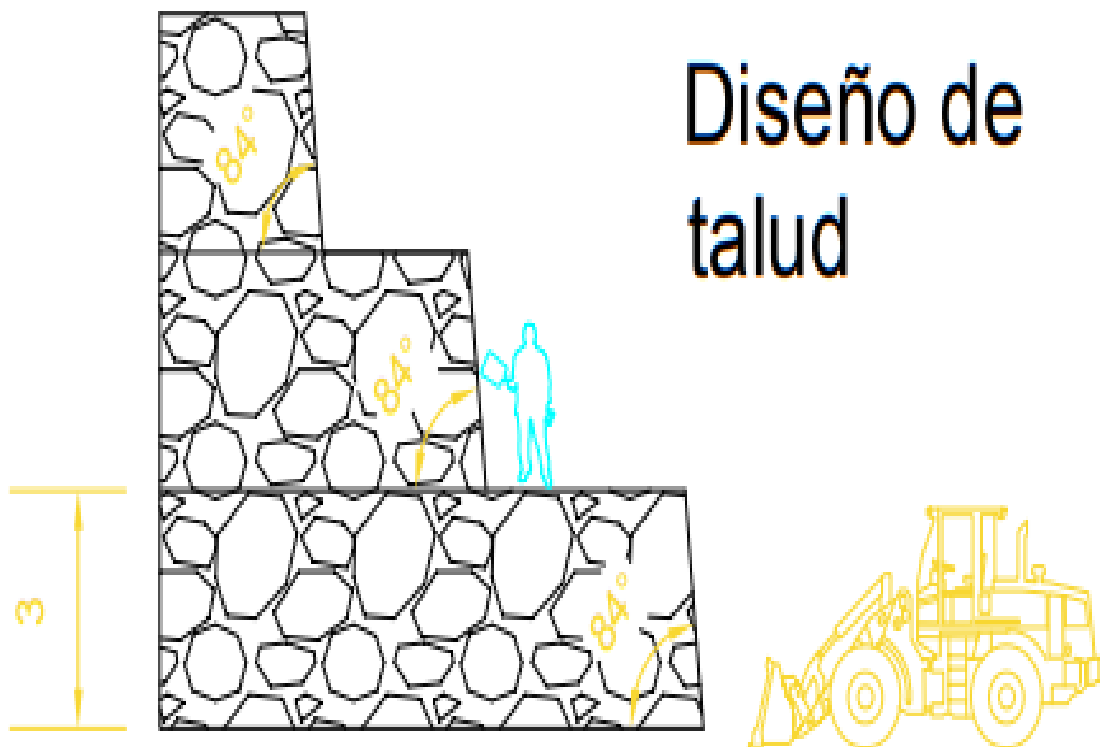
Según Protodyakonov el coeficiente de resistencia que presenta el material de la cantera (Categoría 3) seria de grado de resistencia alto teniendo un valor de 10.

$$\alpha = \arctg (10)$$

$$\alpha = 84.3^\circ$$

Los bancos deberán presentar como máximo un ángulo de inclinación de 84.3° para cerciorarse que las actividades extractivas sean seguras para los trabajadores.

**Figura N° 5.** Diseño del talud de los bancos



Fuente: Elaboración propia.

## Plan de cierre

### Tipo de cierre seleccionado

**Cierre final.-** Cuando ya se dio por culminada la extracción del material no metálico en la cantera Tuna Blanca se pasara a restaurar el área de explotación, dejando la zona fértil para forestar toda la zona del proyecto.

El plan de cierre que será empleado en la cantera Tuna Blanca, será el cierre final.

### Objetivos

- Restaurar el área de extracción del material no metálico y prepararlo para el futuro.
- Rellenar el tajo abierto donde se extrajo el material no metálico para cuidar la seguridad de las personas y evitar accidentes.
- Una vez cumplido el objetivo número 1 y 2 se pasara a cultivar, para de esta manera aumentar nuestra flora y fauna de la zona del proyecto de investigación.

### 3.4. Estimación de reservas probadas para determinar la vida útil de la cantera

**Tabla N° 10.** Coordenadas GPS del área de explotación.

Este	Norte	Elevación
725007.62	9269071.05	1852
725125.81	9269059.25	1852
725217.38	9269048.16	1852
725299.85	9269017.31	1852
725019.79	9269025.81	1862
725123.37	9269017.65	1862
725246.41	9269010.25	1862
725219.36	9268993.44	1872

725219.36	9268993.44	1872
725250.74	9268984.29	1872
725054.574	9268987.95	1882
725295.047	9268927.38	1882
725295.047	9268927.38	1882
725023.99	9268974.76	1892
725226.083	9268944.17	1892
725101.83	9268972.86	1892
725012.84	9268948.42	1912
725139.31	9268939.62	1912
725185.9	9268939.68	1912

En primer lugar, se llevó a cabo la delimitación del área de estudio, esto se llevó a cabo con un GPS, esto es para poder delimitar los puntos y los niveles donde se ha estado extrayendo el material no metálico.

Los niveles donde se han estado extrayendo parten desde la cota 1852 hasta la cota 1912 que es lo máximo hasta donde se ha logrado explotar hasta el día de hoy, para este caso se tomó en cuenta tres puntos, un punto inicial un punto medio y un punto final por cada nivel.

Para obtener las reservas de la cantera Tuna Blanca se utilizó una serie de programas y software, los cuales son Google Earth, Global Mapper y RecMin.

Para llevar a cabo el modelamiento de la cantera Tuna Blanca en RecMin es necesario obtener las curvas de nivel, esto se lleva a cabo gracias al software Google Earth y Global Mapper. Una vez obtenido las curvas de nivel en el Global Mapper, se trasladó al software RecMin, para luego realizar el modelado de la cantera.

**Figura N°6.** Foto captura de la cantera Tuna Blanca



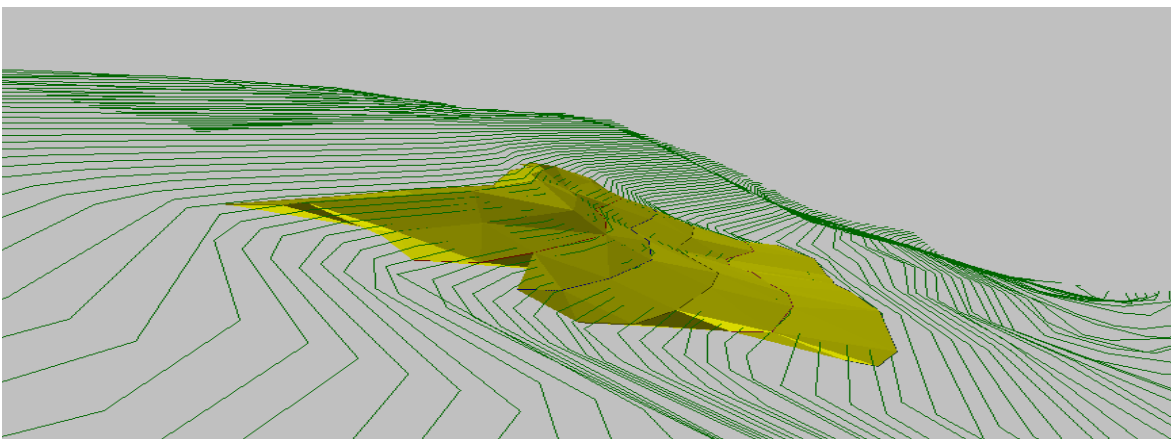
Fuente: Elaboración propia (Google Earth)

### **Reservas Probadas**

La empresa planea explotar diez metros más de material en donde se está explotando, pues el material es de la misma calidad del cual se extrae y por cuestiones de seguridad y área de trabajo se consideró este número. En función de este dato y las coordenadas GPS se logró modelar el cuerpo del material el cual viene a ser las reservas probadas de la cantera.

Con las coordenadas GPS se logró modelar el cuerpo del material, para esto, se tomó en cuenta un avance de 10 metros como media en referencia al cerro, esto es por cuestión de calidad del material y tener zonas seguras de trabajo para el operador.

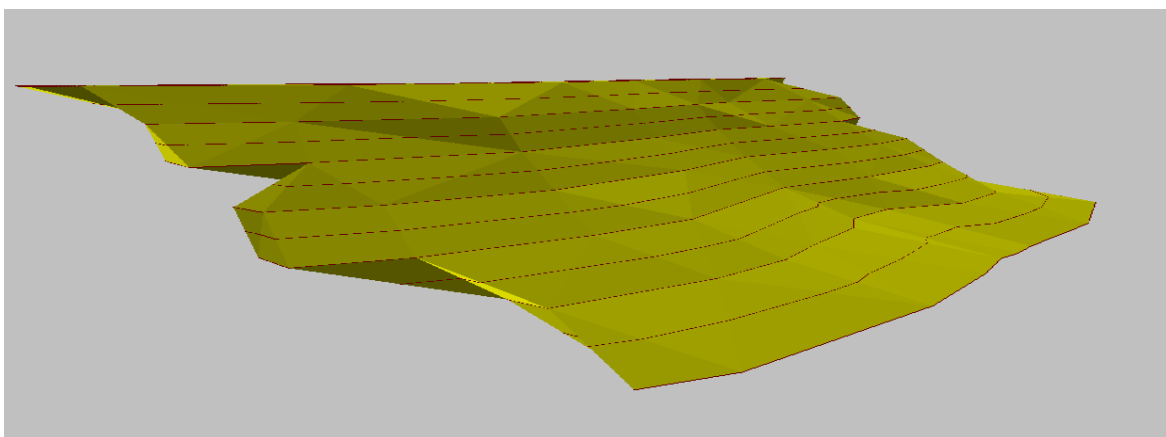
**Figura N° 7.** Área de explotación de la Cantera Tuna Blanca



Fuente: Elaboración propia (Programa ReCmin)

Una vez obtenido el cuerpo de material a explotar, se procede a calcular el volumen del mismo. Para esto se realizó con el método de las secciones, el cual se basa en realizar cortes o perfiles a lo largo cuerpo de material económico. Cada sección tiene un área respectiva y una distancia determinada al perfil siguiente, la multiplicación de las mismas da un determinado volumen parcial, y sumados todos los volúmenes parciales da un volumen total.

**Figura N° 8.** Secciones cada 5 metros. Reservas Probadas



Fuente: Elaboración propia (Programa ReCmin)

**Tabla N° 11.** Volumen por método de las secciones

Sección	Área	Distancia	parcial	Total
1,852.00	4,295.84			
1,857.00	4,001.20	5	20,742.60	20,742.60
1,862.00	4,179.14	5	20,450.85	41,193.45
1,867.00	3,820.85	5	19,999.98	61,193.43
1,872.00	3,582.47	5	18,508.30	79,701.73
1,877.00	3,450.62	5	17,582.73	97,284.47
1,882.00	3,289.24	5	16,849.65	114,134.10
1,887.00	3,231.63	5	16,302.17	130,436.30
1,892.00	3,908.78	5	17,851.02	148,287.30
1,897.00	3,852.59	5	19,403.43	167,690.80
1,902.00	3,825.48	5	19,195.18	186,885.90
1,907.00	3,470.78	5	18,240.65	205,126.60



1,912.00	3,515.52	5	17,465.75	222,592.30
1,912.00	0	0	0	222,592.30

Fuente: Elaboración propia

Para el presente trabajo de investigación, se tomó en cuenta una distancia de 5 metros entre cada sección, para poder tener un mayor grado de precisión, se obtuvo un total de 15 secciones y con su respectiva distancia se obtuvieron, una serie de volúmenes parciales, cuya suma total es de 222,592.3 m<sup>3</sup>.

### Vida útil de la cantera

$$\frac{222,592.3 \text{ m}^3}{15,840.00 \text{ m}^3} = 14 \text{ años}$$

Para determinar la vida útil se tomó en cuenta las reservas probadas y la explotación mensual, obteniendo que de la cantera será explotada durante 14 años.

### 3.5. Evaluación económica para la determinación de la rentabilidad del proyecto

**Tabla N° 12.** Producción de la cantera Tuna Blanca

<b>MATERIAL</b>	<b>PRODUCCIÓN DIARIA</b>	<b>PRODUCCIÓN MENSUAL</b>	<b>PRODUCCIÓN ANUAL</b>
<b>Ripio ½</b>	40 m <sup>3</sup>	960 m <sup>3</sup>	11,520.00 m <sup>3</sup>
<b>Confitillo</b>	15 m <sup>3</sup>	360 m <sup>3</sup>	4320 m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	55 m <sup>3</sup>	1320 m <sup>3</sup>	15,840.00 m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 12 se muestra la cantidad que extrae la cantera Tuna Blanca, teniendo un total de 50 m<sup>3</sup> entre ripio de ½ y confitillo. Para realizar la rentabilidad del proyecto se tiene que tener en cuenta la cantidad que extraen diariamente, mensualmente y anualmente.

También se tendrá en cuenta el precio del material que se vende al sector público y privado.

**Tabla N° 13.** Precio del material

	<b>Ripio ½</b>	<b>Confitillo</b>
<b>Precio del Material</b>	S/. 45 m <sup>3</sup>	S/. 30 m <sup>3</sup>

Ingresos que se genera en la cantera diariamente, mensualmente y anualmente, a continuación se mostrara el siguiente cuadro:

**Tabla N° 14.** Ingresos económicos de la cantera Tuna Blanca

<b>MATERIAL</b>	<b>INGRESO DIARIO</b>	<b>INGRESO MENSUAL</b>	<b>INGRESO ANUAL</b>
<b>Ripio ½</b>	S/. 1,800.00	S/. 43,200.00	S/.518,400.00
<b>Confitillo</b>	S/. 450	S/. 10,800.00	S/. 12,960.00
<b>TOTAL</b>	S/. 2,250.00	S/. 54,000.00	S/. 531,360.00

Una vez obtenido el ingreso mensual que se genera en la cantera Tuna Blanca, se tendrá que tener en cuenta los gastos que se efectúan mensualmente en el proyecto, a continuación, se muestra el siguiente cuadro:

**Tabla N° 15.** Gastos que se generan en la cantera Tuna Blanca, mensualmente.

<b>GASTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Diario</b>	<b>Costo Mensual</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>-Personas -Maquinaria -Otros</b>				
<b>Personal</b>					
<b>-Obreros</b>	3	S/. 30	S/. 90	S/. 2700	S/.3,900.00
<b>-Capataz</b>	1	S/. 40	S/. 40	S/. 1200	
<b>Combustible</b>	*3-Galones diarios  *72-Galones mensuales	S/. 14.50	S/. 43.5	S/. 3,132	S/. 3,132
<b>Otros</b>					
<b>*Mantenimiento de maquinaria - Chancadora</b>	-----	-----	-----	-----	S/. 12,000.00
<b>* Cambio de aceite</b>					
<b>*Pagos al municipio</b>					
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 19,032.00</b>

Por último se tendrá que realizar una resta entre los ingresos y gastos mensuales obtenidos de las anteriores tablas.

**Tabla N° 16.** Ingresos neto de la cantera Tuna Blanca, mensualmente.

<b>Ingreso Mensual</b>	<b>Gastos Mensuales</b>	<b>Total</b>
S/. 54,000.00	S/. 19,032.00	S/. 34,968.00

Dando como resultado una ganancia mensual de S/. 18,760.00 lo cual hace rentable a nuestro proyecto en la Cantera Tuna Blanca.

#### IV. DISCUSIÓN

- ❖ Con la propuesta de un método de explotación para la cantera Tuna Blanca se comprueba la hipótesis planteada, asegurando que al ser aplicado se puede seguir una adecuada secuencia de explotación, como lo menciona PIÉROLA, Demetrio (2017) cuando indica que la hipótesis mediante la evaluación de características geomecánicas del yacimiento, reservas minerales y el ciclo de operaciones unitarias de perforación, voladura, carguío y transporte se logrará optimizar el plan de minado en la cantera de caliza La Unión distrito Baños.
- ❖ Se concuerda con lo afirmado por VALDIVIA, Carlos (2016), mencionando que un plan de minado es importante porque conlleva a seguir una secuencia adecuada en las operaciones mineras que van desde la exploración hacia la venta de los materiales petrios, así mismo se quiere evitar incidentes y accidentes que ponen en riesgo las labores y la seguridad de los trabajadores.
- ❖ La situación actual de la cantera se encuentra en una etapa que no cuenta con estudios detallados del material que se extrae, debido a ello se hicieron análisis de laboratorio del material no metálico, del mismo modo que realizó CASTRO, Bryam (2015), donde concluye que el material que se extrae es económicamente explotable, debido a su grado de pureza.
- ❖ El diseño del plan de minado realizado para la cantera Tuna Blanca es factible debido a que se realizó una estimación de reservas probadas cuyo resultado fue de 222,592.3 m<sup>3</sup> y dividido por la producción anual se obtuvo la vida útil de la cantera la cual tiene 30 años más para seguir explotando el material petrio y eso lo corrobora CASTRO, Bryam (2015), cuando menciona que la implementación de un plan de minado ayuda a determinar la vida útil de la cantera donde fue calculado a través de un levantamiento topográfico, al igual que se hizo para esta investigación.

## V. CONCLUSIONES

1. Con el diseño de un plan de minado se lograra tener cambios para la cantera Tuna Blanca, debido a que se realizaron estudios para elaborarlo, así mismo se hicieron análisis con el fin de obtener resultados de los materiales pétreos, los cuales nos aseguraron su buena calidad, del mismo modo se propuso un método de explotación para la mejora del explotación del material no metálico.
2. Mediante guías de campo se realizó la descripción de los aspectos generales de la cantera, permitiéndose identificar como se encuentra actualmente, en el cual se dedujo que la carretera que nos dirige hacia ella está operativa en todo el año, las vías de acceso se encuentran en buen estado permitiendo el traslado del material hacia el área de almacén, el clima en la zona no afecta al momento de extraer el material en la cantera, para la explotación del material no metálico se utiliza combas, barretas palanas, carretillas y una chancadora para tratar el material el cual pasa por una zaranda para ser separado, para concluir se realizó un levantamiento topográfico, el cual sirvió para delimitar el área de estudio y más adelante permitió estimar las reservas probadas de la cantera Tuna Blanca
3. Mediante ensayos de laboratorio se concluyó que el material no metálico que se extrae en la cantera Tuna Blanca, si es el adecuado para el uso en la construcción, en los cuales se identificó su resistencia que es de 116.5 a través del ensayo de compresión, su grado de porosidad esta entre 30 – 40 lo cual es baja y recomendable y la humedad que presenta esta entre 0,45%.
4. Para estimar reservas se realizó mediante el levantamiento topográfico y con ayuda del software RecMin y con apoyo del GPS y una distancia de 5 metros para obtener una mayor precisión se calculó el volumen del material el cual es 222,592.3  $m^3$  y multiplicado por la producción anual, se concluyó que la vida de la cantera se extendió para unos 14 años de vida útil.
5. Se concluyó que se debe aplicar el método Tipo Canteras el cual será realizado a través de bancos de forma descendente el cual evitara accidentes para los

trabajadores y para las labores, para extraer el material no metálico se realizara artesanalmente apoyada de barretas y picos, para el traslado del material hacia la chancadora y luego al área del almacén se utilizara un cargador frontal, dentro del método de explotación se incorporó el cierre de la cantera después culminadas las operaciones mineras para que en un futuro el área donde se extrajo el material sea restaurado.

6. Y por último se concluye que la cantera a su ritmo de explotación realiza una actividad rentable generando un ingreso mensual de S/. 34,968.00 para la titular de la concesión, es por ello que el diseño del plan de minado hace optimizar las operaciones que se realizan en la cantera Tuna Blanca, el cual también asegura acciones seguras al momento de extraer el material no metálico

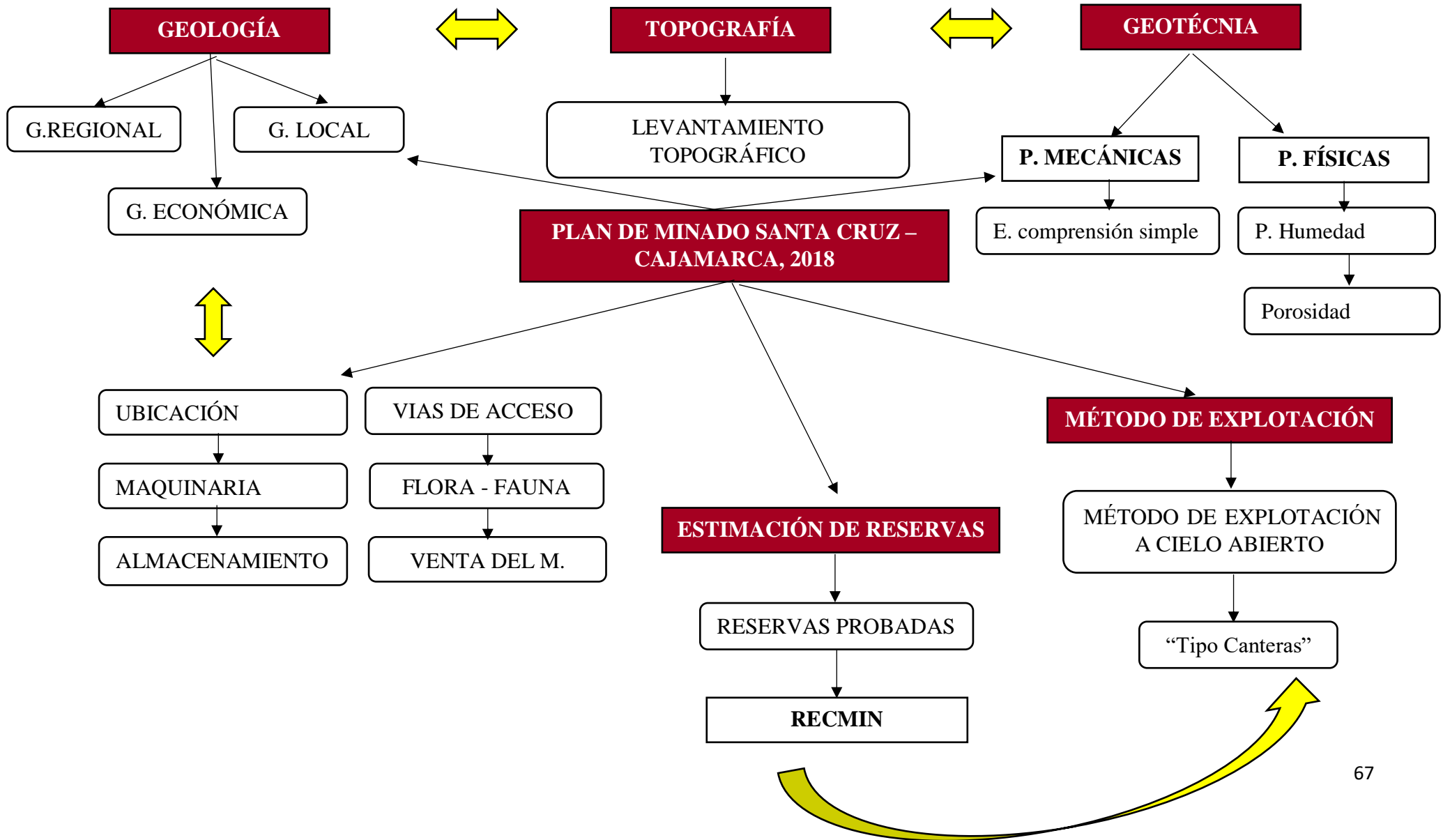
## **VI. RECOMENDACIONES**

1. El material que se extrae de la cantera Tuna Blanca es de tipo caliza, lo cual se recomienda que sea vendido para empresas productoras del cemento.
2. Se recomienda a la titular de la concesión tomar como guía este diseño de plan de minado porque se hizo la propuesta de un método de explotación de acuerdo a las características del yacimiento, conllevando a realizar una adecuada extracción del material no metálico.
3. Actualmente la cantera no cuenta con la guía de profesional capacitado y se recomienda por lo menos una vez al mes que los trabajadores reciban charlas de acuerdo a sus labores que realizan.



## VII. DISEÑO DEL PLAN DE MINADO

Con los resultados obtenidos se pudo realizar el Diseño del Plan de minado para la Cantera Tuna Blanca



## **7.1. GENERALIDADES**

### **Introducción**

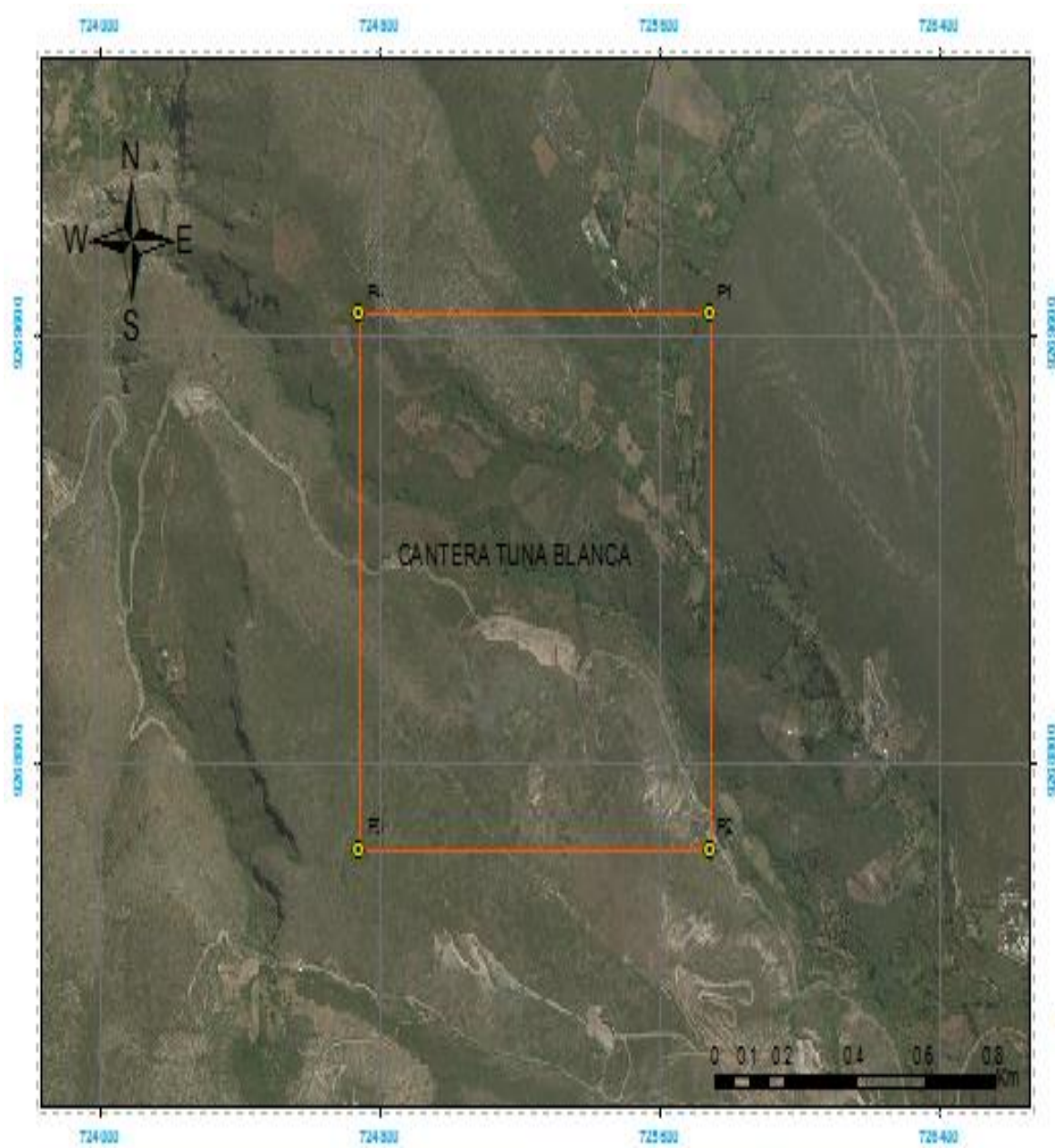
La cantera Tuna Blanca es una empresa que se dedica a la pequeña minería artesanal, representante legal Sra. Milagros Cotrina Romero, cuyo domicilio legal está ubicado en la provincia de Santa Cruz, región de Cajamarca, Jirón Cutervo N° 199. El Gobierno Regional de Cajamarca le otorgo el título minero a la titular de la concesión desde el 09/09/17 para explotar el material no metálico de forma legal, con código N° **030002104**, ubicado en la Carta Nacional N° 14f, cuadrángulo de Chota, comprendiendo 100 hectáreas de extensión para la cantera Tuna Blanca.

El propósito de este proyecto de investigación, es realizar una adecuada explotación del material no metálico, el cual se ejecutara de acuerdo al siguiente diseño de plan de minado, en el cual se aplicó el método de explotación “Tipo Canteras”, el método fue seleccionado de acuerdo a las características del yacimiento de la cantera Tuna Blanca, dentro del diseño se programó todas las actividades a realizar en el periodo de un año.

Para la etapa de explotación se realizó este diseño de plan de minado el cual se basa en la estimación de reservas probadas con un volumen de 222,592.3 m<sup>3</sup> con el cual se obtuvo la vida útil de la cantera alargándose para un periodo de 14 años, realizando la extracción del material no metálico de forma artesanal.

### **Ubicación**

La concesión minera no metálica que comprende una extensión de 100 hectáreas se encuentra ubicada en la provincia de Santa Cruz, región de Cajamarca, la cantera no se encuentra dentro de zonas protegidas ni afecta la flora y fauna de la zona, el proyecto se encuentra dentro de la carta nacional N° 14f, cuadrángulo de Chota, con el código N° 030002104



### Vías de acceso

Para tener acceso hacia la cantera se describirá en el siguiente cuadro.

Tramo	Km (Distancia)	Carretera	Tiempo
Santa Cruz – Cantera	3 km	Asfaltada	10 – 15 min
Catache – Cantera	27 km	Asfaltada	27 min

## Coordenadas de la cantera Tuna blanca.

El levantamiento topográfico realizado para la cantera Tuna Blanca se hizo con GPS el cual brindó las siguientes coordenadas.

<b>GUÍA DE CAMPO PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b>		
<b>TOMA DE COORDENADAS UTM (UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR)</b>		
<b>PUNTOS</b>	<b>COORDENADAS</b>	
	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>
1	9269636.68	725744.48
2	9268636.69	725744.48
3	9268636.67	724744.49
4	9269636.67	724744.49

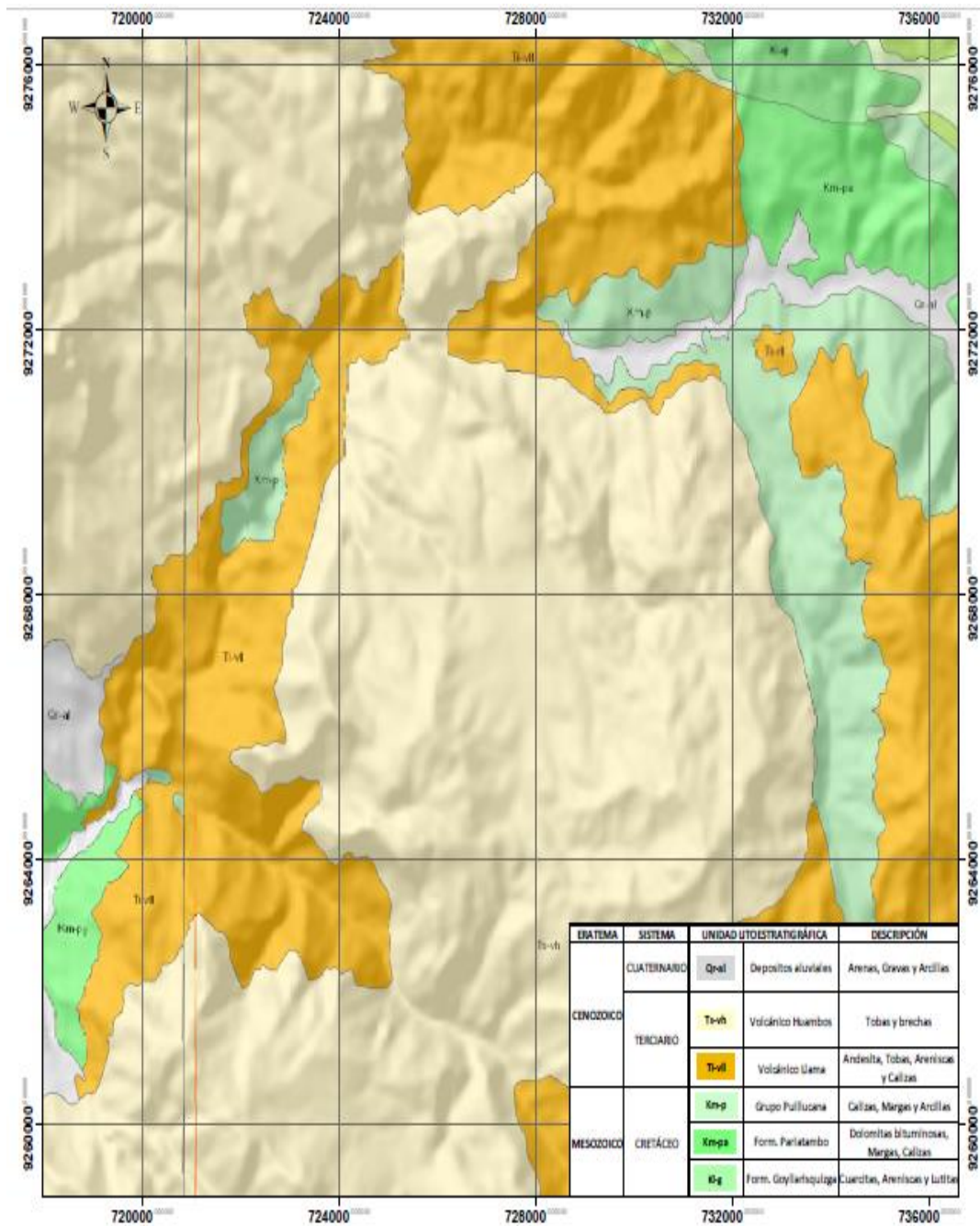
Coordenadas de la cantera Tuna Blanca

## 7.2. Geología de la zona

### Geología

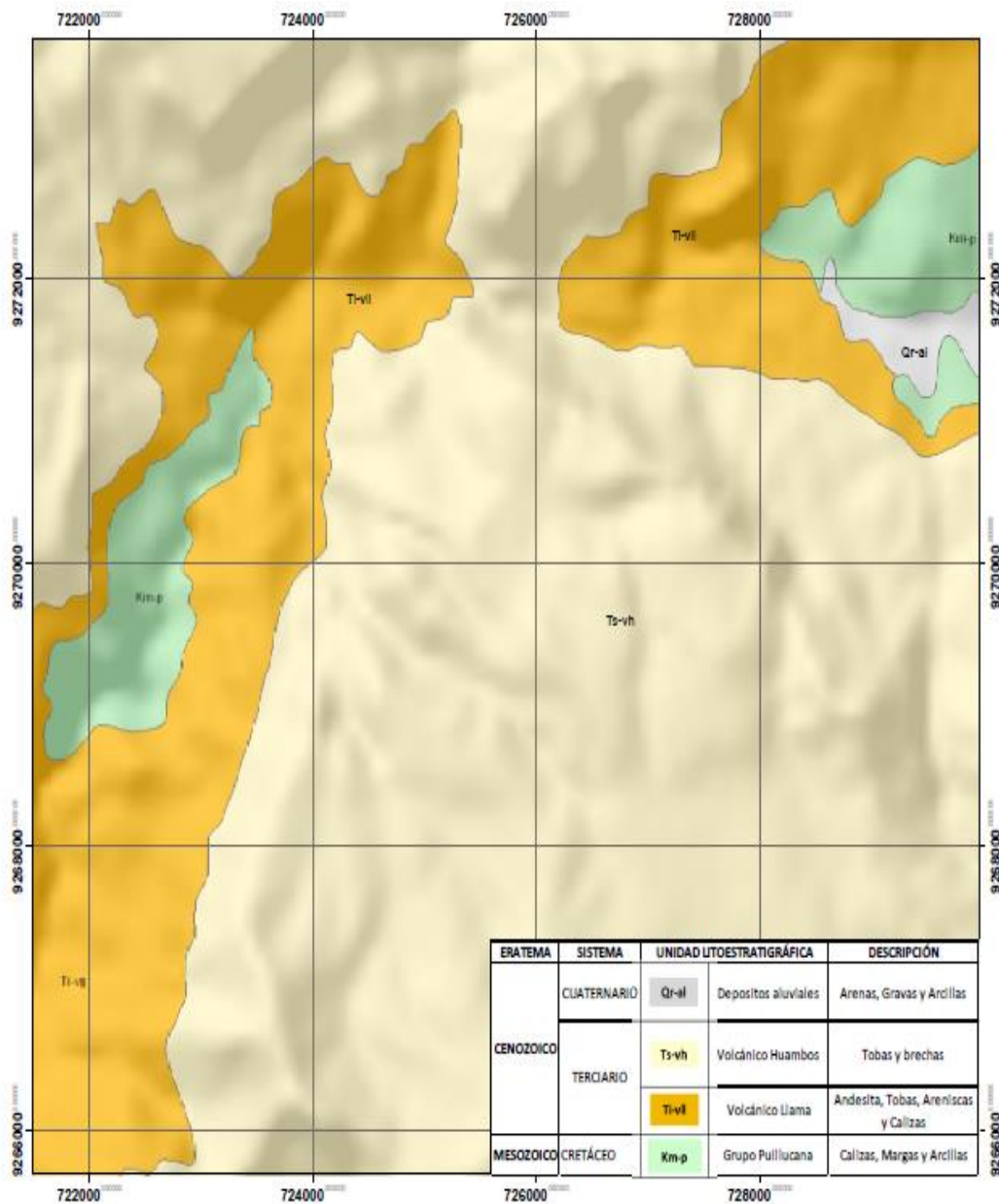
La provincia de Santa Cruz se encuentra ubicado en la Carta Nacional N° 14f el cual pertenece al cuadrángulo de Chota; a continuación se presenta la geología regional y local del proyecto.

## Geología regional



Las características geológicas de la región de Cajamarca están relacionadas a su origen, tectónica y a su cronología, la zona de Cajamarca está cubierta por el tipo de rocas sedimentarias del Cretáceo, del Paleógeno – Neógeno y sedimentos del Cuaternario y en menor proporción rocas del Paleozoico (Ordovícico, Carbonífero, Pérmico), Triásico – Jurásico, del mismo modo se encuentran rocas del Precámbrico. El Complejo Marañón es el más antiguo y el cual corresponde al Precámbrico.

## Geología local



La litoestratigrafía de la provincia de Santa Cruz consiste en una secuencia fosilífera de calizas arenosas, lutitas calcáreas y margas, las cuales por intemperismo adquirieron un color crema amarillento, donde el aspecto de terroso amarillento es la característica que se distingue en el campo, los bancos de margas se presentan muy nodulosos y las calizas frescas muestran colores grises parduzcos con aspectos algo azulados.

El yacimiento de la cantera es aluvial y el material que se extrae es caliza perteneciente a las rocas sedimentarias.

### 7.3. ANÁLISIS DE LABORATORIO DEL MATERIAL NO METÁLICO

#### Geotecnia

Mediante el estudio geotécnico se analizó el material que se extrae en la cantera tuna Blanca, mediante las propiedades mecánicas y físicas del material rocoso.

#### Propiedades Mecánicas

Para la determinación de las propiedades mecánicas se realizó un análisis de laboratorio llamado ensayo de compresión simple en el cual se determinó la resistencia de la roca.

#### Ensayo de compresión

Código	Muestra	Diámetro Cm	Longitud Cm	Carga maxima kN	Resistencia a la compresión simple MPa
M01	1	5.4	16.0	266.87	116.53
M02	2	5.4	16.0	255.32	111.49
M03	3	5.4	16.0	270.22	117.99
M04	4	5.4	16.0	277.21	121.04

El objetivo general fue determinar la resistencia de la roca extraída por la perforadora en forma de cilindros. A partir de este ensayo se determinó el ángulo de los bancos.

### Propiedades físicas

#### Ensayo de humedad

<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>				
<b>Muestra N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Peso de recipiente + suelo húmedo</b>	1086	1086	1086	1086
<b>Peso de recipiente + suelo seco</b>	1083	1082	1080	1081
<b>Peso recipiente</b>	86	86	86	86
<b>Peso suelo seco</b>	997	996	994	995
<b>Peso de agua</b>	3	4	6	5
<b>Contenido de humedad (%)</b>	0,3%	0,4%	0,6%	0,5%
<b>Humedad promedio</b>	0,45%			

El objetivo general es determinar la humedad que está presente en la muestra (roca) el cual fue de 0,45% lo cual garantiza el material que se extrae en la cantera Tuna Blanca.



## Ensayo de porosidad

ENSAYO DE POROSIDAD				
Muestra N°	Peso de la muestra en aire	Peso de la muestra saturada	Peso del agua ( $P_s - P_a$ )	Porosidad $\%P = \frac{P_a}{P_s} \times 100$
1	560	741	181	32.3%
2	559	738	179	32%
3	561	741	180	32%
4	564	742	178	31.5%

El objetivo general es determinar la permeabilidad presente en la muestra (roca) y la porosidad se encuentra entre 30 y 40% el cual tiene un gran de porosidad bajo.

### 7.3. ETAPAS DEL PROYECTO

- **Planificación**

En la planificación se consideran todos los aspectos previos, para explotar de manera legal, en los cuales se tiene en cuenta lo siguiente:

- Petitorio minero
- Levantamiento topográfico
- Vías de acceso

- **Construcción**

Teniendo en cuenta el método de explotación planteando en el diseño de plan de minado se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Limpieza del terreno

- Vías de acceso firmadas y asfaltadas
- Infraestructuras (caseta para el guardian, servicios higienicos, etc)

- **Operación**

Para esta etapa se consideró lo siguiente:

- Desbroce de la maleza
- Excavación y extracción

- **Mantenimiento**

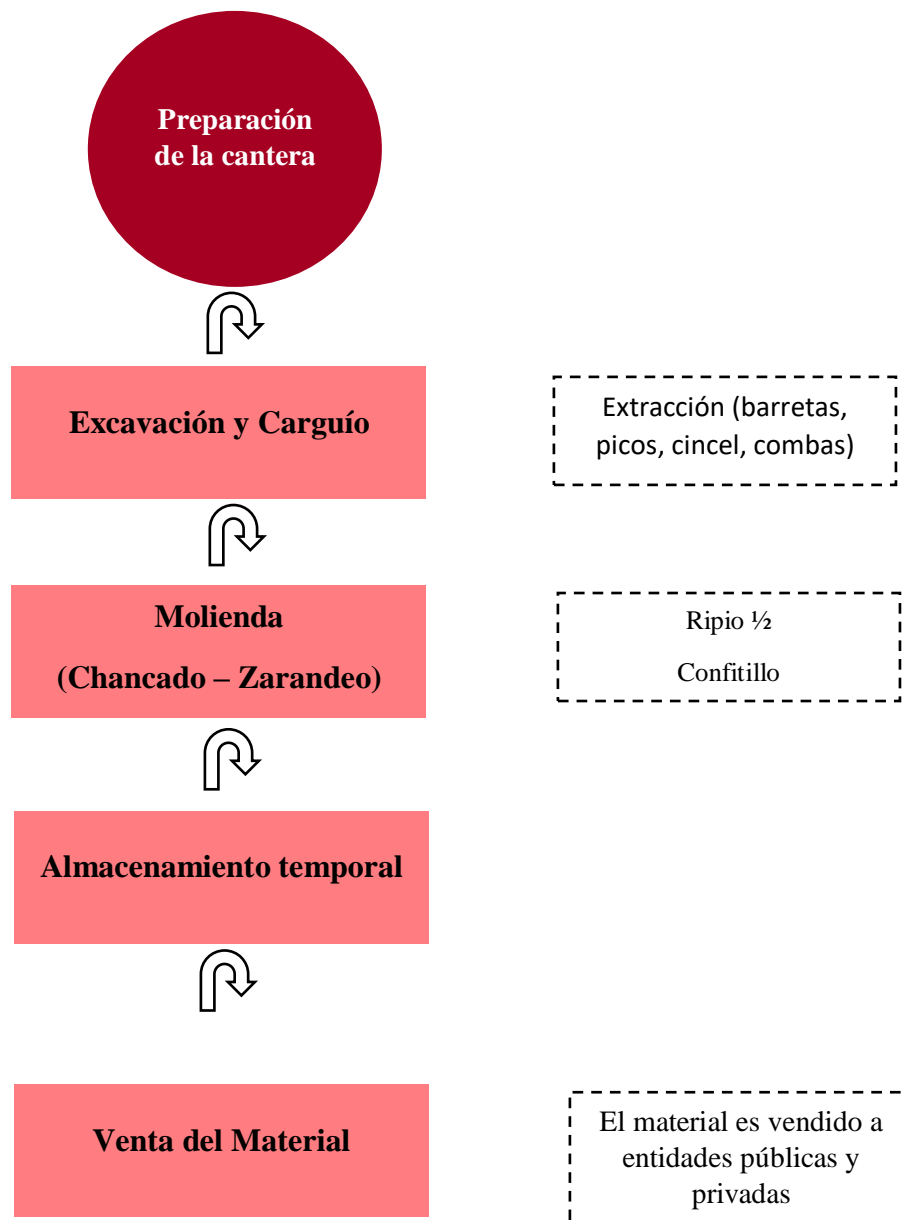
Se tendrá en cuenta un programa anual donde se programara el mantenimiento, ya que este debe realizarse durante la vida útil de la cantera

- **Cierre de la cantera**

Para cuando se culmine las labores de extracción se planteó utilizar el cierre final el cual consiste en rellenar el lugar de explotación y revegetar con plantas propias de la zona y de esta manera prepararlo para el futuro.

#### **7.4. COMPONENTES DEL PROYECTO**

Las actividades que se incorporaran para el proyecto serán desarrolladas durante 08 horas diarias, siguiendo el siguiente proceso:



- **Preparación de la cantera**

Consiste en remover todo el material estéril para luego prepararlo para la extracción del material no metálico, en cual será realizado con el cargador frontal que posee la cantera y será apoyado por los trabajadores a través de palanas, pico y barretas.

- **Excavación y carguío**

Una vez limpiada el área de explotación, se pasara a extraer el material no metálico, luego será cargado hacia la chancadora.

- **Molienda**

El material será tratado en una chancadora que funciona con combustible, siendo clasificado en una zaranda, obteniendo como resultado final ripio de ½ confitillo.

- **Almacenamiento temporal**

El material extraído y almacenado para su posterior venta.

- **Venta del material**

Una vez listo el material será vendido a las entidades públicas y privadas.

### **Tipo de recurso a explotar en la Cantera Tuna Blanca**

El material que se extrae en la cantera es de tipo caliza, perteneciente a las rocas sedimentarias.

### **7.5. OPERACIÓN MINERA**

Para la primera etapa de explotación se ejecutara un plan de minado de corto plazo, en el cual se incluyó las primeras actividades hasta el pit final del tajo, lo cual se planea aplicar en un periodo de 1 a 4 años, en el cual se tuvo en cuenta la forma y el tamaño del tajo y el ángulo del talud.

## Ciclo de minado

En el ciclo de minado se detallara las actividades que se llevaran a cabo en la cantera Tuna Blanca, para desarrollar las actividades se tendrá en cuenta lo siguiente:

- **Preparación de la cantera;** Delimitar la cantera, realizar estudios geológicos, geotécnicos, estimación de reservas, seleccionar un método de explotación según las características del yacimiento y por último realizar un plan de cierre.
- **Desbroce de la maleza;** realizado con un cargador frontal apoyado de palanas y picos, los cuales deben remover toda la maleza hasta llegar el material económico para luego ser tratado en las chancadoras.
- **Vías de acceso;** las cuales deben tener las pendientes y el ancho adecuado establecidos por ley, lo cual facilitara el transporte de los equipos.
- **Extracción y carguío;** después de culminar con las etapas mencionadas y con el retiro de la maleza se procederá a extraer el material de valor económico, seleccionando las maquinarias y equipos adecuados y por último se realiza el carguío del material hacia la chancadora.
- **Molienda;** el material extraído es cargado hacia la tolva de la chancadora, chancando y zarandeando para de este modo clasificar al material.
- **Área de almacenamiento;** parte importante del proyecto, ya que en este se almacenara el material extraído, hasta su próxima venta.
- **Venta del material;** el material es vendido para instituciones públicas y privadas.
- **Plan de cierre;** establecer e incorporar las medidas de cierre con el fin de reducir la los riesgos de la salud y el medio ambiente.

## **Método de explotación seleccionado para la cantera Tuna blanca**

La estrategia que se tiene para una adecuada extracción es la de seleccionar el método de explotación de acuerdo a las características del yacimiento y el método fue el de Tipo Cantera de manera descendente con bancos de una altura de 3m, fue seleccionado debido a la realidad de la cantera y el presupuesto que esa genera según su producción, el cual asegura evitar incidentes y accidentes en las labores de operaciones mineras, donde se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

### **❖ Características del yacimiento**

Se tuvo en cuenta el ancho y altura y espesor del yacimiento.

### **❖ Aspectos locales**

Por decisión de la titular de la concesión, el presupuesto y características del yacimiento se seleccionó el método adecuado el cual será realizado de manera artesanal.

### **❖ Aspectos medioambientales**

Se tuvo en cuenta el clima, la flora y la fauna del proyecto donde se realiza la extracción del material no metálico.

### **❖ Condiciones geológicas**

- Se tuvo en cuenta fallas, fracturas, estratificación y características litológicas.

### **❖ Aspectos Geotécnicos**

#### **\*Ensayos de laboratorio**

- Propiedades mecánicas

- Propiedades Físicas

#### ❖ **Estimación de reservas probadas**

Con ayuda de la topografía y el software RecMin se obtuvo el volumen del material y la producción anual que se realiza en la cantera se pudo obtener la vida útil de la cantera.

### **7.6. DISEÑO DE LA CANTERA**

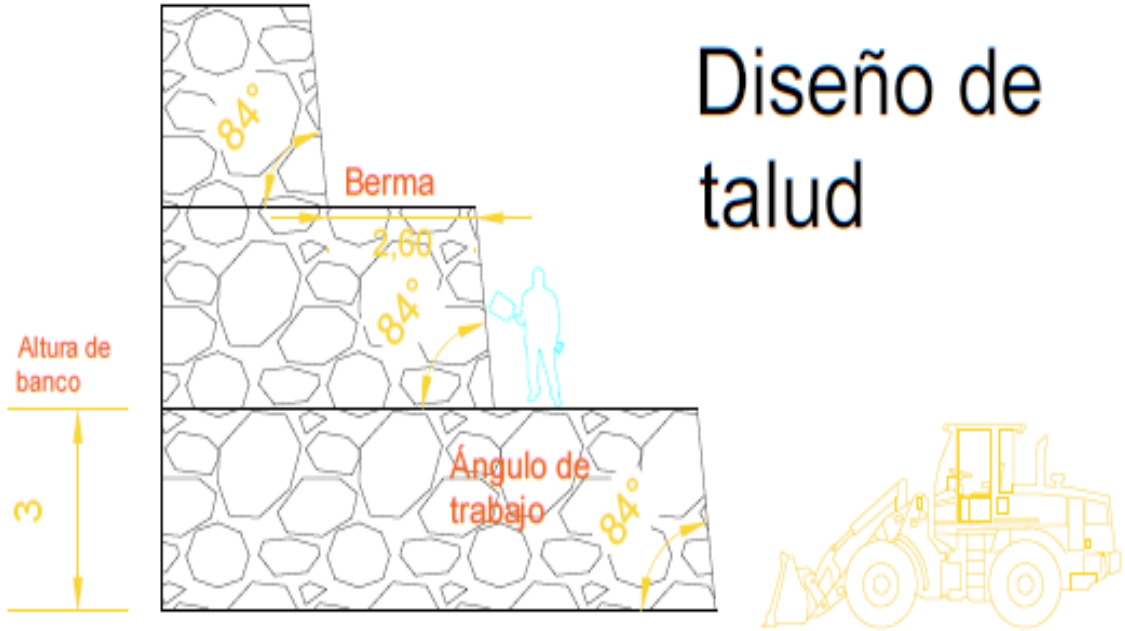
#### **Diseño del límite de la cantera tuna Blanca**

La explotación del material no metálico es realizada de manera artesanal con obreros de la zona y es apoyada con maquinaria, para el diseño del plan de minado se tuvo en cuenta la resistencia de la roca con el ensayo de compresión simple, para establecer el ángulo de los bancos.

#### **Principales elementos de la cantera Tuna Blanca**

Para el planeamiento y diseño de los bancos se considerara los siguientes elementos que se mostrara a continuación

# Diseño de talud



## 7.7. PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

### Recursos minerales del proyecto

El procedimiento para extraer el material será de manera artesanal descendente con una altura de 3 metros de cada banco, como resultado se obtiene ripio de ½ y confitillo. El yacimiento de tipo aluvial.

CANTERA	TOTAL DE RESERVA m <sup>3</sup>	PRODUCCIÓN DIARIA m <sup>3</sup>	PRODUCCIÓN ANUAL m <sup>3</sup>
Tuna Blanca	222,592.3	55	15,840.00 m <sup>3</sup>

Reserva de la cantera



## Volumen del material a extraer en la cantera Tuna Blanca

En el siguiente cuadro se muestra cuanto se extrae diariamente, mensualmente y anualmente en la cantera Tuna Blanca.

Material	Producción Diaria	Producción Mensual	Producción Anual
Ripio ½	40 m <sup>3</sup>	960 m <sup>3</sup>	11,520.00 m <sup>3</sup>
Confitillo	15 m <sup>3</sup>	360 m <sup>3</sup>	4320 m <sup>3</sup>
<b>Total</b>	55 m <sup>3</sup>	1320 m <sup>3</sup>	15,840.00 m <sup>3</sup>

Debe tenerse en cuenta que la producción estará en función a la demanda del mercado; pudiéndose reducirse o incrementar la producción diaria durante los períodos considerables.

## Estimación de Producción

SECCIÓN	ÁREA	DISTANCIA	PARCIAL	TOTAL
1,852.00	4,295.84			
1,857.00	4,001.20	5	20,742.60	20,742.60
1,862.00	4,179.14	5	20,450.85	41,193.45
1,867.00	3,820.85	5	19,999.98	61,193.43
1,872.00	3,582.47	5	18,508.30	79,701.73
1,877.00	3,450.62	5	17,582.73	97,284.47
1,882.00	3,289.24	5	16,849.65	114,134.10

1,887.00	3,231.63	5	16,302.17	130,436.30
1,892.00	3,908.78	5	17,851.02	148,287.30
1,897.00	3,852.59	5	19,403.43	167,690.80
1,902.00	3,825.48	5	19,195.18	186,885.90
1,907.00	3,470.78	5	18,240.65	205,126.60
1,912.00	3,515.52	5	17,465.75	222,592.30
1,912.00	0	0	0	222,592.30

Para el presente trabajo de investigación, se tomó en cuenta una distancia de 5 metros entre cada sección, para poder tener un mayor grado de precisión, se obtuvo un total de 15 secciones y con su respectiva distancia se obtuvieron, una serie de volúmenes parciales, cuya suma total es de 222,592.3 m<sup>3</sup>.

#### **Vida útil de la Cantera Tuna Blanca**

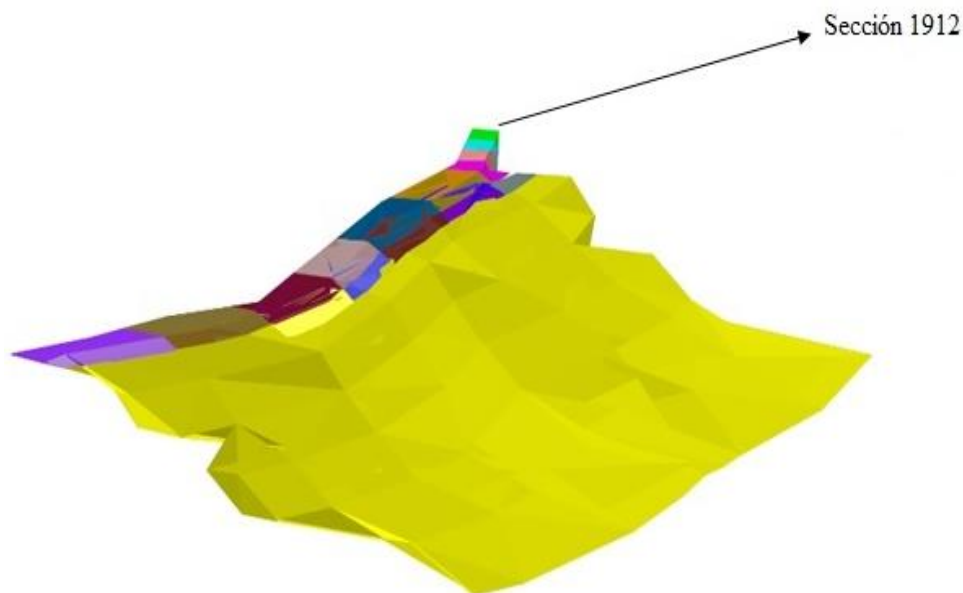
Reservas
-----
Producción anual
<b>= Vida útil de la cantera</b>

$$\frac{222,592.3 \text{ m}^3}{15,840.00 \text{ m}^3} = 14 \text{ años}$$

Para determinar la vida útil se tomó en cuenta las reservas probadas y la explotación mensual, obteniendo que de la cantera será explotada durante 14 años.

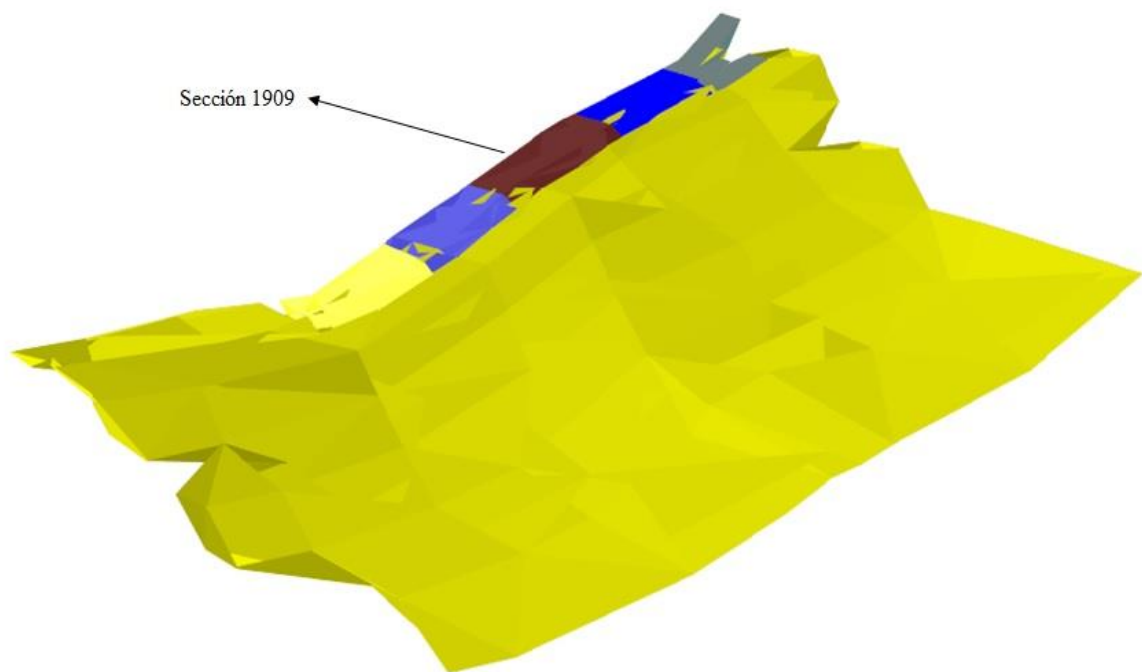
## 7.8. PLAN DE PRODUCCIÓN ANUAL PARA LA CANTERA

Para calcular la producción anual se determinó mediante las secciones obtenidas al momento de realizar la estimación de reservas probadas, trabajando 24 días al mes.



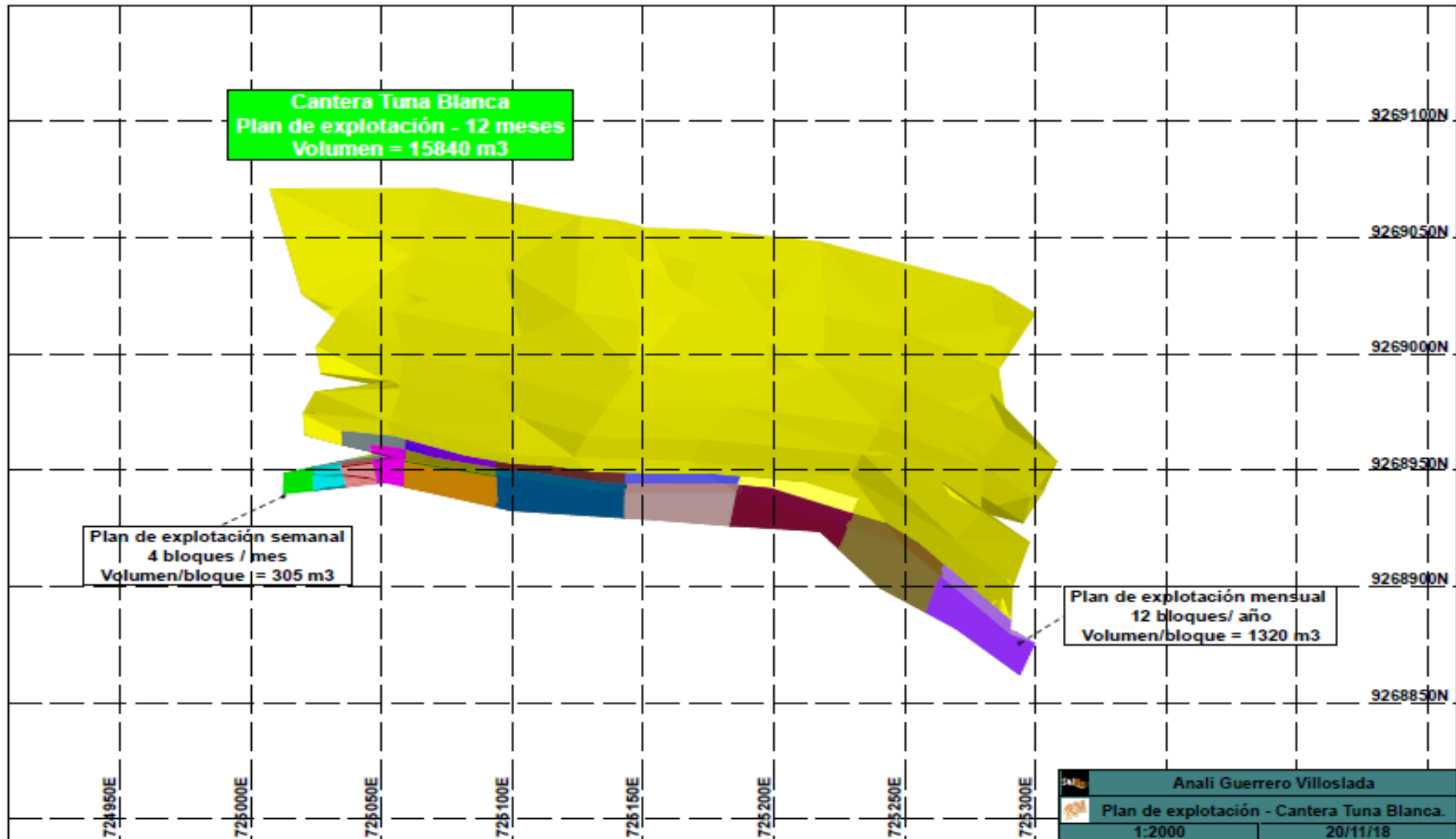
La explotación se realiza de derecha a izquierda de manera descendente, bajo un ritmo de explotación de 55 m<sup>3</sup> diarios de material no metálico (método de las secciones). En la parte superior que es la sección 1912 el banco tiene una altura de 3 m. El primer banco cuenta con un volumen de 9608 m<sup>3</sup> el cual fue dividido con la extracción mensual y determinó que el material se extraerá en siete meses, el banco fue fraccionado en bloques, a continuación se muestra la manera de extracción diaria, semanal y mensual.

<b>Extracción anual: 15,840.00</b>		
<b>Diario</b>	<b>Semanal</b>	<b>Mensual</b>
55	330	1320



El segundo banco que corresponde a la sección 1909 realizara la extracción del material no metálico que pertenece a los últimos 5 meses que faltan para completar la explotación anual, donde se tomó un volumen de 6232 m<sup>3</sup> para explotar.

# VOLUMEN DE PRODUCCIÓN ANUAL EN m3 - PROYECTO MINERO NO METÁLICO CANTERA TUNA BLANCA



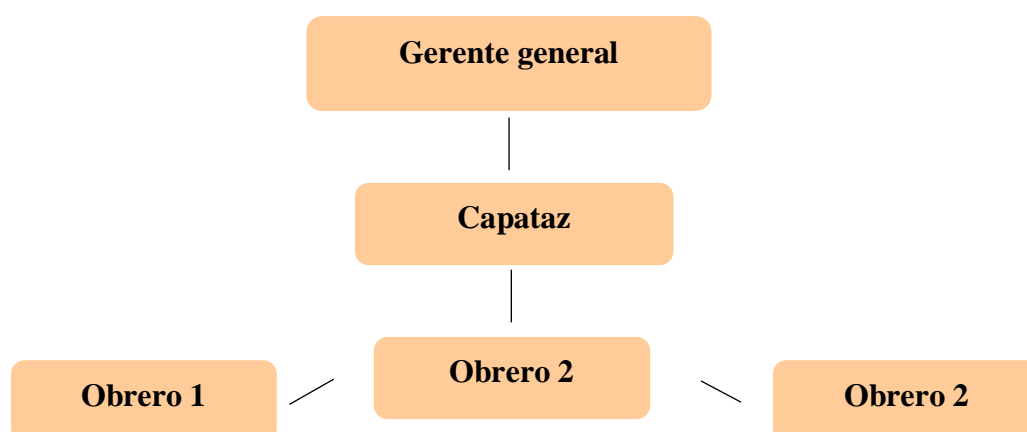
## 7.9. Medidas de seguridad y salud ocupacional

El Decreto Supremo N° 024 - EM (2016) con su modificatoria D.S N° 023 - 2017 EM emitido por el Diario El Peruano. Denominado Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional se adjunta al presente Diseño de Plan de Minado, para cumplir los objetivos de manera segura de tal modo se evitara incidentes y accidentes en las labores y para con los trabajadores conllevando a mejorar el desempeño de toda la organización de la Cantera Tuna Blanca.

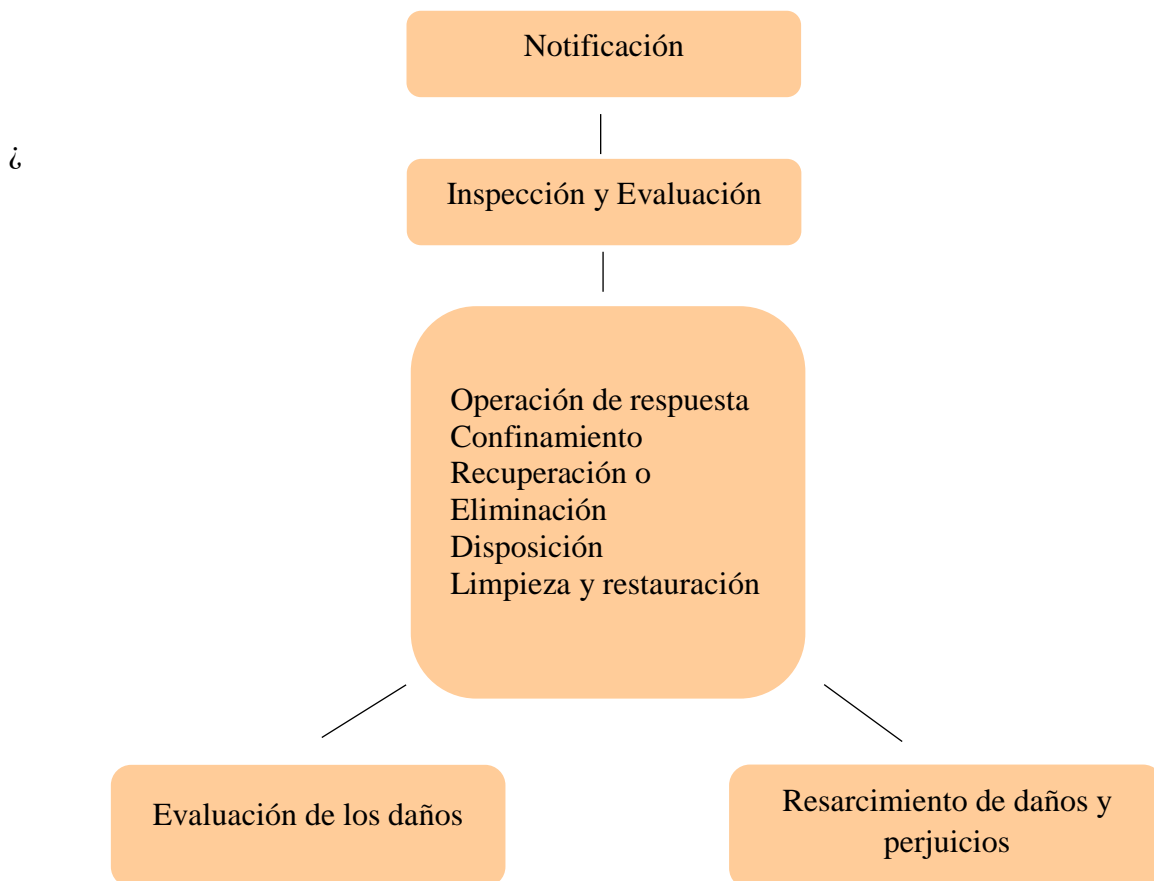
El decreto supremo antes mencionado en una de sus páginas afirma que el gobierno regional y otras entidades representantes de la minería, son los que deben inspeccionar que todas las normas se cumplan. Mientras tanto en el artículo N° 27 menciona que el titular de la concesión es se debe de encargar de garantizar la seguridad y salud ocupacional de todos sus trabajadores.

### Organización

Como primer punto se tendrá en cuenta la organización de la cantera, de acuerdo a los trabajadores que laboran para ella, teniendo en cuenta el plan de contingencia el cual se crea con el propósito de controlar las emergencias que se pueden suscitar de manera inesperada.



## Diagrama de Flujo para la Ejecución del Plan



### Manual de organización y funciones

El documento normativo básico es el manual de organización y funciones el cual expresa los detalles de la estructura orgánica, describiendo a la organización, las interrelaciones dentro de ella para llevar a cabo las actividades de operación en la explotación minera no metálica, involucrando a la titular y todos los trabajadores que laboran para la cantera Tuna Blanca.

### Gestión de la titular minera

Los aspectos de Seguridad y Salud Ocupacional debe ser la prioridad del titular el cual debe velar por la salud de todos sus trabajadores, abasteciendo con herramientas y los recursos necesarios para que se efectúe una gestión.

Entre las principales herramientas de gestión a utilizarse tenemos:

- La Misión y Visión de la empresa
- Política de Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente

### **Reglamento Interno**

El Decreto Supremo N° 024 - EM (2016) con su modificatoria D.S N° 023 - 2017 EM emitido por el Diario El Peruano, en el artículo N° 57 menciona que se debe considerar el desarrollo humano, del manejo responsable y sostenido de los recursos naturales, velando por la seguridad, la preservación del ambiente y por las relaciones armoniosas entre la empresa, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. Todo trabajador nuevo sin experiencia minera debe recibir de manera obligatoria la siguiente capacitación:
  - Inducción u orientación general no menor de 8 horas
  - La capacitación adecuada para el trabajo/tarea consistirá en el aprendizaje teórico-práctico de cómo hacer que un trabajador realice un trabajo en forma correcta, rápida, a conciencia, y segura.
  
2. Todo trabajador nuevo con experiencia minera, recibirá la siguiente capacitación:
  - Inducción u orientación general no menor de 8 horas.
  - La capacitación adecuada para el trabajo/tarea en su nuevo ambiente de trabajo se hará en concordancia al numeral 2 del inciso (Esta capacitación en ningún caso podrá ser menor de 8 horas)
  
3. Los trabajadores transferidos internamente deberán recibir instrucción adecuada antes de ejecutar el trabajo/tarea siguiendo lo estipulado en el numeral 2 del inciso b), para familiarizarlos con el ambiente de trabajo y los riesgos de Seguridad e Higiene Minera a que están expuestos y en la adopción de las medidas necesarias para evitarlos. Esta capacitación en ningún caso podrá ser menor de 8 horas.



4. Cuando se introducen nuevos métodos de trabajo, materiales, máquinas o equipo, a todas las personas involucradas en su utilización, deberá impartírseles instrucción adecuada, mediante cursos de información pertinentes, sobre las exigencias en materia de seguridad del trabajo que resultan de los cambios técnicos y sobre las medidas necesarias para hacer frente a todo riesgo.
5. Capacitar a los trabajadores que tengan que realizar tareas que requieran permiso de trabajo, tales como: trabajos en caliente, espacios confinados, trabajos en altura y otros.
6. Las unidades de producción que ocupen a menos de 50 trabajadores se organizarán con el objeto de establecer servicios comunes de capacitación.
7. Para la instrucción, capacitación y motivación adecuadas se usarán películas, videos, diapositivas, transparencias, folletos, afiches, revistas.
8. No se permitirá la asignación de un trabajo/tarea a ningún trabajador que no haya recibido capacitación previamente.

## **PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO**

Documento que contiene la descripción específica de la forma como llevar a cabo una tarea de manera correcta desde comienzo hasta el final.

## **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN**

Es el programa mediante el cual se imparten conocimientos teóricos y prácticos, con la finalidad de desarrollar las aptitudes, conocimientos, habilidades y destrezas de los trabajadores, acerca del proceso productivo, las actividades, las tareas, la prevención de los riesgos y la salud ocupacional de los trabajadores.

## **7.10. PLAN DE CIERRE.**

### **Tipo de cierre seleccionado**

#### **Cierre final.**

El plan de cierre que será empleado en la cantera Tuna Blanca, será el cierre final, cuando ya se dé El plan de cierre que será empleado en la cantera Tuna Blanca, será el cierre final por culminada la extracción del material no metálico en la cantera Tuna Blanca se pasara a restaurar el área de explotación, dejando la zona fértil para forestar toda la zona del proyecto.

#### **Objetivos**

- Restaurar el área de extracción del material no metálico y prepararlo para el futuro.
- Rellenar el tajo abierto donde se extrajo el material no metálico para cuidar la seguridad de las personas y evitar accidentes.
- Una vez cumplido el objetivo número 1 y 2 se pasara a cultivar, para de esta manera aumentar nuestra flora y fauna de la zona del proyecto de investigación.

## REFERENCIAS

BAUTISTA, Adriana. Plan de minado para la explotación en la cantera del norte piedra azul- Ferreñafe. Tesis. (Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

BELLOTTI, Mirta. Minería a cielo abierto versus glaciares en alerta roja en argentina. [Fecha de consulta: 14 de marzo 2011] Recuperado de [http://amsacta.unibo.it/3085/1/Miner%C3%ADa\\_a\\_cielo\\_abierto.pdf](http://amsacta.unibo.it/3085/1/Miner%C3%ADa_a_cielo_abierto.pdf)

CABRERA, Milthon. Planificación minera en mina Pucamarca de Minsur S.A. La mina Pucara cuenta con el yacimiento Pit Checocollo y el yacimiento Morrenas. Tesis. (Ingeniero de Minas). Perú: Universidad ingeniería del Perú, 2015. Disponible en [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2094/1/cabrera\\_am.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2094/1/cabrera_am.pdf)

CAMPOS. Tesis. México. Ed: Plaza y Valdés, 2015.

CÁRDENAS, Silvano. APLICACIÓN DEL SOFTWARE AUTOCAD SOBRE EL APRENDIZAJE DE LA EXPRESIÓN GRÁFICA EN DIBUJO TÉCNICO. Tesis (Grado Académico de Magíster). Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN ENRIQUE GUZMÁN Y VALLE, 2015. Disponible en: <http://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/1077/TM%20CE-Du%20C282%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CASTRO, Bryam. Propuesta de implementación de plan de minado en la cantera de Dolomita Jajahuasi 2001 de la comunidad campesina Llocllapampa – provincia de Jauja. Tesis. (Ingeniero de Minas). Perú: Universidad nacional del centro del Perú facultad de ingeniería de minas, 2015. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1343/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Constitución Política del Perú emitida en el año 1993.

Decreto legislativo N° 1105. Diario El Peruano 2012.

Decreto Supremo N° 024-2016-EM. Diario El Peruano, Lima, Perú, 28 de Julio del 2016.

DOMINGUEZ, Percy. Plan de minado a mediano plazo para una explotación superficial con aplicación al proyecto santa este de la unidad minera ysaycruz-compañía minera los quenuales. Tesis. (Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Nacional De Piura, 2015. Disponible en <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/961/MIN-DOM-CAJ-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

EMPRESA DON VICENTE S.A.C. Plan de Minado-LA CANTEARA DEAN PAMPA. [En línea] Perú. 2012. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/101857904/Plan-de-Minado-Cantera-Dean-Pampa>

ENRIQUE, Carlos. ¿Qué son y para qué sirven los SIG? México, 2017. Disponible en: [https://alidrissi.xyz/carto/archivos\\_curso/Tema%201\\_Los\\_SIG\\_Fuentes\\_Info\\_Globa1\\_Mex.pdf](https://alidrissi.xyz/carto/archivos_curso/Tema%201_Los_SIG_Fuentes_Info_Globa1_Mex.pdf)

FERRER, Francisco. Planeamiento de minado de largo plazo para proyecto minero no metalico. Tesis. (Ingeniero de Minas). Perú: Pontifica Universidad Católica del Perú, 2015. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6812>

FUENTES, José. Topografía. 1° ed. México: Red Tercer Milenio, 2012. ISBN 978-607-733-036-3.

GOBIERNO REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS SAN MARTÍN. Guía de evaluación de plan de minado para el inicio/reinicio de actividades de exploración de la pequeña minería (Pm) y minería artesanal (Ma). [En línea] Perú 2014.

Disponible en  
<https://www.dremsm.gob.pe/archivos/temp/guia%20a%20consulta.pdf>

GOMEZ DE FARIA, Berardo. Selección del diseño óptimo en función de parámetros operativos empleando herramientas informáticas para una cantera de metacaliza de uso industrial. Tesis. (Ingeniero de Minas). Caracas: Universidad Central de Venezuela, 2013. Disponible en  
<http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/15472/1/Tesis%20UCV%20BerardoGomez.pdf>

HERRERA, Juan. Métodos de minería cielo abierto. Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. 2006.

LATORRE, Paula. Rediseño del proceso de capacitación de una empresa minera del país. Tesis. (Ingeniero Civil Industrial). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2007. Disponible en  
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104806/latorre07-tesis.pdf?sequence=3>

Ministerio de Energía y Minas. Texto Único de la Ley General de Minería (TUO). Perú. [Fecha de consulta: actualizado en agosto del 2012] Recuperado de  
<http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/CDROM/2013/files/LGMESPANOL.pdf>

PIÉROLA, Demetrio. Optimización del plan de minado de cantera de caliza la unión distrito de baños del inca – Cajamarca 2015. Tesis. (Ingeniero de Minas). Perú: Universidad Nacional Del Altiplano, 2017. Disponible en  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5634/Pi%C3%A9rola\\_Vera\\_Demetrio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5634/Pi%C3%A9rola_Vera_Demetrio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PUERTA, Ronald; RENGIFO, Juan y BRAVO, Nino. ArcGIS. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA, 2013. Disponible en <https://actswithscience.com/Descargas/ManualArcGis.pdf>

QUADOR, José. Estudios de estimación y simulación geoestadística para la caracterización de parámetros geólogo – industriales en el yacimiento laterítico punta gorda. Tesis. (Doctoral). Universidad de Pinar del Río, 2002. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/2235/223516052004.pdf>

ISSN 02585979

Revista Geosphaera. [Mensaje en un Blog]. España: (04 de mayo del 2016). [Fecha de consulta: 04 de mayo del 2016] Recuperado de <http://geosphaera.es/que-es-la-geotecnia/>

Revista Seguridad Minera. [Mensaje en un Blog]. Perú: (29 de noviembre del año 2016). [Fecha de consulta: 29 de noviembre del año 2016] Recuperado de <http://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/puntos-incluir-plan-minado/>

RIVERA, Hugo. Geología General. 2º ed. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005  
ISBN: 00982-2004.

RUIZ, Yhonny. Aplicación de software libre para la estimación de recursos y para la evaluación técnica económica de las reservas minerales. Tesis (Ingeniero de minas). Perú: Universidad Nacional De Piura, 2015. Disponible en [https://www.recmin.com/download/MONOGRAFIA de TESIS Ing Minas Yhonny\\_Ruiz.pdf](https://www.recmin.com/download/MONOGRAFIA_de_TESIS_Ing_Minas_Yhonny_Ruiz.pdf)

TRASMONTE, Hugo. Sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en las operaciones de perforación y voladura de mina Toquepala- Southern Cooper Corporation (scc). Tesis (Ingeniero de minas). Perú: Universidad Nacional De Piura,

2015. Disponible en <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/981/MIN-TRAS-PIM-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VALDIVIA, Carlos. Plan de minado del proyecto Tucari-Empresa Minera Aruntani SAC. Plan de minado del proyecto Tucari – Empresa Minera Aruntani SAC. Tesis. (Ingeniero de minas). Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2016. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2571/MIvachca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VARGAS, Antonio. Modelo de planificación minera de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla. Tesis. (Ingeniero civil de minas). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2011. Disponible en [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-vargas\\_mv/pdfAmont/cf-vargas\\_mv.pdf](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-vargas_mv/pdfAmont/cf-vargas_mv.pdf)

## ANEXOS

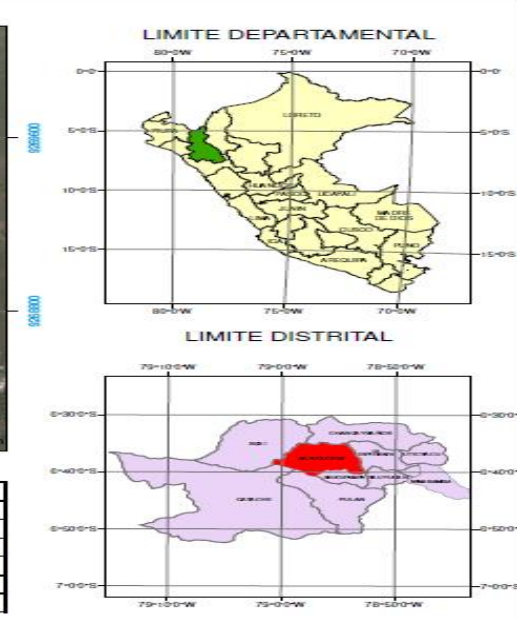
### ANEXO N° 1



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Lámina N° 1 (Plano de Ubicación de la Cantera)

Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018



		<b>TITULO:</b> PLAN DE MINADO PARA LA EXPLOTACION EN LA CANTERA TUNA BLANCA SANTA CRUZ - CAJAMARCA 2018	
<b>PROYECTO:</b>		PLANO TOPOGRAFICO	
<b>DATUM:</b>	LITME WGS 84	<b>DEPARTAMENTO:</b>	CAJAMARCA
<b>ZONA:</b>	17 S	<b>PROVINCIA:</b>	SANTA CRUZ
<b>ELABORACIÓN:</b>	KAREN ANALI GUERRERO VILLOSLADA	<b>DISTRITO:</b>	SANTA CRUZ
		<b>FECHA:</b>	OCTUBRE 2018
		<b>ESCALA:</b>	1:10,000
		<b>TAMAÑO:</b>	A3
		<b>LAMINA:</b>	U-01

LIMITE DE CANTERA		
AREA:	COORDENADA	
PUNTO	NORTE	ESTE
N°1	9269636.68	725744.48
N°2	9268636.69	725744.48
N°3	9268636.67	724744.49
N°4	9269636.67	724744.49



ANEXO N° 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Entrevista N° 1. Esta entrevista va dirigida al titular de la concesión minera teniendo en cuenta la problemática que ocurre en la cantera abordando fundamentos del plan de minado

Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018

Las siguientes preguntas son realizadas a la dueña de la cantera con la finalidad de obtener la información necesaria para poder llevar a cabo dicho proyecto, marque con una (x) la respuesta que usted crea conveniente, se espera mucha sinceridad de su parte.

Titular de la concesión minera..... *Milagros Costrima Romero*.....

Nombre de la entrevistadora..... *Milagros Costrima Romero*.....

Hora de inicio..... *10:00 am*.....

Hora de término de la observación..... *12:00 del mediodía*.....

Fecha de la entrevista *05/11/18*

1. ¿Para iniciar la extracción del material no metálico en la cantera Tuna Blanca se hicieron algunos estudios previos?

Si

No

Porque: *Para determinar el tipo de roca que se va extraer en la cantera, también se realizó un levantamiento topográfico para determinar cuantas hectáreas posee.*

2. ¿Actualmente se siguen realizando estudios geológicos que permiten expandir el área donde se realiza la extracción del material no metálico?

Si

No

Porque: *Aún no contamos con profesional capacitado (Geólogos).....*

3. ¿En qué año se empezó la extracción del recurso no metálico en la cantera Tuna Blanca?

No tengo una fecha definida, debido a que anteriormente el gerente era mi padre, yo asumí el cargo el 09 de septiembre del año 2019.

4. ¿Cuántos trabajadores laboran en la cantera Tuna Blanca?

Entre 15 - 20

Entre 20 - 30

Entre 10 - 20

La cantidad de trabajadores pueden variar, debido a que hay épocas que los compradores necesitan mucho material; asimismo hay épocas bajas donde no se requiere trabajadores.

5. ¿Usted tiene conocimiento que es un plan de minado?

Si

No

Pero actualmente la cantera Tuna Blanca no cuenta con un plan de minado.

6. ¿La cantera Tuna Blanca cuenta con un plan de minado?

Si

No

Porque se a realizado estudios previos para el inicio de la labores pero no los suficientes para la elaboracion de un plan de minado.

7. ¿Cuántas hectáreas posee la cantera Tuna Blanca?

La cantera Tuna Blanca se inicio con 100 hectareas inscritas en el INGEEMET.

8. ¿Sabe usted cuantos años de vida útil le queda a la cantera?

No, debido a que aún no se a realizado un estudio de estimación de reservas.

9. ¿Cuál es el tipo de mineral que se extrae en la cantera Tuna Blanca?

Piedra base

Piedra chancada  $\frac{1}{4}$

Piedra chancada  $\frac{1}{2}$

Confitillo

Piedra Over

10. ¿Cuántas toneladas de mineral al día se extrae en la cantera?

15 Toneladas diarias

20 Toneladas diarias

25 Toneladas diarias

En la cantera no se extrae por tonelada, se extra en  $m^3$  un total de  $55 m^3$   
 $40 m^3$  de piedra de  $1/2$  y  $15 m^3$  de congitillo.

11. ¿Qué precio tienen los minerales no metálicos que se extraen en la cantera?

El  $m^3$  de piedra de  $1/2$  cuesta 45 \$/00 y  $m^3$  de congitillo 15 \$/00.

12. ¿Quiénes son los principales compradores de la cantera?

Se encuentran al sector público y privado, empresas pequeñas.....  
(micro empresas) y macro empresas.

13. ¿Se utiliza algún tipo de maquinarias para extraer el mineral no metálico?

En la cantera hay una chancadora un cargador frontal, y artesanalmente se realiza

14. ¿Usted tiene planeado mejorar el proceso de extracción?

Sí

No

Porque: Pero aún no, eso determinara como sigue el avance de extracción  
y a medida de eso si la producción se incrementa se vera si se mejora el  
proceso de extracción.

15. ¿El clima de la zona siempre permite la extracción del mineral no metálico?


Siempre

Algunas veces

Nunca


Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N° 3**

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	Parámetros que debe tener un plan de cierre
	Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018

<b>Sectores</b>	<b>Problemas Ambientales</b>	<b>Objetivos del cierre</b>	<b>Alternativas de medidas de cierre</b>	<b>Temporalidad</b>
<b>Estabilidad física de canteras</b>				
Taludes inestables	Derrumbes: Importante si en el área se encuentran personas	Restringir el acceso a áreas inestables	Cercas y letreros de advertencia	Durante la operación
			Modificación de pendientes	
	Erosión hídrica (si se presentan lluvias)		Revisión y limpieza de crestas	
	Construcción de zanjas de coronación y drenaje			
<b>Estabilidad física en áreas de desmonte</b>				
Taludes inestables	Derrumbes: Importante si en el área se encuentran personas	Restringir el acceso a áreas inestables	Estabilidad de taludes	Durante las operaciones de extracción mineral
Material desagregado			Cercas y letrero de advertencia	
<b>Uso de la tierra</b>				
Canchas de desmonte	Conflictos sobre uso de la tierra	Volver al uso inicial	Desarmar y retirar las estructuras y equipos	Durante las operaciones
Área de canteras				
Estructuras accesorias				

Fuente: Gobierno Regional de La Libertad

ANEXO N° 4	
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	Guía de campo para el reconocimiento de área de estudio
Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018	

La presente guía de campo recolectará información de la cantera, para observar el estado actual en que se encuentra.

Nombre del observador.....Karen Anel Guerrero Villoslada.....

Fecha.....03/09/2018.....

Hora de inicio.....08:00 am.....

Fin.....03:00 pm.....


Lugar.....Santa Cruz (provincia) - Cajamarca (region).....

GUIA DE CAMPO			
ITEM	ASPECTOS A EVALUAR	Si	No
UBICACIÓN	Tiene una buena ubicación la cantera.	X	
	¿La cantera se encuentra alejada de la provincia de Santa Cruz?		X
	La ruta hacia la cantera es asfaltada.	X	
	La ruta hacia la cantera es accidentada.		X

<b>VÍAS DE ACCESO</b>  ➤ Buena ➤ Regular ➤ Mala	¿Las vías de acceso que cuenta la cantera se encuentran en buen estado?	X	
	Las vías de acceso cuentan con señalización.	X	
	Las vías de acceso cuentan con las pendientes adecuadas según las normas correspondientes.	X	
<b>METODO DE EXPLOTACIÓN</b>  ➤ Tajo abierto		X	
<b>MAQUINARIA</b>	¿Utilizan maquinarias para reducir el tamaño de las rocas?	X	
	Chancadoras	X	
	Cargador frontal	X	
	<b>Tipo de combustible:</b>		
	Gasolina	X	
	Diésel	X	
<b>ALMACENAMIENTO</b>	La cantera cuenta con un determinado lugar para el almacenamiento del mineral no metálico	X	
	El material no metálico es vendido inmediatamente.	X	

<b>VENTA DEL MATERIAL</b>	Sector público	X	
	Sector privado	X	
	¿El material no metálico genera ingresos económicos, el cual hace rentable su explotación?	X	

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 5	
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	Levantamiento topográfico
Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018	

En esta guía de observación de campo se recolectara información sobre las coordenadas de la cantera, mediante un levantamiento topográfico.

Nombre del observador... *Karen Analí Guerrero Villoslada* .....

Hora de inicio... *10:00 a.m.* .....

Hora de término de la observación... *5:00 p.m.* .....

Lugar... *Santa Cruz (provincia) - Cajamarca (región)* .....

Fecha: *29 / 09 / 2018*

GUÍA DE CAMPO PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		
TOMA DE COORDENADAS UTM (UNIVERSAL TRANSVERSAL MERCATOR)		
Puntos	COORDENADAS	
	Este	Norte
1	<i>9269636.68</i>	<i>725744.48</i>
2	<i>9268636.69</i>	<i>725744.48</i>
3	<i>9268636.67</i>	<i>724744.49</i>
4	<i>9269636.67</i>	<i>724744.49</i>



ANEXO N° 6



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Guía de observación de campo para la geología regional del área de estudio

Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018

Nombre del observado..... Karen Anali Guerrero Villoslada

Hora de inicio..... 8:00 am


Hora de término de la observación..... 1:00 pm

Lugar..... Santa Cruz (provincia) - Cajamarca (region)

Fecha: 01 / 10 / 2018

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO

GUÍA DE OBSERVACIÓN DE CAMPO	
Geología regional del área de estudio	Litoestratigrafía
	<p>Las características geológicas de Cajamarca están relacionadas a su origen, se encuentra cubierta por rocas sedimentarias del cretáceo Neogeno y Sedimentos del cuaternario y en menor proporción rocas del Paleozoico, también podemos encontrar rocas del Precámbrico, el complejo marañón es el más antiguo y corresponde al precámbrico.</p> <p>En el grupo Goyllarisquiza, se hace más notorio la litoestratigrafía de Cajamarca.</p> <p>* Se realizó una visita de campo (zona de estudio) para observar directamente la litoestratigrafía, cartas geológicas y por último el software ArcGIS que sirvió para realizar el plano de la Geología Regional</p>

ANEXO N° 7	
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	Guía de observación de campo para la geología local del área de estudio.
Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018	

Nombre del observador..... Karen Anahí Guerrero Villoslada.....


Hora de inicio..... 08 : 00 am.....

Hora de término de la observación..... 01 : 00 pm.....

Lugar..... Santa Cruz (provincia) - Cajamarca (región).....

Fecha: 04 / 09 / 2018

GUIA DE OBSERVACION DE CAMPO	
Geología local del área de estudio	<b>Litoestratigrafía</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deposito Aluvial.</li> <li>• Volcanico Huambos.</li> <li>• Volcanico llama.</li> <li>• Grupo Puillucana.</li> </ul> <p>- Tipo de roca que extraen es caliza.</p> <p>* se realizó una visita de campo para observación directa de la litoestratigrafía, cartas geológicas y el software ArcGIS para elaborar el plano de la geología local.</p>

ANEXO N° 8	
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	Ensayo de compresión simple
Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018	

Esta guía de laboratorio nos permite recoger información de la roca extraída del área de estudio

Nombre del observador.....Karen Anali Guarero Villoslada.....

Lugar.....laboratorio - Universidad Cesar Vallejo.....


Fecha 07 / 11 / 2018

Hora de inicio.....03 : 00 pm.....

Hora de término de la observación.....05 : 30 pm.....

Código	Muestra	Diámetro Cm	Longitud Cm	Carga maxima kN	Resistencia a la compresión simple MPa
M01	1	5.4	16.0	266.87	116.53
M02	2	5.4	16.0	255.32	111.49
M03	3	5.4	16.0	290.22	117.99
M04	4	5.4	16.0	277.21	121.04

**ANEXO N° 9**

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	Porcentaje de humedad
	Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018

Esta guía de laboratorio recolectara información del material no metálico el cual determina, la humedad que tiene el material que se extrae en la cantera Tuna Blanca.

Nombre del observador..... *Karen Analí Guerrero Villoslada*.....


Hora de inicio..... *total de 24 horas*.....

Hora de término de la observación..... *total de 24 horas*.....

Lugar..... *laboratorio particular*.....

Fecha: *08/11/2018*

<b>GUIA DE LABORATORIO MÉTODO DE SECADO AL HORNO</b>				
Muestra N°	1	2	3	4
Peso de recipiente + suelo húmedo	1086	1086	1086	1086
Peso de recipiente + suelo seco	1083	1082	1080	1081
Peso recipiente	86	86	86	86
Peso suelo seco	997	996	994	995
Peso de agua	3	4	6	5
Contenido de humedad (%)	0.3%	0.4%	0.6%	0.5%
<b>Humedad promedio</b>	<b>0,45%</b>			

ANEXO N° 10	
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	Porosidad
Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018	

Esta guía de laboratorio recolectará información del material no metálico el cual determina el volumen que ocupa el material.

Nombre del observador.....Karen Anak Guesero Villoslada.....

Hora de inicio.....09:40 am.....

Hora de término de la observación.....12:00 p.m.....

Lugar.....laboratorio particular.....

Fecha: 10 / 11 / 2018

GUIA DE LABORATORIO ENSAYO DE POROSIDAD				
Muestra N°	Peso de la muestra en aire	Peso de la muestra saturada	Peso del agua ( $P_s - P_a$ )	Porosidad $\%P = \frac{P_a}{P_s} \times 100$
1	560	741	181	32.3%
2	559	738	179	32%
3	561	741	180	32%
4	564	742	178	31.5%

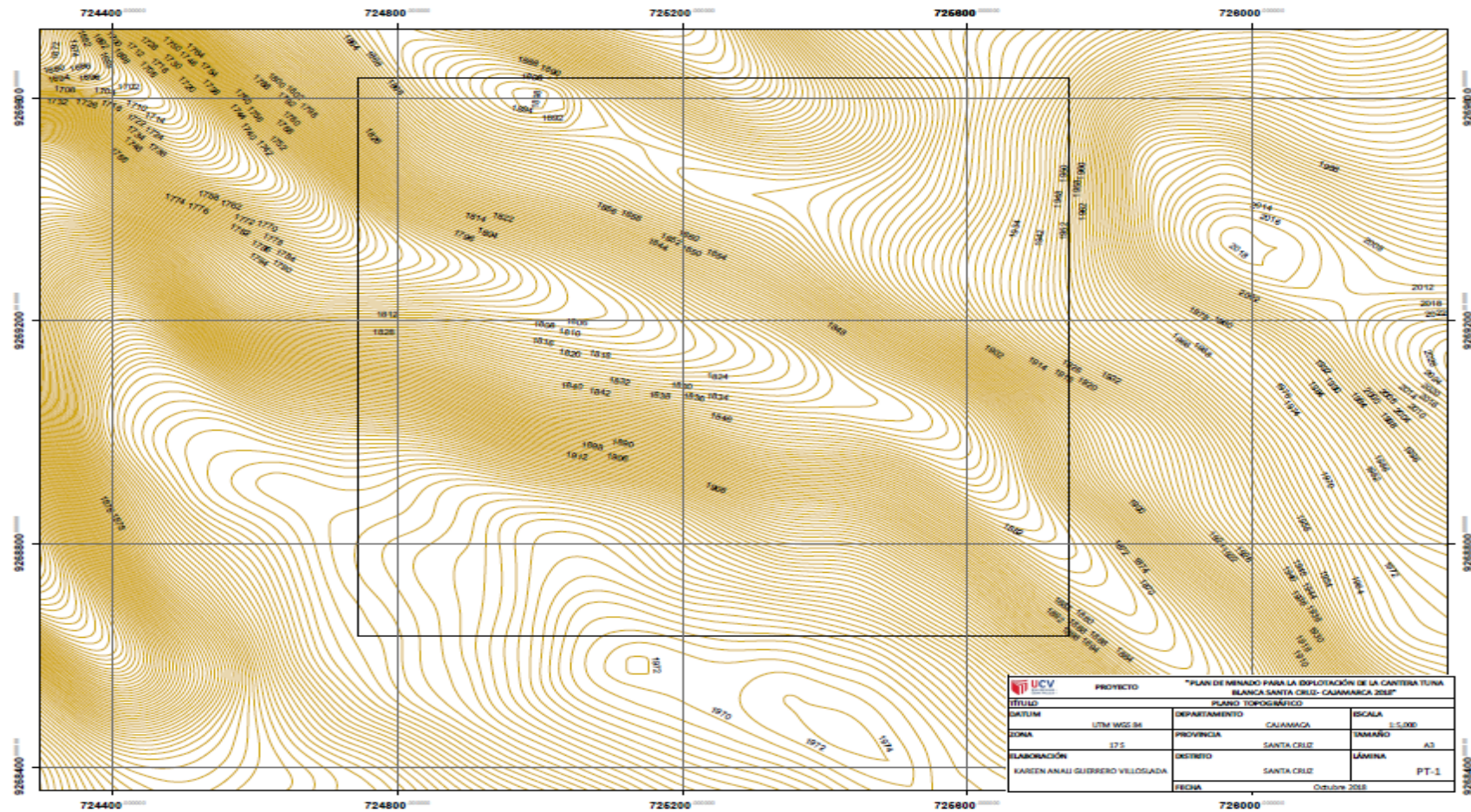
ANEXO N° 11



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

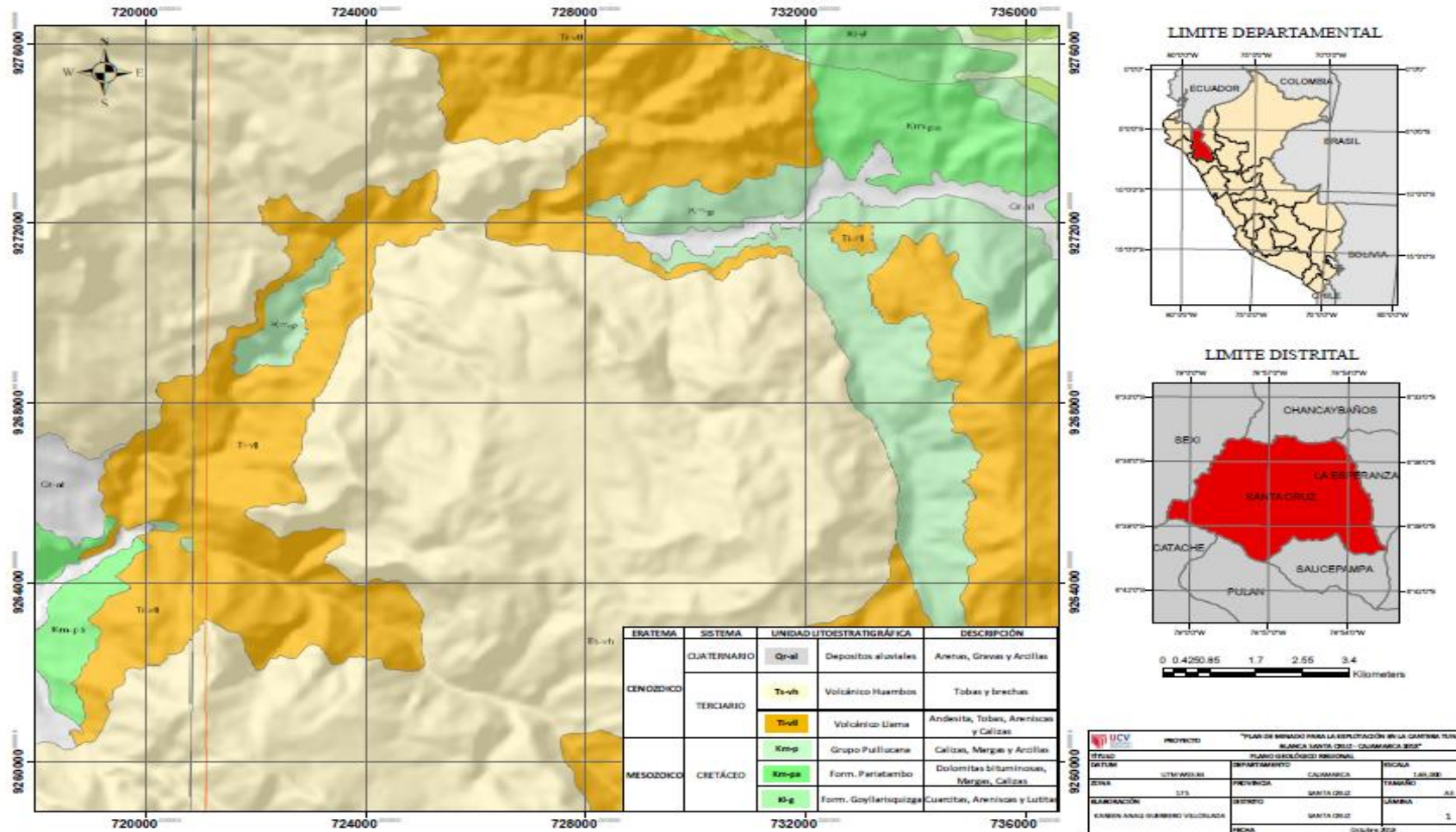
Lámina N° 2 (Plano Topográfico – Curvas de Nivel)

Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018



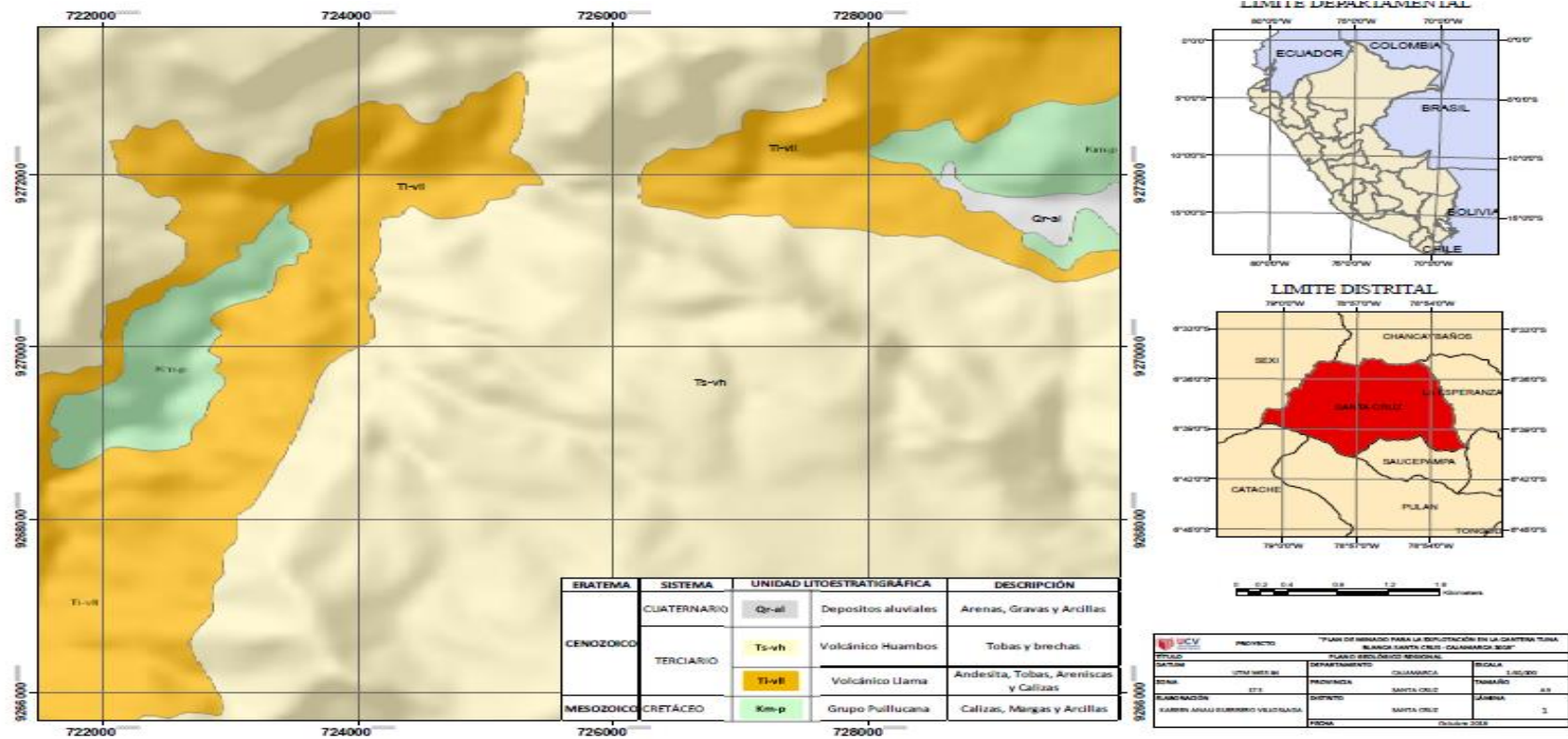


Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018





Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018





**ANEXO N° 14**




**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Clasificación de las Rocas Según Protodyakonov

Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018

Clasificación de las Rocas Según Protodyakonov				
Categoría	Grado de resistencia de la roca	Rocas	Coefficiente de Resistencia "f"	Angulo de Resistencia Interna "B"
I	Rocas resistentes en alto grado	Cuarcitas y Basaltos resistentes, compactos y viscosos. De dureza exclusiva en relación con otras rocas.	20	80 07'
II	Rocas muy resistentes	Rocas granitoides muy resistentes. Pórfido cuarcífero, esquistos silíceos. Cuarcitas menos resistentes. Las areniscas y calizas más resistentes.	15	86 11'
III	Rocas resistentes	Granito (compacto y rocas graníticas). Areniscas y calizas muy resistentes. Filones de cuarzo mineral. Conglomerados resistentes. Minerales ferrosos muy resistentes	10	84 18'
III a	Ídem	Calizas (resistentes). Granito no resistente. Areniscas resistentes. Mármol resistentes, dolomita. Pirita.	8	82 53'
IV	Rocas suficientemente resistentes	Arenisca común. Minerales de hierro.	6	80 32'
IV a	Ídem	Esquistos arenosos, areniscas esquistosas.	5	78 41'
V	Rocas de resistencia	Esquistos arcillosos resistentes. Areniscas y calizas no resistentes, conglomerados suaves.	4	75 58'
V a	Ídem	Diferentes esquistos (no resistentes). Margas compactas.	3	71 34'
VI	Rocas suficientemente suaves	Esquistos suaves. Calizas, cretas, salgema, yeso muy suave. Suelos congelados, antracita. Margas corrientes. Areniscas desmenuzadas, quijos cementados, suelos pedregosos.	2	63 26'

VI a	Ídem	Suelos cascajosos. Esquistos destrozados, arcillas y ripios prensados, carbón de piedra resistente, arcilla endurecida.	1.5	63 23'
VII	Rocas suaves	Arcilla (compacta). Carbón de piedra sueva, recubrimientos resistentes, suelos arcillosos.	1	45 00'
VII a	Ídem	Arcilla arenosa suave, loess, grava.	0.8	38 40'
VIII	Rocas terrosas	Suelo cultivable, turba, arcilla terrosa liviana, arena húmeda.	0.6	30 58'
IX	Rocas pulverulentas	Arena, detritus, grava, tierra suelta, carbón extraído.	0.5	26 33'
X	Rocas fluyentes	Arenas fluyentes, suelos pantanosos, loess diluidos y otros suelos diluidos	0.3	16 42'

<b>ANEXO N° 15</b>	
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	Fotografías de la Cantera
Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018	



Visita a la cantera Tuna Blanca, piedra caliza.



Manera de explotar el material no metálico



El material es cargado en baldes hacia chancadora



El material es tratado en la chancadora, se obtiene ripio de ½ y confitillo



Área de almacenamiento del material no metálico



Manera de cargar el material



El camión se cuadra debajo de los tubos y los obreros de la cantera empiezan a cargar el material

ANEXO N° 16



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Fotografías de laboratorio Porcentaje de Humedad

Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018



Balanza



Recipiente de aluminio



Muestra del material no metálico, Cantera Tuna Blanca



Muestra en el horno, secado por 24 horas



ANEXO N° 17



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Fotografías del laboratorio Porosidad

Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018



Balanza



Muestra del material en el tubo de ensayo, a través de ello se determinó la porosidad del material

ANEXO N° 18



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Fotografías de laboratorio del ensayo de compresión simple.

Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018



Broca perforadora, el material fue traído de la cantera Tuna Blanca (roca caliza)



Perforación de la muestra



Muestra perforada en forma cilíndrica



Una vez obtenida la muestra fue llevada a la máquina de compresión simple, el cual determino la resistencia de la roca

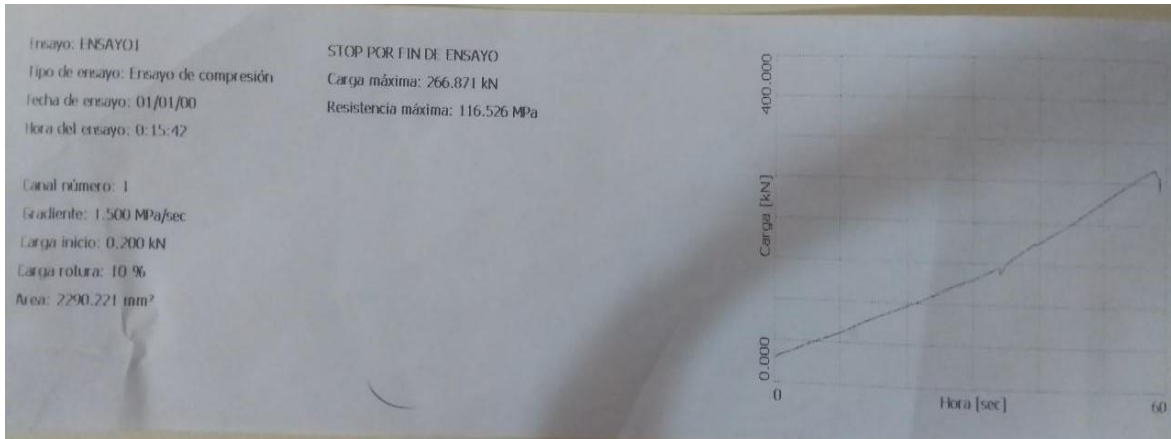
ANEXO N° 19



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ensayo de compresión simple

Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018



Resultado obtenido de la máquina de compresión simple

Hoek-Brown Classification

sigci 116.53 MPa

GSI 37

mi 7

D 1

Hoek-Brown Criterion

mb 0.078

s 2.75e-5

a 0.514

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} \left( m_b \frac{\sigma_3}{\sigma_{ci}} + s \right)^a$$

Failure Envelope Range

Application: General

sig3max 29.1325 MPa

Mohr-Coulomb Fit

c 1.653 MPa

phi 10.14 deg

Rock Mass Parameters

sigt -0.0413 MPa

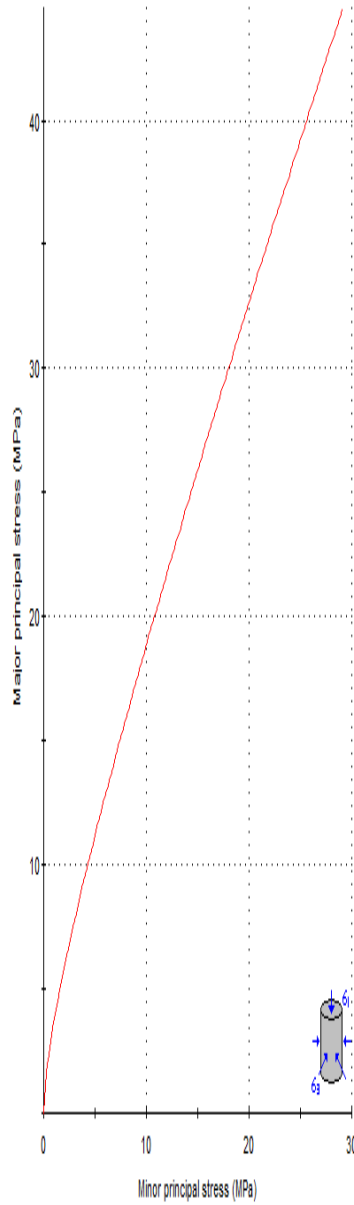
sigc 0.528 MPa

sigcm 3.949 MPa

Em 2365.76 MPa

Copy Data

Analysis of Rock/Soil Strength using RocData

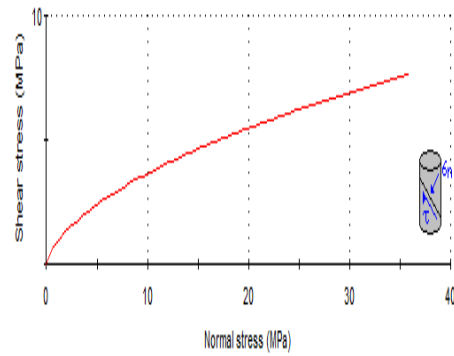


**Hoek-Brown Classification**  
 intact uniaxial compressive strength = 116.53 MPa  
 GSI = 37 mi = 7 Disturbance factor = 1

**Hoek-Brown Criterion**  
 mb = 0.078 s = 2.75e-5 a = 0.514

**Mohr-Coulomb Fit**  
 cohesion = 1.653 MPa friction angle = 10.14 deg

**Rock Mass Parameters**  
 tensile strength = -0.041 MPa  
 uniaxial compressive strength = 0.528 MPa  
 global strength = 3.949 MPa  
 modulus of deformation = 2365.76 MPa



El ensayo de compresión simple fue realizado en el laboratorio, luego los datos fueron pasados al software RocDATA el cual determino la resistencia de la roca

## ANEXO N° 20



## MATRIZ DE CONSISTENCIA

Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018

Título: Plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca 2018.

PROBLEMA	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	MÉTODO
Falta de un Plan de Minado para la Cantera Tuna Blanca, Santa Cruz – Cajamarca 2018	¿De qué manera el plan de minado mejoraría la explotación de la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca 2018?	<p><b><u>Objetivo General</u></b></p> <p>Diseñar un plan minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca 2018</p> <p><b><u>Objetivos Específicos</u></b></p> <p>Describir los aspectos generales de la cantera en estudio, para un mayor detalle en la investigación.</p> <p>Analizar las características del material que se extrae de la cantera para</p>	Con el diseño de un plan de minado se logrará seguir una adecuada explotación, para extraer los materiales pétreos de la cantera Tuna Blanca	<p><b><u>Variable Independiente</u></b></p> <p>Plan de minado</p> <p><b><u>Variable Dependiente</u></b></p> <p>Explotación de la cantera</p>	<p><b><u>Tipo de Investigación</u></b></p> <p>El tipo de investigación corresponde a una investigación de naturaleza cuantitativa con el diseño de investigación no experimental explicativa, porque contiene dos variables Plan de minado y la otra que es explotación de la cantera y según HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BATISTA, María (2014) quienes indican que las investigaciones explicativas tienen como propósito sustentar la relación que existe entre las variables reconociendo las causas del suceso investigado y la forma como estas se presentan. En la investigación se trata de demostrar que el diseño de un plan de minado permite una adecuada explotación de los materiales de la cantera Tuna Blanca</p>

		<p>determinar la viabilidad de su uso en la industria.</p> <p>Estimar reservas probadas para determinar la vida útil de la cantera.</p> <p>Proponer un método de explotación de acuerdo a la caracterización del yacimiento.</p> <p>Realizar una evaluación económica para la determinación de la rentabilidad del proyecto.</p>			<p><b><u>Método</u></b> Método analítico y sistémico</p> <p><b><u>Técnica</u></b> -Técnica de investigación documental. -Técnicas de campo. -Técnicas de observación directa. - Técnica de entrevista.</p> <p><b><u>Instrumentos</u></b> Guías de observación de campo.  Guías de observación de laboratorio.  Guía de entrevista</p>
--	--	--	--	--	---

**ANEXO N° 21**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Validación de instrumentos

**Diseño de un plan de minado para la explotación en la cantera Tuna Blanca, Santa Cruz-Cajamarca-2018**

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

"PLAN DE MINADO PARA LA EXPLOTACIÓN EN LA  
CANTERA TUNA BLANCA SANTA CRUZ - CAJAMARCA 2018"

1.2 Investigador (a) (es): Karen Anali Guerrero Villalada

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					✓
Objetividad	Está expresado en conductas observables					✓
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					✓
Organización	Existe una organización lógica					✓
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					✓
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				✓	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				✓	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				✓	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					✓
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					✓

PROMEDIO DE VALORACIÓN

89

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

.....  
.....

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Silvia Josefina Aquimaga Vargas DNI 10730469

Grado académico: Magister Centro de Trabajo: UCV

Firma:  Fecha: .....



FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

"PLAN DE MINADO PARA LA EXPLOTACIÓN EN LA CANTERA  
TUNA BLANCA SANT CRUZ - CAJAMARCA 2018"

1.2 Investigador (a) (es): Karcon Anali Guerrero Viloslada

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado					/
Objetividad	Está expresado en conductas observables					/
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					/
Organización	Existe una organización lógica					/
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					/
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				/	/
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				/	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				/	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				/	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación					/

PROMEDIO DE VALORACIÓN

85

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Inge. Miroslav Solis H. Arango Retamozo DNI 26733726

Grado académico: Doctor en Ciencias. A Centro de Trabajo: UNT

Firma:  Fecha: 22-11-2018

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

1. DATOS GENERALES:

1.1 Título Del Trabajo De Investigación:

..... "PLAN DE MINADO PARA LA EXPLOTACION EN LA CANTERA  
..... TUNA BLANCA SANTA CRUZ - CAJAMARCA 2018" .....

1.2 Investigador (a) (es): ..... Karen Anelli Guerrero Villalada .....

2. ASPECTOS A VALIDAR:

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20	Baja 21-40	Regular 41-60	Buena 61-80	Muy buena 81-100
Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado				/	
Objetividad	Está expresado en conductas observables				/	
Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				/	
Organización	Existe una organización lógica				/	
Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				/	
Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de la estrategias				/	
Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				/	
Coherencia	Existe coherencia entre los índices, dimensiones e indicadores				/	
Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				/	
Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación				/	

PROMEDIO DE VALORACIÓN

75

3. OPINION DE APLICABILIDAD:

.....  
.....

4. Datos del Experto:

Nombre y apellidos: Ing de Minas: Javier A. Salazar Ipanaque DNI 02859620

Grado académico: Magister Centro de Trabajo: .....

Firma: ..... Fecha: 23-11-2018