



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**

Evaluación y optimización de las operaciones extractivas para la reducción de costos de explotación de la cantera BENAVIDES - FERREÑAFE

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero de Minas**

**AUTOR:**

Br. Carlos David Espinoza Huatay (ORCID: 0000-0002-1439-8019)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Orlando Alex Siccha Ruiz (ORCID: 0000-0002-0638-2391)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Evaluación de Yacimientos Minerales

**CHICLAYO - PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

Esta investigación está dedicada a mi familia, a mis docentes y a mis compañeros de clases que siempre me brindaron su apoyo y guía.

## **Agradecimiento**

Gracias a Dios por permitirme concluir con esta etapa de mi formación profesional.

A mi familia por ser siempre el apoyo que necesito para seguir adelante.

A mis docentes por brindarme todo su conocimiento y guía durante toda la carrera.

1026



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 08:00 horas del día 05 de noviembre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 031 - 2019/UCV-CH, de fecha 04 de noviembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES EXTRACTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA BENAVIDES - FERREÑAFE", presentada por el Bachiller: **ESPINOZA HUATAY, CARLOS DAVID** con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero de Minas, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- Presidente: Mg. Jorge Omar Gonzales Torres
- Secretario: Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz
- Vocal: Ing. Carla Milagros Mena Nevado

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobado por unanimidad

Siendo las 09:00 horas del mismo día, se dió por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 05 de noviembre de 2019

Mg. Jorge Omar Gonzales Torres  
**Presidente**

Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz  
**Secretario**

Ing. Carla Milagros Mena Nevado  
**Vocal**

## Declaratoria de autenticidad

Yo, Carlos David Espinoza Huatay con DNI N° 43643210 con la clara y total intención de cumplir con los dispositivos vigentes del reglamento de grados y títulos de la universidad Cesar Vallejos, de la Facultad de Ingeniería de la Escuela profesional de Ingeniería de Minas, declaro bajo juramento que toda la información que comprende esta investigación es veras y autentica, y no se ha vulnerado ninguna ley o mandato judicial para obtenerla o usarla.

Así asumo la responsabilidad ante cualquier irregularidad, ocultamiento de información u omisión de la información mostrada en esta investigación y me dispongo a los reglamentos que sancionen cualquier irregularidad que se presente.

Chiclayo, Julio del 2019

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. Espinoza', written over a horizontal line.

CARLOS DAVID ESPINOZA HUATAY

**DNI N°: 43643210**

## Índice

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	VI
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA .....</b>	<b>1</b>
1.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL.....	1
1.1.2. A NIVEL NACIONAL .....	3
<b>1.2. TRABAJOS PREVIOS .....</b>	<b>6</b>
1.2.1. NIVEL INTERNACIONAL .....	6
1.2.2. NIVEL NACIONAL.....	8
1.2.3. NIVEL LOCAL.....	11
<b>1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA .....</b>	<b>11</b>
1.3.1. CIENCIAS .....	11
1.3.2. TEORÍAS.....	13
1.3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	17
<b>1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA .....</b>	<b>19</b>
<b>1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO.....</b>	<b>20</b>
<b>1.6. HIPOTESIS.....</b>	<b>20</b>
<b>1.7. OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
1.7.1. OBJETIVO GENERAL .....	21
1.7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	21
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.....</b>	<b>22</b>
2.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	22
2.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	22
2.2.3. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....	23

<b>2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1. POBLACIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.2. MUESTRA .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....</b>	<b>25</b>
<b>2.5. PROCEDIMIENTOS .....</b>	<b>28</b>
<b>2.5.1. DIAGRAMA DE PROCESOS.....</b>	<b>28</b>
<b>2.5.2. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS.....</b>	<b>29</b>
<b>2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....</b>	<b>30</b>
<b>2.7. ASPECTOS ÉTICOS .....</b>	<b>31</b>
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE LA CANTERA.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2. REALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE CALICATAS .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.1. Análisis de Calicatas.....</b>	<b>34</b>
<b>3.3. ESTIMAR LAS RESERVAS DE LA CANTERA BENAVIDES.....</b>	<b>49</b>
<b>3.4. ANALIZAR LAS OPERACIONES EXTRACTIVAS DE LA CANTERA .....</b>	<b>59</b>
<b>3.5. EVALUACIÓN DE LOS INGRESOS Y EGRESOS DE LA CANTERA PARA DEFINIR LA UTILIDAD.....</b>	<b>64</b>
<b>3.6. PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES EXTRACTIVAS.....</b>	<b>67</b>
<b>IV. DISCUSIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>88</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS .....</b>	<b>129</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV .....</b>	<b>130</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>131</b>

## Índice de tablas

Tabla 1 <i>Coordenadas de la Cantera Benavides</i> .....	32
Tabla 2 <i>Coordenadas WGS-84</i> .....	34
Tabla 3 <i>Calicata N°1</i> .....	35
Tabla 4 <i>Calicata N°2</i> .....	36
Tabla 5 <i>Calicata N°3</i> .....	37
Tabla 6 <i>Calicata N° 4</i> .....	38
Tabla 7 <i>Calicata N° 5</i> .....	39
Tabla 8 <i>Calicata N°6</i> .....	40
Tabla 9 <i>Calicata N°7</i> .....	41
Tabla 10 <i>Calicata N°8</i> .....	42
Tabla 11 <i>Calicata N° 9</i> .....	43
Tabla 12 <i>Calicata N° 10</i> .....	44
Tabla 13 <i>Calicata N° 11</i> .....	45
Tabla 14 <i>Calicata N° 12</i> .....	46
Tabla 15 <i>Calicata N° 13</i> .....	47
Tabla 16 <i>Calicata N° 14</i> .....	48
Tabla 17 <i>Análisis de Calicatas</i> .....	49
Tabla 18 <i>Coordenadas del frente de explotación (UTM-WGS-84)</i> .....	50
Tabla 19 <i>Coordenadas zona posterior del área de estudio (UTM-WGS-84)</i> .....	50
Tabla 20 <i>Volúmenes parciales de material deletéreo</i> .....	53
Tabla 21 <i>Volúmenes parciales de material Arena</i> .....	55
Tabla 22 <i>Volúmenes parciales de material Agregados</i> .....	57
Tabla 23 <i>Tiempos del ciclo de extracción</i> .....	59
Tabla 24 <i>Tiempos del ciclo de acarreo</i> .....	60
Tabla 25 <i>Tiempos del ciclo de apilamiento</i> .....	61
Tabla 26 <i>Tiempos del ciclo de carguío</i> .....	62
Tabla 27 <i>Ingresos de la cantera Benavides</i> .....	64
Tabla 28 <i>Egresos de la cantera Benavides</i> .....	65
Tabla 29 <i>Egresos generados tras la aplicación del Plan de Optimización</i> .....	71

## Índice de figuras

<i>Figura 1 Plano Topográfico de la Cantera Benavides .....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 3 Topografía del área de explotación .....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 4 Modelamiento de estratos en RecMin .....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 5: Cálculo de Volúmenes mediante el método perfiles- RecMin.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 6: Material Deletéreo .....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 7: Reservas Arena.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 8: Reservas Agregados .....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 9: Desbroce .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 10: Extracción .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 11: Acarreo.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 12: Apilamiento .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 13: Carguío .....</i>	<i>70</i>

## RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo por finalidad evaluar y optimizar las operaciones extractivas para reducir los costos de explotación de la cantera Benavides. La investigación surgió de la observación de un problema vinculado a ¿Cómo se puede lograr la reducción de los costos de explotación en la cantera Benavides – Ferreñafe?, para dicha investigación se buscó trabajar con una muestra constituida por las actividades extractivas de la cantera Benavides perteneciente a la empresa Astramacon 04 de Mayo, en las cuales se realizaron una estrategia de optimización con el fin de reducir los costos de explotación, incrementando así su utilidad, utilizando como tipo y diseño de investigación cuantitativa con el diseño no experimental descriptivo o transaccional. Así mismo, para el recojo de información se utilizaron métodos como es el analítico y sistémico y técnicas de investigación documental y de campo como la entrevista y la observación directa junto a instrumentos empleados como guías de observación para el reconocimiento de área, coordenadas de la cantera, análisis de calicatas y análisis de las operaciones extractivas; análisis documental para la geología y la entrevista para la evaluación de egresos e ingresos, además, se utilizaron los programas ArcGis y RecMin. Toda esta metodología le da a este informe de investigación el respaldo, sustento y seriedad respectiva. Finalmente, se obtuvo como resultados que el plan de optimización desarrollado con el propósito de trazar la correcta realización de las actividades extractivas de la cantera Benavides, buscando aprovechar al máximo los recursos con los que se cuentan, minimizando los gastos e incrementando su utilidad para el concesionario, obtiene una utilidad mensual de S/.26,044.80, todos estos resultados se presentan por medio de guías y tablas enumeradas, cada una con sus respectivos análisis que contribuyeron a comprobar la hipótesis, si se realiza la evaluación y optimización de las operaciones extractivas entonces se logrará la reducción de costos de explotación de la cantera Benavides – Ferreñafe, todo este trabajo permitió concluir que un plan de optimización desarrollado siguiendo los lineamientos establecidos para una correcta identificación de factores favorables y desfavorables que contribuyan a su elaboración, ayudará a la correcta realización de las actividades extractivas, beneficiando al concesionario al reducir los egresos y aumentar su rentabilidad.

**Palabras clave:** Actividades extractivas, Plan de optimización, Reducción de costos.

## ABSTRACT

The purpose of this research report was to evaluate and optimize extractive operations to reduce the operating costs of the Benavides quarry. The investigation arose from the observation of a problem linked to How can the reduction of operating costs be achieved in the Benavides - Ferreñafe quarry? For this research, it was sought to work with a sample constituted by the extractive activities of the Benavides quarry belonging to the company Astramacon 04 de Mayo, in which an optimization strategy was carried out in order to reduce operating costs, thus increasing its utility, using quantitative research type and design with the non-experimental descriptive or transactional design.

Likewise, for the collection of information, methods such as analytical and systemic and documentary and field research techniques such as interview and direct observation were used together with instruments used as observation guides for area recognition, coordinates of the quarry , analysis of pits and analysis of extractive operations; documentary analysis for geology and the interview for the evaluation of expenditures and income, in addition, ArcGis and RecMin programs were used.

All this methodology gives this research report the support, sustenance and seriousness. Finally, it was obtained as results that the optimization plan developed with the purpose of mapping the correct realization of the extractive activities of the Benavides quarry, seeking to make the most of the resources that are counted, minimizing the expenses and increasing its usefulness for the concessionaire, obtains a monthly profit of S / .26,044.80, all these results are presented through guides and tables listed, each with their respective analyzes that contributed to verify the hypothesis, if the evaluation and optimization of extractive operations is carried out then the reduction of operating costs of the Benavides - Ferreñafe quarry will be achieved, all this work allowed us to conclude that an optimization plan developed following the established guidelines for a correct identification of favorable and unfavorable factors that contribute to its elaboration, will help the correct realization of extractivities active, benefiting the concessionaire by reducing expenses and increasing profitability.

**Keywords:** Extractive activities, optimization plan, costs reduction.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1.REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Actualmente las bases que brindan una estabilidad económica al Perú se deben a la geografía que este presenta, siendo la minería una de las industrias más desarrolladas, y más atractivas para inversionistas externos.

En el departamento de Lambayeque las actividades mineras se limitan a la extracción de minerales no metálicos, estos recursos se concentran en los distritos de Manuel Antonio Mesones Muro, Pátapo, Mórrope, Chongoyape y Zaña.

#### **1.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL**

Tomando como base las investigaciones internacionales previas cuya realidad problemática abarque una situación similar a la de la presente investigación tenemos:

Perpiñán (2014) menciona que “La minería en canteras de materiales de construcción esta asociadas a procesos interrumpidos en donde hay presentes tiempo muertos que disminuyen la eficiencia de los equipos” (p.16).

Las actividades extractivas que se realizan en el área de canteras se encuentran sujetas a los tiempos muertos, más aun cuando es pequeña minería, en la zona de Manuel Antonio Mesones Muro la explotación de materiales pétreos se realiza basada en el conocimiento empírico que poseen los trabajadores de las canteras ya que no cuentan con estudios específicos sobre la actividad, haciendo de esta, lenta y deficiente.

Este proyecto tienen por objeto el estudio de la viabilidad, tanto económica como técnica, de la explotación de una cantera de calizas, pertenecientes a la formación geológica Calizas del Páramo [...] El proyecto de explotación plantea la extracción de un volumen total de material del orden de 32,85 Mt.

Atendiendo a la cifra de reservas explotables y al ritmo de producción anual previsto (Moreno, 2015, p. 14).

Para realizar la optimización de las operaciones extractivas, es necesario realizar una evaluación previa de como se está llevando a cabo la explotación, así mismo se debe tener en cuenta la producción requerida y las reservas minerales con las que se cuenta, logrando plantear una estrategia de producción óptima.

La cantera de Touro (A Coruña) es una explotación a cielo abierto de la que se extraen anfibolitas y esquistos para su uso como árido de machaqueo.[...] se identificaron las variedades litológicas presentes en los frentes de extracción y se estudió su dureza superficial, porosidad [...] A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que la textura, tamaño de grano, porosidad y dureza superficial, son los mejores indicadores de la calidad de los materiales y se propone un sistema de sectorización de los frentes de explotación para un mejor aprovechamiento de los recursos geológicos y un control adecuado de la calidad del producto final en cantera (Pérez, Castiñeiras y Varas, 2017, p.1).

Como los autores expresan es de suma importancia realizar un análisis de las características que presentan los materiales que son extraídos en la cantera Benavides, con la finalidad de determinar la calidad de estos; así mismo se debe identificar la procedencia y formación geológica de los materiales para tener un estudio detallado, este se realizará mediante la elaboración de mapas geológicos.

Se conoce que el sistema de carga y transporte no se encuentra exitosamente coordinado ya que los equipos que operan la carga y transporte son utilizados según la disposición de la empresa contratada, es decir esta fase de producción no se realiza con los equipos debidamente dimensionado, de lo cual se deriva pérdida de tiempos ya que la secuencia de trabajo no es eficiente; pérdidas económicas, mayor contaminación, debido a la cantidad de viajes extras improductivos en la actualidad (Mina, 2016, p. 38).

En la cantera Benavides también se observa problemas de pérdida de tiempos y recursos en la actividad de carga y transporte, esto se produce debido a que el transporte lo brinda la empresa que compre el material de la cantera. Y las actividades de carga dependen exclusivamente del tiempo, la cantidad de camiones y la capacidad de estos.

Como menciona el autor llevar una evaluación económica de las operaciones extractivas, así como de los ingresos y egresos que se generan en la cantera permitirá realizar una identificación de la utilización de estos de recursos y a la vez optimizar esta, si es necesario, percibiendo mayores ingresos (Guzmán, 2007).

### **1.1.2. A NIVEL NACIONAL**

En las investigaciones a nivel nacional que se enfrasan de acuerdo a la temática a tratar encontramos:

En la región existe una gran variedad de agregados para la construcción en distintas zonas aledañas a poblaciones, pero en la realidad no todos los materiales están dentro de la norma American Society for Testing and Materials, (ASTM). Estas normas son utilizadas y aceptadas mundialmente y abarcan áreas tales como metales, pinturas, plásticos, textiles, petróleo, construcción, energía, el medio ambiente, productos para consumidores, dispositivos y servicios médicos y productos electrónicos (Cornejo, 2015, p. 17).

Así mismo en la Región Lambayeque existen muchas canteras que se encuentran en actividades extractivas, pero pocas son las que se encuentran cumpliendo los estándares de calidad fijados por la norma ASTM, en esta investigación se pretende realizar un análisis de los materiales que se está explotando dentro de la cantera Benavides, con la finalidad de demostrar que se está vendiendo materiales pétreos que cuentan con las características necesarias para poder ser usados dentro del ámbito de construcción, y estos no afectaran de ningún modo a la actividad.

Actualmente la Concesión Santa Rosa 94-1 se ha colocado como el principal productor de Sílice a nivel nacional. A pesar de esto no se viene dando la debida importancia al desarrollo sostenible que debe de presentar el tipo de explotación para esta cantera, lo que involucra el uso racional del agua y la aplicación de nuevas tecnologías que coexisten con el medio ambiente, y las comunidades circundantes al proyecto (Benito y Huamán, 2014, p.26).

La cantera Benavides posee actualmente una carta de clientes significativos debido a la capacidad de explotación con la que cuenta debido a los equipos que posee, sin embargo las forma en que se están llevando las operaciones extractivas no son las más adecuadas, lo que genera una pérdida de tiempo y recursos. Este proyecto se proponer realizar una propuesta de optimización para las actividades extractivas realizadas, logrando potencializar los recursos actuales con los que se cuenta.

Taype (2016) menciona que “Con un diseño adecuado para la explotación de la cantera de agregados se optimizará la extracción incrementándose la productividad y satisfaciendo las necesidades del mercado bajo un control de calidad y controlando los impactos ambientales”. (p. 24)

Actualmente la cantera Benavides se encuentra en actividad extractiva, esta se realiza basada en el conocimiento empírico que tienen tanto concesionario como trabajadores, no siendo necesariamente la más adecuada para realizar una explotación óptima, con la propuesta que se realizara en esta tesis se pretende generar una mejor utilización de recursos y a su vez una optimización de las actividades de explotación.

Al darnos cuenta que al intervenir varias etapas dentro de lo que llamamos producción de agregados tenemos que tener un control más riguroso de los recursos, planificar cada una de estas etapas e implementación, evaluando las necesidades de acuerdo a las características que presente la cantera (Alvarado, 2013, p. 11).

Como el análisis del autor demuestra es de suma importancia que cada una de las actividades que permiten la extracción y clasificación y carguío del material sean controladas de forma minuciosa asegurando así, el óptimo desarrollo de estas, pérdidas de recursos, como de tiempos que son muy valiosos en la industria minera.

Después de haber expuesto las investigaciones previas de otros autores y como se llevaron estas, se expone que la Cantera Benavides es una concesión perteneciente a la empresa Astramacon 04 de Mayo, ubicada en la Región de Lambayeque, Provincia de Ferreñafe, en el distrito de Manuel Antonio Mesones Muro; esta cuenta con un área de 60 Ha y un perímetro de 30,132 metros.

Actualmente se encuentra activa y se extrae afirmado, over, piedra base, hormigón, arena y ripio, la clasificación del material se realiza por medio de zarandas, cuentan con 9 trabajadores entre operarios de maquinaria, supervisor y peones, y 2 equipos alquilados para la extracción, y carguío del material.

Esta cantera se vio perjudicada por el fenómeno del niño del año 2017, el cual trajo consigo una paralización de sus actividades durante un periodo largo, a su vez una pérdida de clientes que hasta el momento no se ha recuperado del todo. Se debe resaltar que actualmente el mercado de materiales pétreos en la región ha disminuido considerablemente, produciendo un decaimiento de sus precios, razón por la cual es indispensable la realización de una optimización en las actividades extractivas, generando una mayor rentabilidad en esta, permitiendo competir con los precios bajos presentados por las empresas que se dedican a la explotación de estos materiales a gran escala.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

### **1.2.1. NIVEL INTERNACIONAL**

Dentro de las investigaciones internacionales relacionadas al tema a tratar dentro de este proyecto, las cuales facilitarían su realización encontramos:

PÉREZ, Ana, CASTIÑEIRAS, Pedro y VARAS, Maria (2017) en la investigación Optimización de la producción de áridos procedentes de canteras con frentes complejos: cantera de Touro, A Coruña (España), mencionan que para poder realizar su plan de optimización fue necesario contar con la seguridad de que el material a extraer se encontraba en condiciones óptimas para ser vendido y trabajado en la construcción, es por ello que se decidió realizar ensayos de laboratorio dentro de los cuales se hicieron análisis petrográficos, ensayos para determinar la absorción de agua a presión atmosférica y determinar la propagación de onda.

GARCÍA, Diego (2015) en la investigación Propuesta de un nuevo diseño para incrementar la producción de una cantera de agregados ubicada en el Estado de México, realizó una descripción detallada de los equipos con los que contaba la cantera, llegando a la conclusión que no era necesario un cambio de estos para lograr una optimización en la producción, ya que con los equipos que se contaba se encontraban completamente operativos y su cambio representaría un gasto innecesario por el momento.

ACEVEDO, Hernán y GUERRA, Roció (2005) en la investigación Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de caliza en la Región Metropolitana, se proponen el realizar un control en cada una de las actividades extractivas, logrando así una disminución de los factores que generaban pérdidas de tiempo dentro de las labores, y a la vez incrementando la rentabilidad dentro de cada una de ellas.

BECERRA, Angélica (2003) en la investigación Proyecto de explotación del yacimiento San Rafael, se propuso el determinar el tipo de material y la naturaleza de este presente en el yacimiento, con la finalidad de realizar una estimación de reservas, concluyendo que era necesario realizar acciones que permitieran la visión directa de la potencia y distribución del yacimiento para poder realizar una buena identificación del material presente, y para estimar reservas determino la aplicación del método de perfiles, mismo que le permitiría la identificación del material de interés.

ORTEGA, Alberto (2013) en la investigación La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles, menciona que para la formación de concreto, los agregados componen alrededor del 80% de este, por lo cual las propiedades que presenten influirán significativamente. Estos agregados provenientes de roca, grava y arena deben pasar por un análisis previo antes de proceder a ser vendidos, el autor decidió tomar muestras de tres canteras de la zona, a las cuales les realizo ensayos de forma, tamaño, textura, limpieza de partícula y solidez.

MEZA, Diego (2017) en la investigación Metodología para el cálculo de reservas en minas a cielo abierto utilizando drones, se planteó como objetivo utilizar las herramientas mas actuales para calcular las reservas de minas a cielo abierto, buscando facilitar esta labor, logrando obtener los volúmenes de la zona propuesta y a la vez demostrando que era posible el cálculo de reservas mediante la utilización de drones, pero que esta traía consigo ciertos inconvenientes, principalmente económicos

TOLEDO, Héctor (2015) en la investigación Desarrollo del proceso de planeación, ejecución y control dentro del área de planeación de planeación de minera la Ciénega de Fresnillo PLC, se propuso realizar un plan para la extracción del material de la mina, buscando que este se desarrolle de manera óptima y se perciba con el una reducción en los costos de extracción, además imponiendo un control constante para cada una de las actividades planeadas.

Ministerio de Minas y Energía (2016) en el proyecto Explotación de materiales de construcción Canteras y materiales de arrastre, menciona que cada actividad minera debe contar con etapas las cuales deben ser estructuradas desde primera instancia, dentro de la etapa de explotación, se deben plantear la serie de procesos a realizar para cumplir con el objetivo de extracción, estos procesos deben ser planeados por un profesional del área, y debe contar con una supervisión constante durante su realización, asegurándose de que se lleve a cabo de la manera más óptima y eficiente.

CORREA, Álvaro (2000) en la investigación Situación actual de la explotación de cantera en el Distrito Capital, menciona que para seleccionar un método de explotación en un yacimiento de agregados es necesario conocer ciertas características de este como la forma, distribución y extensión, así como también la dirección que sigue este, el espesor que posee y la inclinación. Después de conocer esto, se debe tener en cuenta las cantidades que se desean extraer, así como las propiedades que presente el material para poder seleccionar adecuadamente los equipos.

MANTECA, José (1993) en la investigación De la modelización del yacimientos a la producción mineral diaria, menciona que para realizar una estimación de reservas es de suma importancia contar con un previo análisis de la geología de la zona, ayudando a la determinación de los tipos de materiales que se encuentran presentes en la zona de estudio, y definiendo si son de interés económico.

### **1.2.2. NIVEL NACIONAL**

En las investigaciones a nivel nacional ligadas al tema de este proyecto podemos encontrar:

OLARTE, Zuly (2017) en la investigación Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles, se propuso determinar la calidad de los materiales que extraídos de las principales canteras de Andahuaylas, con la

finalidad de dar a conocer a los consumidores las propiedades de estos y como deben ser utilizados adecuadamente para la formación de distintos concretos utilizados en la construcción.

VILCHEZ, Elmer; HUINGO, Wilmer y SOTO, Juan (2017) en la investigación Estimación de Reservas de areniscas para la explotación de la formación Chimú – Shudal, Departamento de Cajamarca, 2017 presentaron como objetivo la realización de una estimación de reservas, para el cual determinaron que era necesario iniciar con la delimitación del área de interés, y además utilizaron el método de secciones verticales para cumplir con su cometido, además hicieron uso de distintos software para facilitar el desarrollo de su objetivo.

FLORES, Nestor (2014) en la investigación Plan de minado de la mina Karin, se propuso realizar un plan de minado el cual contenga el diseño de cada una de las operaciones que se realizan para la explotación del material, la carga, transporte, acarreo y el chancado de los agregados, definiendo que para llegar a su objetivo principal era necesario llevar a cabo un estudio de la geología regional, local; así como la estimación de reservas del área de explotación, con la finalidad de tener toda la información geológica posible del yacimiento.

PIÉROLA, Demetrio (2017) en la investigación Optimización del plan de minado de cantera de caliza la Unión distrito de Baños del Inca – Cajamarca” 2015, plantea que para realizar su objetivo principal el cual es la optimización del plan de minado es de suma importancia contar con estudios de la geomecánica presente en el yacimiento, la determinación de las reservas y contar con un control de las operaciones que se realizan para la extracción del material.

HUARROCC, Pabel (2014) en la investigación Optimización del carguío y acarreo del mineral mediante el uso de indicadores claves de desempeño U.M. Chuco II de la E.M UPKAR MINING S.A.C.; estableció que si se aplicaba un indicador para el desempeño de los trabajadores durante el desarrollo de las actividades extractivas, carguío y

transporte; se logró mejorar la producción, sin necesidad de incrementar los recursos necesarios para que se lleven a cabo las actividades.

SOTO, Guillermo (2015) en la investigación Caracterización de la actividad minera artesanal no metálica en la zona de la carretera Iquitos- Nauta, tuvo por objetivo realizar una caracterización de las operaciones extractivas que se llevan a cabo en minería artesanal no metálica, meta que cumplió mediante la observación de cada una de estas, logrando obtener datos que le permitieron realizar la planificación sostenible del yacimiento.

CANCHUCAJA, Oscar (2007) en la investigación Proyecto de factibilidad de minado 2007 – 2014 de la cantera de yeso San Antonio – Tarma, se propuso desarrollar una explotación de los minerales presentes en la cantera bajo una asesoría profesional, ya que esta se venía realizando de forma empírica y no había tenido un desarrollo completo debido a esto.

CORNELIO, Rene (2008) en la investigación Evolución y verificación de las propiedades de los agregados de las nuevas canteras de Lima, se planteó comprobar que los materiales extraídos de la cantera cumplieran con la Norma técnica Peruana, donde se estipula las características físicas y químicas que deben poseer los agregados para ser utilizados en la formación de concreto, asegurando la buena resistencia de este.

CASTELLANO, Carlos; MAQUE, Artemio y JUN, Yongjin (2015) en la investigación Proyecto de ampliación de operaciones para incrementar la capacidad de producción de una pequeña mina subterránea, se propuso realizar un incremento en la rentabilidad de una mina pequeña, mediante la implementación de una optimización en las operaciones mineras que se realizaban, demostrando que un mayor control en estas, generaría un incremento en la rentabilidad.

### **1.2.3. NIVEL LOCAL**

En las investigaciones a nivel local no se encontró coincidencia entre ellas el desarrollo de este proyecto de investigación.

## **1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **1.3.1. CIENCIAS**

#### **Geología**

“La Geología se define como la rama de las Ciencias Naturales que se ocupa del estudio de la Tierra. Su dominio es el estado inorgánico de la materia” (Varela, 2014, p.13).

Otro autor se refiere a la geología como:

“La geología es la ciencia que investiga los sucesivos cambios que han tenido lugar en los reinos orgánicos e inorgánicos de la naturaleza: investiga las causas de estos cambios y la influencia que han ejercido para modificar la superficie” (Albemarle, 1835, p.1).

La geología es a ciencia que nos permitirá conocer la formación, estructura y composición del yacimiento que estamos estudiando, facilitando así el reconocimiento de los distintos tipos de materiales económicamente explotables.

#### **Petrología**

“El estudio petrográfico trata de estudiar el ensamble mineralógico de las rocas, así como determinar la composición aproximada de ésta” (Portugal, 2000, p.2).

La petrografía permitirá determinar la naturaleza del material que contiene el yacimiento de la cantera Benavides, esta realiza un estudio de manera sistemática, la cual clasifica a las rocas en tres conjuntos entre los cuales encontramos las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.

### **Topografía**

“La Topografía es la ciencia que trata de los principios y métodos utilizados para determinar las posiciones relativas de puntos de la superficie terrestre” (Fuentes, 2012, p.8).

Otra definición brindada por el autor Markoski (2018) es:

“La topografía es una disciplina científica que estudia el segmento de superficies de la tierra. En consecuencia, el tema de estudio de la topografía se refiere a las características de las formas terrestres en relieve” (p.1).

El empleo de la topografía permitirá la elaboración de un plano topográfico del área de estudio, con la finalidad de delimitar y dimensionar las distintas zonas que deben establecerse en una labor de minería no metálica, para su correcta realización de actividad extractiva y favorecimiento de formalización.

La topografía también la define el autor Gámez (2010), como “La Topografía se encarga de medir extensiones de tierra tomando los datos para su representación gráfica en un plano a escala, sus formas y accidentes” (p.13).

### **Estratigrafía:**

“La estratigrafía es la rama de la geología que se ocupa de la formación, composición, secuencia y correlación de las rocas estratificadas” (MacLeod, 2014, p.1).

Esta permite identificar la distribución de los distintos materiales que se encuentran en el yacimiento de interés, facilitando la determinación de las potencias de estos y la estimación de reservas.

### **1.3.2. TEORÍAS**

#### **PLAN DE OPTIMIZACIÓN**

Un plan de optimización para una empresa minera tiene por objetivo principal lograr maximizar y mejorar la productividad, mediante la planeación adecuada de procesos, incrementando así la rentabilidad de la actividad.

Según Piérola (2017):

[...]La secuencia de la explotación debe tener en cuenta la geometría y la calidad del yacimiento para conseguir un flujo constante de mineral a los procesos posteriores. Esto tiene que interrelacionarse con el plan de mantenimiento, la disponibilidad de los equipos debe corresponderse con el plan de la mina. De forma similar, el gasto de capital y los planes financieros deben estar en conexión con esos planes de producción y mantenimiento (p.26).

Dentro de un plan de optimización se debe tener en cuenta a cada una de las operaciones extractivas dentro de la cantera, las cuales deben ser supervisadas con la finalidad de determinar pérdidas de tiempos, y así lograr realizar un plan de optimización que se adecue a la realidad de la zona de estudio.

## **OPERACIONES EXTRACTIVAS**

Según Herrera (2007):

[...] debe fijarse mediante un análisis técnico y económico que justifiquen no solamente las necesidades de maquinaria de arranque, carga y transporte, si no que estas, así como las instalaciones de cantera (especialmente la planta), tengan la suficiente entidad y capacidad para extraer el tonelaje que se prevé (p.15).

Las operaciones extractivas se deben planear de acuerdo a las características que presente la cantera, siempre estas serán diferentes, ya que se adaptan a las necesidades y condiciones presentes.

Dentro de las actividades extractivas existentes en la explotación de canteras encontramos los siguientes ciclos:

### **Explotación:**

La explotación dentro de canteras se puede clasificar de distintas formas de acuerdo a las características del yacimiento que presente y el sentido de excavación que sigamos, encontrando así:

- Avance frontal, es la más usada en canteras ya que reduce la distancia de transporte del material a su destino final, se tienen una mayor accesibilidad al frente de explotación.
- Excavación descendente, usada en yacimientos de gran profundidad, este tipo de explotación permite la restauración del área de explotación al finalizar la actividad, es usada para explotaciones a largo plazo ya que se debe tener definido el talud final.

- Avance lateral, aplicado a canteras reducidas y permite grandes profundidades de excavación.
- Excavación troncocónica, este es un método flexible de excavación, útil para canteras que presente condiciones cambiantes a lo largo de su vida útil.

### **Ciclo de Acarreo**

Este corresponde a la suma de los tiempos que se demore el equipo en maniobrar desde el frente de explotación hasta la zona de apilamiento del material.

### **Ciclo de Carguío**

Este tiempo va a depender del número de cucharadas necesarias para llenar la capacidad del camión que transportará el material, usualmente se ve afectado por factores como experiencia del operario, capacidad de la cuchara y facilidad de maniobra para el llenado y descarga de la cuchara.

### **Ciclo de Transporte**

Este está sujeto al peso del camión destinado para el transporte del material y las condiciones que presente la vía de transporte. Otros factores como la velocidad la que vaya el camión dependerán de la pendiente y las características que presente la vía a recorrer y la velocidad a la que puede ir el camión cargado.

## **COSTOS DE EXPLOTACIÓN**

Según Zapata (2003):

El control de costos es el control de lo gastado y lo valorizado por un proyecto en un periodo, para determinar el margen actual y futuro del proyecto. Para

sistemas de control de costos más completos, es también la proyección de las valorizaciones y los gastos totales del proyecto para estimar el margen total al final del proyecto (p.32).

Para poder obtener la rentabilidad de la actividad minera es necesario realizar un control de costos de la operación así como el de los ingresos de esta. Su función principal de llevar un control de costos, es saber en qué se está gastando o invirtiendo el dinero, y asegurarse de que se puede cubrir los pagos necesarios para continuar con las actividades, sin que se perjudique el dueño y se obtengan ganancias que justifiquen el trabajo realizado.

Dentro de los costos de explotación se debe tener en cuenta:

- Mano de obra, esto incluye las horas trabajadas por el personal, los operarios de maquinaria y los que se encargan de mantenimiento.
- Materiales, aquí se incluye todos los gastos de materiales necesarios para realizar la extracción y clasificación de material.
- Servicios, se incluyen todos los costos de mantenimiento de maquinaria, reparaciones a equipos, alquileres de estos, pagos de luz, agua.
- Provisiones, estos son los pagos que se hacen por los beneficios que tienen los trabajadores.
- Costos de posesión, pagos que se realizan por la permanencia de la cantera.

Dentro de los ingresos se toma en cuenta:

- Venta de materiales, todas las compras de los distintos tipos de material pétreo producido por la cantera.

Para la determinación de las ganancias obtenidas se realiza la siguiente operación:

$$\text{Ganacias mensuales} = \text{Ingresos mensuales} - \text{Egresos mensuales}$$

Tomando en cuenta que cuando hablamos de egresos e ingresos debemos incluir todos los factores mencionados anteriormente.

### **1.3.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

#### **Minería a cielo abierto:**

“Este método se utiliza principalmente en yacimientos de mineral diseminado, y se basa en la extracción de todo el material donde se ubica el mineral. Ello supone mover grandes volúmenes, y, inevitablemente, utilizar equipos de gran capacidad” (Estudios Mineros del Perú S.A.C, 2006, p.45).

#### **Cantera:**

“Canteras es el término genérico que se utiliza para referirse a las explotaciones de rocas industriales, ornamentales y de materiales de construcción” (Herrera, 2007, p. 10).

Este término es generalmente utilizado para referirse a una explotación a cielo abierto abocada a la extracción de rocas ornamentales e industriales, de suma importancia para la construcción, se pueden utilizar distintos métodos para la obtención de estos materiales.

#### **Levantamiento topográfico:**

Son las acciones que se realizan para tomar las medidas necesarias de un área en específico que permitan la realización de un plano topográfico el cual muestre las distintas alturas de este.

**Calicatas:**

Tipo de excavación utilizada para la prospección en la actividad minera, ayuda al reconocimiento geológico y geotécnico ya que permite una observación directa del terreno.

**Estimación de reservas:**

Las reservas son la cantidad de recursos económicamente rentables de los cuales se dispone en un yacimiento.

La estimación de reservas son el conjunto de acciones realizadas para determinar la cantidad de recursos existentes en un yacimiento, a la vez permite identificar la calidad de estos y su distribución.

Entre los métodos existentes para la estimación de reservas podemos encontrar:

- Media Aritmética: Este método consiste en hallar un promedio de potencia del yacimiento mediante la división del área de explotación y la realización de sondajes en estas, llegando así a un resultado promedio.
- Bloques geológicos: Es una variación del método anterior en el cual el área del yacimiento será dividida en bloques, los cuales miden las diferentes potencias del yacimiento en cada uno de estos.
- Bloques de explotación: Es usada en filones, los cuales presentan una potencia baja, este método tienen una aplicación limitada.
- Método de perfiles: Consiste en la elaboración de perfiles geológicos dentro del área de explotación, mediante la realización de calicatas distribuidas estratégicamente, permiten una mejor visualización de cómo se presenta el yacimiento, es sencillo de aplicar y flexible.

- Método de polígonos: Consiste en el seccionamiento en polígonos del área de interés, dentro de los cuales se realizara un sondeo, usados en yacimientos irregulares y de poca precisión.

La estimación de reservas también se apoya del uso de distintos softwares especializados en realizar este trabajo, complementando la información que se puede obtener del campo mediante la aplicación de los distintos métodos mencionados anteriormente.

El autor Ruiz, Jhonny (2015), menciona que:

“Un uso integrado de los software libres con aplicaciones para la minería, RecMin y SGeMS, permite una solución informática, para la estimación de recursos y evaluación de reservas minerales; ahorrando así costos de adquisición de licencias de software comercial” (p. 32).

**Banco:**

Es el escalón que se encuentra entre dos niveles, permite la excavación del material de interés, y sus dimensiones dependen del equipo con el que se cuenta y las características que presente el material.

#### **1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cómo se puede lograr la reducción de los costos de explotación en la cantera Benavides – Ferreñafe?

## **1.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO**

### **a. Social**

Este proyecto de investigación permitió al propietario de la cantera a incrementar sus ganancias, beneficiando a los trabajadores, reflejándose el aumento en sus sueldos, al mismo tiempo generara nuevos puestos de empleos para la comunidad.

### **b. Económico**

El presente trabajo de investigación realizó un análisis y un plan de optimización para las operaciones extractivas generando un incremento en los ingresos de la cantera.

### **c. Tecnológico**

La presente muestra los métodos más innovadores en explotación de canteras, logrando un mayor beneficio económico, y la reducción de costos de extracción.

### **d. Ambiental**

Esta tesis presentará una propuesta para las actividades extractivas, las cuales promuevan el cuidado de la flora y la fauna de la zona, y a la vez optimices sus procesos de explotación.

## **1.6. HIPOTESIS**

Si se realiza la evaluación y optimización de las operaciones extractivas entonces se logrará la reducción de costos de explotación de la cantera Benavides – Ferreñafe.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar y optimizar las operaciones extractivas para reducir los costos de explotación de la cantera Benavides.

### **1.7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- \_ Elaborar un levantamiento topográfico del área de la cantera.
- \_ Analizar las calicatas.
- \_ Estimar las reservas de la cantera Benavides.
- \_ Analizar las operaciones extractivas de la cantera
- \_ Determinar los ingresos y egresos de la cantera para definir la utilidad.
- \_ Realizar el plan de optimización de las operaciones extractivas.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Según la naturaleza de la investigación y los objetivos formulados, el tipo de investigación es cuantitativa con el diseño no experimental descriptivo o transaccional ya que la presente recolectara datos de campo describiendo las operaciones realizadas, trazando un plan de optimización , permitiendo así reducir los costos de explotación en la cantera Benavides – Ferreñafe.

## **2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN**

### **2.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

#### **Evaluación y Optimización de operaciones extractivas**

“Consiste en la utilización de diversas herramientas y maquinas específicas, así como recursos humanos para la obtención de minerales” (Ondo, 2017, p.4).

Las operaciones extractivas son el conjunto de esfuerzos realizados con un fin en común, el cual es extraer de la forma más económica y segura el material de interés.

### **2.2.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

#### **Reducción de costos de explotación**

El control de costos dentro de las operaciones de explotación de una cantera se encuentra sujetas a la inversión en servicios, materiales e insumos requeridos para la extracción del material de interés, además de contabilizar los ingresos de esta, los cuales son generados por las ventas del material producido por la explotación, para lograr hacer de esta actividad rentable es necesario que las ganancias obtenidas por las ventas superen los costos de explotación. Esto generalmente se consigue realizando un plan de explotación estratégico el cual verifique la correcta utilización y aprovechamiento de los recursos requeridos para la realización de la actividad extractiva. (Zapata, 2003)

### 2.2.3. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	Técnica	INSTRUMENTOS
<b>V. I. : Evaluación y Optimización de operaciones extractivas</b>	Topografía	Descripción del área	Técnica de observación directa	Guía de observación de campo
		Levantamiento topográfico		
	Estimación de Reservas	Calicatas	Técnica de observación directa	Guía de observación de campo
		Perfiles estratigráficos		
		Vida útil de la cantera		
	Análisis de las operaciones extractivas	Ciclo de Explotación	Técnica de observación directa	Guía de observación de campo
		Ciclo de acarreo		
		Ciclo de carguío		
		Clasificación del material		
	Plan de optimización	Reestructuramiento de las operaciones extractivas	Técnica de observación directa	Guía de observación de campo
<b>V. D.: Reducción de costos de explotación</b>	Análisis económico	Ingresos	Técnica de observación directa	Entrevista
		Egresos		

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1. POBLACIÓN**

La población de este estudio estuvo constituida por todas las canteras dedicadas a la explotación de materiales industriales, pertenecientes a la zona del distrito Manuel Antonio Mesones Muro.

### **2.3.2. MUESTRA**

La muestra estuvo constituida por las actividades extractivas de la cantera Benavides perteneciente a la empresa Astramacon 04 de Mayo, en las cuales se realizaron una estrategia de optimización con el fin de reducir los costos de explotación, incrementando así su utilidad.

#### **Criterios de inclusión:**

- Actividades realizadas con la finalidad de extraer material industrial dentro de la cantera Benavides
- Recursos empleados para la extracción y clasificación del material industrial de la cantera Benavides.

#### **Criterios de exclusión:**

- Actividades extractivas no pertenecientes a la cantera Benavides.
- Operaciones o funciones cuya responsabilidad recae en los compradores del material industrial de la cantera Benavides.

## **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

Para el presente informe de investigación se utilizaron distintas técnicas de recolección de datos los cuales nos permitirán obtener la información pertinente para el desarrollo de esta.

- **Técnica de investigación documental:** Esta permitió la identificación de investigaciones previas realizadas por autores en un ámbito similar al de la presente investigación, reconociendo su labor mediante las citas textuales y parafraseadas, dándoles la debida mención dentro de las referencias. A la vez brindo un apoyo a la presente, guiando su desarrollo.
- **Técnicas de campo:** Estas permitieron la obtención de datos e información real y sin alteraciones del área de estudio, ya que la información será tomada in situ. Dentro de estas técnicas podemos encontrar a la observación y la entrevista, mismas que fueron usadas dentro del desarrollo del presente proyecto de investigación.

**Técnicas de observación directa:** Esta técnica se utilizó para la toma de datos en el campo, durante los ensayos y pruebas realizadas.

**Técnica de entrevista:** Brindó información de la situación previa al inicio de la investigación, realizándose esta al concesionario de la cantera. Permitiendo conocer los antecedentes en cuanto a desarrollo de las actividades en los últimos años.

- **Instrumentos de recolección de datos:**

**Guías de observación**

- ✓ **Reconocimiento de área:** La siguiente guía tiene como finalidad realizar un reconocimiento de los factores y condiciones en las que se encuentra la cantera Benavides. (Anexo N° 2)
- ✓ **Coordenadas de la cantera:** La siguiente guía tiene como finalidad la obtención de coordenadas para la realización del levantamiento topográfico de la cantera Benavides. (Anexo N° 3)
- ✓ **Calicatas:** La siguiente guía tiene como finalidad la recolección de las coordenadas de calicatas para la estimación de reservas de la cantera Benavides. (Anexo N° 4)
- ✓ **Análisis de Calicatas:** La siguiente guía tiene como finalidad el análisis del perfil estratigráfico de las calicatas de la cantera Benavides.(Anexo N° 5)
- ✓ **Análisis de las operaciones extractivas:** La siguiente guía tiene como finalidad el análisis de las operaciones extractivas realizadas en la cantera Benavides. (Anexos N° 7)

**Análisis documental**

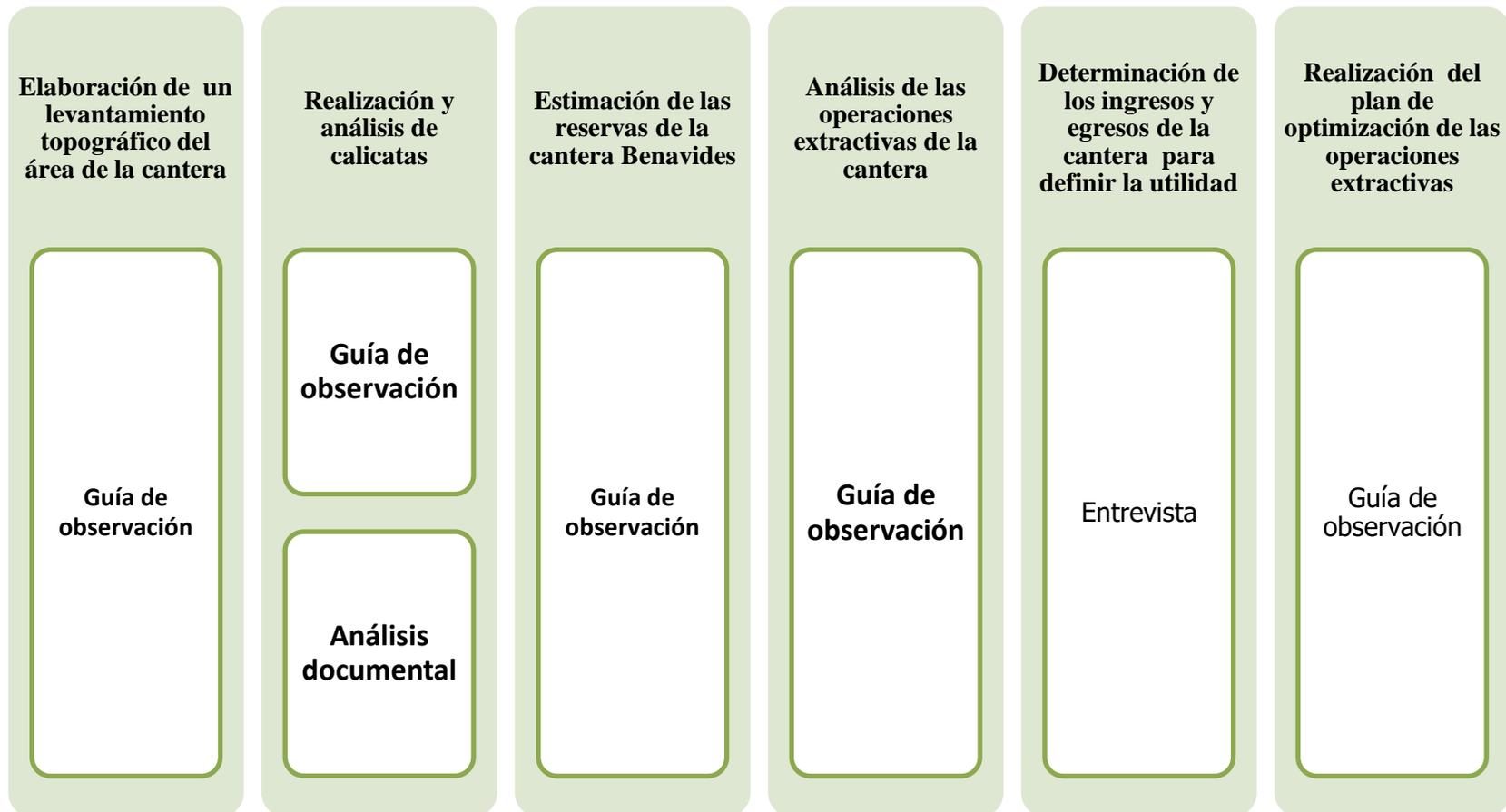
- ✓ **Geología:** La siguiente guía tiene como finalidad la recolección de la información geológica presentada en las calicatas del área de la cantera Benavides. (Anexo N° 6)

## **Entrevista**

- ✓ **Evaluación de Egresos e Ingresos:** La siguiente entrevista tiene por objetivo determinar los principales ingresos y egresos de la cantera Benavides. (Anexo N°8)

## 2.5. PROCEDIMIENTOS

### 2.5.1. DIAGRAMA DE PROCESOS



## 2.5.2. DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

El procedimiento empleado para el desarrollo de la presente tesis fue:

✓ **Elaboración de un levantamiento topográfico del área de la cantera.**

En este objetivo trazado se empleó una guía de observación de campo para la toma de coordenadas de la cantera; mismas que se emplearon en el software ArcGIS para la creación de curvas de nivel y el plano topográfico.

✓ **Realización y análisis de calicatas.**

Durante esta actividad se realizaron la evaluación del material contenido en la cantera, el cual se pudo apreciar mediante la realización de calicatas, la información obtenida fue recopilada en una guía de observación de campo.

✓ **Estimación de las reservas de la cantera Benavides.**

En la estimación de las reservas se utilizó la información obtenida del análisis de las calicatas, junto con la delimitación del área de explotación, los datos obtenidos ayudaron a la realización del modelamiento del yacimiento en el software RecMin, permitiendo el cálculo de reservas probadas.

✓ **Análisis de las operaciones extractivas de la cantera.**

En este objetivo se midió el tiempo empleado en cada una de las actividades de extracción de la cantera Benavides, identificando los factores que causan las pérdidas de tiempo durante su desarrollo, la información obtenida fue registrada en una guía de observación de campo.

- ✓ **Determinación de los ingresos y egresos de la cantera para definir la utilidad.**

Los ingresos y egresos de la cantera Benavides fueron inferidos gracias a la realización de una entrevista al concesionario de la cantera, en la cual se determinó los costos de venta del material y los recursos empleados para cada una de las actividades de extracción.

- ✓ **Realización del plan de optimización de las operaciones extractivas.**

Se desarrolló un plan óptimo para el desarrollo de cada una de las actividades extractivas, mediante el cual se pudo eliminar los factores que incrementaban el costo de la utilización de los recursos, logrando una mayor rentabilidad de la actividad.

## **2.6. MÉTODOS DE ANALISIS DE DATOS**

En el presente proyecto de investigación se llevarán a cabo los siguientes métodos de análisis de datos, logrando realizar una correcta recolección de información a partir de cada instrumento empleado:

**Método Analítico:** Permite el análisis detallado de la información obtenida en los instrumentos realizados, brindándole la atención necesaria cada punto que la conforma.

**Método Sistémico:** Permite la organización adecuada de la información, generando un mejor entendimiento de esta, de forma sistemática iniciando con conceptos básicos hasta llegar a un desarrollo complejo de la investigación.

## 2.7. ASPECTOS ÉTICOS

La presente investigación y la Universidad Cesar Vallejo establecen ciertos aspectos éticos los cuales serán el pilar que apoyarán y estarán presentes durante todo el desarrollo de esta.

**Manejo de fuentes de consulta:** Toda la información presentada en las bases teóricas de la presente investigación, servirán como conocimientos previos los cuales permitan un mejor entendimiento para el desarrollo del proyecto, toda la información brindada pertenece a fuentes bibliográficas confiables, las mismas que serán citadas de manera textual o parafraseada, dándole el debido reconocimiento al investigador de dicha información.

**Claridad en los objetivos de la investigación:** Todos los objetivos propuestos en este proyecto de investigación poseen un único y mismo propósito, el cual es llegar al objetivo principal, tema central de la presente investigación.

**Transparencia de los datos obtenidos:** Todos los datos presentados durante el desarrollo del proyecto serán tomados del área de estudio y por ningún motivo serán alterados o cambiados, buscando que la investigación siga una línea de veracidad y correcta elaboración.

**Confidencialidad:** Todos los datos que se mostrarán en la presente investigación contarán con el permiso del concesionario para poder ser expuestos, y se respetará cualquier pedido de confidencialidad de este si así lo requiere.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL ÁREA DE LA CANTERA

El levantamiento topográfico de la cantera Benavides fue realizado con la ayuda de un GPS Etrex 30, el cual ayudó a la toma de puntos del área de esta, además nos apoyamos del programa ArcGis para su elaboración, y del Modelo de Elevación Digital - DEM disponible en la página GEO GPS Perú, para la realización de las curvas de nivel.

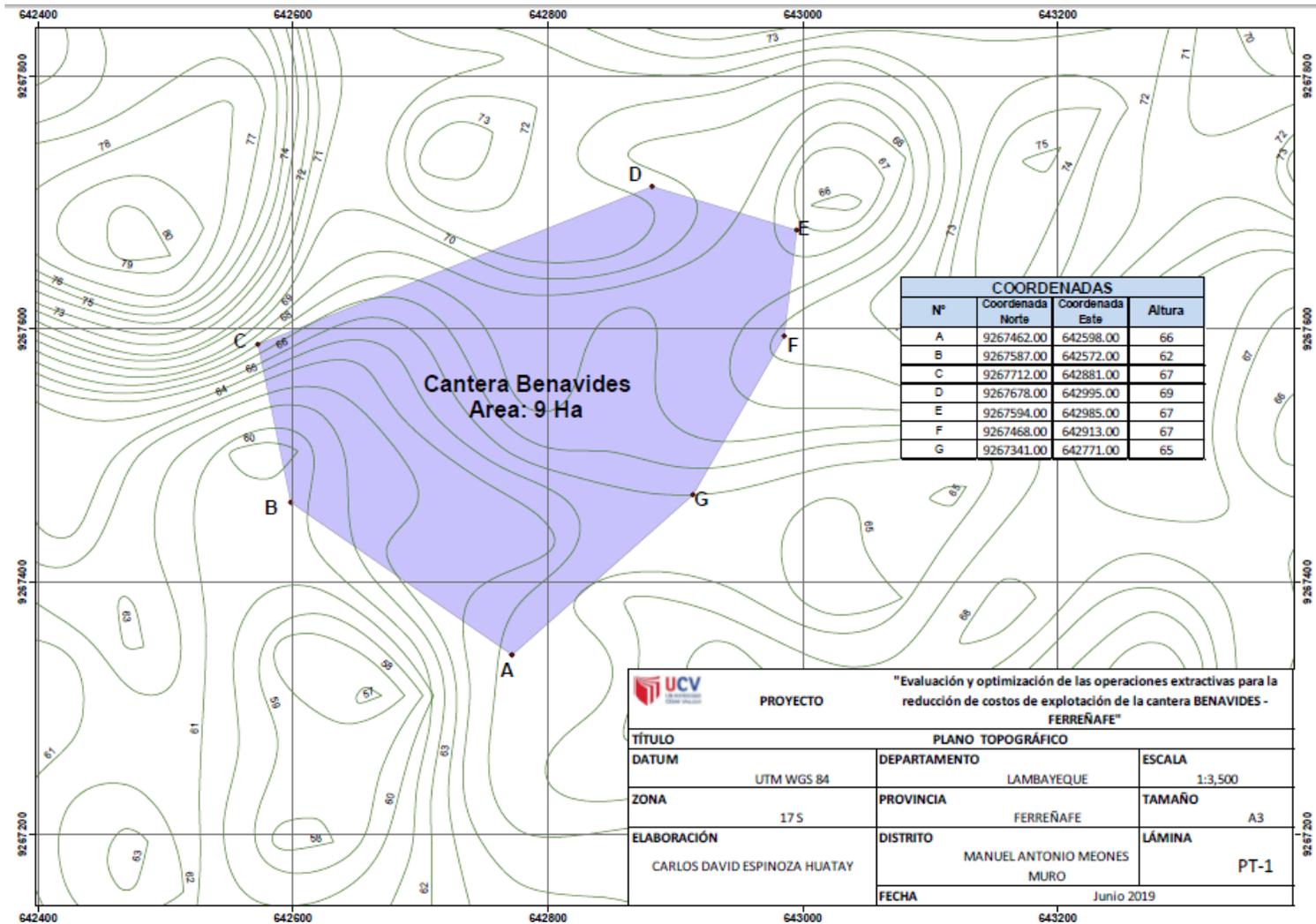
La cantera Benavides actualmente se encuentra en expansión, con un área de 9 Ha, ubicada en las coordenadas:

**Tabla 1** *Coordenadas de la Cantera Benavides*

COORDENADAS UTM (WGS-84)			
N°	Coordenada Norte	Coordenada Este	Altura
A	9267462.00	642598.00	66
B	9267587.00	642572.00	62
C	9267712.00	642881.00	67
D	9267678.00	642995.00	69
E	9267594.00	642985.00	67
F	9267468.00	642913.00	67
G	9267341.00	642771.00	65

**Fuente:** Elaboración Propia

La cantera se encuentra en un área de poca elevación, presentando una altura máxima de 80 msnm y mínima de 58 msnm. Facilitando la realización de las actividades extractivas, como se muestra en el siguiente plano. (**Anexo N° 9**)



**Figura 1 Plano Topográfico de la Cantera Benavides**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2. REALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE CALICATAS

En la cantera Benavides se realizaron 14 Calicatas, tomando como referencia el perfil de extracción realizado por las actividades extractivas, ubicadas en las coordenadas presentadas en el siguiente cuadro:

**Tabla 2 Coordenadas WGS-84**

Coordenadas de Calicatas			
N°	Norte	Este	Altura
01	9267347.00	642768.00	62
02	9267361.00	642758.00	67
03	9267392.00	642769.00	68
04	9267473.00	642732.00	69
05	9267505.00	642724.00	62
06	9267527.00	642745.00	62
07	9267566.00	642739.00	61
08	9267625.00	642735.00	62
09	9267644.00	642799.00	61
10	9267618.00	642820.00	63
11	9267598.00	642820.00	64
12	9267599.00	642920.00	62
13	9267558.00	642934.00	64
14	9267596.00	642982.00	62

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.2.1. Análisis de Calicatas

**Calicata N° 1:** Ubicada en las coordenadas 9267347.00 N y 642768.00 E, con una profundidad de 6.30 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.50 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos; a continuación con 1.50 m de espesor se identificó arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y finalmente con un espesor de 4.30 m se evidencio gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 10**)

**Tabla 3 Calicata N°1**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 1	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642768 y:9267347 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.30		0.50	Material Deletéreo (Restos orgánicos)
		1.50	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		4.30	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Calicata N° 2:** Ubicada en las coordenadas 9267361.00 N y 642758.00 E, con una profundidad de 6.10 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.60 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos; a continuación con 2.00 m de espesor se identificó gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad, seguido de 0.50 m de arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y finalmente con un espesor de 3.00 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 11**)

**Tabla 4 Calicata N°2**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 2	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642758 y:9267361 z:71
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.10		0.60	Material Deletéreo (Restos orgánicos)
		2.00	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad
		0.50	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		3.00	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Calicata N° 3:** Ubicada en las coordenadas 9267392.00 N y 642769.00 E, con una profundidad de 5.45 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.20 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos; a continuación con 2.00 m de espesor se identificó gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad, seguido de 0.80 m de arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y finalmente con un espesor de 2.45 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (Anexo N° 12)

**Tabla 5 Calicata N°3**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 3	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642769 y:9267392 z:68
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
5.45		0.20	Material Deletéreo
		2.00	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad
		0.80	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		2.45	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Calicata N° 4:** Ubicada en las coordenadas 9267473.00 N y 642732.00 E, con una profundidad de 6.00 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.23 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos; a continuación con 1.00 m de espesor se identificó arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y finalmente con un espesor de 4.77 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (Anexo N° 13)

**Tabla 6 Calicata N° 4**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 4	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642732 y:9267473 z:70
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.00		0.23	Material Deletéreo
		1.00	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		4.77	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Calicata N° 5:** Ubicada en las coordenadas 9267505.00 N y 642724.00 E, con una profundidad de 4.60 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.30 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos; a continuación con 0.70 m de espesor se identificó arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y finalmente con un espesor de 3.60 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 14**)

**Tabla 7 Calicata N° 5**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 5	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642724 y:9267505 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
4.60		0.30	Material Deletéreo
		0.70	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		3.60	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Calicata N° 6:** Ubicada en las coordenadas 9267527.00 N y 642745.00 E, con una profundidad de 4.40 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.30 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos; a continuación con 0.70 m de espesor se identificó arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y finalmente con un espesor de 3.40 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (Anexo N° 15)

**Tabla 8 Calicata N°6**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 6	Situación: Cantera Benavides.	Coordendas	x:642745 y:9267527 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
4.40		0.30	Material Deletéreo
		0.70	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		3.40	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Calicata N° 7:** Ubicada en las coordenadas 9267566.00 N y 642739.00 E, con una profundidad de 6.00 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.20 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos; a continuación con 1.00 m de espesor se identificó arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y finalmente con un espesor de 4.80 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 16**)

**Tabla 9 Calicata N°7**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 7	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642739 y:9267566 z:71
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.00		0.20	Material Deletéreo
		1.00	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		4.80	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Calicata N° 8:** Ubicada en las coordenadas 9267625.00 N y 642735.00 E, con una profundidad de 8.00 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.50 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos; a continuación con 1.20 m de espesor se identificó arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y finalmente con un espesor de 5.30 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (Anexo N° 17)

**Tabla 10 Calicata N°8**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 8	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642735 y:9267625 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
8.00		0.50	Material Deletéreo (Restos orgánicos)
		1.20	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		5.30	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Calicata N° 9:** Ubicada en las coordenadas 9267644.00 N y 642799.00 E, con una profundidad de 6.40 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.10 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos; a continuación con 1.00 m de espesor se identificó arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y finalmente con un espesor de 5.30 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 18**)

**Tabla 11 Calicata N° 9**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 9	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642799 y:9267644 z:71
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.40		<del>0.10</del>	Material Deletéreo
		1.00	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		5.30	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Calicata N° 10:** Ubicada en las coordenadas 9267618.00 N y 642820.00 E, con una profundidad de 8.10 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.20 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos; a continuación con 1.90 m de espesor se identificó arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y finalmente con un espesor de 6.00 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (Anexo N° 19)

**Tabla 12 Calicata N° 10**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 10	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642804 y:9267618 z:73
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
8.10		0.20	Material Deletéreo
		1.90	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		6.00	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Calicata N° 11:** Ubicada en las coordenadas 9267598.00 N y 642820.00 E, con una profundidad de 7.20 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.20 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos y con un espesor de 7.00 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 20**)

**Tabla 13 Calicata N° 11**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 11	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642820 y:9267598 z:74
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
7.20		0.20	Material Deletéreo
		7.00	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Calicata N° 12:** Ubicada en las coordenadas 9267599.00 N y 642920.00 E, con una profundidad de 6.70 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.30 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos y con un espesor de 6.40 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 21**)

**Tabla 14 Calicata N° 12**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 12	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642920 y:9267599 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.70		0.30	Material Deletéreo
		6.40	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Calicata N° 13:** Ubicada en las coordenadas 9267558.00 N y 642934.00 E, con una profundidad de 7.00 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.30 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos y con un espesor de 6.70 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 22**)

**Tabla 15 Calicata N° 13**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 13	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642934 y:9267558 z:74
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
7.00		0.30	Material Deletéreo
		6.70	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Calicata N° 14:** Ubicada en las coordenadas 9267596.00 N y 642982.00 E, con una profundidad de 7.00 m, se pudo observar desde la superficie hasta los 0.30 m de profundidad la presencia de material deletéreo con restos orgánicos y con un espesor de 6.70 m se evidenció gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad. (**Anexo N° 23**)

**Tabla 16 Calicata N° 14**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 14	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642982 y:9267596 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
7.00		0.30	Material Deletéreo
		6.70	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. ESTIMAR LAS RESERVAS DE LA CANTERA BENAVIDES

Para la realización de la estimación de reservas de la cantera Benavides, nos apoyamos del plano topográfico realizado en el programa ArcGis y del análisis de las calicatas mostrado en el siguiente cuadro:

**Tabla 17 *Análisis de Calicatas***

<b>Resumen del análisis de calicatas</b>	
<b>Material</b>	<b>Profundidad (m)</b>
Deletéreo	0.3
Arena	1
Agregado	5.3

**Fuente:** Elaboración Propia

Así mismo se tomaron puntos que rodean el área de expansión de la cantera, con el fin de modelar el área disponible para la explotación y por ende el área de las reservas disponibles, como se observa en los siguientes cuadros:

Frente de área de explotación:

**Tabla 18** *Coordenadas del frente de explotación (UTM-WGS-84)*

<b>Coordenadas del Frente de Explotación</b>		
<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Atura</b>
9267347.00	642768.00	62
9267361.00	642758.00	67
9267392.00	642769.00	68
9267473.00	642732.00	69
9267505.00	642724.00	62
9267527.00	642745.00	62
9267566.00	642739.00	61
9267625.00	642735.00	62
9267644.00	642799.00	61
9267618.00	642820.00	63
9267598.00	642820.00	64
9267599.00	642920.00	62
9267558.00	642934.00	64
9267596.00	642982.00	62

**Fuente:** Elaboración Propia

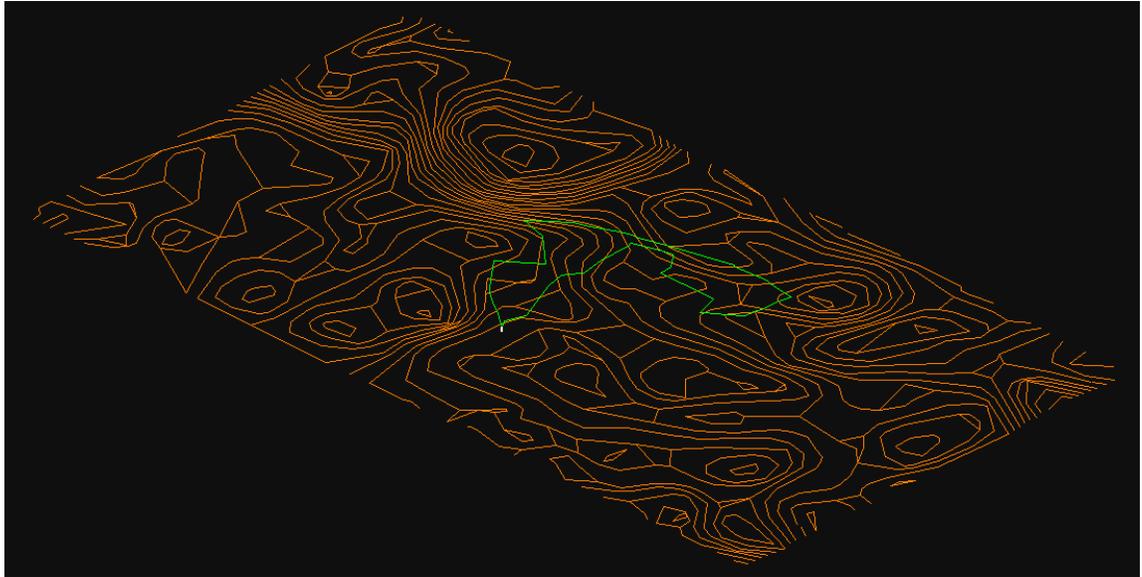
Parte posterior de la zona de estudio:

**Tabla 19** *Coordenadas zona posterior del área de estudio (UTM-WGS-84)*

<b>Coordenadas de la zona posterior del área de estudio</b>		
<b>Norte</b>	<b>Este</b>	<b>Altura</b>
9267678	642989	70
9267684	642938	69
9267680	642879	69
9267662	642808	67
9267643	642718	68
9267613	642639	69
9267573	642585	68
9267562	642630	65
9267512	642686	66
9267471	642629	66
9267408	642683	64

**Fuente:** Elaboración Propia

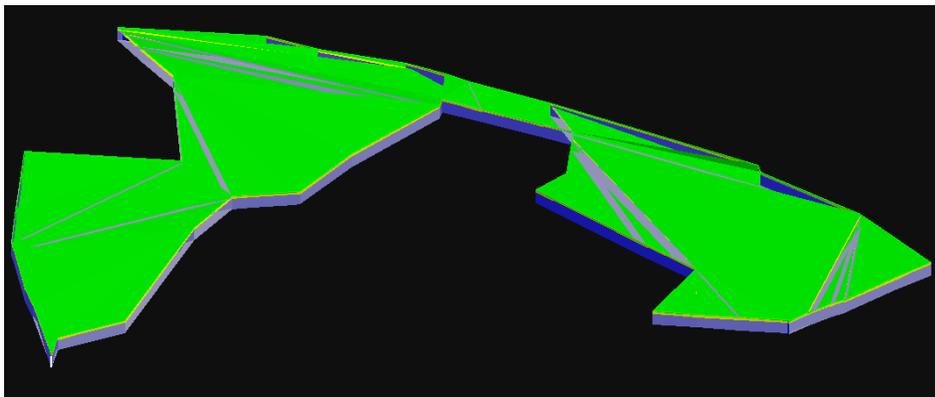
Posteriormente toda esta información fue vaciada al software RecMin, donde se pudo visualizar la zona a explotar:



***Figura 2 Topografía del área de explotación***

**Fuente:** Elaboración Propia

Una vez definido los límites de la zona a explotar y con información de los análisis de las calicatas, con las herramientas líneas y triángulos de RecMin, se procedió a modelar los estratos de material con sus respectivas geometrías y distancias. Para que se pueda apreciar mucho mejor los estratos del material modelado, se desactivó las superficie de las curvas de nivel.



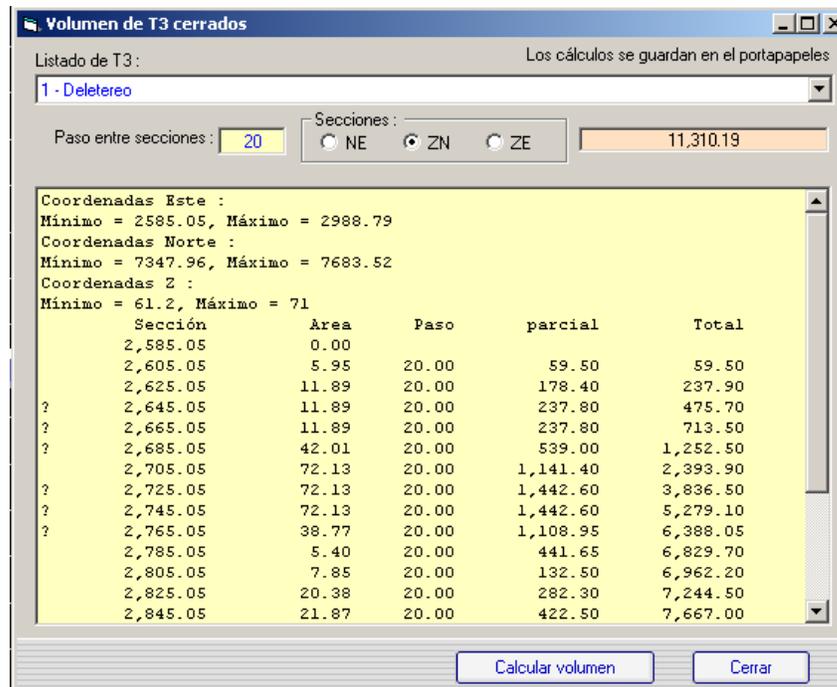
***Figura 3 Modelamiento de estratos en RecMin***

**Fuente:** Elaboración Propia

Según el análisis de las calicatas realizadas en campo, se puede apreciar que la cantera cuenta con tres estratos definidos, los cuales son, una capa de 0.30 m de material deletéreo, una capa de 1.00 m de arena y finalmente 5.30 m de agregados.

Definidos los bloques de material presentes en el área de estudio, se procedió al cálculo de reservas, para esto se utilizó la herramienta “Volumen de T3 cerrado” del software RecMin, el cual, mediante el método de las secciones, discretizó el cuerpo del material en una serie de secciones espaciadas por una distancia determinada, haciendo más preciso el cálculo de los volúmenes que se encuentran entre estas secciones y la suma de todos estos permitieron la obtención de un volumen total (Anexos N° 24, 25 y 26).

En la figura mostrada a continuación se aprecia el cálculo del volumen para el material deletéreo mediante el método de los perfiles, tomando una sección de 20 metros, este procedimiento fue aplicado del mismo modo para los dos materiales restantes.



**Figura 4: Cálculo de Volúmenes mediante el método perfiles- RecMin**

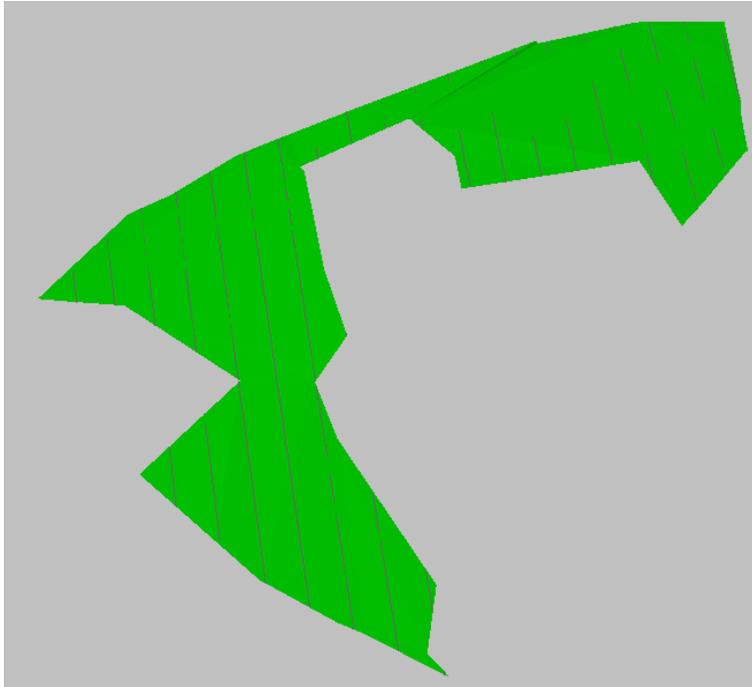
Fuente: Software RecMin

**Material Deletéreo:** Después de dividir el área de estudio en secciones de 20 m, se obtuvo 11,310.19 m<sup>3</sup> de material deletéreo.

**Tabla 20 Volúmenes parciales de material deletéreo**

Sección	Área	Distancia entre sección	parcial	Total
2,585.05	0			
2,605.05	5.95	20	59.5	59.5
2,625.05	11.89	20	178.4	237.9
2,645.05	11.89	20	237.8	475.7
2,665.05	11.89	20	237.8	713.5
2,685.05	42.01	20	539	1,252.50
2,705.05	72.13	20	1,141.40	2,393.90
2,725.05	72.13	20	1,442.60	3,836.50
2,745.05	72.13	20	1,442.60	5,279.10
2,765.05	38.77	20	1,108.95	6,388.05
2,785.05	5.4	20	441.65	6,829.70
2,805.05	7.85	20	132.5	6,962.20
2,825.05	20.38	20	282.3	7,244.50
2,845.05	21.87	20	422.5	7,667.00
2,865.05	23.09	20	449.6	8,116.60
2,885.05	23.91	20	470	8,586.60
2,905.05	24.29	20	482	9,068.60
2,925.05	28.24	20	525.3	9,593.90
2,945.05	34.33	20	625.7	10,219.60
2,965.05	28.64	20	629.7	10,849.30
2,985.05	14.7	20	433.4	11,282.70
2,988.79	0	3.74	27.49	11,310.19

**Fuente:** Elaboración Propia.



***Figura 5: Material Deletéreo***

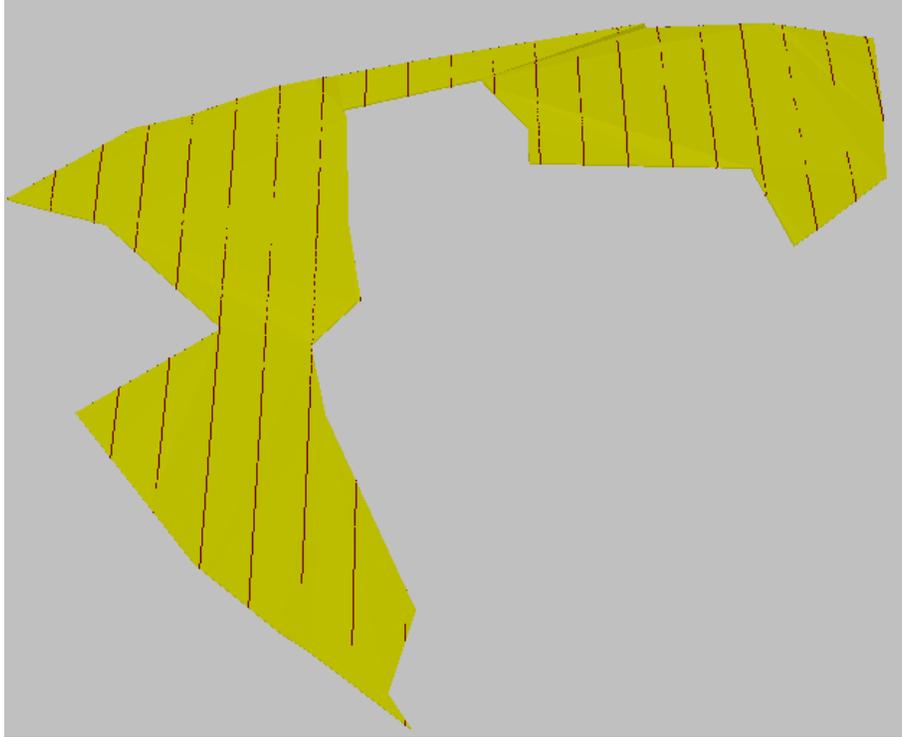
**Fuente:** Elaboración Propia

**Arena:** Se dividió el área de estudio en secciones de 20 m, obteniendo unas reservas de arena de 38,487.80 m<sup>3</sup>.

**Tabla 21 Volúmenes parciales de material Arena**

Sección	Área	Distancia entre sección	parcial	Total
2,585.05	0			
2,605.05	19.87	20	198.7	198.7
2,625.05	39.75	20	596.2	794.9
2,645.05	39.75	20	795	1,589.90
2,665.05	39.75	20	795	2,384.90
2,685.05	143.48	20	1,832.30	4,217.20
2,705.05	247.21	20	3,906.90	8,124.10
2,725.05	247.21	20	4,944.20	13,068.30
2,745.05	247.21	20	4,944.20	18,012.50
2,765.05	132.85	20	3,800.55	21,813.05
2,785.05	18.48	20	1,513.25	23,326.30
2,805.05	26.64	20	451.2	23,777.50
2,825.05	68.82	20	954.6	24,732.10
2,845.05	73.17	20	1,419.90	26,152.00
2,865.05	77.64	20	1,508.10	27,660.10
2,885.05	80.99	20	1,586.30	29,246.40
2,905.05	82.35	20	1,633.40	30,879.80
2,925.05	97.13	20	1,794.80	32,674.60
2,945.05	116.1	20	2,132.30	34,806.90
2,965.05	96.51	20	2,126.10	36,933.00
2,985.05	49.68	20	1,461.90	38,394.90
2,988.79	0	3.74	92.9	38,487.80

**Fuente:** Elaboración Propia



***Figura 6: Reservas Arena***

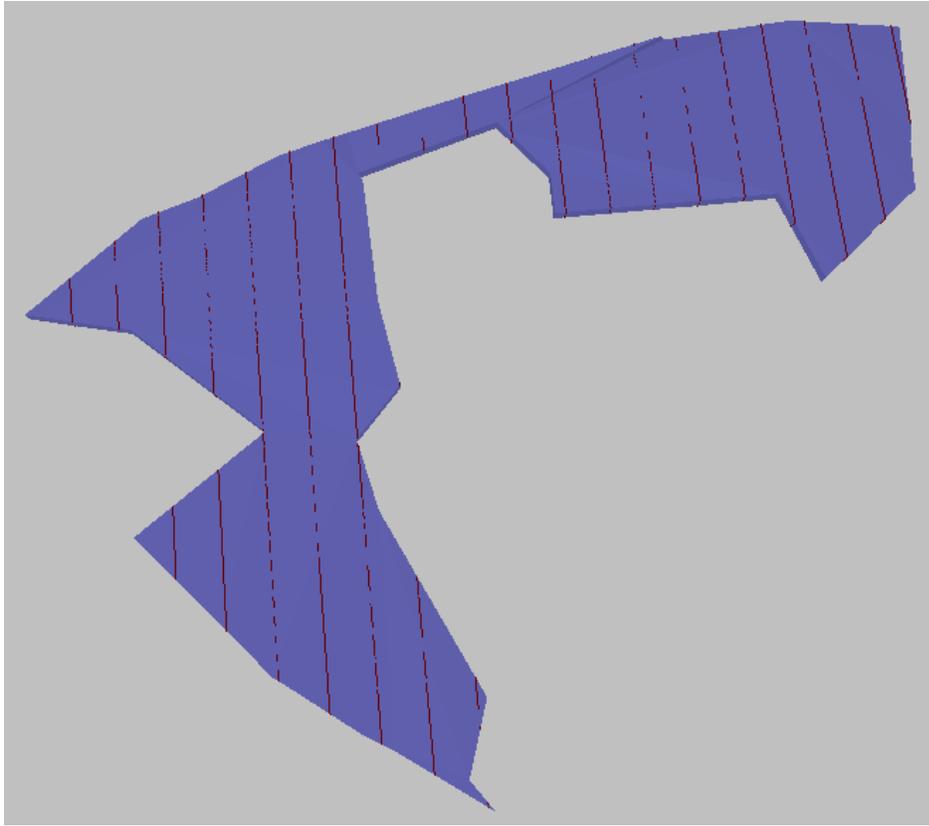
**Fuente:** Elaboración Propia

**Agregado:** Se dividió el área de estudio en secciones de 20 m, obteniendo unas reservas de agregados de 204,180.30 m<sup>3</sup>

**Tabla 22 Volúmenes parciales de material Agregados**

Sección	Área	Distancia entre sección	parcial	Total
2,585.05	0			
2,605.05	105.29	20	1,052.90	1,052.90
2,625.05	210.44	20	3,157.30	4,210.20
2,645.05	210.44	20	4,208.80	8,419.00
2,665.05	210.44	20	4,208.80	12,627.80
2,685.05	760.42	20	9,708.55	22,336.35
2,705.05	1,310.39	20	20,708.05	43,044.40
2,725.05	1,310.39	20	26,207.80	69,252.20
2,745.05	1,310.39	20	26,207.80	95,460.00
2,765.05	704.17	20	20,145.55	115,605.50
2,785.05	97.94	20	8,021.05	123,626.60
2,805.05	141.19	20	2,391.30	126,017.90
2,825.05	364.52	20	5,057.10	131,075.00
2,845.05	388.64	20	7,531.60	138,606.60
2,865.05	412.61	20	8,012.50	146,619.10
2,885.05	430.01	20	8,426.20	155,045.30
2,905.05	436.08	20	8,660.90	163,706.20
2,925.05	519.83	20	9,559.10	173,265.30
2,945.05	615.47	20	11,353.00	184,618.30
2,965.05	513.62	20	11,290.90	195,909.20
2,985.05	264.1	20	7,777.20	203,686.40
2,988.79	0	3.74	493.87	204,180.30

**Fuente:** Elaboración Propia



***Figura 7: Reservas Agregados***

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.4. ANALIZAR LAS OPERACIONES EXTRACTIVAS DE LA CANTERA

Dentro de los ciclos de trabajo realizados en la cantera encontramos, el de extracción, acarreo, apilamiento y carguío, a continuación se presenta un análisis y medición de tiempo realizado en el área de estudio, con la finalidad de identificar los factores que aumentan los gastos durante su realización, así como aquellos que aumentan los tiempos de los mismos.

**Ciclo de Extracción:** Esta actividad es realizada con una excavadora de cadenas modelo CAT 329D, de capacidad de cuchara de 1.10 m<sup>3</sup>, el tiempo presentado en la siguiente tabla considera el tiempo de extracción del material desde el frente, hasta su descarga en la parte trasera del equipo.

**Tabla 23 Tiempos del ciclo de extracción**

<b>CICLO DE EXTRACCIÓN DE LA CANTERA BENAVIDES</b>						
Equipo	Extracción Directa			Extracción con Desbroce		
	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
CAT 329D	29 seg.	28 seg.	29 seg.	48 seg.	53 seg.	50 seg.

**Fuente:** Elaboración Propia

Las mediciones de tiempo se tomaron en tres oportunidades distintas, buscando una mayor precisión en su medición.

#### **Factores desfavorables identificados durante la realización del ciclo:**

- El equipo se mantienen encendido durante periodos prolongados en los cuales no se encuentra en uso.

- Falta de capacitación al operario.
- Distracción del operario durante la realización de la labor.
- Desorganización durante la realización de la labor de extracción, la cual se ve retrasada por la actividad el desbroce que incluye el traslado del material deletéreo a una zona distinta de donde se deposita el material de interés.

**Ciclo de Acarreo:** Esta actividad es realizada por un cargador modelo Cat 950 H, con una capacidad de cuchara de 3.6 m<sup>3</sup>, los tiempos mostrados en la siguiente tabla son contados desde la carga del material apilado en la zona de explotación, el traslado de este, hasta que son depositados en la zaranda.

**Tabla 24 Tiempos del ciclo de acarreo**

<b>CICLO DE ACARREO DE LA CANTERA BENAVIDES</b>			
Equipo	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
CAT 950H	1 min. 43 seg.	1 min. 30 seg.	1 min 30 seg.

Fuente: Elaboración Propia

Las mediciones de tiempo se tomaron en tres oportunidades distintas, buscando una mayor precisión en su medición.

**Factores desfavorables identificados durante la realización del ciclo:**

- El equipo se mantienen encendido durante periodos prolongados en los cuales no se encuentra en uso.

- La mayor cantidad de tiempo empleada en el ciclo es para el traslado del material, ya que la zaranda se encuentra posicionadas en un lugar de acceso complicado, para el cual el equipo rodea un área grande para llegar hasta ella.
- Falta de orientación profesional en el área.
- Falta de experiencia del operario, ante la maniobrabilidad del equipo.

**Ciclo de apilamiento:** Esta actividad es realizada por un cargador modelo Volvo L90K, con una capacidad de cuchara de 3 m<sup>3</sup>, los tiempos mostrados en la siguiente tabla son contados desde la carga del material zarandeado, el traslado a la zona de apilamiento, hasta la depositación de los mismos.

**Tabla 25 Tiempos del ciclo de apilamiento**

<b>CICLO DE APILAMIENTO DE LA CANTERA BENAVIDES</b>			
Equipo	Tiempo 1	Tiempo 2	Tiempo 3
Volvo L90K	1 min. 7 seg.	1 min. 5 seg.	1 min 10 seg.

**Fuente:** Elaboración Propia

Las mediciones de tiempo se tomaron en tres oportunidades distintas, buscando una mayor precisión en su medición.

**Factores desfavorables identificados durante la realización del ciclo:**

- El equipo se mantienen encendido durante periodos prolongados en los cuales no se encuentra en uso.

- El equipo y el operador se mantienen demasiado cerca de la zaranda durante el zarandeo del material, actividad que representa un riesgo para el operario y el equipo.
- Falta de experiencia del operario, ante la maniobrabilidad del equipo.
- Pérdida de tiempo en el traslado del material, ya que la zona de apilamiento se encuentra innecesariamente alejada de la zona de zarandeo.

**Ciclo de Carguío:** Esta actividad es realizada por un cargador modelo Volvo L90K, con una capacidad de cuchara de 3 m<sup>3</sup>, los tiempos mostrados en la siguiente tabla son contados desde la carga del material apilado, su traslado, hasta la depositación de este en los volquetes.

**Tabla 26 Tiempos del ciclo de carguío**

<b>CICLO DE CARGUÍO DE LA CANTERA BENAVIDES</b>					
<b>Tiempo</b>	<b>Equipo</b>	<b>volquete 1</b>	<b>volquete 2</b>	<b>volquete 3</b>	<b>volquete 4</b>
1	Volvo L90K	35 seg.	33 seg.	34 seg.	40 seg.
2	Volvo L90K	36 seg.	34 seg.	41 seg.	38 seg.
3	Volvo L90K	41 seg.	54 seg.	40 seg.	37 seg.
4	Volvo L90K	37 seg.	38 seg.	35 seg.	40 seg.
5	Volvo L90K	39 seg.	33 seg.	31 seg.	34 seg.
6	Volvo L90K	41 seg.	32 seg.	33 seg.	33 seg.

**Fuente:** Elaboración Propia

Las mediciones de tiempo se tomaron en cuatro oportunidades distintas, buscando una mayor precisión en su medición.

**Factores desfavorables identificados durante la realización del ciclo:**

- El equipo se mantiene encendido durante periodos prolongados en los cuales no se encuentra en uso.
- Falta de experiencia del operario, ante la maniobrabilidad del equipo.
- Distracción del operario durante la realización de la labor.
- Falta de orientación profesional en el área.

### 3.5. EVALUACIÓN DE LOS INGRESOS Y EGRESOS DE LA CANTERA PARA DEFINIR LA UTILIDAD.

Después de analizar cada uno de los ciclos se estableció en las siguientes tablas los ingresos y egresos percibidos por la cantera:

#### Ingresos

Se consideraron exclusivamente la venta de los distintos tipos de materiales extraídos de la cantera, ya que este es el único medio de ingresos que tienen la cantera, siendo sus principales compradores las plantas chancadoras de la región.

**Tabla 27 Ingresos de la cantera Benavides**

Tipo de material	Costo por unidad (soles/m3)	Venta diaria (m3)	Venta semanal (m3)	Venta mensual (m3)	Ganancia diaria (soles)	Ganancia semanal (soles)	Ganancia mensual (soles)
<b>Afirmado</b>	7	300	1,800	7,200	2,100	12,600	50,400
<b>Over</b>	10	200	1,200	4,800	2,000	12,000	48,000
<b>Piedra base</b>	12	100	600	2,400	1,200	7,200	28,800
<b>Hormigón</b>	8	sólo pedido	300	1,200	-	2,400	9,600
<b>Arena</b>	8	sólo pedido	300	1,200	-	2,400	9,600
<b>Ripio</b>	15	sólo pedido	300	1,200	-	4,500	18,000
<b>TOTAL</b>							S/. 164,400.00

Fuente: Elaboración Propia

Las ventas del material en la cantera se han mantenido estables durante todo el años 2018 y parte del 2019, lo cual permite asegurar el presupuesto indicado.

**Egresos:**

Todos los egresos presentados en la siguiente tabla provienen de servicios e insumos que requiere la cantera Benavides para poder realizar sus actividades.

**Tabla 28 Egresos de la cantera Benavides**

<b>EGRESOS DE LA CANTERA</b>			
<b>Items</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unidad (soles)</b>	<b>Costo mensual (soles)</b>
<b>Trabajadores</b>	4 obreros	300/Semanal	4,800
	3 operarios	530/semanal	6,360
<b>Desayuno</b>	7	5	840
<b>Almuerzo</b>	7	6	1,008
<b>Alquiler de maquinaria</b>	2 Cargadores	190/h	72,960
	1 Excavadora	200/h	38,400
<b>Cisterna</b>	1/día	130.0	3120
<b>Gasolina</b>	13.2 gl/h	12 soles/galón	30,412.8
<b>Zaranda</b>	2	6000/anual	1000
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 158,900.80</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

No se consideraron reparaciones de los equipos, ya que al ser alquilados estas son realizadas por el dueño de la maquinaria en sus tiempos correspondientes a su utilización. En cuanto a las Zarandas se renuevan cada seis meses, es por ello que se compran dos por año.

A continuación se elaboró en el programa Project 2013 el presupuesto utilizado en el mes de Junio, mostrando los recursos utilizados y el costo empleado por día para la extracción del material. (**Anexo N° 27**)

**Utilidad:**

Para determinar la utilidad de la cantera Benavides se elaboró un cuadro comparativo de los ingresos y egresos mensuales que se perciben en la actualidad:

<b>CUADRO COMPARATIVO DE LOS INGRESOS Y EGRESOS MENSUALES DE LA CANTERA BENAVIDES</b>	
<b>Ingresos Mensuales</b>	<b>Egresos Mensuales</b>
S/. 164,400.00	S/. 158,900.80

Fuente: Elaboración Propia

La utilidad mensual generada por la cantera es la diferencia entre sus ingresos y egresos mensuales, la cual es de:

$$Utilidad = \text{ingresos mensuales} - \text{egresos mensuales}$$

$$Utilidad = 164,400.00 - 159,100.80$$

$$Utilidad = S/. 5,299.20$$

### 3.6. PLAN DE OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES EXTRACTIVAS

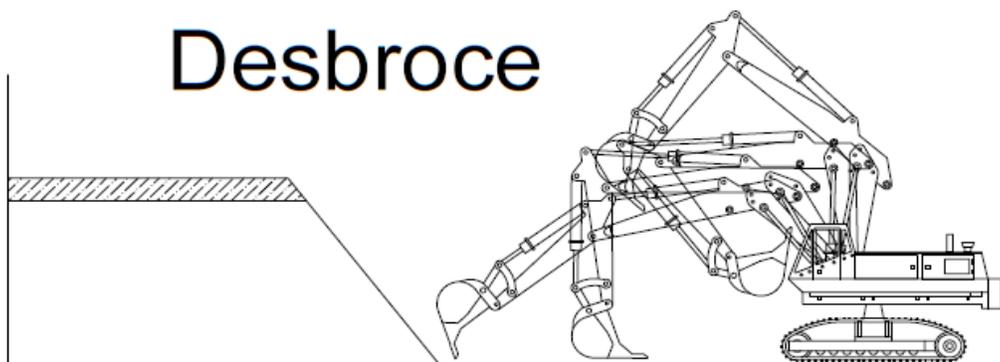
El presente plan fue desarrollado con el propósito de trazar el correcto desarrollo de las actividades extractivas que se realizan en la cantera Benavides. Aquí se describirán cada uno de los procesos buscando aprovechar al máximo los recursos con los que se cuentan, minimizando los gastos e incrementando su utilidad para el concesionario. Dicho beneficio se evidencia en el cuadro de egresos mostrado.

#### **Ciclo de Desbroce:**

Esta actividad se realizará por zonas, previendo las pérdidas de tiempo generadas durante la extracción, al ya encontrarse el material de interés económica expuesto y sin contaminación de restos orgánicos.

Esta labor se realizará con una excavadora de cadenas modelo CAT 329D, de capacidad de cuchara de 1.10 m<sup>3</sup>. El material deletéreo extraído será ubicado momentáneamente en los extremos del área de extracción, este servirá para rellenar las áreas de la cantera terminada la actividad extractiva.

El material será apilado a los alrededores del área de extracción utilizado un cargador modelo Cat 950 H, con una capacidad de cuchara de 3.6 m<sup>3</sup>.

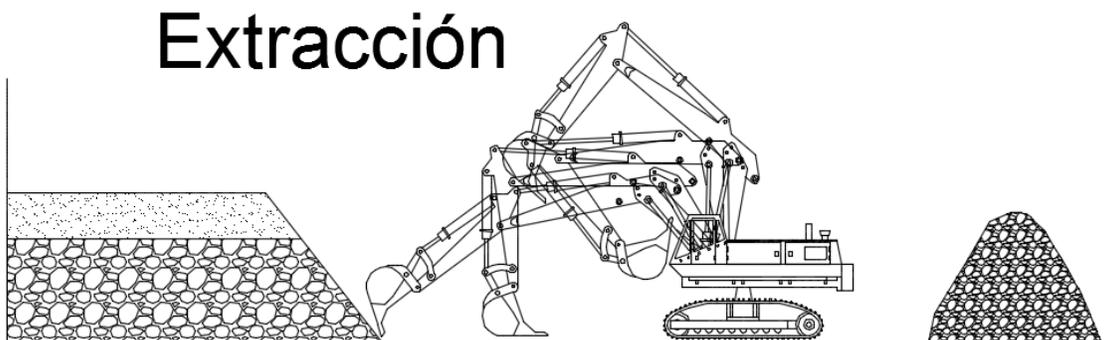


***Figura 8: Desbroce***

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Ciclo de Extracción:**

Esta actividad será realizada utilizando una excavadora de cadenas modelo CAT 329D, de capacidad de cuchara de 1.10 m<sup>3</sup>, el material extraído será apilado de manera momentánea en la parte trasera del equipo, se prevé que la acción se realice de una manera rápida y sin retrasos debido a la labor previa de limpieza del área de extracción.



***Figura 9: Extracción***

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Ciclo de Acarreo:**

Esta actividad será realizada por un cargador modelo Cat 950 H, con una capacidad de cuchara de 3.6 m<sup>3</sup>, y consta en el traslado del material extraído hasta su depositación hasta la zaranda.

Al contar con zarandas móviles permitirá reducir el tiempo de esta labor, disponiendo de esta en el lugar más cercano al frente de explotación que se esté trabajando, reduciendo significativamente el tiempo de la labor.

## Acarreo



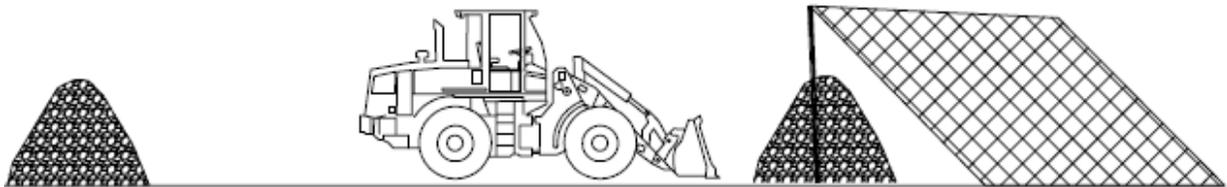
*Figura 10: Acarreo*

Fuente: Elaboración Propia

### **Ciclo de Apilamiento:**

En esta labor se trasladará el material zarandeado a la zona dispuesta para el apilamiento, esta actividad será realizada por un cargador modelo Volvo L90K, con una capacidad de cuchara de 3 m<sup>3</sup>. Para optimizar esta actividad se llevara a cabo un pequeño acondicionamiento de un área cercana a la zaranda para que el apilamiento sea más rápido, esta área será la zona que haya sido previamente explotada, logrando un acceso directo desde la zaranda hasta esta.

## Apilamiento

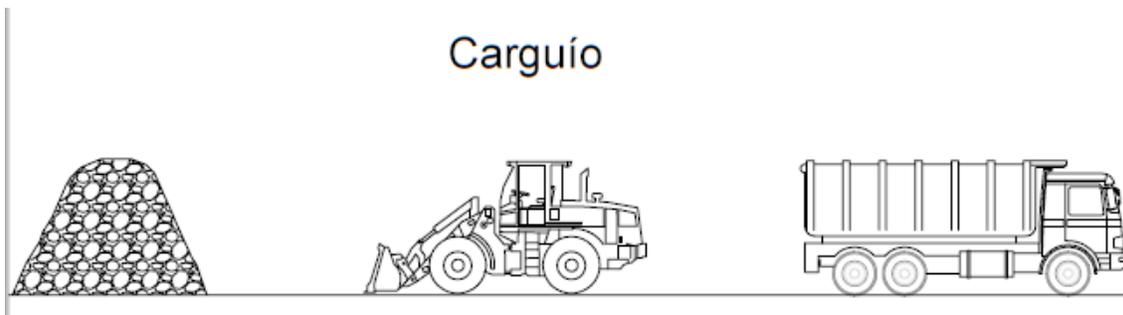


*Figura 11: Apilamiento*

Fuente: Elaboración Propia

### **Ciclo de Carguío:**

Esta labor se realizará con un cargador modelo Volvo L90K, con una capacidad de cuchara de 3 m<sup>3</sup>, para hacer esta actividad más efectiva se planea que durante el ciclo de explotación, el área explotada quede acondicionada para permitir la realización de las actividades de apilamiento, la ubicación de la zaranda y el estacionamiento de los camiones que trasladaran el material, estos se ubicaran cerca del área de apilamiento, reduciendo el tiempo de este ciclo. Ya que el traslado del material depende de las empresas compradoras de material, este plan no cuenta con un ciclo de transporte.



*Figura 12: Carguío*

**Fuente:** Elaboración Propia

### **Evaluación de los egresos**

Después de la aplicación del plan se pretende evidenciar su efectividad en la disminución de los egresos generados por la cantera Benavides, principalmente en la cantidad de horas que se emplean los equipos y la gasolina utilizada por estos, ya que al hacer las actividades de manera rápida y optima, sin generar sobre esfuerzos en los equipos, se logrará el objetivo propuesto.

Tras el análisis de cada uno de los tiempos empleados en los ciclos de extracción, acarreo, apilamiento y carguío, se evidencio que el tiempo que se paga para el alquiler de las maquinarias no es aprovechado del todo, ya que existen tiempo muertos, además

de la permanencia de la maquinaria encendida durante tiempos muertos dentro de los ciclos, o recorridos innecesarios de estas.

Expuesto todo esto se procedió a recalculer los egresos de la cantera, tomando en cuenta la reducción de una hora diaria en el alquiler de las maquinarias y el ahorro de medio galón por hora en cada equipo.

**Tabla 29 Egresos generados tras la aplicación del Plan de Optimización**

<b>EGRESOS DE LA CANTERA</b>			
<b>Items</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unidad (soles)</b>	<b>Costo mensual (soles)</b>
<b>Trabajadores</b>	4 obreros	300/Semanal	4800
	3 operarios	530/semanal	6360
<b>Desayuno</b>	7	5	840
<b>Almuerzo</b>	7	6	1008
<b>Alquiler de maquinaria</b>	2 Cargadores	190/h	63840
	1 Excavadora	200/h	33600
<b>Cisterna</b>	1/dia	130.0	3120
<b>Gasolina</b>	11.7 gl/h	12 soles/galón	23587.2
<b>Zaranda</b>	2	6000/anual	1000
<b>TOTAL</b>			<b>S/. 138,155.20</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Utilidad:**

La utilidad mensual generada por la cantera tras el recalcu de los egresos esperados del Plan de optimización son la diferencia entre los ingresos percibidos actualmente, ya que no se está suponiendo un incremento en las ventas del material y los egresos mensuales mostrados en la tabla anterior, la cual es de:

$$\textit{Utilidad} = \textit{ingresos mensuales} - \textit{egresos mensuales (plan de optimización)}$$

$$\textit{Utilidad} = 164,400.00 - 138,355.20$$

$$\textit{Utilidad} = S/26,044.80$$

Esta utilidad sería posible si la cantera Benavides mantiene el nivel de sus ventas actuales y se implementa una supervisión continua dentro de cada una de las actividades, con la finalidad de que estas se desarrollen según lo planeado.

#### IV. DISCUSIONES

Los resultados mostrados en la investigación lograron comprobar la hipótesis propuesta la cual afirma que al realizar la evaluación y optimización de las operaciones extractivas se iba a lograr la reducción de costos de explotación de la cantera Benavides – Ferreñafe. Esto se evidencio en la comparación de la utilidad generada después de realizado el plan de optimización; así como lo plantea el autor Cornejo (2015) quien asegura que la realización de las actividades extractivas de manera óptima y siguiendo los lineamientos de la normativa ASTM, lograran un bajo costo y un mayor beneficio para la empresa.

La realización de un levantamiento topográfico de la cantera Benavides, ayudo a la determinación y delimitación de las distintas áreas de esta, así como también fue un factor importante para la determinación de las reservas de la cantera, evidenciando mediante la elaboración de un plano topográfico las distintas alturas con las que contaba la zona, el autor Flores (2014) dijo que la topografía de la zona presentaba leves ondulaciones, con una pendiente promedio de 8 - 10 % característica de la faja costera de Lima, muy cerca y al este se aprecia cerros ligeramente abruptos de fácil acceso, haciendo evidente la necesidad de realizar un levantamiento topográfico de las áreas de estudios para un mejor desarrollo de los objetivos.

Las calicatas elaboradas y analizadas en este proyecto, ayudaron a determinar la distribución, y tipos de materiales presentes en la cantera; también permitieron obtener una estimación de la potencia de estos, la cual sirvió para el posterior cálculo de reservas, concordando con el autor Herrera (2007) quien menciona que la elaboración de calicatas es una de las formas más precisas para realizar un cálculo de reservas mediante el método de perfiles dentro de una cantera, ya que estas permiten la observación directa de la composición y potencia de esta.

La estimación de reservas de la Cantera Benavides se realizó con la aplicación del software RecMin, el cual mediante la data obtenida del levantamiento topográfico y

el análisis de las calicatas, permitió un cálculo con mayor precisión de cada tipo de material disponible en esta, este método de estimación de reservas fue elegido, ya que era el más sencillo y adecuado para una estimación en canteras, al no presentarse elevaciones demasiado significativa en el área de estudio. El desarrollo de este objetivo no concuerda con el autor García (2015) quien en su investigación menciona que posee unas reservas de 75 años las cuales han sido realizadas mediante estudios de barrenación, este tipo de estudios suelen ser muy costosos y requieren de equipos especializados para su realización.

El análisis de las operaciones extractivas de la cantera Benavides tienen el propósito de identificar las fallas y pérdidas de tiempo que se generan durante el desarrollo de las actividades, mediante este análisis de cada una de las actividades desarrolladas se logró la realización de un plan óptimo donde todos estos factores identificados se eliminen, logrando una disminución en los egresos. Los investigadores Benito y Huamán (2014) propusieron la reducción de costos de las operaciones extractivas mediante la modernización de equipos, argumentando que la inversión sería recuperada con la mayor producción obtenida, esto no concuerda con la presente investigación ya que en la cantera Benavides se busca la reducción de costos, mas no la renovación de equipos, ya que el plan propuesto se limitará a aprovechar al máximo los recursos disponibles de la empresa.

El autor García (2015), menciona que el dueño de la cantera donde realizo su investigación se mostró reacio a brindarle información con respecto a los precios de venta del material y los egresos generados por las actividades extractivas, dificultando la evaluación de las utilidades, a diferencia del panorama presentado en la presente investigación, donde el concesionario evidencio cada uno de los pagos que realiza y las ventas de material, permitiendo la realización de una tabla de egresos e ingresos, observando que a la actualidad se cuenta con un ingreso mensual de S/. 164,400.00 y un egreso mensual de S/. 159,100.80, registrando un utilidad de S/. 5,299.20.

El plan de optimización realizado, presenta de manera detallada como se deben realizar las actividades extractivas de la cantera Benavides, y se evidencia su efectividad en la tabla de egresos donde se observó una significativa reducción de estos pasando de S/. 159,100.80 a S/. 138,355.20. Los investigadores Benito y Huamán (2014) mencionan que para que un plan de optimización de las actividades extractivas se realice correctamente se debe contar con una supervisión constante, misma de la que se hace referencia en el desarrollo de este objetivo, evidenciando que la realización de las actividades requiere de una supervisión para lograr su desarrollo óptimo.

## V. CONCLUSIONES

- El levantamiento topográfico de la cantera Benavides fue realizado con la ayuda de un GPS modelo Etrex 30, el cual ayudó a la toma de puntos del área de esta, además nos apoyamos del programa ArcGis para su elaboración, y del Modelo de Elevación Digital - DEM disponible en la página GEO GPS Perú, para la realización de las curvas de nivel. La cantera Benavides cuenta con un área de 9 Ha y se encuentra en una zona de poca elevación, presentando una altura máxima de 80 msnm y mínima de 58 msnm.
- En la cantera Benavides se realizaron 14 Calicatas, tomando como referencia el perfil de extracción realizado por las actividades extractivas, en estas se pudo observar la presencia de material deletéreo con restos orgánicos, arena de media a fina con presencia de gravas redondeadas y gravas redondeadas a sub redondeadas en una matriz areno limosa de baja compacidad, con distintas potencias en cada una de ellas.
- La estimación de reservas de la cantera Benavides, fue realizada con el apoyo del plano topográfico realizado en el programa ArcGis y del análisis de las calicatas, se tomaron puntos que rodean el área de expansión de la cantera, con el fin de modelar el área disponible para la explotación y por ende el área de las reservas disponibles. Posteriormente toda esta información fue vaciada al software RecMin en el cual se procedió a modelar los estratos de material con sus respectivas geometrías y distancias; obteniendo 11,310.19 m<sup>3</sup> de material deletéreo, en cuanto a reservas de arena 38,487.80 m<sup>3</sup> y en reservas de agregados, 204,180.30 m<sup>3</sup>.
- Dentro de los ciclos de trabajo realizados en la cantera encontramos, el de extracción, acarreo, apilamiento y carguío, se realizó un análisis y medición de tiempo de cada una de ellas, con la finalidad de identificar los factores que aumentan los gastos durante su ejecución, así como aquellos que aumentan los

tiempos de los mismos, encontrando que; el equipo se mantienen encendido durante periodos prolongados en los cuales no se encuentra en uso, falta de capacitación al operario, distracción del operario durante la realización de la labor y desorganización durante la realización de las labores, entre otras cosas.

- Se establecieron los ingresos y egresos percibidos por la cantera, considerando exclusivamente la venta de los distintos tipos de materiales extraídos de la cantera, ya que este es el único medio de ingresos que tiene esta y todos los egresos provenientes de servicios e insumos que requiere la cantera Benavides para poder realizar sus actividades, obteniendo una utilidad mensual de S/. 5,299.20.
- El plan de optimización fue desarrollado con el propósito de trazar el correcto desarrollo de las actividades extractivas que se realizan en la cantera Benavides. Aquí se describieron cada uno de los procesos buscando aprovechar al máximo los recursos con los que se cuentan, minimizando los gastos e incrementando su utilidad para el concesionario. Dicho beneficio se evidencia en la realización de un nuevo cálculo de los egresos de la cantera, tomando en cuenta la reducción de una hora diaria en el alquiler de las maquinarias y el ahorro de medio galón por hora en cada equipo; obtienen una utilidad mensual de S/.26,044.80.
- El plan de optimización desarrollado siguiendo los lineamientos establecidos para una correcta identificación de factores favorables y desfavorables que contribuyan a su elaboración, permitió la reducción de los egresos y el aumento de la rentabilidad de la cantera

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para investigaciones futuras se recomienda la realización de ensayos que brinden información de las características geomecánicas del material extraído de la cantera, con la finalidad de profundizar en esta investigación.
- Se recomienda al concesionario de la Cantera Benavides desarrollar el plan de optimización propuesta dentro de la presente investigación, mismo que generara un incremento de utilidad dentro de sus actividades extractivas.
- Para la cantera Benavides, en el desarrollo de las actividades extractivas se debe considerar la evaluación de realizar la inversión en la adquisición de maquinaria propia para la cantera.
- Para los investigadores futuros en esta área, se recomienda tomar en cuenta los estudios realizados en esta investigación como guía para el desarrollo de sus investigaciones.
- A la Facultad de Ingeniería de Minas se recomienda colocar esta investigación a disposición de los estudiantes para que sea tomada como antecedente en la línea de investigación de Evaluación de Yacimientos Minerales.

## VII. REFERENCIAS

- ALBEMARLE, Jhon. Geology: being an inquiry how far the former changes of the earth's surface are referable to causes now in operation [en línea]. London: A. Spottiswoode, 1835 [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2018].  
Disponible en:  
[https://homepages.see.leeds.ac.uk/~earpwjg/PG\\_EN/Text/Principles\\_of\\_geology.pdf](https://homepages.see.leeds.ac.uk/~earpwjg/PG_EN/Text/Principles_of_geology.pdf)
  
- ALVARADO Clavijo, Nelzon. Gestión en la producción de agregados para pavimentos, caso Quinoa – San Francisco tramo I. Tesis (Ingeniero Civil). Ciudad de Lima: Universidad Ricardo Palma, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, 2013.  
Disponible en: [http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/425/1/Alvarado\\_nj.pdf](http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/425/1/Alvarado_nj.pdf)
  
- ACEVEDO, Hernán y GUERRA, Roció. Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de caliza en la Región Metropolitana. Tesis (Ingeniero Comercial). Ciudad de Santiago: Universidad de Chile, escuela de Economía y Negocios, 2005.  
Disponible en:  
<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111195/tesis%20caliza.pdf?sequence=1>
  
- BECERRA, Angélica. Proyecto de explotación del yacimiento San Rafael. Tesis (Ingeniero de Minas). Ciudad de Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Ingeniería, 2003.  
Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/295/1/508.pdf>
  
- BENITO Cuba, Omar y HUAMAN Mendoza, Ivan. Optimización y modernización en el proceso de obtención de arena de sílice para incrementar la producción en la cantera Santa Rosa 94 – I C.C. Llocllapampa. Tesis (Ingeniero de Minas). Ciudad de Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Peru, Facultad de Ingeniería de minas, 2014.

Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1335/b.%20CAPITULOS%20DE%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CANCHUCAJA Gutarra, Oscar. Proyecto de factibilidad de minado 2007 – 2014 de la cantera de yeso San Antonio – Tarma. Tesis (Ingeniería de Minas). Ciudad de Huancayo: Universidad Nacional del centro del Perú, Facultad de Ingeniería de Minas, 2007.

Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3153/Canchucaja%20Gutarra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CASTELLANO Sanchez, Carlos; MAQUE Vilca, Artemio y JUN, Yongjin. Proyecto de ampliación de operaciones para incrementar la capacidad de producción de una pequeña mina subterránea. Tesis (Gestión Minera). Ciudad de Lima: Universidad Peruana de Ciencia Aplicadas, Escuela de Postgrado, 2015.

Disponible en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/593570/TESIS+PROYECTO+DE+AMPLIACION+DE+OPERACIONES-UPC.pdf;jsessionid=B61AEA13B6DC7250230B3F9DDD25C3F3?sequence=1>

- CORNEJO Beltran, Jorge. Optimización en la producción de agregados de construcción- unidad minera no metálica Jesús de Nazaret. Tesis (Ingeniero de Minas). Ciudad de Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, 2015.

Disponible en:

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/172/B2-M-18290.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- CORNELIO Chamorro, Rene. Evolución y verificación de las propiedades de los agregados de las nuevas canteras de Lima. Tesis (Ingeniero Civil). Ciudad de Lima:

Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2008. Disponible en:  
[cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/445/3/cornelio\\_cr.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/445/3/cornelio_cr.pdf)

- CORREA, Alvaro. Situación actual de la explotación de canteras en el Distrito Capital. Revista Ingeniería e Investigación [en línea]. Agosto 2000, n° 46. [Fecha de consulta: 5 de marzo de 2019].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4902613.pdf>

ISSN: 0120-5609

- Estudios Mineros del Perú. Manual de Minería [en línea]. Perú: Estudios Mineros S.A.C, 2006 [Fecha de consulta 3 de octubre de 2018].

Disponible en: [http://www.estudiosmineros.com/ManualMineria/Manual\\_Mineria.pdf](http://www.estudiosmineros.com/ManualMineria/Manual_Mineria.pdf)

- FLORES, Nestor. Plan de minado de la mina Karin. Tesis (Ingeniero de Minas). Ciudad de Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica, 2014.

Disponible en: [cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/10275/3/flores\\_pn.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/10275/3/flores_pn.pdf)

- FUENTES, Jose. Topografía [en línea]. Estado de Mexico: Tercer Milenio, 2012 [Fecha de consulta 7 de Marzo de 2019].

Disponible en:

<http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/ingenieria/Topografia.pdf>

- GÁMEZ, William. Texto básico autoformativo de topografía general. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, 2010. [Fecha de consulta: 9 de Marzo de 2019].

Disponible en:

<http://repositorio.una.edu.ni/2466/1/REN31G192.pdf>

- GARCIA, Diego. Propuesta de un nuevo diseño para incrementar la producción de una cantera de agregados ubicada en el Estado de México. Tesis (Ingeniero de Minas y

Metalurgista). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2015.

Disponible en:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9460/TESSIS%20COMPLETA.pdf?sequence=1>

- GUZMÁN Gutiérrez, Felipe. Análisis de costos para la producción de agregados. Tesis (Ingeniero de Construcción). Ciudad de Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción, 2007. Disponible en:

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6270/analisisdecostosparalaproducciondeagregados.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- HERRERA, Juan. Diseño de explotaciones de cantera [en línea]. Madrid: Universidad Politecnica de Madrid, 2007 [Fecha de consulta 7 de Marzo de 2019].

Disponible en:

[http://oa.upm.es/21839/1/071120\\_L3\\_CANTERAS-ARIDOS.pdf](http://oa.upm.es/21839/1/071120_L3_CANTERAS-ARIDOS.pdf)

- HUAROCC Ccanto, Pabel. Optimización del carguío y acarreo de mineral mediante el uso de indicadores de desempeño U.M. Chuco II de la E.M. Upkar Mining S.A.C. Tesis (Ingeniero de Minas). Ciudad de Huancayo: Universidad Nacional del centro del Perú, Facultad de Ingeniería, 2014.

Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1337/%E2%80%9COPTIMIZACION%20DEL%20CARGUIO%20Y%20ACARREO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- MACLEOD, Norman. Principles of Stratigraphy [en línea]. London: Department of Palaeontology, 2014 [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2018].

Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/228605887\\_Principles\\_of\\_stratigraphy](https://www.researchgate.net/publication/228605887_Principles_of_stratigraphy)

- MANTECA Martínez, José. De la modelización del yacimientos a la producción mineral diaria. Tesis (Doctor en Ciencias Geológicas). Ciudad de Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Geológicas, 1993.  
Disponible en:  
<https://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/X/4/X4001301.pdf>
  
- MARKOSKI, Blagoja. Basic Principles of Topography [en línea]. Estados Unidos: Springer International Publishing, 2018 [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2018].  
Disponible en: <https://www.springer.com/us/book/9783319721460>  
ISBN: 978-3-319-72147-7
  
- MEZA Linares, Diego. Metodología para el cálculo de reservas en minas a cielo abierto utilizando drones. Tesis (Ingeniero de Minas y Metalurgista). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2017.  
Disponible en:  
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/12555/Metodolog%C3%ADa%20para%20el%20c%C3%A1lculo%20de%20reservas%20en%20minas%20a%20cielo%20abierto%20utilizando%20drones.pdf?sequence=1>
  
- MINA Zavala, Andrea. Propuesta de optimización del sistema de carga y transporte en una cantera de calizas ubicada en el Km 12 1/2 Via de la Costa. Tesis (Ingeniero de Minas). Ciudad Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, 2016.  
Disponible en:  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/37194/D-CD70205.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
  
- Ministerio de Minas y Energía. Explotación de materiales de construcción Canteras y materiales de arrastre [en línea]. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2016 [fecha de consulta: 5 de Marzo de 2019]. Disponible en:  
<https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/169095/EXPLORACION+DE+MATERIALES.pdf/fc129902-1523-4764-9a05-755e3bb7896e>

- MORENO López, Juan. Proyecto de explotación de cantera de calizas del Páramo. Tesis (Ingeniero de Minas). Ciudad de Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía, Departamento de Ingeniería Geológica y Minera, 2015.  
Disponible en: [http://oa.upm.es/36497/1/PFC\\_Juan\\_Jose\\_Moreno\\_Lopez.pdf](http://oa.upm.es/36497/1/PFC_Juan_Jose_Moreno_Lopez.pdf)
  
- OLARTE, Zuly. Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles. Tesis (Ingeniero Civil). Ciudad de Apurímac: Universidad Tecnológica de los Andes, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2017.  
Disponible en:  
<http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/100/Tesis-Estudio%20de%20la%20calidad%20de%20los%20agregados%20de%20las%20principales%20canteras%20de%20la%20ciudad.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
  
- ONDO, Juan. (Febrero 2017). Explotación minera y oportunidades de desarrollo. Conference des Nations Unies Sur le Commerce et le Developpement. Conferencia llevada a cabo por Jefe de la sección de Minas y Canteras, Ministerio de minas, industria et energía República de Guinea Ecuatorial.  
Disponible en:  
[https://unctad.org/meetings/en/Presentation/CNUCED\\_Malabo\\_JuanAntonio\\_Ondo\\_Abeso\\_Micue\\_fev2017.pdf](https://unctad.org/meetings/en/Presentation/CNUCED_Malabo_JuanAntonio_Ondo_Abeso_Micue_fev2017.pdf)
  
- ORTEGA, Alberto. La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles. Tesis (Ingeniero Civil). Ciudad de Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2013. Disponible en:  
<http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/4335/1/TESIS%20ALBERTO%20RENAN%20ORTEGA%20CASTRO.pdf>

- PEREZ Fortes, Ana, CASTIÑEIRAS, Pedro y VARAS Muriel, Maria. Optimización de la producción de áridos procedentes de canteras con frentes complejos: cantera de Touro, A Coruña (España). Revista Geogaceta [en línea]. 26 de abril 2017, n° 62. [Fecha de consulta: 22 de Febrero de 2019].  
Disponible en: [https://eprints.ucm.es/46798/1/geo62\\_28.pdf](https://eprints.ucm.es/46798/1/geo62_28.pdf)  
ISSN: 2173-6545
  
- PÉREZ, Ana, CASTIÑEIRAS, Pedro y VARAS, Maria. Optimización de la producción de áridos procedentes de canteras con frentes complejos: cantera de Touro, A Coruña (España). Geogaceta [en línea]. 2017, n° 62. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2019].  
Disponible en:  
[http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/geo62/geo62\\_28.pdf](http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/geo62/geo62_28.pdf)  
ISSN: 0213-683X
  
- PERPIÑÁN Reyes, Gustavo. Optimización de los procesos mineros realizados en el área de cantera en la planta cementera del grupo Argos, Toluviejo. Tesis (Ingeniero de Minas). Ciudad de Sogamoso: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seleccional Sogamoso, 2014.  
Disponible en:  
<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1522/1/TGT-263.pdf>
  
- PIEROLA Vera, Demetrio. Optimización del plan de minado de cantera de caliza la Unión distrito de Baños del Inca – Cajamarca 2015. Tesis (Ingeniero de Minas). Ciudad de Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, 2017.  
Disponible en:  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5634/Pi%C3%A9rola\\_Vera\\_De\\_metrio.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5634/Pi%C3%A9rola_Vera_De_metrio.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  
- PORTUGAL, Andres. Petrología [en línea]. Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2000 [Fecha de consulta: 6 de Marzo de 2019].

Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/313406298/PETROLOGIA-pdf>

- 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). Piura: 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)

- SOTO Vásquez, Guillermo. Caracterización de la actividad minera artesanal no metálica en la zona de la carretera Iquitos- Nauta. Tesis (Ingeniero en Gestión Ambiental). Ciudad de Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Facultad de Agronomía, 2015.

Disponible en:

<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3267/TESIS%20PARA%20LIBRO%20GUILLERMO%20M.%20SOTO%20V%C3%81SQUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- TAYPE Matamoros, Edgar. Diseño de explotación de cantera de agregados, distrito de Huayucachi. Tesis (Ingeniero Civil). Ciudad de Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Civil, 2016. Disponible en:

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4107/Taype%20Matamoro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- TOLEDO Castillos, Héctor. Desarrollo del proceso de planeación, ejecución y control dentro del área de planeación de planeación de minera la Ciénega de Fresnillo PLC. Tesis (Ingeniero de Minas y Metalurgista). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

Disponible en:

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9330/tesis.pdf?sequence=1>

- VARELA, Ricardo. Manual de Geología [en línea]. Argentina: Instituto Superior de Investigación Geológica, 2014 [Fecha de consulta: 6 de Marzo de 2019].

Disponible en:

[http://www.insugeo.org.ar/libros/misc\\_21/pdf/varela\\_misclanea\\_21\\_manual\\_de\\_geologia.pdf](http://www.insugeo.org.ar/libros/misc_21/pdf/varela_misclanea_21_manual_de_geologia.pdf)

ISSN: 1668 – 3242

- VILCHEZ, Elmer; HUINGO, Wilmer y SOTO, Juan. Estimación de reservas de areniscas para la explotación de la formación Chimú – Shudal, Departamento de Cajamarca, 2017. Tesis (Ingeniería de Minas). Ciudad de Cajamarca: Universidad privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2017.

Disponible en:

<http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13065>

- ZAPATA Degregori, Monica. Control de costos de una operación minera mediante el método del resultado operativo. Tesis (Ingeniero Industrial). Ciudad de Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, 2003.

Disponible en:

[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/zapata\\_dm/zapata\\_dm.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/zapata_dm/zapata_dm.pdf)

# ANEXOS

**Anexo N° 1:**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los docentes y especialistas que suscriben el documento son:

El Ingeniero de Minas **Mg. Orlando Alex Siccha Ruiz** con DNI N°: **18026960** con especialidad de Gestión de riesgos ambientales y seguridad . El **MSc. Wilder Alvarado Castillo** con DNI N°: **17531294** con especialidad en: Licenciado en Estadística. Y la docente **Mg. Salazar Cabrejos Rosa Eliana** con DNI N° **41661370** de la especialidad de Metodología de la investigación científica dan conformidad a los instrumentos : Guías de observación de campo y la guía de entrevista que a continuación se presentan y que fueron sometidos a una evaluación y validación , con la finalidad de que sean aplicados por el estudiante responsable Carlos David Espinosa Huatay en la investigación titulada “EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES EXTRACTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA BENAVIDES - FERREÑAFE”

Dejamos, evidencia de lo evaluado firmando el presente documento para los fines que sean necesarios.

Chiclayo, 29 de abril de 2019

Atentamente,



**Mg. Siccha Ruiz**

**Orlando Alex**

**DNI N°: 18026960**



**MSc. Alvarado Castillo**

**Wilder**

**DNI N°: 17531294**



**Mg. Salazar Cabrejos**

**Rosa Eliana**

**DNI: 41661370**

**Anexo N°2:**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EL RECONOCIMIENTO DE AREA  
 PROYECTO “EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES  
 EXTRACTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE  
 LA CANTERA BENAVIDES - FERREÑAFE”**

**OBJETIVO:** La siguiente guía tiene como finalidad realizar un reconocimiento de los factores y condiciones en las que se encuentra la cantera Benavides

**Investigador:** Carlos David Espinoza Huatay

**Fecha y Hora:** 10 de abril de 2019 / 9:00 a.m.

<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EL RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO</b>					
N°	Criterio	Descriptor	Indicador		Observación
			Si	No	
<b>1</b>	<b>Vías de accesos</b>	El estado de las vías de acceso permiten el transporte del material	X		La vías que permiten el acceso a la cantera es una trocha carroable que genera demoras durante la llegada y salida de los camiones que transportan el material
		Las vías de acceso presentan señalización que permite el transito seguro		X	No se evidencio ningún tipo de señalización a lo largo de la vía de acceso.
<b>2</b>	<b>Flora</b>	La flora interrumpe las labores extractivas		X	La zona es desértica y no existen plantas oriundas de la zona que interfieran con el desarrollo de las actividades
		La zona presenta vegetación que se encuentre en peligro de extinción		X	
<b>3</b>	<b>Fauna</b>	Las labores afectan a la fauna de la zona.		X	La fauna presente en Mesones Muro, es en su

		Hay especies que se encuentren en peligro de extinción		X	<p>mayoría insectos y reptiles pequeños como lagartijas los cuales no afectan a desarrollo de las labores, ni estas representan un riesgo para su existencia.</p>
--	--	--	--	---	---

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N°3:**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO  
PROYECTO “EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES  
EXTRACTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE  
LA CANTERA BENAVIDES - FERREÑAFE”**

**OBJETIVO:** Elaborar un levantamiento topográfico del área de la cantera Benavides

**Investigador:** Carlos David Espinoza Huatay

**Fecha y Hora:** 11 de abril de 2019 / 8:30 a.m.

<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE COORDENADAS DE LA CANTERA BENAVIDES</b>			
N°	Coordenadas		Altura
	Norte	Este	
A	9267462.00	642598.00	66
B	9267587.00	642572.00	62
C	9267712.00	642881.00	67
D	9267678.00	642995.00	69
E	9267594.00	642985.00	67
F	9267468.00	642913.00	67
G	9267341.00	642771.00	65

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N°4:**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LAS COORDENADAS DE CALICATAS**

**PROYECTO “EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES  
EXTRACTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE  
LA CANTERA BENAVIDES - FERREÑAFE”**

**OBJETIVO:** Realización y análisis de calicatas

**Investigador:** Carlos David Espinoza Huatay

**Fecha y Hora:** 11 de abril de 2019 / 11:00 a.m.

<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE COORDENADAS DE LAS CALICATAS DE LA CANTERA BENAVIDES</b>			
N°	Coordenadas de calicatas		Altura
	Norte	Este	
1	9267347.00	642768.00	62
2	9267361.00	642758.00	67
3	9267392.00	642769.00	68
4	9267473.00	642732.00	69
5	9267505.00	642724.00	62
6	9267527.00	642745.00	62
7	9267566.00	642739.00	61
8	9267625.00	642735.00	62
9	9267644.00	642799.00	61
10	9267618.00	642820.00	63
11	9267598.00	642820.00	64
12	9267599.00	642920.00	62
13	9267558.00	642934.00	64
14	9267596.00	642982.00	62

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N°5:**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE CALICATAS**

**PROYECTO “EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES  
EXTRACTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE  
LA CANTERA BENAVIDES - FERREÑAFE”**

**OBJETIVO:** Realización y análisis de calicatas

**Investigador:** Carlos David Espinoza Huatay

**Fecha y Hora:** 11 de abril de 2019 / 11:00 a.m.

<b>GUIA DE OBSERVACION PARA EL ANALISIS DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CANTERA BENAVIDES</b>					
Calicata N°		Coordenadas	X:	Y:	Altura:
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción		

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N°6:**

**ANALISIS DOCUMENTAL DE GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL**

**PROYECTO “EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES  
EXTRACTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE  
LA CANTERA BENAVIDES - FERREÑAFE”**

**OBJETIVO:** Estimar las reservas de la cantera Benavides

**Investigador:** Carlos David Espinoza Huatay

**Fecha y Hora:** 11 de abril de 2019 / 11:00 a.m.

<b>ANALISIS DOCUMENTAL PARA LA GEOLOGÍA DE LA CANTERA BENAVIDES</b>		
<b>Geología</b>	<b>N° de Calicatas</b>	<b>Constitución</b>
<b>Material presentado por calicatas</b>	1	Capa superficial de arenas finas, capa mezclada de over y afirmado
	2	Capa mezclada de over y afirmado, arena fina limosa en medio de las capas
	3	Capa mezclada de over y afirmado, arena fina limosa en medio de las capas
	4	Arena fina limosa, piedra over, afirmado
	5	Capa superficial de arenas finas, piedra over
	6	Capa superficial de arenas finas, piedra over
	7	Capa superficial de arenas finas, piedra over y afirmado
	8	Capa superficial de arenas finas, piedra over
	9	Capa superficial de arenas finas, afirmado
	10	Capa superficial de arenas finas y piedra over
	11	Afirmado
	12	Afirmado
	13	Afirmado
	14	Afirmado

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N°7:**

**GUÍA DE OBSERVACIÓN PARA EL ANALISIS DE LAS OPERACIONES  
EXTRACTIVAS**

**PROYECTO “EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES  
EXTRACTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE  
LA CANTERA BENAVIDES - FERREÑAFE”**

**OBJETIVO:** Analizar las operaciones extractivas de la cantera

**Investigador:** Carlos David Espinoza Huatay

**Fecha y Hora:** 18 de abril de 2019 / 9:00 a.m.

<b>GUIA DE OBSERVACION PARA EL ANAISIS DE LAS OPERCIONES EXTRACTIVAS</b>				
<b>Actividad</b>	<b>Tiempo 1</b>	<b>Tiempo 2</b>	<b>Tiempo 3</b>	<b>Descripción</b>
Ciclo de Extracción	Extracción Directa			El equipo se mantiene encendido durante periodos prolongados en los cuales no se encuentra en uso. Falta de capacitación al operario. Distracción del operario durante la realización de la labor.
	29 seg.	28 seg.	29 seg.	
	Extracción con desbroce			
	48 seg.	53 seg.	50 seg.	
Ciclo de Acarreo	1 min y 43 seg.	1 min y 30 seg.	1 min y 30 seg.	La mayor cantidad de tiempo empleada en el ciclo es para el traslado del material, ya que la zaranda se encuentra posicionadas en un lugar de acceso complicado, para el cual el equipo rodea un área grande para llegar hasta ella.
Ciclo de Apilamiento	1 min y 7 seg.	1 min. 5 seg.	1 min 10 seg.	El equipo y el operador se mantienen demasiado cerca de la zaranda durante el zarandeo del material, actividad que representa un riesgo para el operario y el equipo y falta de experiencia del operario, ante la maniobrabilidad del equipo.
Ciclo de Carguío	35 seg.	36 seg.	41 seg.	El equipo se mantiene encendido durante periodos prolongados en los cuales no se encuentra en uso. Y falta de experiencia del operario, ante la maniobrabilidad del equipo.

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N°8:**

**ENTREVISTA PARA LA EVALUACION DE EGRESOS E INGRESOS**  
**PROYECTO “EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES**  
**EXTRACTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE**  
**LA CANTERA BENAVIDES - FERREÑAFE”**

**OBJETIVO:** Determinar ingresos y egresos de la cantera para definir ganancias

**Investigador:** \_\_\_\_\_

**Entrevistado:** \_\_\_\_\_

**Cargo:** \_\_\_\_\_

**Fecha y Hora:** \_\_\_\_\_

1. ¿Qué materiales se extraen de la cantera?

- Afirmado
- Over
- Piedra base
- Hormigón
- Arena
- Ripio

2. ¿Cuántos cubos de cada tipo de material se vende a diario?

Afirmado: 300 m<sup>3</sup>/día

Over: 200 m<sup>3</sup>/día

Piedra base: 100 m<sup>3</sup>/día

Hormigón: Solo por pedido

Arena: Solo por pedido

Ripio: Solo por pedido

3. ¿Cuál es el precio de venta actual de cada uno de los tipos de materiales pétreos que se produce en la cantera?

Afirmado: 7 soles/m<sup>3</sup>

Over: 10 soles/m<sup>3</sup>

Piedra base: 12 soles/m<sup>3</sup>

Hormigón: 8 soles/m<sup>3</sup>

Arena: 8 soles/m<sup>3</sup>

Ripio: 15 soles/m<sup>3</sup>

4. ¿Cuánto es el pago que se le realiza a la comunidad por la cantera?

No se le realiza pagos a la comunidad por las actividades extractivas desarrolladas en la Cantera Benavides

5. ¿Cuántos trabajadores hay en la cantera, y cuanto es su pago mensual?

Actualmente se cuenta con 7 trabajadores de los cuales:

- 4 son obreros y reciben un pago de 300 soles/semanal
- 3 son operarios y reciben un pago de 530 soles/semanal

6. ¿Cuánto se gasta en el pago de los servicios requeridos por la cantera?

Trabajadores

- Obreros : 4,800 soles/mes
- Operarios: 6,360 soles/mes

Desayuno: 840 soles/mes

Almuerzo: 1,008 soles/mes

Alquiler de maquinaria

- Cargadores: 72,960 soles/mes
- Excavadora: 38,400 soles/mes

Cisterna: 3,120 soles/mes

Gasolina: 30,412.8 soles/mes

Zaranda: 1000 soles/mes

7. ¿Cuánto se paga por el alquiler de la maquinaria?

Alquiler de maquinaria

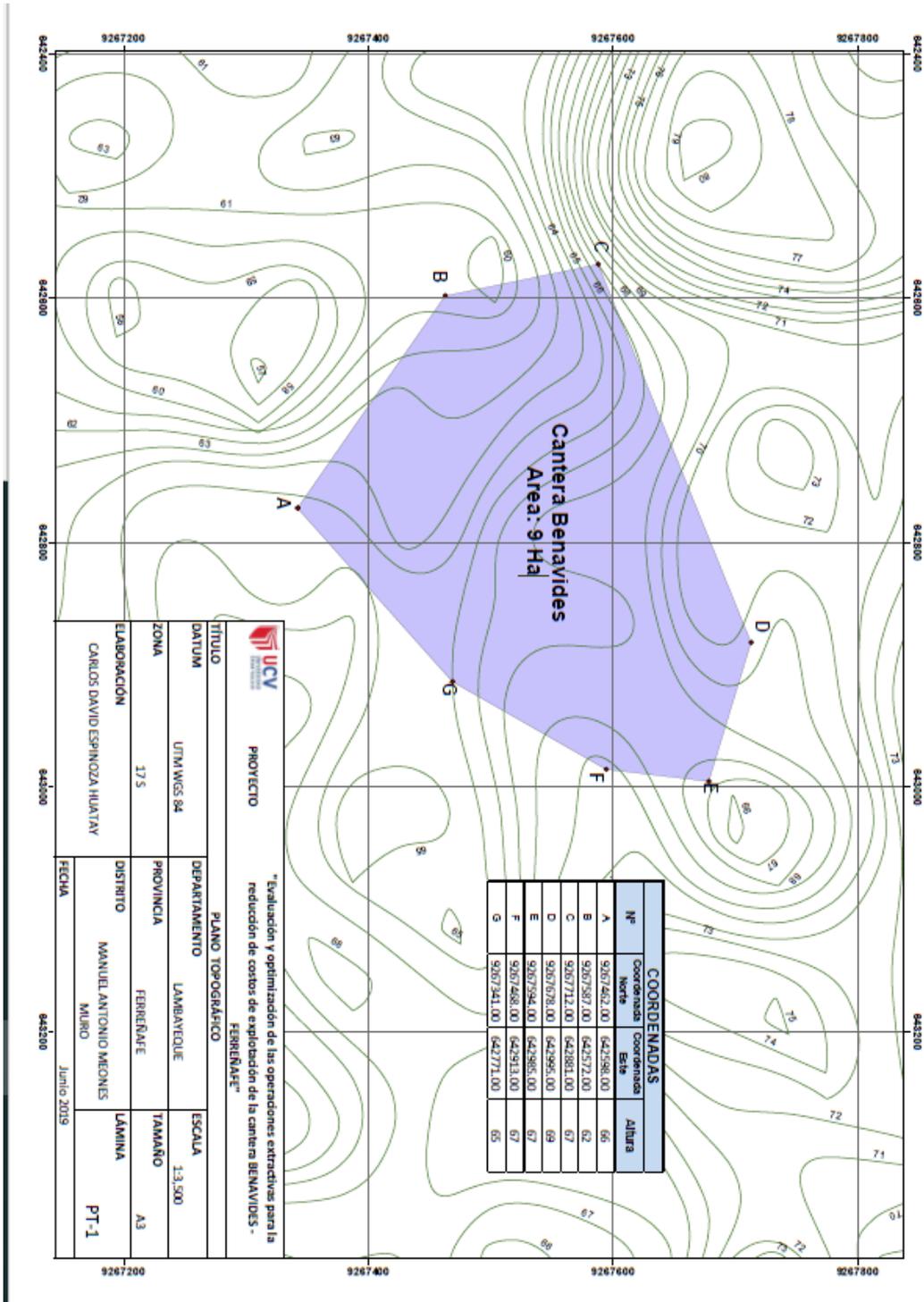
- Cargadores: 72,960 soles/mes
- Excavadora: 38,400 soles/mes

8. ¿Cuáles son los beneficios que se les entrega a los trabajadores?

Los trabajadores reciben un pago semanal por sus servicios, además del desayuno y almuerzo que se les da cada día.

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N° 9: Plano Topográfico de la Cantera Benavides**



Fuente: Elaboración Propia

**Anexo N° 10: Calicata N° 1**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 1	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642768 y:9267347 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.30		0.50	Material Deletéreo (Restos orgánicos)
		1.50	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		4.30	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo N° 11: Calicata N° 2**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 2	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642758 y:9267361 z:71
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.10		0.60 	Material Deletéreo (Restos orgánicos)
		2.00 	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad
		0.50 	Arenas de medias y finas con presencia de gravas redondeadas
		3.00 	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N° 12: Calicata N° 3**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 3	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642760 y:9267392 z:68
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
5.45		0.20	Material Deletéreo
		2.00	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad
		0.80	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		2.45	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N° 13: Calicata N° 4**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 4	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642732 y:9267473 z:70
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.00		0.23	Material Deletéreo
		1.00	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		4.77	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N° 14: Calicata N° 5**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 5	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642724 y:9267505 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
4.60		0.30	Material Deletéreo
		0.70	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		3.60	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N° 15: Calicata N° 6**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 6	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642745 y:9267527 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
4.40		0.30	Material Deletéreo
		0.70	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		3.40	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N° 16: Calicata N° 7**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 7	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642730 y:9267568 z:71
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.00		0.20	Material Deletéreo
		1.00	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		4.80	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

### Anexo N° 17: Calicata N° 8

Registro de Calicatas			
Calicata N° 8	Situación: Centers Benavides	Coordenadas	x:642735 y:9267625 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
8.00		0-20	Material Coesivo (Resaca orgánica)
		1-20	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		8-20	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo N° 18: Calicata N° 9**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 9	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642799 y:9267644 z:71
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.40		<del>2.23</del>	Material Deletéreo
		1.00	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		5.30	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

### Anexo N° 19: Calicata N° 10

Registro de Calcatas			
Calicata N° 10	Situación: Cartera Benavides	Coordenadas	x:542804 y:9267618 z:73
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
8.10		0.20	Material Deslizado
		1.90	Arenas de medias a finas con presencia de gravas redondeadas
		8.90	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo N° 20: Calicata N° 11**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 11	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642820 y:9267598 z:74
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
7.20		<del>7.26</del>	Material Delestrero
		<del>5.04</del>	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N° 21: Calicata N° 12**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 12	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642920 y:9267599 z:72
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
6.70		0.30	Material Deletéreo
		6.30	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N° 22: Calicata N° 13**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 13	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642934 y:9267558 z:74
Fecha: 20/05/19			
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
7.00		0.30	Material Deletéreo
		6.70	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

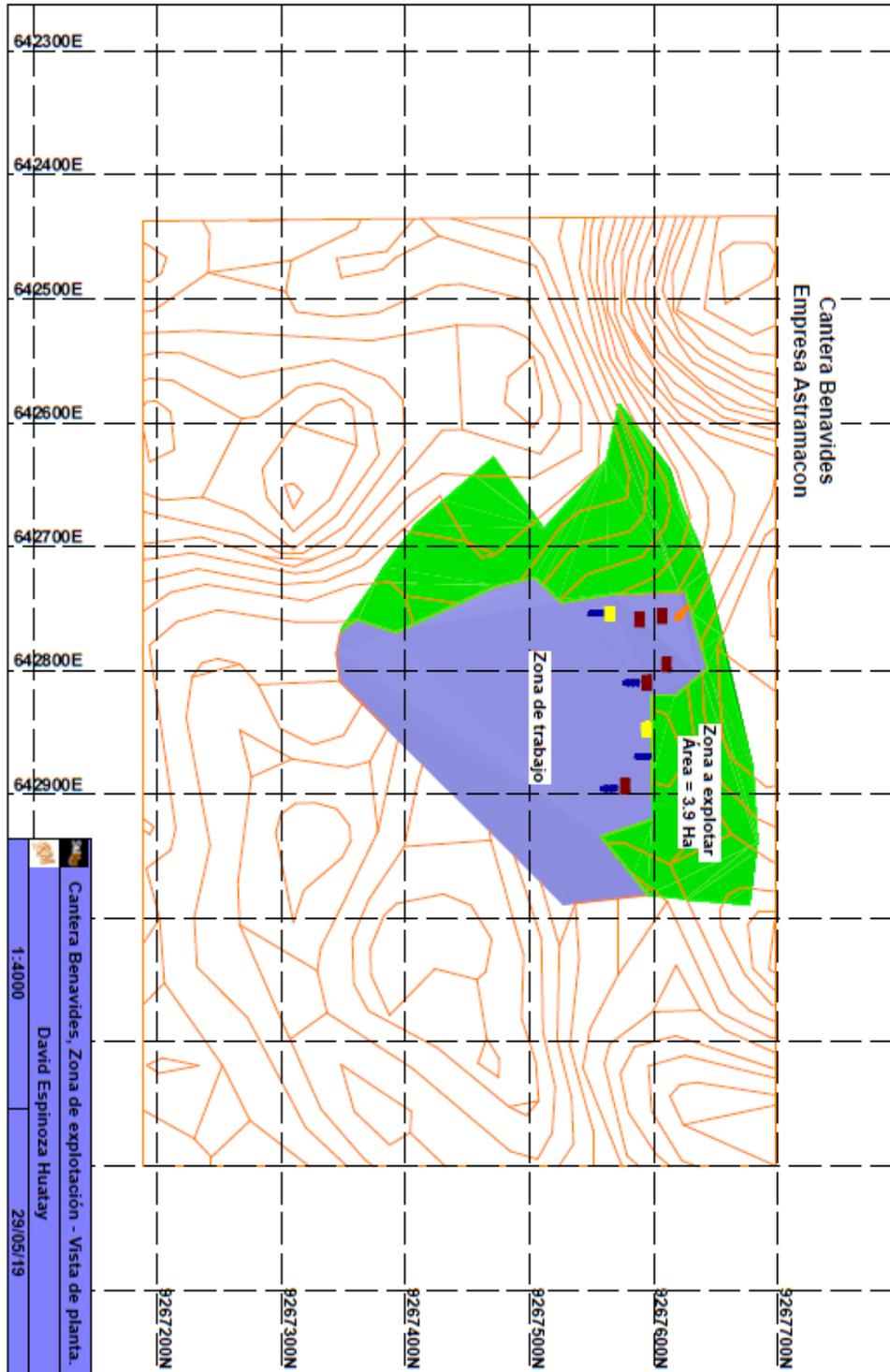
**Fuente:** Elaboración Propia

**Anexo N° 23: Calicata N° 14**

Registro de Calicatas			
Calicata N° 14	Situación: Cantera Benavides.	Coordenadas	x:642982 y:9267596 z:72
Fecha:	20/05/19		
Longitud del tramo	Nivel Freático	Columna	Descripción
7.00		0.30	Material Deletéreo
		6.70	Gravas redondeadas a sub redondeadas en matriz areno limosa de baja compacidad

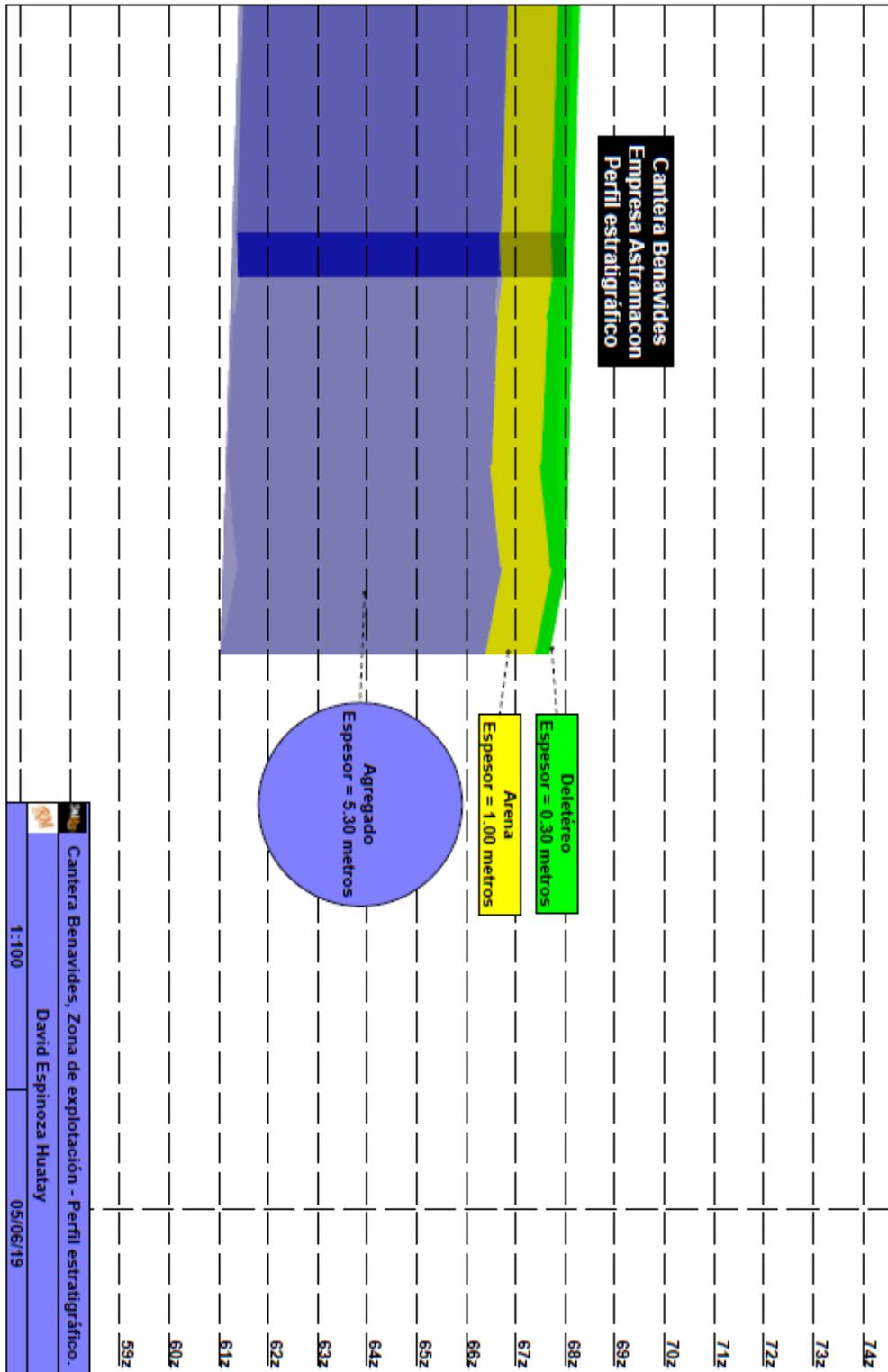
**Fuente:** Elaboración Propia

## Anexo N° 24: Plano de cantera vista planta



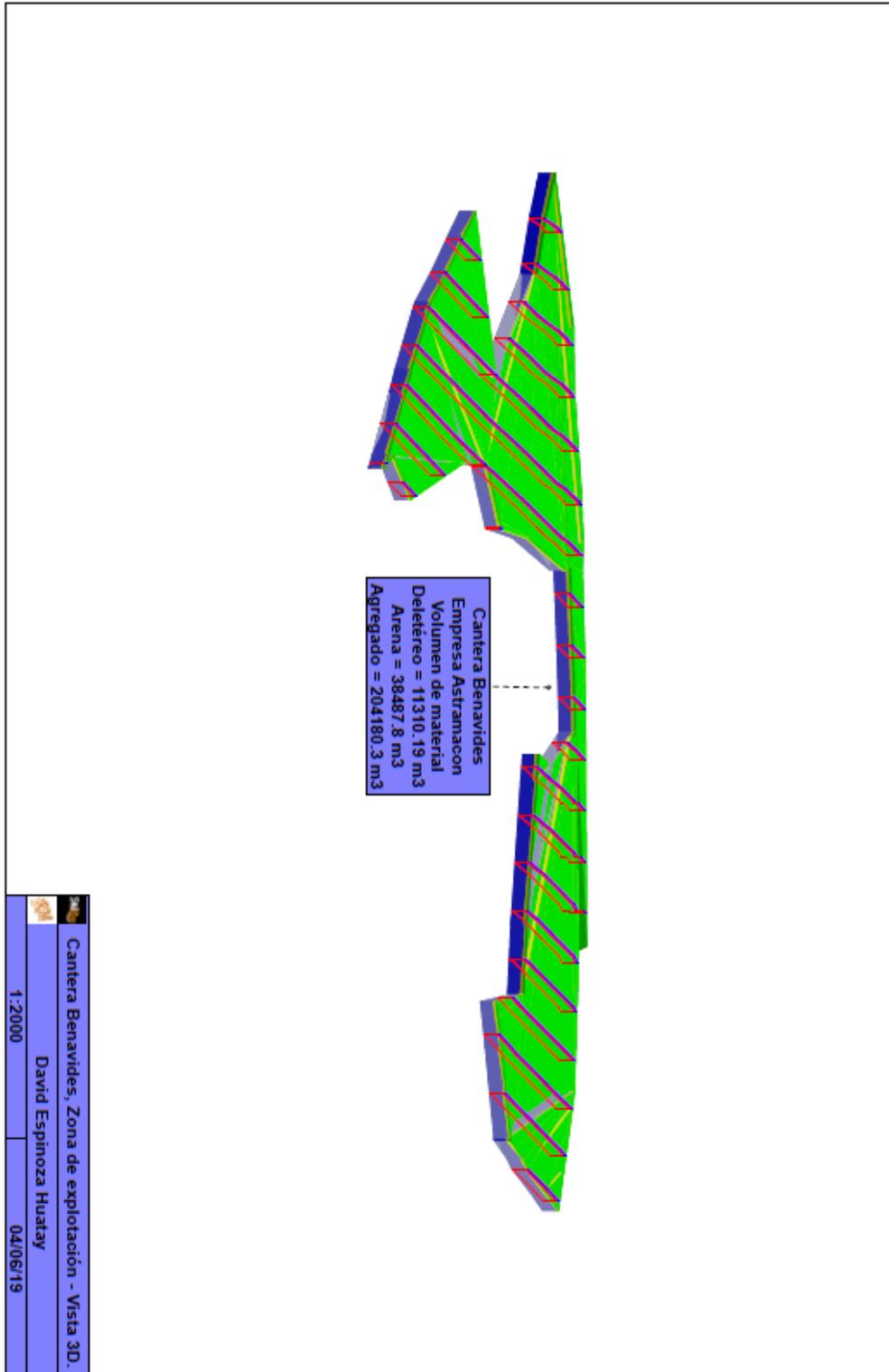
Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 25: Plano de perfil estratigráfico



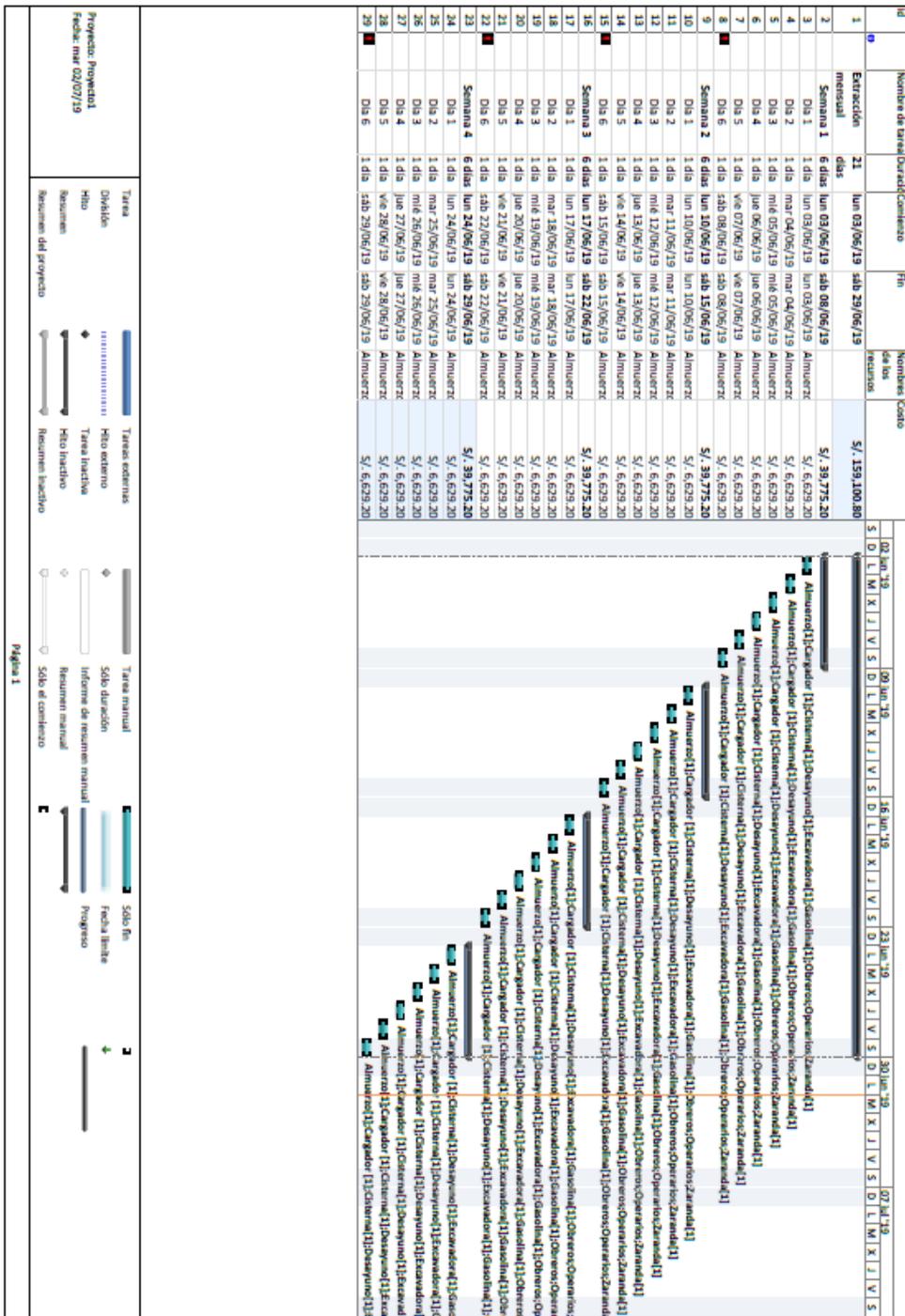
Fuente: Elaboración Propia

## Anexo N° 26: Plano de vista 3D



Fuente: Elaboración Propia

# Anexo N° 27: Diagrama de recursos y costos empleados en el mes de Junio para la extracción del material



Fuente: Elaboración Propia

**Anexo N° 28:**

**Fotos de la Cantera Benavides**

**Fuente Propia**

**Ciclo de explotación de la cantera Benavides**



**Zaranda de la Cantera**



## Ciclo de Carguío



















## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo, Aguinaga Vasquez Silvia Josefina, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad César Vallejo - Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada “EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS OPERACIONES EXTRACTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS DE EXPLOTACIÓN DE LA CANTERA BENAVIDES - FERREÑAFE”, del estudiante: Espinoza Huatay Carlos David, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: Chiclayo 18 de 07 del 2019.

Firma

Mg. Aguinaga Vasquez Silvia Josefina

DNI: 16790469

laboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
--------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo Carlos David Espinoza Huotay, identificado con DNI N.º 43643210 egresada de la Escuela de Ingeniería de Minas de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: "Evaluación y optimización de las operaciones extractivas para la reducción de costos de explotación de la cantera Benavides - Ferreñafe" en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 43643210

FECHA: 05/11/19

Laboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
--------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

# AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. de Ingeniería de Minas

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Esquivel Huatay Carlos David

INFORME TÍTULADO:

"Evaluación y optimización de las operaciones extractivas para la reducción de costos de explotación de la Cautera Benavides - Tarma"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero de Minas

SUSTENTADO EN FECHA: 05 de noviembre de 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por unanimidad.



FIRMA DEL DIRECTOR DE ESCUELA PROFESIONAL