

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE **INGENIERÍA DE MINAS**

“EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA PARA LA
EXPLOTACIÓN DE ARCILLAS CAOLINITAS EN LA
CANTERA CERRO NEGRO, DISTRITO LUCMA,
REGIÓN GRAN CHIMÚ 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Gary Jair Calle del Aguila

Jhonatan David Cruz Hernandez

Asesor:

Mg. Ing. Daniel Alejandro Alva Huaman

<https://orcid.org/0000-0002-1053-9347>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

| | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | Glicerio Taype Quintanilla | 17844935 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|--------------------------|-----------------|
| Jurado 2 | Rafael Ocas Boñón | 41837947 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|----------------------------------|-----------------|
| Jurado 3 | Jesús Gabriel Vilca Pérez | 41779520 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

INFORME DE SIMILITUD

tesis Gary

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

www.coursehero.com

Fuente de Internet

1%

5

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

docplayer.es

Fuente de Internet

<1%

8

www.dspace.uce.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

9

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

DEDICATORIA

Este informe de investigación va dedicado a mis adre ya que ellos conocí las palabras esfuerzo y admiración, a mis hermanos que siempre me impulsan a ser mejor cada día como también a mis amigos que su presencia y apoyo siempre fueron beneficiosos.

No hubiera podido llegar hasta donde estoy si no fuera por ellos.

Gary Jair Calle del Águila

Siendo el último informe de investigación, culminando así mi etapa universitaria quiero empezar a dedicar esto a Dios y a mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

Jhonatan David Cruz Hernandez

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradecer a Dios, además agradecemos a nuestros formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarnos a llegar al punto en el que nos encontramos, sencillo no fue el proceso, pero gracias a las ganas de transmitir los conocimientos y dedicación es una acción alcanzable, por otro lado agradecemos también a nuestros docentes de la Universidad Privada del Norte que siempre nos aconsejaban sobre la vida, el clima laboral en la minería y además a los ingenieros que nos mostraron su apoyo en este informe de investigación.

Y, por último, expresar nuestras más sinceras gratitudes hacía nuestro asesor el Ing. Daniel Alejandro Alva Huaman por la dedicación y tolerancia en el transcurso del desarrollo de nuestro informe de investigación.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| JURADO EVALUADOR | 2 |
| INFORME DE SIMILITUD | 3 |
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| TABLA DE CONTENIDO | 6 |
| RESUMEN | 10 |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 11 |
| CAPÍTULO II: METODOLOGÍA | 24 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS | 38 |
| CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 48 |
| CONCLUSIONES | 52 |
| REFERENCIAS | 53 |
| ANEXOS | 56 |
| Composición Química Composición Promedio | 56 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 - Operacionalización de variables..... | 25 |
| Tabla 2 - Análisis mineralógico de las muestras arcillas caolinitas | 38 |
| Tabla 3 - Estimación de reservas de arcillas caolinitas de la cantera Cerro Negro mediante el método de triángulos | 39 |
| Tabla 4 - Vida Útil de la cantera Cerro Negro para cada escenario | 40 |
| Tabla 5 - Resultado de Matriz de Leopold y su viabilidad ambiental | 41 |
| Tabla 6 - Resumen del Valor Actual Neto de los escenarios | 42 |
| Tabla 7 - Resumen de la Tasa Interna Retorno de los escenarios | 43 |
| Tabla 8 - Resumen de la Tasa Interna Retorno de los escenarios | 44 |
| Tabla 9 - Resumen del periodo de recuperación de los escenarios | 46 |
| Tabla 10 - Resumen del periodo de recuperación de los escenarios | 47 |
| Tabla 11 - Composición química de la arcilla caolinita | 56 |
| Tabla 12 - Lista de países exportadores internacionales de arcillas caolinita | 56 |
| Tabla 13 - Lista de países importadores internacionales de arcillas caolinita..... | 57 |
| Tabla 14 - Precio internacional de la arcilla caolinita | 57 |
| Tabla 15 - Valoración de impactos ambientales - Matriz de Leopold..... | 59 |
| Tabla 16 - Toma de datos de calicatas extraídas en la cantera Cerro Negro | 61 |
| Tabla 17 - Calculo de reservas totales en la cantera Cerro Negro..... | 72 |
| Tabla 18 - Calculo de reservas totales de arcillas caolinitas existente en la cantera Cerro Negro | 73 |
| Tabla 19 - Descripción de escenarios aplicados en el proyecto | 77 |
| Tabla 20 - Producción y ventas de arcillas caolinitas en cada escenario..... | 78 |
| Tabla 21 - Costo total de la inversión por escenarios..... | 78 |
| Tabla 22 - Inversión fija tangible para todos los escenarios..... | 79 |
| Tabla 23 - Inversión fija intangible para todos los escenarios..... | 80 |
| Tabla 24 - Actividades y costos de pre – inversión para cada escenario..... | 80 |
| Tabla 25 - Capital de trabajo para cada escenario | 81 |
| Tabla 26 - Costos Directos Escenario 1 - 7200Tm..... | 81 |
| Tabla 27 - Gastos de Operación Escenario 1 – 7200 Tm | 82 |
| Tabla 28 - Costos Directos Escenario 2 - 15000Tm..... | 82 |
| Tabla 29 - Gastos de Operación Escenario 2 – 15000 Tm | 83 |
| Tabla 30 - Costos Directos Escenario 3 - 30000Tm..... | 83 |
| Tabla 31 - Gastos de Operación Escenario 3 – 30000 Tm | 84 |

| | |
|--|----|
| Tabla 32 - Costo de Operación de los escenarios | 84 |
| Tabla 33 - Flujo de caja mensual Escenario 1 – 7200Tm | 85 |
| Tabla 34 - Flujo de caja anual Escenario 1 – 7200Tm | 85 |
| Tabla 35 - Flujo de caja mensual Escenario 2 – 15000Tm | 86 |
| Tabla 36 - Flujo de caja anual Escenario 2 – 15000Tm | 86 |
| Tabla 37 - Flujo de caja mensual Escenario 3 – 30000Tm | 86 |
| Tabla 38 - Flujo de caja anual Escenario 3 – 15000Tm | 87 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Grafica de VAN vs TIR | 45 |
| Figura 2 - Periodo de recuperación de inversión Escenario 1 – 7200Tm..... | 45 |
| Figura 3 - Periodo de recuperación de inversión Escenario 2 – 15000Tm..... | 46 |
| Figura 4 - Periodo de recuperación de inversión Escenario 3 – 30000Tm..... | 46 |
| Figura 5 - Muestreo por el método del cuarteo..... | 57 |
| Figura 6 - Aplicación del método de triángulos para estimas las reservas | 58 |
| Figura 7 - Celdas de magnitud e importancia de impactos ambientales..... | 59 |
| Figura 8 - Ubicación de calicatas extraídas de Cerro Negro | 60 |
| Figura 9 - Diseño de calicata | 60 |
| Figura 10 - Preparación de muestras de arcillas caolinitas para proceso de laboratorio | 62 |
| Figura 11 - Selección de la muestra por el método del cuarteo para laboratorio | 62 |
| Figura 12 - Análisis de la Muestra #1 "Arcillas caolinitas " | 63 |
| Figura 13.- Análisis de la Muestra #2 "Arcillas caolinitas" | 64 |
| Figura 14 - Análisis de la Muestra #3 "Arcillas caolinitas" | 65 |
| Figura 15 - Análisis de la Muestra #4 "Arcillas caolinitas " | 66 |
| Figura 16 - Análisis de la Muestra #5 "Arcillas caolinitas " | 67 |
| Figura 17 - Análisis de la Muestra #6 "Arcillas caolinitas" | 68 |
| Figura 18 - Análisis de la Muestra #7 "Arcillas caolinitas" | 69 |
| Figura 19 - Análisis de la Muestra #8 "Arcillas caolinitas " | 70 |
| Figura 20 - Análisis de la Muestra #9 "Arcillas caolinitas " | 71 |
| Figura 21-Modelación de Yacimiento de Arcillas Caolinitas por el método de triángulos | 72 |
| Figura 22 - Perímetro de Amortiguamiento para el área de influencia terrestre | 74 |
| Figura 23 - Área de influencia acuática..... | 74 |
| Figura 24 - Ubicación Geográfica Concesión minera "Cerro Negro" | 75 |
| Figura 25 - Denuncio minero de la concesión minera FJ&DRACO S.A.C | 75 |
| Figura 26 - Geología regional..... | 76 |
| Figura 27 - Accesibilidad hacía la cantera Cerro Negro..... | 76 |
| Figura 28 - Topografía de la cantera Cerro Negro | 77 |

ÍNDICE DE ECUACIONES

| | |
|---|-----------|
| <i>Ecuación 1 - Cálculo de ley media para cada triángulo.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Ecuación 2 - Cálculo del Semi – perímetro del triángulo.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Ecuación 3 - Cálculo del área del triángulo.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Ecuación 4 - Cálculo del volumen del triángulo.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Ecuación 5 - Cálculo de tonelaje por triángulo.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Ecuación 6 - Cálculo de reservas de arcillas caolinitas para cada triángulo.....</i> | <i>18</i> |
| <i>Ecuación 7 - Valor Actual Neto.....</i> | <i>19</i> |
| <i>Ecuación 8 - Tasa interna de retorno.....</i> | <i>20</i> |
| <i>Ecuación 9 - Periodo de recuperación.....</i> | <i>21</i> |
| <i>Ecuación 10 - Relación beneficio - costo.....</i> | <i>22</i> |

RESUMEN

En este trabajo de investigación se realizó el estudio técnico – económico para la explotación de una cantera de arcillas caolinitas ubicada en la provincia de Gran Chimú, región La Libertad, perteneciente a la formación Chimú – Chicama.

Mediante un estudio no experimental – correlacional se utilizó como población toda la arcilla caolinita de la cantera Cerro Negro, además los datos fueron adquiridos por estudios técnicos de pre – campo, campo y análisis de datos, como también se utilizó la observación para identificar la valoración ambiental mediante la matriz de Leopold.

Teniendo como resultado que el proyecto cuenta con un porcentaje de alúmina aceptable que demuestra la competencia del mineral en el mercado nacional como internacional, cuantificado por 20,934,257.30 TM de caolinita clasificada por un ritmo de producción mensual de 3 escenarios (7,200 TM; 15,000 TM y 30,000 TM), dentro de estas se obtiene un flujo de fondos libre de impuestos anual de (268,541 TM; 568 095 TM; 1,248,450 TM), entrega un VAN de (687,848.6 PEN; 1,437,174.41 PEN; 3,047,542.9 PEN), evaluado al 12% como tasa de interés, un TIR de (134%; 128%; 122%), se recupera la inversión en el plazo de (9 meses y 26 días, 10 meses y 10 días, 11 meses y 21 días) con una relación beneficio - costo de 1.3 en todos los escenarios. Por otro lado, la matriz ambiental Leopold dio un resultado cuantitativo promedio bajo que, si es viable ambientalmente.

Concluyendo que el estudio técnico – económico para la explotación para la cantera de arcillas caolinitas de la concesión Cerro Negro, es viable ha debido que los índices financieros atribuyen a esta conclusión.

PALABRAS CLAVES:

Arcillas Caolinitas, índices financieros, valoración ambiental, estimación de reservas.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

A nivel mundial, Almenarez (2020) indica que el incremento a gran escala industrial de la producción del cemento en Cuba se encuentra limitada porque no existe una acertada estrategia que permita la identificación y evaluación de los depósitos arcillosos existentes como fuente de materiales cementicios y a sus limitados recursos reportados.

Por otro lado, en Ecuador Bermeo (2017) señala que tomar una decisión económica en la explotación de la cantera, debe basarse en distintos agentes propios del yacimiento básicamente en la ubicación, topografía del área, forma, del yacimiento y por último la clase de información en reservas minerales.

En Perú, Gil (2021) declara que es importante realizar estudios geológicos de mineral no metálico, mencionando que casi toda la producción de arcillas caolinitas en el Perú se queda aquí mismo para la elaboración de ladrillos, tejas artesanales, cerámicas a nivel industrial, como también en cementeras la cual solo una pequeña parte llega a ser exportada. Para ello es importante realizar la identificación y evaluación del origen del yacimiento no metálico, las líneas de secciones para la ubicación y cortes por capas que presenta el depósito estratificado en el yacimiento, para decidir el método de explotación y con respecto al ámbito económico se debe calcular el flujo de caja y los indicadores económicos (VAN, TIR, B/C, Payback), donde se justifica que el VAN debe ser mayor a 0, con un TIR mayor a la tasa de descuento y la relación beneficio / costo mayor a 1, este método nos ayudará a determinar la viabilidad del proyecto minero.

La cantera Cerro negro busca iniciar sus operaciones, no obstante, es necesario una evaluación técnica – económica para calcular la explotación de explotación de arcillas caolinitas y así plantear una toma de decisiones para su ejecución.

Narváez (2021), en su investigación titulada “Factibilidad técnica, económica y cierre técnico de la cantera de materiales de construcción Masaquiza-Pinto”, en su tesis efectuada en Quito, determina un estudio técnico a raíz del método geométrico de perfiles obteniendo un volumen de material pétreo extraíble de 1,514,509.33 m³ considerando sus parámetros dieron como resultado a un método de explotación de bancos con un ángulo de talud de 60° a su vez en la evaluación económica obtiene una utilidad neta de 65,246.21 USD/año, donde obtiene una rentabilidad (TIR) de 25.6%, además, un valor actual neto (VAN) de US\$ 155,525.00 finalmente concluye que es factible técnica y económicamente el proyecto.

Cedeño B. (2020), en su investigación titulada “Análisis del funcionamiento en los procesos productivos de material árido y pétreo de la cantera constructora Robles Jiménez y asociados”, en su tesis efectuada Esmeraldas – Ecuador”, analiza el funcionamiento de las actividades desarrolladas en el arranque y proceso productivo de la cantera y así identificar sus potenciales impactos ambientales mediante el uso del método de Leopold , obteniendo en el área de la cantera 23 interacciones teniendo un impacto moderado bajo con puntaje de 24, además con un impacto positivo con 7 de puntaje y teniendo como prácticas de mitigación una corrección simple. Finalmente concluye que la cantera genera impactos ambientales moderados, con posibilidades de mitigación ambiental.

Por otro lado, la investigación de Ramírez (2017), “Análisis técnico-económico explotación yacimiento Amancaya”, en su tesis realizada en Santiago de Chile, busca prolongar la vida útil de Guanaco Compañía minera determinando un diseño de explotación superficial (Open Pit) por medio de 3 pit pequeños con bancos de 5 metros, además muestra una producción continua de 14 a 16 meses, define el diagrama de flujo de la planta de procesos y da como resultado una evaluación económica del proyecto que posee un VAN de 56.8 millones de dólares con una tasa de descuento del 8% y un TIR del 28%.

Posteriormente, en el análisis de Auquilla & Bermeo (2017), nombrado “Planeación Minera para el Diseño de explotación de la cantera de libre aprovechamiento de lastre

«Cochapamba», en su tesis ejecutada en Ecuador - Cuenca, tiene como objetivo la recolección de información topográfica y geológica del área de interés, así también, características físico - químico del lastre, este estudio fue realizado en la cantera de libre aprovechamiento de lastre en "Cochapamba" y dando como resultado la evaluación técnica reservas probables de 2335,436.66 m³, calculadas por 13 perfiles longitudinales de 25 m entre sí, extraíbles por 6 años y 7 meses y con respecto a la evaluación económica un indicador de costo por metro cúbico extraído de US\$ 2.44 versus un precio de venta de 2.48 US\$ señala una rentabilidad positiva.

En la tesis de Alarcon & Salazar (2016) titulada “Evaluación económica para explotación de arcillas tipo caolinita en la concesión minera Rumicucho, centro poblado Huayrapongo, distrito de Llacanora, provincia y departamento de Cajamarca, 2016”, la investigación concluida en Cajamarca – Perú, busca lograr la evaluación económica basada en la recolección de datos que tiene como unidad de estudios las muestras de caolín obtenidas en la concesión minera, el cual con un cálculo de mediciones a través del método de triangulación e inverso a la distancia, sus recursos fueron de 194,970 Tm, a base de su producción de 10 mil toneladas mensuales, da como resultado una vida útil de 6.36 años con una recuperación de 0.64, por medio de estos resultados termina concluyendo que este proyecto es viable su explotación.

Según Vega (2018), en su tesis titulada “Determinar el nivel de incidencia del cálculo de reservas en la viabilidad de explotación de la concesión San Juan, empresa Calinor S.A.C.”, desarrollada en Cajamarca, tuvo como objetivo calcular la medición de las reservas en la concesión San Juan con respecto a la viabilidad de su explotación. La investigación fue de nivel descriptivo, de tipo aplicativo. Dónde tomaron en cuenta el método de explotación por

perfiles, para su posterior cálculo de reservas y finalmente ver cómo esta influye en el flujo de caja, consecuentemente, su cálculo de reservas es de 2,209,501 m³ y con un tonelaje de 5,523,753 Tm donde tiene una producción de 45,000 Tm obteniendo una vida útil de 122.7 años, comercializado por S/. 71.32 da como resultado utilidades anuales de S/. 2,314,353.00 con un porcentaje de recuperación de 70%. El autor concluye que si es viable técnica y económicamente.

Zanini & Vásquez (2018), realizó una investigación llamada “Estudio técnico económico para la instalación de una planta de ladrillos en el valle de Jequetepeque nivel prefactibilidad” en su tesis de licenciatura realizada en Trujillo – Perú, donde tiene como objetivo principal demostrar si es un factible negociablemente la instalación de una planta para tres tipos de ladrillos en el valle Jequetepeque: Hueco 12, King Kong 18 y Pandereta 12. Con esto concluye que los índices financieros desarrollados en el proyecto nos muestran rentabilidad en el tiempo, puesto que se tiene un VANE ascendiente de US\$ 581,990.00 TIRE de 51.09% siendo mayor que la tasa de descuento, relación beneficio – costo económico de 1.3 siendo mayor a 0, VANF de US\$ 603,740.00 sobrepasando a 0, TIRF de 57,30% y una relación beneficio - costo financiero de 1.19 mayor a 0.

Velásquez (2018), en su tesis de investigación titulada “Estudio de factibilidad económica del sistema de extracción de mineral en el proyecto de profundización de la compañía minera río Chicama – unidad bumerang, La Libertad 2018.” Realizó una evaluación económica comparativa de dos métodos de explotación para la profundización de la mina Bumerang. Se verificó la información geológica del yacimiento en general y del proyecto Bumerang se determinó que hay reservas probadas para el proyecto de 288,635 t de mineral, con una ley promedio de 3.39% de antimonio, reservas ideales para extraer en un horizonte de producción de cuatro años. La inversión total para realizar la profundización con el método de rampas fue US\$ 566,552.00 y el costo operativo fue de 131 US\$/Tm, mientras tanto la

inversión total para ejecutar la profundización haciendo uso de un pique fue US\$ 577,554.00 y el costo operativo es de 133 US\$/Tm. Finalmente los resultados de los indicadores económicos VAN, TIR, PAYBACK, sugieren que la ejecución del proyecto de profundización sea a través de rampas.

Se define como arcilla a las partículas sólidas con diámetro menor a $2\mu\text{m}$ que al ser mezcladas con agua tienen la propiedad de volverse plásticas, dúctiles y maleables, así lo define Galan (1990) agregando que es un silicato de aluminio hidratado con ligero porcentaje de hierro que le da el color ladrillo en la cocción. Dentro de este grupo de arcillas existen las arcillas caolinitas Morales J. (2012) hace mención que este tipo de arcillas deben tener alta resistencia al fuego por lo tanto bajo contenido de álcalis y en hierro, pero al contrario mayor contenido en alúmina.

Así mismo, la arcilla caolinita según Ross y Kerr (1934), se comprende como toda roca masiva compuesta especialmente por agentes arcillosos con alto contenido de sílice SiO_2 como de Alúmina (Al_2O_3) y bajo contenido en Hierro (Fe). Por otro lado, Patterson y Murray (1997) señalan que la colinita es el mineral principal y pueden presentarse en mayor o menor grado dentro de los caolines. Además, Morales J. (2012) clasifica la composición química de una arcilla caolinita como se describe en la tabla N° 1.

Las arcillas caolinitas cuentan con una amplia división de usos, sacando provecho a cada una de sus propiedades físicas y químicas para cubrir las demandas del mercado nacional e internacional. (Secretaría de economía México, 2018). Por otro lado, entre los usos más principales del Caolín son: Agroquímicos, cerámica, cosméticos, caucho, farmacéutica, forraje, hule, material eléctrico, metales, papel, plásticos, pinturas, química, vidrio.

Según el TradeMap (2021), detalla que la exportación mundial de arcillas caolinita en el año 2021 fue de 1 882 800.104 toneladas siendo Estados Unidos el principal exportador de arcilla con el 32.75% de la exportación mundial y en segundo lugar Reino Unido con el 13.77%

expresado en la tabla N° 2, por otro lado las importaciones de arcilla caolinita fueron de 2 030 764.221 toneladas métricas, España ocupando el primer lugar en importador con un 8.51% seguido a ello se encuentra China con un 7.31% así como lo muestra la tabla N° 3. Además, la arcilla caolinita cotiza en el mercado internacional a un precio bajo debido a su alto tonelaje de extracción, Según Minerals Commodity Summaries (2022) agrega el precio de 14 US\$/Tm, así como lo detalla en la tabla N° 4, en el año 2022 donde cabe resaltar que existe una gran demanda de esta arcilla en países como Estados Unidos, Reino Unido y China. El mercado nacional peruano tiene un déficit de producción de arcillas de exportación pues solo exporta 963 toneladas por año, por otro lado, importa 4,726 toneladas anuales TradeMap (2022), esto se debe a que toda la producción de arcillas en el Perú se queda aquí mismo en la elaboración de ladrillos, tejas de manera artesanal y cerámicas a nivel industrial, gran parte de arcillas peruanas se derivan a plantas cementeras que tienen demanda para la elaboración de su producto. Alarcón & Salazar (2016).

Elizondo & Jiménez (2014) presenta el método de cuarteo tipo B, AASHTO T 248 para obtener una mezcla homogénea en un apilamiento cónico hasta obtener un círculo de muestra la cual será dividida en forma de aspa y se combina los lados opuestos para formar la sub muestra, esto se realiza cuando una muestra es de puntos distintos y se busca obtener una ley general de toda el área con el objetivo de verificar si esa ley está dentro de los parámetros. Así como muestra la figura N°1.

Cuando se encuentra con un yacimiento mineral metálico o no metálico es importante realizar una evaluación de reservas, así mismo, López C. (1997) señala que para poder construir la cantera se necesitará la evaluación de una reserva de mineral es por ello que se define dos tipos de reservas: Geológicas o in situ y mineras, constituyen, el conjunto del yacimiento y sus grandes rasgos, es decir, todo el mineral presente bajo unos condicionantes determinados (Ley mínima de explotación, etc.). Entre los métodos de cálculo de reservas

existe la estimación por el método de triángulos, donde Bustillo & López (1997), señala que es un método beneficioso para la etapa de exploración por su ejecución rápida, también, evita la sobreestimación como se presenta en los resultados de otros métodos. Se basa en unificar los sondeos geoméricamente logrando obtener las triangulaciones, así como se muestra en la figura N° 2, de modo que la resultante final sea un grupo de triángulos y para cada triangulación se debe calcular la ley media y el espesor, los triángulos diseñados deben precaver los ángulos agudos y deben tener un ángulo cercano a 60°. La estimación de reservas se basa en el cálculo de las áreas, su profundidad promedio y ley media. Las fórmulas implicadas en el cálculo de reservas por triángulos se expresan:

/Ecuación 1 - Cálculo de ley media para cada triángulo

$$Z_{123} = \frac{\sum_{123} Z_i \cdot l_i}{\sum_{123} l_i}$$

Z_{123} = Ley media del triángulo

Z_i = Ley de cada sondeo

l_i = Potencia de cada sondeo

Ecuación 2 - Cálculo del Semi – perímetro del triángulo

$$S_{\Delta} = \frac{a + b + c}{2}$$

S_{Δ} = Semi – perímetro del triángulo

a, b, c = Longitud de cada lado del triángulo

Ecuación 3 - Cálculo del área del triángulo

$$A_{\Delta} = \sqrt{S(S - a)(S - b)(S - c)}$$

A_{Δ} = Área del triángulo

S = Semi – perímetro del triángulo

a, b, c = Longitud de cada lado del triángulo

Ecuación 4 - Cálculo del volumen del triángulo

$$V_{\Delta} = A_{\Delta} \times H_{\Delta}$$

V_{Δ} = Volumen del triángulo

A_{Δ} = Área del triángulo

H_{Δ} = Potencia del triángulo

Ecuación 5 - Cálculo de tonelaje por triángulo

$$TM_{\Delta} = V_{\Delta} \times \rho_{\text{Arcilla caolinita}}$$

TM_{Δ} = Tonelaje de cada triángulo

V_{Δ} = Volumen del triángulo

ρ = Densidad de arcilla caolinita

Ecuación 6 - Cálculo de reservas de arcillas caolinitas para cada triángulo

$$R_{\Delta} = TM_{\Delta} \times C_{\text{Arcilla Caolinita}}$$

R_{Δ} = Reserva mineral del triángulo

TM_{Δ} = Tonelaje de cada triángulo

C = % Concentración de caolinita

Por consiguiente, se define que la explotación en canteras es un término que se utiliza para describir una técnica especial de minería a cielo abierto que consiste en la extracción del mineral con un alto grado de compactación y densidad de yacimientos localizados, la dolomita y la piedra caliza pueden combinarse con otros productos químicos para producir cemento y cal viva, como también, la arcilla que se extrae en las canteras puede ser chancada y fundida para producir materiales refractarios. Armstrong (2007). Adicionalmente, las reservas mineras representan a la mineralización que, una vez efectuado el diseño de explotación más adecuado para el yacimiento, ambas no coinciden debido a que no toma factores como el diseño de explotación, recuperación, dilución, etc.

Respecto al enfoque ambiental, Ramos (2004) menciona que el método de Leopold está compuesto por una matriz que representa 100 acciones que pueden causar impactos al ambiente, descrita por columnas y 88 características ambientales representadas por filas. Esta matriz se basa en los aspectos físico-biológicos y socio económicos. En esta matriz se colocan rangos de 1 al 10 tal como muestra la figura N° 3, como una forma cuantitativa de valoración, colores, símbolos, etc. Esta matriz está esquematizada por 8800 celdas y 17600 números a interpretarse, sin embargo, es solo para una investigación específica, no necesariamente se utilizan todas las acciones ni características debido a que en el proyecto a desarrollarse no existan ciertos factores ambientales y que el proyecto no tenga acciones que cambien a los factores ambientales en cuestión, y obtener como resultado la viabilidad ambiental, depende de los resultados regidos en un rango de valores tal y como lo muestra la tabla N° 5.

Por otro lado, en la evaluación económica se requiere como dato relevante los índices financieros para su aceptación o negación al proyecto en sí. Así como, el valor actual neto (VAN) Mete (2014), define como valor presente de efectivo de una inversión propuesta, a diferencia de ingresos y egresos medidos por fases. Para la modificación y actualización de los flujos netos se emplea el índice Tasa interna de retorno (TIR), donde señala ser una medida de viabilidad mínima obligatoria por parte del proyecto permitiendo utilizar otros calculo como el retorno de inversión, cubrir costos y obtener beneficios. Para el cálculo del valor actual neto utiliza la siguiente ecuación N° 7.

Ecuación 7 - Valor Actual Neto

$$VAN = -I_0 + \frac{CF_1}{(1+k)^1} + \frac{CF_2}{(1+k)^2} + \frac{CF_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{CF_n}{(1+k)^n}$$

VAN=Valor Actual Neto

CF_n = Flujo de fondos libre de impuestos

I₀ = Inversión Inicial

k = Tasa de interés

n = Periodos (años)

Así mismo, si el resultado del valor actual neto es mayor o igual a 0 el proyecto es viable, por el contrario, no es viable se rechaza. Además, si el valor actual neto es negativo no se trata que no hay un retorno o beneficio, solo que no alcanzan las proyecciones del proyecto. A diferencia de que, si es mayor a 0 señala que el proyecto tiene beneficios luego de cubrir las proyecciones del proyecto. El caso de proyectos mutuamente excluyentes, donde debo optar por uno u otro, debe elegirse el que presente el VAN mayor.

La tasa interna de rendimiento, universalmente conocida como TIR. El resultado que proporciona la TIR es lo más parecido que existe al VAN, sin que en realidad sea éste. El argumento básico que respalda el método de la tasa interna de rendimiento es que proporciona una sola cifra que resume los méritos de un proyecto. Esta cantidad no depende de la tasa de interés que prevalece en el mercado de capitales (Westerfield, 2010). Su cálculo es efectuado mediante la ecuación N° 8.

Ecuación 8 - Tasa interna de retorno

$$0 = -I_0 + \frac{CF_1}{(1+TIR)^1} + \frac{CF_2}{(1+TIR)^2} + \frac{CF_3}{(1+TIR)^3} + \dots + \frac{CF_n}{(1+TIR)^n}$$

TIR = Tasa Interna de Retorno

CF_n = Flujo de fondos libre de impuestos

I₀ = Inversión Inicial

Básicamente se centra en la preparación del presupuesto de capital, el desarrollo de toma de decisiones para aceptar o rechazar proyectos. De este modo, la regla básica de inversión se puede generalizar como aceptar el proyecto si el VAN es mayor que cero y por otro lado rechazar el proyecto si el VAN es inferior que cero.

Además, la tasa de descuento se denomina costo de oportunidad porque la inversión corporativa en el proyecto les quita a los accionistas la oportunidad de invertir el dividendo en un activo financiero (Westerfield, 2010). Por lo tanto, el VAN es un método racional ya que los métodos opcionales son tan buenos como el VAN.

Stephen A. et al (2012) define que el método del periodo de recuperación es muy discrepante con el método del valor presente neto y, eso define que es conceptualmente erróneo. Dando así que la regla del periodo de recuperación nos sirve para tomar decisiones de inversión de manera que optimicemos tiempo y tener resultados próximos en poco tiempo. Se identifica una fecha específica y estratégica de corte, dando como rangos desde un menor tiempo a mediano dependiendo de la envergadura del proyecto de inversión o el monto en invertir, por otro lado, nos especifica que todos los proyectos de inversión que tienen un periodo de recuperación de dos años o menos se llegan a aceptar, y todos los que dan resultados en más de dos años a más, se rechazan.

Además, el método del periodo de recuperación presenta, en forma general 3 principales problemas comunes y generales como la oportunidad de los flujos de efectivo dentro del periodo de recuperación, pagos posteriores al periodo de recuperación y el estándar arbitrario del periodo de recuperación. Aquí sabemos el número de periodos que se tarda en recuperar el dinero desembolsado al comienzo de una inversión. Su fórmula fue expresa en la ecuación N° 9.

Ecuación 9 - Periodo de recuperación

$$PRI = \frac{I_0}{F_{anual}}$$

PRI = Periodo de recuperación

I₀ = Inversión Inicial

F_{anual} = Flujo de fondos anual libre de impuestos

Por otro lado, Aguilera A. (2017) indica que el índice financiero razón de beneficio – costo es una relación entre los costos y beneficios de un proyecto. El cálculo se basa en el valor actual de las entradas de flujos futuros en relación del valor actual de desembolso inicial. Se realiza una división de flujo descontado de beneficios entre los ingresos y egresos generados por el proyecto Tal, así como lo muestra la ecuación N° 10. Además, nos da un resultado cuantitativo que nos ayuda conocer si el proyecto producirá un beneficio rentable. Si el resultado es mayor que 1 se puede estimar que es viable caso opuesto a que si es menor o igual a 1 es posible que el proyecto necesite de modificaciones inmediatas caso contrario no es viable ya que no sumará ningún beneficio.

Ecuación 10 - Relación beneficio - costo

$$\frac{B}{C} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{I_0 + Co_1 + Co_2 + Co_3 + \dots + Co_n}$$

$$\frac{B}{C} = \text{Relación Beneficio} - \text{Costo}$$

$$V = \text{Ventas}$$

$$I_0 = \text{Inversión Inicial}$$

$$Co = \text{Costos de Operación}$$

$$n = \text{Periodos (años)}$$

En la actualidad realizar una evaluación técnica y económica para la explotación en minería no metálica, aún es de desconocimiento e incertidumbre al momento de invertir, conocer su rentabilidad en el tiempo y las técnicas adecuadas de cuantificar sus recursos y explotarlos. En la cantera Cerro Negro en estudio, no cuenta con ninguna estimación de reservas (probadas, probables y posibles) ya que es un proceso de alto compromiso y conocimiento porque da valor cuantitativo económico a un yacimiento mineral, así mismo, tampoco se

cómputo la evaluación económica juntamente a los índices financieros; en conjunto representan un papel fundamental para la cantera Cerro Negro, puesto que estos influyen significativamente en los resultados esperados de si es rentable o no su ejecución. Además, no existe conocimiento de planificación, ejecución y explotación en la cantera Cerro Negro por tal motivo esta investigación podrá llenar ese vacío de conocimiento teórico y técnico.

El problema de investigación establecido es, **¿Cuál es el resultado de la evaluación técnico-económica para la explotación de arcillas caolinita en la cantera Cerro Negro, distrito Lucma, región Gran Chimú 2022?**

Dado como objetivo general, realizar la evaluación técnico-económica para la explotación de arcillas caolinita en la cantera Cerro Negro, distrito Lucma, región Gran Chimú 2022. Por tal razón, los objetivos para poder lograr ejecutar el objetivo general fueron:

- Determinar la concentración de alúmina (Al_2O_3) en las muestras caolinitas mediante caracterización mineralógica en laboratorio.
- Estimar las reservas de arcilla caolinita y vida útil de la cantera Cerro Negro.
- Valorar el impacto ambiental en función la matriz de Leopold para la explotación de arcillas caolinitas en la cantera Cerro Negro.
- Calcular la tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN), el periodo de recuperación (PAYBACK) y la razón beneficio – costo (B/C).

Hipótesis

Con la evaluación técnico-económica se determinará la explotación de arcillas caolinita en la cantera Cerro Negro, distrito Lucma, región Gran Chimú 2022.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

La presente investigación fue de tipo aplicada debido a que se aplicarán teorías y fórmulas para alterar la variable, el alcance de esta investigación es correccional debido a que se conoce la relación entre las variables. Por enfoque es cuantitativa debido a que se contabiliza datos que atribuyen a la investigación.

Unidad de estudio

Arcilla caolinita de la cantera Cerro Negro.

Población

Toda la arcilla dentro de la concesión Cerro Negro que comprende 300 hectáreas.

Muestra

36 Kg de arcillas caolinita extraídas por 9 calicatas dentro de la cantera Cerro Negro.

Tabla 1 - Operacionalización de variables

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores |
|---|---|--|---|--|
| Evaluación técnica-económica | Método en el que se contemplan los aspectos técnicos operativos necesarios en el uso eficiente de los recursos disponibles, verificando la posibilidad de que el proyecto tenga un impacto económicamente positivo UNAM (2002). | Se realiza una cuantificación de recursos de arcillas, utilizando el método de triángulos López J. (1997). Se detalla un flujo de caja indicando el cálculo de ingresos y egresos | <ul style="list-style-type: none"> ● Recursos ● Vida útil ● VAN ● CAPEX ● TIR ● Payback | <ul style="list-style-type: none"> ● Toneladas ● Años ● US\$ ● US\$ ● % ● Años |
| Explotación de arcilla caolinita | Conjunto de elementos o instalaciones para dar aprovechamiento el uso de la arcilla caolinita para fines de lucro RAE (2022). Extracción mediante métodos superficiales o subterráneos de caolinita. | Extracción de arcilla caolinita bajo parámetros técnicos y ambientales. Extracción a tajo abierto usando maquinaria pesada que arranca directamente a la caolinita. | <ul style="list-style-type: none"> ● Ancho y altura de banco ● Geometría de taludes ● Producción | <ul style="list-style-type: none"> ● Metros ● Ángulo y altura ● Toneladas |

Fuente: Elaboración propia

Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

La técnica aplicada en esta investigación fue de la Observación, la cual es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; con ella el investigador se apoya para recolectar y obtener el mayor número de datos, información y registrarla para su posterior análisis. Además de aplicar el muestreo geológico aleatorio simple, que tomamos ciertos puntos donde se realizaron muestreos volumétricos (calicatas) para su posterior extracción de la muestra, a partir de ello, se utiliza un método de reducción de muestras para ensayos de laboratorio como el método del cuarteo. Para la determinación de Alúmina se utilizó el método de determinación analítica. En cuanto, al cálculo de reservas se aplicó el método de triángulos o triangulación para determinar el tonelaje aproximado de la cantera.

Instrumentos

Recopilamos información sustentable con los instrumentos adecuados, informes de litología geológicas, boletines informativos de la zona, estudio de mercado en minería no metálica donde impregnamos los datos en una base de datos en Microsoft Excel.

Informe de laboratorio y fichas de resultados de análisis de leyes extraídas, estimación de recursos, vida útil de la mina e índices financieros. Con ayuda de gráficos, tablas e interpretaciones (Microsoft Excel): análisis geoestadístico, estimación de recursos y ley de corte (Microsoft Excel).

Los instrumentos utilizados fueron, cuaderno de campo, formato planificador, ficha de registro de calicatas, fichas de resultados de análisis de leyes extraídas.

Materiales

Cuaderno de campo, brújula, cámara, GPS, laptop, martillo geológico, bolsas herméticas, cinceles, etc.

Procedimiento

Etapa de pre-campo

Se recopilaron informes de litología geológicas, boletines informativos de la zona, estudio de mercado en minería no metálica, así como mapeos de la zona en estudio.

Etapa Campo

Tras haber realizado la etapa de pre campo, se obtuvo información fundamental para iniciar la etapa de campo en la cantera Cerro Negro se inició con la etapa de exploración para estudiar el yacimiento de arcillas como delimitar las dimensiones, forma y su calidad, por otro lado, también ayuda a identificar los recursos terrestres, acuáticos y sus posibles áreas de influencia de impacto ambiental.

Esta etapa tuvo una duración de 10 días, que tenía como objetivo principal realizar muestreos a través de calicatas en sitios estratégicos y así descartando ubicaciones de alto contenido estéril y zonas intangibles como muestra en la figura N° 4. Además, es identificar todas las variables ambientales existentes en la cantera Cerro Negro así poder puntuar la magnitud de cada una en la matriz de Leopold.

Las calicatas tienen dimensiones de 1m x 1m x 2m para evitar la roca meteorizada y obtener la arcilla en forma compactada como se ve en la figura N°5. Se extrajeron 9 calicatas con la ayuda de herramientas como pico y palana, durante la exploración previamente georreferenciadas a través de un GPS como muestra la tabla N° 7, además, se extrajeron 36 Kg de arcilla en cada calicata aproximadamente para luego aplicar el método del cuarteo con la finalidad de homogenizar y extraer una muestra uniforme resultante de 4.04 Kg por calicata en promedio.

Posteriormente, pasamos a realizar análisis de laboratorio para obtener la concentración de alúmina (Al_2O_3) y una caracterización mineralógica para ello realizamos el proceso del tamizado donde la arcilla sobrepase una malla 3/8" o aproximadamente 9 milímetros, para ello se necesitó martillos para triturar la muestra y disminuir su tamaño de partícula, como

se visualiza en la figura N° 6 y N° 7. Y, por último, se llegó a medir su masa mediante una balanza milimétrica, y se identificó cada una con el nombre M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-6, M-7, M-8, M-9 donde posteriormente fue empacada en bolsas herméticas para así ser enviadas a un laboratorio para su análisis por determinación analítica.

Los resultados de laboratorio por determinación analítica, nos otorgó porcentajes ubicados dentro de los límites como resultados competentes de acuerdo con el mercado demostrando que las arcillas caolinitas de la cantera Cerro Negro es mineralógicamente competente. Como lo muestran los anexos N° 8 a N° 16.

Análisis de datos

Estimación de recursos, vida útil de la mina e índices financieros. Con ayuda de gráficos, tablas e interpretaciones (Excel): Análisis geoestadístico, estimación de recursos y ley de corte.

Para este análisis de factibilidad es ideal trabajar con softwares para procesar datos, graficarlos e identificarlos es por ello que se utilizará el programa "Microsoft Excel" para una obtener una base de datos, como también se utilizará los softwares como "Google Earth" y "AutoCAD" para su ubicación, georreferenciación y diseño del yacimiento de caolín, y para finalizar se volverá a utilizar el software "Microsoft Excel" para calcular los índices financieros.

Para la estimación de recursos el cálculo de recursos, el método que más se adecua a los datos existentes es por el método de triángulos. Se empezará la construcción de los triángulos, tomando como vértices a las calicatas y tomando los dos puntos más cercanos formando un triángulo. De esa manera luego de la triangulación obtendremos datos como longitud y dimensión de cada triángulo para luego calcular el semiperímetro, perímetro, área y volumen de cada uno.

Calculamos las medidas de todas las triangulaciones (Tr1, Tr2, Tr3, ..., Tr9), donde tenemos que el triángulo más grande es el "Tr. 5" y el más pequeño es el "Tr. 8" como se puede visualizar en la figura N° 17. Al tener las dimensiones y profundidad de cada triangulación pasamos a calcular el perímetro, área y volumen. Como lo muestra la tabla N° 8. Por otro lado, para culminar con el cálculo de recursos debemos hallar la concentración de las arcillas caolinitas con respecto al estéril existente. Para ello se determinó la profundidad del material estéril existente, que en promedio es 1.4m y se realizará una razón llamada Desbroce que luego se sustraerá con el volumen para dar con las reservas totales de arcilla caolinita.

Al tener los parámetros de cada triángulo, como el espesor y su concentración promedio de cada triángulo. El siguiente paso será realizar el cálculo de reservas del yacimiento de arcillas caolinitas teniendo en cuenta que el peso específico de la caolinita es de 2.6 así como los niveles de concentración demostradas en la tabla N° 9. Cabe mencionar que las reservas calculadas son totales incluyendo las probadas, probables y posibles, ya que, solo se realizó calicatas de 2m de profundidad siendo hasta ahí reservas probadas, luego se dio 3–3.5 m de profundidad para reservas probables y 5 – 5.5 m de profundidad para reservas posibles a consecuencia de no haber realizado perforaciones de diamantina, resultando que en la estimación de reservas se tomó una profundidad variable de 9.27 – 11.70 m dando así de 10.5 m en promedio siendo estas las reservas totales y tomadas en el cálculo de reservas. Y por otro lado, se determinará la vida útil explotable que tendrá la cantera Cerro Negro que depende de la producción de extracción.

Para la evaluación de impacto ambiental se tomó en cuenta todos los factores y parámetros ambientales que influyen de manera directa e indirecta al proyecto como son las características físicas y químicas, condiciones biológicas y factores culturales mediante el cuadro de identificación previamente realizada en el estudio de campo y por otro lado, tenemos las acciones que generan efectos ambientales al arrancar la explotación de la

cantera tales como alteración del terreno, modificación del régimen, procesos, transformación de suelo y construcción, cambios en el tráfico y vertido de residuos. Al identificar toda esta información, se pasará a aplicar la matriz de Leopold que nos dará como resultado la viabilidad ambiental hacia la explotación de la cantera Cerro Negro.

La concesión Cerro Negro contiene un área de influencia directa de 95.8 hectáreas, y un área de influencia indirecta de 155 hectáreas. Cerca de ella partirán dos vías de acceso hacia la cantera, así mismo un acceso para la desmontera la cual se irán construyendo depende al avance de los trabajos extractivos.

Con lo que respecta al estacionamiento de las maquinarias se llevara a cabo en zonas estratégicas por contingencia a vertidos accidentales de aceites usados. En cuanto a los almacenamientos de repuestos auxiliares y combustible existe un depósito y estructuras adecuadas instaladas bajo los estándares de calidad tanto del diseño como su seguridad regido a la Reglamentación de instalaciones petrolíferas. Estas áreas de influencia identificadas se tomaron a partir de la huella del proyecto, la cual comprende los terrenos y concesión sobre la cual se ubicarán los futuros accesos e instalaciones del proyecto.

Dentro de estas áreas de influencia directa como indirecta, contemplamos a los recursos terrestres como suelo, uso de tierra, geomorfología, flora, fauna y biodiversidad. Donde en los posibles impactos proyectados en la etapa de construcción, operación y cierre del proyecto es la emisión de polvo, extracción de vegetación gipsófila calificando como tierra improductiva con escasez de agua. Se tomó una distancia de amortiguamiento delimitada de 55 – 75 metros, así como lo muestra la figura N° 18. Por parte, de la influencia indirecta no se creyó relevante ya que el mineral no metálico extraído no conlleva un proceso que produjera ácido de roca o precipitaciones contra el terreno, además no se identificaron presencia de fauna en peligro de extinción ni de especie amenazadas. Por otro lado, para el área de influencia de recursos acuáticos, se tomaron datos como la ecología acuática, calidad

de aguas superficiales, hidrogeología e hidrología donde se tomó a partir del río Chicama ya que es río dentro de la concesión, así como se mencionó anteriormente el terreno es improductivo y seco, por lo tanto, no se consideró aguas superficiales, cuencas o afloramientos de agua. Se delimitó una distancia de amortiguamiento de 250 metros tal y como muestra la figura N° 19. Consecuente, para la estimación de la calidad acústica del área de influencia directa e indirecta se realizó una serie de mediciones tomando en cuenta mediciones de proyectos en similares características a la cantera, así obteniendo niveles sonoros muy cercanos a los límites establecidos para el periodo diurno, no hay ruido directo e indirecto para alguna población cercana como lo es Zepten. Sin embargo, el tránsito de los camiones afectará de manera indirecta a las viviendas ubicada al borde de la carretera.

Por otro lado, no se halló ningún espacio natural catalogado como ámbito rural, local, regional, nacional, autonómico, estatal o mundial. Y, por último, con respecto a la estructura del paisaje, contiene un relieve montañoso, donde aparecen volúmenes de plantaciones desérticas. La presencia de la pista cercana al área de estudio y el río cercano aumenta la calidad del lugar, dando como resultado una calidad del paisaje alta. La fisiografía del área del proyecto hace de que su fragilidad visual sea muy baja.

Escenarios de producción

Se definieron distintos escenarios de producción, esto se debe a que cabe la posibilidad de que el proyecto se ajuste a las diversas necesidades del comprador, se adaptó 3 ritmos de producción distintas, así como se observa en la tabla N° 10 estos nos permiten ver el proyecto a distintas escalas y no solo en producción si no también en inversión, costos, ventas y una mejor infraestructura en comparación entre los escenarios.

Ventas

Si el mercado internacional nos otorga un precio de 54.6 PEN/tonelada métrica al tipo de cambio de dólar actual 3.9 PEN/US\$ así indicado anteriormente, para las arcillas caolinitas

como también tenemos un ritmo de producción mensual, podemos calcular cuánto van a ser los ingresos por mes como también por año, es redundante decir que los ingresos por mes o año se ven reflejado según los distintos escenarios. Como se puede ver en la tabla N° 11.

Inversión

Para conseguir cumplir con la producción mensual en cada escenario debe existir una previa inversión con la cual se logrará dar inicio a la etapa de desarrollo del proyecto es por ello que se ha determinado distintos ítems como inversión tangible y no tangible, pre – inversión y capital de trabajo. En esta etapa de construcción del proyecto se basa en la elaboración de la carretera, edificación del campamento es por eso que el número de días trabajados varía según los distintos escenarios, así como muestra la tabla N° 12, cabe decir que el escenario 3 tendrá más días de construcción estimamos que será de 12 días mientras, el escenario 2 cuenta con 8 días y el escenario 1 con solo 5 días para esta etapa de preparación y habilitación del proyecto ya que depende de la inversión y su nivel de producción que se tomara en cuenta los periodos de construcción.

Se conoce como Inversión fija tangible porque es algo concreto y necesario para el inicio de operaciones, es decir los equipos de protección personal para los trabajadores cumpliendo así las normas que el estado rige, los equipos para la planificación de operaciones diarias incluido también el sistema eléctrico, las herramientas necesarias para la participación obrera, el campamento donde será el centro de planificación y almacén de materiales junto a ello garitas y control de vigilancia para la protección del personal de obra, con mucha relevancia las maquinarias necesarias para la construcción de carretera además de la movilización del personal. Así como se muestra en la tabla N° 13

Por otro lado, la inversión fija intangible es la valorización abstracta que se da para lograr en si la autorización para explotar minerales en la zona predeterminada. Permisos como la

declaración de impacto ambiental y el cierre de minas, también se consideró los trabajos de ingeniería y administrativos expresados en la tabla N° 14.

Antes de iniciar esta etapa de construcción y habilitación del proyecto, se debe realizar una campaña de exploración donde puedan otorgar un plan de extracción de mineral diario y el sistema de trabajo es por ello que se contrata a un ingeniero geólogo con el objetivo de estimar las reservas para llevar un mejor control en la etapa de desarrollo, así como lo muestra la tabla N° 15.

En la etapa de construcción del proyecto se estima un costo para los trabajadores que participan como se visualiza en la tabla N° 16, se incluye como gastos legales los seguros contra todo riesgo, además de un imprevisto en esta etapa.

Costos operativos

Cada mes se está estimando en cumplir con la producción de cada escenario, no obstante, para determinar este fin, es necesario poner a disposición lo que se necesita para esto, es decir la mano de obra directa, conformada por jefe de proyecto, supervisor, obreros y asistentes también se dio lugar a las leyes sociales de un 20% que se otorga al trabajador como incentivo de su trabajo, por otro lado, los equipos de trabajo como excavadora, cargador frontal, volquete, camioneta y motoniveladora. Existe también otro tipo de costo muy importante llamado gasto de operación tiene como objetivo hacer trabajos de preparación para que se pueda aplicar los costos directos sin dificultad. Se puede visualizar para cada escenario su costo directo y gastos de operación, de manera ordenada desde la tabla N° 17 al N° 22.

Flujo de Caja

A continuación, se tomó en cuenta la diferencia entre ingresos y egresos de cada mes y por año de cada escenario, con esto se obtiene un flujo de fondos sujeto a un impuesto general a la venta el cual por norma general se considera un 18% de toda la venta con esto se obtendrá

el flujo de fondos libre de impuesto, como se muestra para cada escenario desde la tabla N° 23 – 28 donde podemos observar en la que el mes cero, o año cero se considera la inversión como un gasto y sumado al costo de operación, mantiene un flujo negativo hasta su debida recuperación.

Valor Actual Neto (VAN)

Una vez definido el flujo de caja, podemos calcular el VAN mediante la ecuación x, donde el flujo neto libre de impuestos es sometido a una tasa de interés del 1% mensual y por lo consiguiente 12% anual, considerando la inversión inicial en el mes o año 0 como valor negativo, como también el flujo que es producto de la diferencia entre ingresos y egresos esta con el fin de dar una valoración al proyecto, el VAN otorga un valor en la moneda que se está utilizando en este caso PEN. Calculado con la ecuación N° 7

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Por otro lado, la tasa interna de retorno es calculada similar al VAN, teniendo sus mismos componentes no obstante muestra la tasa de interés como la variable que satisface la ecuación a 0, así como muestra la ecuación N° 8, esto quiere decir que toma el termino de viabilidad como un porcentaje de retorno y ganancias considerando los costos operativos, inversión, ventas e impuestos.

Pay-Back o Periodo de recuperación:

Para los inversionistas es importante definir en qué momento recuperar la inversión, es por ello la existencia de este indicador financiero que analiza el flujo neto libre de impuestos para lograr estimar con la ecuación N° 9 el periodo de tiempo hasta concluir retornar la inversión inicial. Recordando que con esto se logra obtener el periodo de recuperación

Relación Beneficio/Costo:

Otro de los índices financieros el cual define este proyecto es la relación beneficio costo que consiste en el cálculo de la comparación entre la sumatoria de los ingresos y la sumatoria de los egresos incluido la inversión. Así como se muestra en la ecuación N° 10.

Aspectos Éticos

En este estudio se venera el dominio intelectual, citando y referenciando la bibliografía situada, asimismo se está mencionando información de la empresa minera Cerro Negro con fines de innovar con ideas productivas y apoyar al desarrollo sostenible de la empresa. Por esa razón se brindaron las facilidades de información para ser utilizadas en el presente proyecto de investigación, se tomará en cuenta el permiso y consentimiento para cualquier actividad o individuo que participa.

Confidencialidad: Los datos obtenidos para el presente proyecto de investigación, fueron de total confidencialidad y tomados explícitamente para este tipo de trabajo, dando como respaldo fuentes propias sin fines de difundir por ningún medio.

Respeto: La extracción en campo, se respetó todos los procedimientos de acceso y permisos competentes, adjunto el uso de Equipos de Protección personal siguiendo los estándares de seguridad.

Validez: Los instrumentos fueron validados por la aprobación de los especialistas del área.

Aspectos Generales

Ubicación

La concesión peruana Cerro Negro está ubicada en las laderas del río Chicama- La libertad en la provincia de Gran Chimú del distrito de Lucma, frente a la comunidad de Septén esta zona pertenece al hemisferio internacional 17-M (WGS 86) así como lo muestra la figura N°20, además está incluida en la carta nacional geológica 16-f denominada Cuadrángulo de Otuzco.

Concesión Minera

La concesión minera Cerro Negro dirigida por la FJ&DRACO S.A.C. comprende de un denuncia con 3 cuadrículas delimitado por 6 puntos topográficos dando como área 300 ha., es decir 300 hectáreas en la cual esta titulada a nombre de Wilson Draco Calle Ojeda, además tiene una superposición con la empresa Gold Dust.

Eso da a entender que las hectáreas disponibles son de 277.38 ha, según el expediente de catastro minero del Ingemmet, teniendo como código de derecho minero 63000141, como muestra la figura N° 21.

Geología Regional

El yacimiento se encuentra cubierto de una capa o estrato de arcilla caolinita originarias de la descomposición de rocas sedimentarias y metamórficas, Cossio A. (1967) en el Boletín informativo del Ingemmet hace mención al cuadrángulo de Otuzco, teniendo referenciado nuestra área de estudio cercana a la hacienda Septén, da a conocer que la litología consiste esencialmente a base de lutitas pizarrosas negras de estratificación fina con algunos horizontes de areniscas y cuarcitas grises en capas delgadas, en sus niveles superiores se nota gran incremento de areniscas arcillosas de tono oscuros, gris verdoso y marrón. La formación Chicama en este punto tiene una profundidad de 500 metros.

Accesibilidad

El acceso desde Chicama hasta el área de estudio está conformado por una carretera de 62.5 km asfaltado con una calidad regular debido a que algunas partes fueron afectadas por el fenómeno del niño y hasta la fecha no han sido reconstruidas.

Cabe decir que se evaluó distintas distancias desde Chicama hacia los posibles destinatarios, ya sea a los puertos o a la fábrica cementos Pacasmayo el cual es un gran consumidor de arcillas caolinita. Así mismo, se diseñó y midió la ruta desde la cantera Cerro Negro y el Puerto Salaverry como se muestra en la figura N°23.

Relieve topográfico

La peculiaridad geográfica del área de trabajo proviene de la formación Chicama formándose el mineral sedimentario en cerros dividido por quebradas. La topografía del terreno muestra relieves del mineral no metálico depositados, formándose así cerros que van desde una altura de 630 m.s.n.m. hasta los 700 m.s.n.m. mostrando así los estratos sub horizontales. Así como se visualiza en la figura N°24.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Determinación de la concentración de alúmina (Al_2O_3) en las muestras arcillas caolinitas mediante caracterización mineralógica en laboratorio.

Tabla 2 - Análisis mineralógico de las muestras arcillas caolinitas

| Muestras | Este (m) | Norte (m) | Cota (m) | % Alúmina (Al_2O_3) | % Sílice (SiO_2) | Perdidas por Cochura |
|----------|----------|-----------|----------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| M - 1 | 747655 | 9165952 | 704 | 28.01% | 56.90% | 31.5% |
| M - 2 | 748161 | 9165947 | 698 | 29.02% | 59.70% | 31.5% |
| M - 3 | 748563 | 9165859 | 702 | 29.27% | 57.05% | 31.5% |
| M - 4 | 748323 | 9165429 | 699 | 32.25% | 56.50% | 31.5% |
| M - 5 | 748548 | 9165035 | 707 | 31.26% | 58.70% | 31.5% |
| M - 6 | 748016 | 9165032 | 700 | 30.70% | 55.63% | 31.5% |
| M - 7 | 747847 | 9165442 | 698 | 29.83% | 59.32% | 31.5% |
| M - 8 | 747504 | 9165316 | 701 | 32.29% | 57.20% | 31.5% |
| M - 9 | 747561 | 9164870 | 710 | 31.51% | 56.12% | 31.5% |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N° 30 muestra el resultado del análisis de laboratorio mediante caracterización mineralógica de las muestras extraídas en la cantera Cerro Negro donde el porcentaje % de Alúmina (Al_2O_3) da como mayor % la muestra M – 8 con un valor de 32.29% y la menor la muestra M – 1 con 28.01%. Además, los resultados de % Sílice están dentro de los valores aceptables y por otro lado el efecto de perdidas por cochura es un valor positivo. Dando como resultado final del análisis que las arcillas caolinitas de la cantera Cerro Negro son de calidad competente.

Tabla 3 - Estimación de reservas de arcillas caolinitas de la cantera Cerro Negro mediante el método de triángulos

| Triangulaciones | Semi Perimetro (m) | Perimetro (m) | Espesor Promedio de cada Triangulación (m) | Espesor promedio de Estéril (m) | Área(m2) | Volumen (m3) | %Desbroce | Reservas(m3) | Tonelaje(Tm) |
|--------------------|-----------------------|------------------|--|---------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------|---------------------|----------------------|
| Triangulo 1 | 782.59 | 1,565.18 | 10.40 | 1.4 | 99,871.53 | 1,038,663.87 | 13.46% | 898,843.73 | 2,336,993.70 |
| Triangulo 2 | 822.81 | 1,645.62 | 9.37 | 1.4 | 128,548.37 | 1,204,069.75 | 14.95% | 1,024,102.03 | 2,662,665.27 |
| Triangulo 3 | 806.79 | 1,613.58 | 9.77 | 1.4 | 122,231.29 | 1,193,792.22 | 14.33% | 1,022,668.42 | 2,658,937.89 |
| Triangulo 4 | 723.35 | 1,446.69 | 9.73 | 1.4 | 96,987.71 | 944,013.75 | 14.38% | 808,230.95 | 2,101,400.48 |
| Triangulo 5 | 885.14 | 1,770.28 | 9.33 | 1.4 | 95,651.57 | 892,748.02 | 15.00% | 758,835.81 | 1,972,973.12 |
| Triangulo 6 | 743.81 | 1,487.62 | 9.27 | 1.4 | 105,144.94 | 974,343.09 | 15.11% | 827,140.18 | 2,150,564.46 |
| Triangulo 7 | 710.75 | 1,421.49 | 11.70 | 1.4 | 96,480.56 | 1,128,822.58 | 11.97% | 993,749.80 | 2,583,749.47 |
| Triangulo 8 | 697.18 | 1,394.36 | 10.57 | 1.4 | 80,960.93 | 855,487.21 | 13.25% | 742,141.90 | 1,929,568.94 |
| Triangulo 9 | 759.04 | 1,518.08 | 10.60 | 1.4 | 106,078.76 | 1,124,434.87 | 13.21% | 975,924.60 | 2,537,403.97 |
| Total | 6,931.45 | 13,862.90 | | | 931,955.67 | 9,356,375.35 | | 8,051,637.42 | 20,934,257.30 |

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de reservas por triángulos dio como resultado 9 triangulaciones, teniendo como espesor un rango de 9.3 - 11.7 metros entre los triángulos, un área total de 931,955.67 m², un volumen de 9,356,375.35 m³, la concentración existente de arcillas caolinitas es de $\geq 82\%$ y $\leq 90\%$ obteniendo así reservas totales de arcillas caolinitas de 8,051,637.42 m³, así como 20,934,257.30 Tm existentes en la cantera Cerro Negro.

Tabla 4 - Vida Útil de la cantera Cerro Negro para cada escenario

| Tipo de Cálculos | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Unidades |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| Ritmo de Producción mensual | 7,200 | 15,000 | 30,000 | Tm/mes |
| Ritmo de producción anual | 86,400 | 180,000 | 360,000 | Tm/año |
| Volumen Arcillas Caolinitas | 9,356,375 | 9,356,375 | 9,356,375 | m3 |
| Volumen Desmote | 1,304,738 | 1,304,738 | 1,304,738 | m3 |
| Volumen Neto | 8,051,637 | 8,051,637 | 8,051,637 | m3 |
| Reservas Arcillas Caolinitas en Toneladas | 20,934,257 | 20,934,257 | 20,934,257 | Tm |
| Desmote en Toneladas | 3,392,319 | 3,392,319 | 3,392,319 | Tm |
| Vida Útil | 242 | 116 | 58 | Años |

Fuente: Elaboración propia

La vida útil de la cantera Cerro Negro varía depende al nivel de producción definido para cada escenario tomando en cuenta que las reservas de arcillas caolinitas es la misma, como se observa el escenario 1 tiene la vida útil más extensa ya que su nivel de producción anual es la menor con 86,400 Tm/año, caso contrario, con el escenario 3 que cuenta con la menor vida útil pero con el mayor ritmo de producción anual de 360,000 Tm/año teniendo así 58 años de vida útil de la cantera Cerro Negro.

Valoración del impacto ambiental en función la matriz de Leopold en la cantera Cerro Negro.

La matriz de Leopold nos dio como resultado cuantitativo que, si es viable ambientalmente, dado que las interacciones positivas fueron de 15 puntos teniendo una valoración de impacto bajo y las negativas con 33 puntos estando dentro de la valoración de impactos promedio.

Cálculo de la tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN), el periodo de recuperación (PAYBACK) y la razón beneficio – costo (B/C).

Los componentes para la elaboración del flujo de caja para cada escenario, como inversión inicial (Tabla total inversión) , costos de operación (Tabla total costos), ventas (Tabla total ventas) como también aplicado el IGV, dan como resultado la Tabla (Flujo) donde se muestra que en el escenario 1 el flujo mensual neto libre de impuesto es de 22 378 PEN y anual 268 541 PEN, en escenario 2 el flujo mensual es de 47 341 PEN y anual de 568 095 PEN y del tercer escenario su flujo mensual equivale a 104 038 PEN así como su flujo anual de 1 248 450 PEN (Tablas de flujo de caja). Así como se detalla en la tabla N° 22 hasta N°27.

Tabla 6 - Resumen del Valor Actual Neto de los escenarios

Resumen Flujo de Caja

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 |
|--|-------------|-------------|---------------|
| IGV | 18% | 18% | 18% |
| Flujo de fondos libre de impuestos mensual | 22 378 PEN | 47 341 PEN | 104 038 PEN |
| Flujo de fondos libre de impuestos anual | 268 541 PEN | 568 095 PEN | 1 248 450 PEN |

Elaboración: Propia

Fuente: Elaboración propia

VAN

El resultado del VAN como índice financiero es facilitado por los componentes del flujo de caja en cada escenario varía dependiendo su producción, a mayor producción mayor VAN, dando como resultado positivo en todos los escenarios. En el primer escenario con una producción de 7200 tn Tiene como VAN 687 848.6 PEN

$$VAN = -197\ 639 + \frac{268\ 541}{(1 + 0.12)^1} + \frac{268\ 541}{(1 + 0.12)^2} + \frac{268\ 541}{(1 + 0.12)^3} + \frac{268\ 541}{(1 + 0.12)^4} + \frac{268\ 541}{(1 + 0.12)^5} = S/. 687\ 848.6$$

En el segundo escenario el proyecto también es viable debido que el VAN tiene un valor positivo de 1 437 174.4 PEN

$$VAN = -438\ 220 + \frac{568\ 095}{(1 + 0.12)^1} + \frac{568\ 095}{(1 + 0.12)^2} + \frac{568\ 095}{(1 + 0.12)^3} + \frac{568\ 095}{(1 + 0.12)^4} + \frac{568\ 095}{(1 + 0.12)^5} = S/1,437\ 174.41$$

En el tercer escenario la viabilidad es aceptable debido a que su VAN posee un resultado positivo de 3 047 542.9 PEN

$$VAN = -1\ 087\ 146 + \frac{1\ 248\ 450}{(1+0.12)^1} + \frac{1\ 248\ 450}{(1+0.12)^2} + \frac{1\ 248\ 450}{(1+0.12)^3} + \frac{1\ 248\ 450}{(1+0.12)^4} + \frac{1\ 248\ 450}{(1+0.12)^5} = S/.3\ 047\ 542.9$$

Tabla 7 - Resumen de la Tasa Interna Retorno de los escenarios

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 |
|-------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Tasa de descuento | 12% | 12% | 12% |
| VAN | 687 848.6 PEN | 1 437 174.4 PEN | 3 047 542.9 PEN |

Fuente: Elaboración propia

TIR

El resultado del TIR es la variante de la tasa de interés para que el VAN llegue a 0, aplicando la formula nos otorga, en el primer escenario es de 134%

$$TIR = -197\ 639 + \frac{268\ 541}{(1 + i)^1} + \frac{268\ 541}{(1 + i)^2} + \frac{268\ 541}{(1 + i)^3} + \frac{268\ 541}{(1 + i)^4} + \frac{268\ 541}{(1 + i)^5} = 0$$

$$\mathbf{TIR = i = 134\%}$$

Por otro lado, en el siguiente escenario 2 el TIR se muestra en un 128%

$$TIR = -438\,220 + \frac{568\,095}{(1+i)^1} + \frac{568\,095}{(1+i)^2} + \frac{568\,095}{(1+i)^3} + \frac{568\,095}{(1+i)^4} + \frac{568\,095}{(1+i)^5} = 0$$

$$\mathbf{TIR = i = 128\%}$$

En el tercer escenario el TIR es de 122%

$$TIR = -1\,087\,146 + \frac{1\,248\,450}{(1+i)^1} + \frac{1\,248\,450}{(1+i)^2} + \frac{1\,248\,450}{(1+i)^3} + \frac{1\,248\,450}{(1+i)^4} + \frac{1\,248\,450}{(1+i)^5} = 0$$

$$\mathbf{TIR = i = 122\%}$$

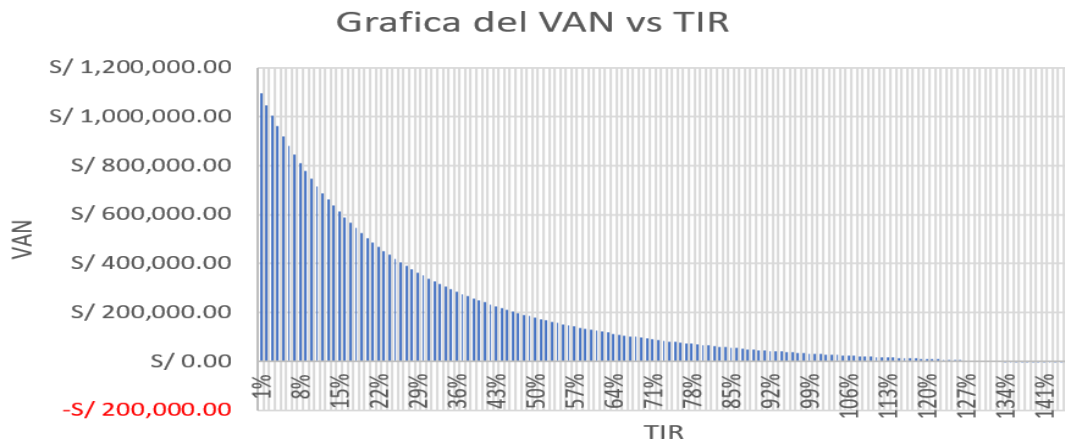
Tabla 8 - Resumen de la Tasa Interna Retorno de los escenarios

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 |
|--|-------------|-------------|---------------|
| Flujo de fondos libre de impuestos anual | 268 541 PEN | 568 095 PEN | 1 248 450 PEN |
| TIR | 134% | 128% | 122% |

Elaboración: Propia

En la siguiente grafica muestra, la variación de la tasa de interés del 1% al 141% en el escenario 1, con esto se confirma que, cuando la tasa de interés es 12% el VAN es de 687 848.6 PEN, como también sostiene que cuando el VAN es 0 la tasa de interés o TIR es de 134%

Figura 1 - Grafica de VAN vs TIR

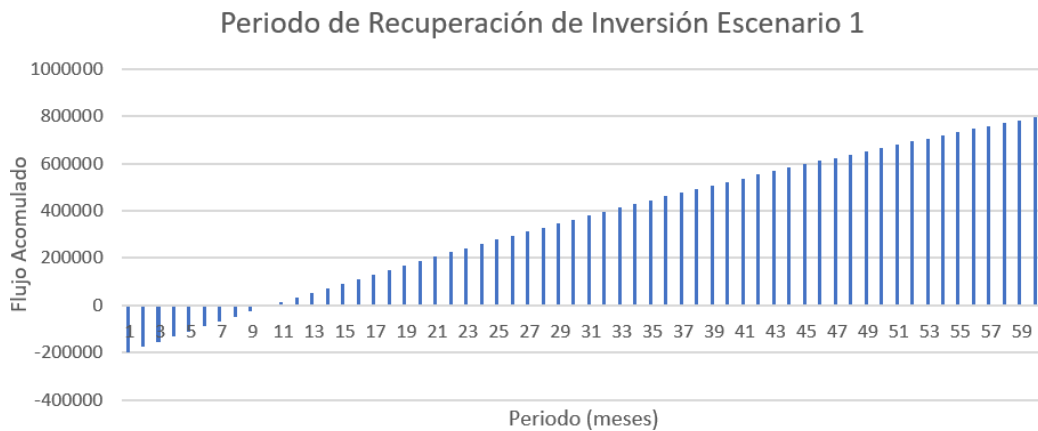


Elaboración: Propia

PERIODO DE RECUPERACIÓN

El indicador financiero periodo de recuperación de inversión es conveniente siempre y cuando sea en el menor tiempo posible, es por ello que en el escenario 1 el PRI da como resultado el periodo de: 9 meses y 26 días.

Figura 2 - Periodo de recuperación de inversión Escenario 1 – 7200Tm



Por otro lado, en el Escenario 2 entrega un retorno en un periodo de tiempo de 10 meses y 10 días.

Figura 3 - Periodo de recuperación de inversión Escenario 2 – 15000Tm



A su vez para el escenario 3 el PRI es de 11 meses y 21 días.

Figura 4 - Periodo de recuperación de inversión Escenario 3 – 30000Tm

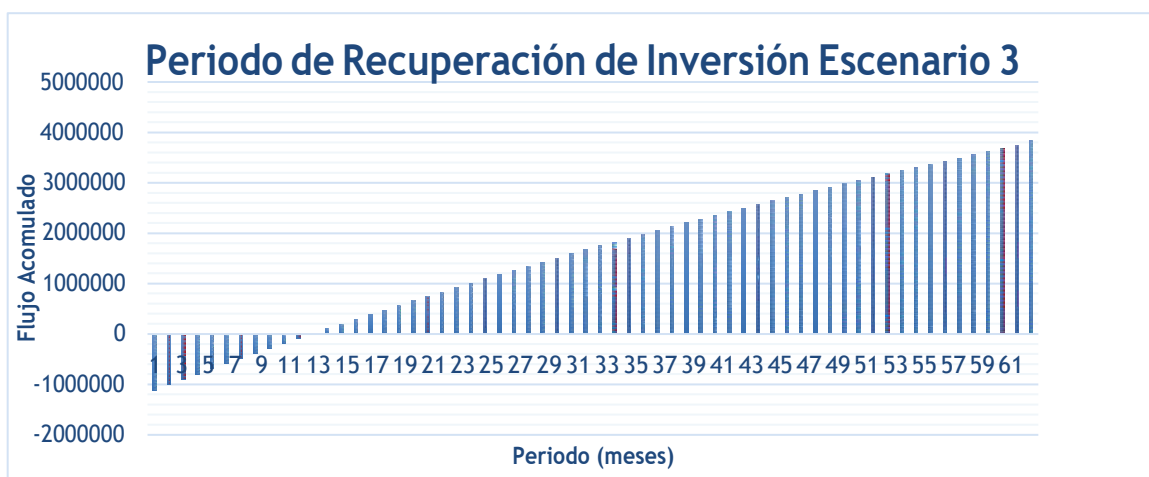


Tabla 9 - Resumen del periodo de recuperación de los escenarios

Resumen Periodo de Recuperación

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 |
|--|-------------------|--------------------|--------------------|
| Inversión | 197 639 PEN | 438 220 PEN | 1087146 PEN |
| Flujo de fondos libre de impuestos mensual | 22 378 PEN | 47 341 PEN | 104 038 PEN |
| Tasa de descuento | 12% | 12% | 12% |
| Periodo de Recuperación | 9 meses y 26 días | 10 meses y 10 días | 11 meses y 21 días |

Elaboración: Propia

BENEFICIO – COSTO

Para el escenario 1 tenemos el resultado de las ventas aplicado a una tasa de descuento de 12%, 17 005 315.45 PEN, como también los egresos descontados que viene a ser 12 976 329.18 PEN, esta al ser sumada por la inversión inicial, da como resultado 13 173 968.18 PEN, y al aplicar la formula del B/C da como resultado 1.29

En el escenario 2, el beneficio que viene a ser la aplicación de la tasa de descuento a las ventas da como resultado 35 427 740.52 PEN, así como el costo descontado tiene un valor de 27 002 891.89 PEN, al ser sumado a la inversión inicial otorga un valor de 27 441 111.89 PEN, dando consigo el resultado de la relación B/C como 1.29

Por otro lado, en el escenario 3, el beneficio da como resultado la suma de 70 885 481.03 PEN, el costo descontado da un valor de 53 601 111.60 PEN, agregando la inversión inicial da un valor de 54 688 257.60 PEN. Por lo tanto, el cálculo del beneficio y costo nos da un resultado de 1.30

Tabla 10 - Resumen del periodo de recuperación de los escenarios

Resumen Beneficio - Costo

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 |
|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Tasa de descuento | 12% | 12% | 12% |
| Ingresos Ajustados | 17 005 315.45 PEN | 35 427 740.52 PEN | 70 885 481.03 PEN |
| Egresos Ajustados | 13 173 968.18 PEN | 27 441 111.89 PEN | 54 688 257.60 PEN |
| Beneficio - Costo | 1.29 | 1.29 | 1.30 |

Elaboración: Propia

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La concentración de alúmina (Al_2O_3) como su caracterización mineralógica determinaron la calidad de las arcillas caolinitas de la cantera Cerro Negro, obteniendo resultados en sus 9 muestras analizadas en laboratorio por determinación analítica con un % de alúmina (Al_2O_3) que va desde 28.01% - 32.29%, el sílice (Si_2O_2) de 55.63% - 59.32% y una pérdida por cochura de 31.5% sustentando así ser un mineral no metálico que está dentro de los límites aceptables como competente en el mercado, diferencia de Alarcón & Salazar B. (2016) quienes realizaron análisis de laboratorio por difracción de rayos X y petromineralógico para sus 6 muestras de arcillas extraídas de la concesión minera Rumicucho donde el % de sílice (Si_2O_2) va 3 – 23 % y % de alúmina (Al_2O_3) 17.5 – 25.1 % definiéndose como mineral competente para un mercado y uso específico, por sus características mineralógicas contando con un bajo contenido de sílice y alúmina. Además, esta concentración concuerda con lo indicado por Morales J. (2012) quien clasifica la composición de una arcilla caolinita con un rango de Alumina (Al_2O_3) de 24 – 38%, Sílice (Si_2O_2) de 38 – 65 % y una pérdida al fuego de 9 – 17%. También coincide con Ross y Kerr (1934) que define como caolinita a roca masiva con alto contenido de Sílice como de Alumina y bajo contenido de Hierro.

El cálculo de reservas en la cantera Cerro Negro mediante el método de triángulos poseen reservas de 8,051,637 m³ al igual que 20,934,257 Tn de arcillas caolinitas con una vida útil de proyecto variable dependiente del ritmo de producción mensual presentados en el proyecto, en el escenario 1 contando con un ritmo de producción mensual de 7,200 Tm/mes da una vida útil de 242 años aproximadamente, para el escenario 2 teniendo un ritmo de producción mensual de 15,000 Tm/mes da como vida útil 116 años y para el escenario 3 con un ritmo de producción de 30,000 Tm/mes nos resulta una vida útil de 58 años, caso contrario

de Alarcon & Salazar (2016) que para la explotación de arcillas tipo caolinita en la concesión minera Rumicucho calcularon sus reservas netas mediante el método de inverso a la distancia, dando así sus reservas 194,970 Tm tomando como base de producción fija mensual de 10,000 Tm/mensual, dando como resultado una vida útil de 6.36 años. Sumándose a este análisis Auquilla & Bermeo (2017) que a diferencia del proyecto en investigación utilizo el método de perfiles para el cálculo de reservas dando así 2,335,436.66 m³ con un ritmo de producción de 12,500 m³/mensual de esta manera la vida útil es 6 años y 7 meses.

La valoración ambiental de la cantera Cerro Negro en función de la matriz de Leopold da como resultado un impacto ambiental promedio bajo, debido a que es una tierra infértil con escasez de agua y los únicos impactos significativos es la emisión de gases por producto de los equipos y maquinarias, así como, las partículas de polvo producidas por la explotación. Coincidiendo con Cedeño (2020) quien valorizo los impactos ambientales analizando los procesos productivos de material pétreo en la cantera obteniendo mediante la matriz de Leopold 23 interacciones con un puntaje de 24 siendo un impacto moderado bajo y, además, un impacto positivo con 7 de puntaje. Asimismo, esta valoración de impacto ambiental concuerda con lo indicado por Ramos (2004) quien menciona que el método de Leopold y el uso de la matriz, se basa en aspectos físico-biológicos regidos por acciones que pueden causar impactos al ambiente regidas por un rango de valores y así dando como resultado si es un impacto bajo, medio, severo o crítico.

A partir con lo que resulta en términos de los índices financieros de este proyecto tanto en los 3 escenarios tenemos una viabilidad aceptable, ya que en el escenario 1 cuenta con una producción mensual de 7,200 TM donde tenemos como VAN un valor de 687,848.6 PEN, un TIR de 134%, la inversión inicial es recuperada en un plazo de 9 meses y 26 días, además obteniendo una relación beneficio – costo de 1.29. En el segundo escenario tiene una producción mensual de 15,000 TM contando con un VAN de 1,437,174.4 PEN, un TIR de

128%, el periodo de retorno de inversión es recuperado en un tiempo de 10 meses y 10 días, así mismo una relación beneficio- costo de 1.29. En el tercer escenario posee una producción mensual de 30,000 TM cuenta con un VAN de 3,047,542.9 PEN, un TIR de 122%, un retorno de inversión de 11 meses y 21 días, a su vez, un beneficio – costo de 1.30. Esto guarda relación con lo que sostiene Narváez (2021), donde muestra que su trabajo de investigación es viable debido que cuenta con una utilidad neta por año 85,246.21 US\$/año, cuenta con un TIR de 25.6% adjunto con su VAN de 155,525 US\$. Esto es acorde con lo que menciona Westerfield (2010) que el Valor Actual Neto es mayor a 0, aceptar el proyecto, no obstante, si el VAN es menor a 0, rechazar el proyecto, como también menciona que la Tasa Interna de Retorno se obtiene al tener como incógnita la tasa de descuento al igualar el VAN a 0 y esta tasa de descuento es evaluada por las distintas entidades inversoras que tienen un TIR mínimo de aceptación del proyecto, un TIR mayor al 13% satisface al mercado de capitales. Con lo que respecta al plazo de recuperación (Muñoz & López 2013) menciona que mientras que el plazo de recuperación sea menor, más atractivo será para el inversionista. Aguilera A. (2017) que el resultado de beneficio – costo es mayor a 1 se puede determinar que es viable en caso opuesto puede que necesite de modificaciones inmediatas o simplemente no es viable ya que no sumará ningún beneficio.

Limitaciones

La principal limitante identificada en la investigación, fue la exploración ya que no se realizó perforaciones diamantinas para identificar a que profundidad se encuentra en el manto de arcillas caolinitas además obtener una mayor cantidad de muestras así se tendría menos margen de error ya que los datos serían más cercanos a la realidad.

Por otro lado, los costos determinados en este proyecto son basados por MTPE, Proyectos de inversión anteriores como Chavimochic y Gallito Ciego y a la vez datos propios investigados respaldados por personas jurídicas como proyectos que han utilizado datos

similares, estudios como alquiler de maquinaria, costo de mano de obra, construcción de campamento y garitas, no obstante, la incertidumbre de la economía peruana y el constante cambio del dólar, puede que estos costos varíen significativamente con el pasar de los años.

Fortalezas

Como fortaleza de la investigación, se puede mencionar que a diferencia de otros estudios en el presente se usó más de 1 escenario distinto regido por el ritmo de producción mensual permitiendo así hallar vida útil e índices financieros para cada escenario de este modo visualizar el comportamiento económico con respecto al tiempo del proyecto.

Además, se puede resaltar que los análisis y caracterización mineralógica en las arcillas caolinitas de la cantera Cerro Negro contribuye para futuros proyectos de investigación.

Recomendaciones

Se recomienda realizar perforaciones diamantinas a lo largo de toda la cantera Cerro Negro para delimitar el yacimiento no metálico de arcillas caolinitas y así obtener muestras en distintos puntos, así como distintas profundidades.

En parte, se sugiere realizar un estudio geofísico, geoquímico y topográfico en toda el área de influencia de la cantera Cerro Negro obteniendo datos necesarios para su ejecución y diseño.

CONCLUSIONES

- La concentración de alúmina (Al_2O_3) de las muestras de arcillas caolinitas en la Cantera Cerro Negro tienen un rango de 28.01% - 32.29 % (Al_2O_3), determinado por una caracterización mineralógica en laboratorio.
- Las reservas de arcillas caolinitas calculadas a través del método de triángulos son de 20,934,257.30 Tm y la vida útil de la cantera es de 242; 116; 58 años con respecto a cada ritmo de producción.
- Según matriz de Leopold dando una valoración da un impacto promedio – bajo siendo viable su explotación ambientalmente.
- Para el flujo de Caja Para 1 escenario 1 el flujo mensual neto libre de impuesto es de 22,378 PEN y anual 268,541 PEN, en escenario 2 el flujo mensual es de 47,341 PEN y anual de 568,095 PEN y del tercer escenario su flujo mensual equivale a 104,038 PEN así como su flujo anual de 1,248,450 PEN.
- Se determino el VAN de los distintos escenarios concluyendo que es viable con la cantidad de (687,848.6 PEN; 1,437,174.4 PEN; 3,047,542.9 PEN).
- Se resolvió el TIR concluyendo que tiene una buena aceptación en el mercado de capitales ya que alcanza la suma de (134%, 128%, 122%).
- El capital se recupera en un plazo menor de (9 meses y 26 días, 10 meses y 10 días, 11 meses y 21 días).
- La relación Beneficio – Costo tiene el valor de 1.3 para todos los escenarios, con estos índices se concluye que el proyecto es viable.

REFERENCIAS

- ❖ Roger S. Almenares (2016). Evaluación de arcillas caolinitas de Moapara la producción de cemento de base clínquer – arcilla calcinada, La Habana - cuba obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2235/223548649005/>
- ❖ Bermeo & Auquilla (2017), Planeación minera para el diseño de explotación de la cantera de libre aprovechamiento de lastre “Cochapamba”. Ecuador, Universidad del Azuay. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7421>
- ❖ Gil, R. A., & Ramirez, K. L. (2021). Evaluación técnica y económica de la labor Esperanza del proyecto minero La Carmina VI, Cajamarca - 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/28127>
- ❖ Narváez Vemus, E.D.(2021). Factibilidad técnica, económica y cierre técnico de la cantera de materiales de construcción Masaquiza-Pinto, código 20000511.[Trabajo de titulación modalidad Proyecto Integrador presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero de Minas].UCE.
- ❖ Ramírez Zamora, R. (2017). Análisis técnico-económico explotación yacimiento Amancaya. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/149545>
- ❖ Alarcón, D., & Salazar, F. C. (2016). Evaluación económica para explotación de arcillas tipo caolinita en la concesión minera Rumicucho, centro poblado Huayrapongo, distrito de Llacanora, provincia y departamento de Cajamarca, 2016 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/7558>
- ❖ Zanini & Vásquez (2018). Estudio técnico económico para la instalación de una planta de ladrillos en el Valle de Jequetepeque nivel pre-factibilidad [Tesis de licenciatura,

- ❖ Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo.
<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10474>
- ❖ Velásquez, L. A. (2018). Estudio de factibilidad económica del sistema de extracción de mineral en el proyecto de profundización de la Compañía Minera Río Chicama – Unidad Bumerang, La Libertad 2018 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/13346>
- ❖ Galan E. & Aparicio P. (1990) Materias primas para la industria cerámica. Universidad de Sevilla literacias.net pp. 32
- ❖ Morales J. (2012) *Tecnología de los Materiales Cerámicos*. Madrid: Díaz de Santos.
- ❖ Ross C. & Kerr P. (1930) *THE KAOLIN MINERALS¹ Journal of the american ceramic society* pp 34
- ❖ Patterson S.H. & Murray H.H.(1934) *Kaolin, refractory clay, ball clay, hallosite in North America, Hawaii, and the Caribbean region GEOLOGICAL SURVEY PROFESSIONAL PAPER* <https://pubs.er.usgs.gov/publication/pp1306>
- ❖ Secretaria de Economia Mexico (2020) *Perfil del mercado del caolín* Dirección General del desarrollo económico pp 7
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/564111/Caol_n_2020_ENE_.pdf
- ❖ Trade Map (Aplicación 2022) Trade statistics for international business development 69-*ceramic product* https://www.trademap.org/Country_SelProduct_Graph.aspx
- ❖ Mineral Commodity Summaries (2022) U.S. Geological Survey pp 50
<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>
- ❖ Elizondo & Jiménez (2014) Método de cuarteo tipo B, AASHTO T 248. MÉTODO DE REDUCCIÓN DE MUESTRA PARA ENSAYOS DE LABORATORIO EN MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE pp 12

- ❖ López C. (2001) *Manual de evaluación tecnico-economica de proyectos mineros de inversión*, Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid, España.
- ❖ López Jimeno C. & Bustillo Revuelta M. (1997). *Manual de Evaluación y Diseño de Explotaciones Mineras*. Madrid: E.T.S.I. Minas – Universidad Politécnica de Madrid
- ❖ Amstrong J. *Industrias basadas en recursos naturales* Capitulo *Minas y Canteras*, pp 21-22.
- ❖ Ramos (2004) METODOLOGÍAS MATRICIALES DE EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA PAISES EN DESARROLLO: MATRIZ DE LEOPOLD Y MÉTODO MEL-ENEL pp 38
- ❖ Amstrong J. *Industrias basadas en recursos naturales* Capitulo *Minas y Canteras*, pp 21-22.
- ❖ Mete (2014) VALOR ACTUAL NETO Y TASA DE RETORNO: SU UTILIDAD COMO HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSION pp 69 – 80
- ❖ Westerfield, R. (2010). *Finanzas corporativas*. México D.F.: Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- ❖ Stephen A. & Randolph W. & Jeffrey F. (2012). *Finanzas corporativas* 9° edición. Mexico: Estado de Mexico.
- ❖ Aguilera A. (2017) El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas Universidad de la Habana, Cuba pp 15

ANEXOS

Tabla 11 - Composición química de la arcilla caolinita

| Composición Química | Composición Promedio | | |
|---|----------------------|---|------|
| Pérdida al fuego | 9 | - | 17 % |
| SiO₂ | 38 | - | 65 % |
| Al₂O₃ | 24 | - | 38 % |
| Fe₂O₃ | 0 | - | 11 % |
| CaO | 9 | - | 15 % |
| MgO | 0 | - | 7 % |
| Álcalis (Na₂O y K₂O) | 0 | - | 4 % |
| TiO₂ | 0 | - | 2 % |

Fuente: Morales J. Composición química de la arcilla caolinita

Tabla 12 - Lista de países exportadores internacionales de arcillas caolinita

| Exportadores | Valor exportado en 2017 | Valor exportado en 2018 | Valor exportado en 2019 | Valor exportado en 2020 | Valor exportado en 2021 |
|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Mundo | 1693073 | 1788381 | 1708517 | 1507934 | 1882800 |
| Estados Unidos de América | 560353 | 581349 | 565677 | 506905 | 616761 |
| Reino Unido | 214851 | 230109 | 198436 | 179463 | 259334 |
| China | 114517 | 114865 | 117213 | 141486 | 183316 |
| Brasil | 181800 | 170381 | 153075 | 125149 | 122219 |
| Perú | 592 | 612 | 550 | 606 | 986 |

Fuente: TradeMap 2021

Tabla 13 - Lista de países importadores internacionales de arcillas caolinita

| Importadores | Valor importado en 2017 | Valor importado en 2018 | Valor importado en 2019 | Valor importado en 2020 | Valor importado en 2021 |
|---------------------|--|--|--|--|--|
| Mundo | 1970766 | 2037528 | 1899145 | 1695501 | 2030764 |
| España | 148204 | 148290 | 128905 | 116869 | 172721 |
| China | 119682 | 154743 | 143819 | 125923 | 148293 |
| Bélgica | 135428 | 128792 | 123092 | 111093 | 126788 |
| Alemania | 123501 | 124675 | 106892 | 99696 | 105785 |
| Perú | 3131 | 3359 | 3069 | 2432 | 4648 |

Fuente: TradeMap 2021

Tabla 14 - Precio internacional de la arcilla caolinita

| Arcillas | Año 2018 | Año 2019 | Año 2020 | Año 2021 | Año 2022 |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Ball clay | 49 | 55 | 56 | 58 | 64 |
| Bentonite | 99 | 98 | 98 | 96 | 94 |
| Common clay | 15 | 16 | 17 | 16 | 16 |
| Fire clay | 13 | 12 | 14 | 13 | 14 |
| Fuller's earth | 93 | 88 | 88 | 89 | 88 |
| Kaolin | 158 | 160 | 162 | 160 | 160 |

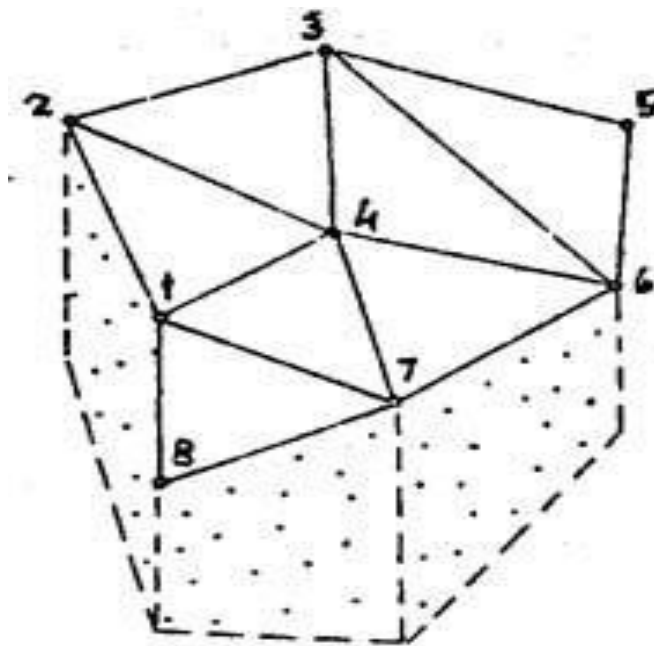
Fuente: Minerals Commodity Summaries 2022

Figura 5 - Muestreo por el método del cuarteo



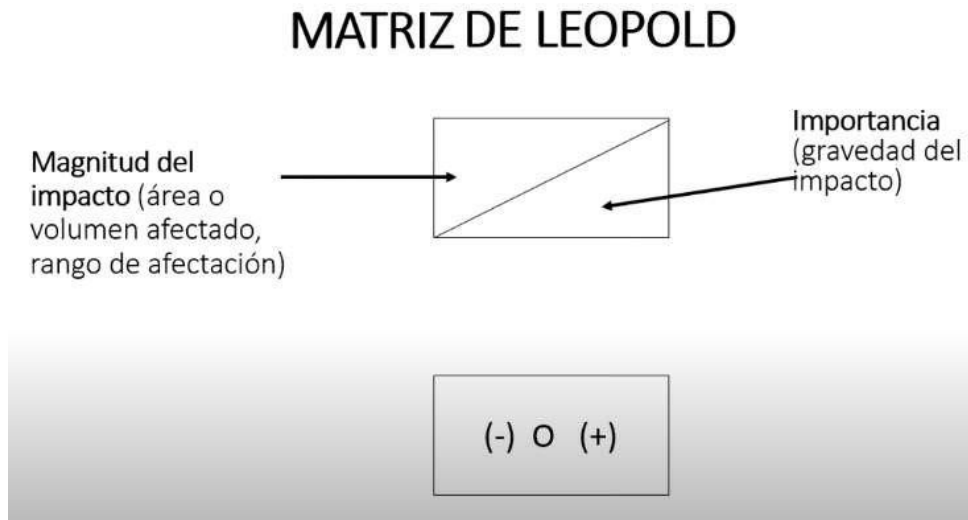
Fuente: Lanamme UCR AASHTO; 2012.

Figura 6 - Aplicación del método de triángulos para estimas las reservas



Fuente: Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras, 1997.

Figura 7 - Celdas de magnitud e importancia de impactos ambientales



Fuente: Editorial Universitaria pp. 579 - 609, 2007

Tabla 15 - Valoración de impactos ambientales - Matriz de Leopold

| Valoración de Impactos | |
|-------------------------------|---------|
| Impacto Bajo | < 30 |
| Impacto Medio | 31 - 61 |
| Impacto Severo | 61 - 92 |
| Impacto Crítico | > 93 |

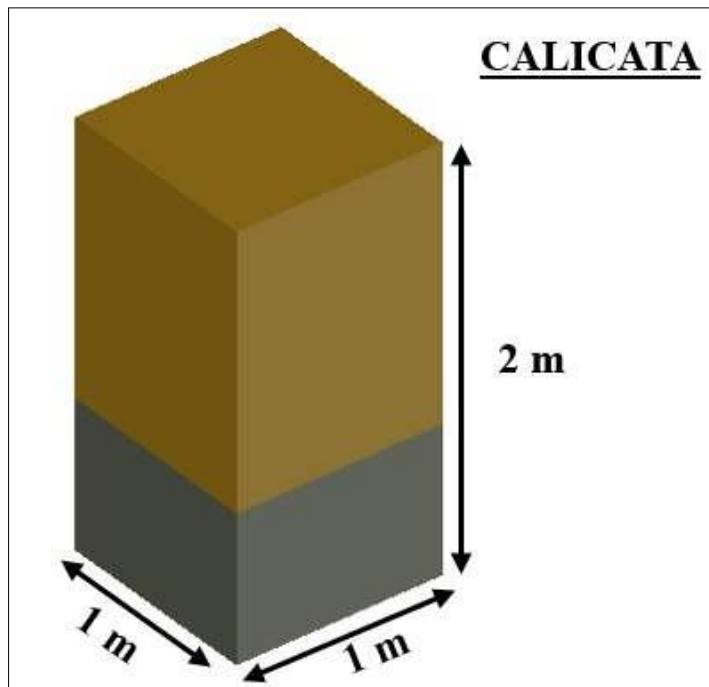
Fuente: Editorial Universitaria pp. 579 - 609, 2007.

Figura 8 - Ubicación de calicatas extraídas de Cerro Negro



Fuente: Elaboración propia – Google Earth Pro

Figura 9 - Diseño de calicata



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16 - Toma de datos de calicatas extraídas en la cantera Cerro Negro

| Calicatas / Muestras | Coordenada Este (m) | Coordenada Norte (m) | Altitud (m) | Masa (Kg) |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------|
| Calicata 1 | 747862 | 9165773 | 698 | 4.23 |
| Calicata 2 | 748329 | 9165685 | 675 | 3.94 |
| Calicata 3 | 748496 | 9165405 | 668 | 4.1 |
| Calicata 4 | 748320 | 9165165 | 655 | 3.87 |
| Calicata 5 | 748153 | 9165445 | 638 | 4.2 |
| Calicata 6 | 747988 | 9165504 | 685 | 4.35 |
| Calicata 7 | 747671 | 9165585 | 657 | 3.7 |
| Calicata 8 | 747797 | 9165315 | 701 | 4.01 |
| Calicata 9 | 747712 | 9165085 | 687 | 3.95 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 10 - Preparación de muestras de arcillas caolinitas para proceso de laboratorio




Fuente: Elaboración Propia

Figura 11 - Selección de la muestra por el método del cuarteo para laboratorio



Fuente: Elaboración Propia

Figura 12 - Análisis de la Muestra #1 "Arcillas caolinitas "



LAB. E.S.W
SAN ANDRÉS STA ETAPA MZ. V - 3 LOTE 5 - TRUJILLO / TELÉFONO: 044 282597

REPORTE DE ANÁLISIS

INTERESADO: Jhonatan David Cruz Hernandez

DETALLE: Determinación Analítica de una muestra de mineral,
tipo arcilloso, identificado como:

MUESTRA #1 "CAOLIN"


COORDENADAS:

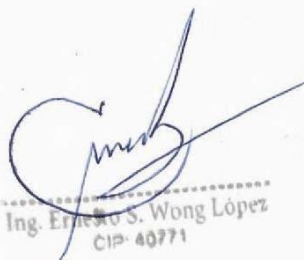
| ESTE (m) | NORTE (m) | COTA (m) | Masa (Kg) |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 747862 | 9165773 | 698 | 4.23 |

RESULTADOS: Son los siguientes:

| | |
|--|--------|
| COLOR: | BLANCO |
| SILICE (SiO ₂):..... | 56.9% |
| ALUMINA (Al ₂ O ₃):..... | 28.01% |
| FIERRO: (Fe ₂ O ₃):..... | 0.31% |
| TITANIO (TiO ₂):..... | 0.11% |
| DOLOMITA (MgCO ₃ +CaCO ₃):..... | 0.35% |
| SODIO + POTASIO (Na,K):..... | 0.80% |
| HUMEDAD (H ₂ O):..... | 3.20% |
| SOLUBLES EN AGUA:..... | 0.08% |
| PERDIDAS POR COCHURA:..... | 3.15% |

Trujillo, 25 de Junio del 2019






Ing. Ernesto S. Wong López
CIP: 40771

Fuente: Elaboración hecha por el laboratorio E.S.W

Figura 13.- Análisis de la Muestra #2 "Arcillas caolinitas"



LAB. E.S.W
SAN ANDRÉS 5TA ETAPA MZ. V-3 LOTE 5 - TRUJILLO / TELÉFONO: 044 282597

REPORTE DE ANÁLISIS

INTERESADO: Jhonatan David Cruz Hernandez

DETALLE: Determinación Analítica de una muestra de mineral,
tipo arcilloso, identificado como:

MUESTRA #2 "CAOLIN"


COORDENADAS:

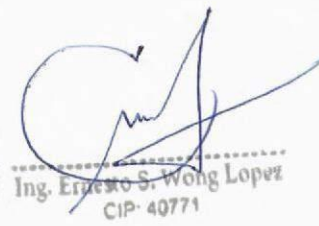
| ESTE (m) | NORTE (m) | COTA (m) | Masa (Kg) |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 748329 | 9165685 | 675 | 3.94 |

RESULTADOS: Son los siguientes:

| | |
|--|--------|
| COLOR: | BLANCO |
| SILICE (SiO ₂):..... | 59.7% |
| ALUMINA (Al ₂ O ₃):..... | 29.02% |
| FIERRO: (Fe ₂ O ₃):..... | 0.31% |
| TITANIO (TiO ₂):..... | 0.11% |
| DOLOMITA (MgCO ₃ +CaCO ₃):..... | 0.35% |
| SODIO + POTASIO (Na,K):..... | 0.80% |
| HUMEDAD (H ₂ O):..... | 3.20% |
| SOLUBLES EN AGUA:..... | 0.08% |
| PERDIDAS POR COCHURA:..... | 3.15% |

Trujillo, 25 de Junio del 2019






Ing. Ernesto S. Wong Lopez
CIP- 40771

Fuente: Elaboración hecha por el laboratorio E.S.W

Figura 14 - Análisis de la Muestra #3 "Arcillas caolinitas"



LAB. E.S.W
SAN ANDRÉS STA ETAPA MZ. V - 3 LOTE 5 - TRUJILLO / TELÉFONO: 044 282597

REPORTE DE ANÁLISIS

INTERESADO: Jhonatan David Cruz Hernandez

DETALLE: Determinación Analítica de una muestra de mineral,
tipo arcilloso, identificado como:

MUESTRA #3 "CAOLIN"


COORDENADAS:

| ESTE (m) | NORTE (m) | COTA (m) | Masa (Kg) |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 748496 | 9165405 | 668 | 4.10 |


RESULTADOS: Son los siguientes:

| | |
|--|--------|
| COLOR: | BLANCO |
| SILICE (SiO ₂):..... | 57.05% |
| ALUMINA (Al ₂ O ₃):..... | 29.27% |
| FIERRO: (Fe ₂ O ₃):..... | 0.31% |
| TITANIO (TiO ₂):..... | 0.11% |
| DOLOMITA (MgCO ₃ +CaCO ₃):..... | 0.35% |
| SODIO + POTASIO (Na,K):..... | 0.80% |
| HUMEDAD (H ₂ O):..... | 3.20% |
| SOLUBLES EN AGUA:..... | 0.08% |
| PERDIDAS POR COCHURA:..... | 3.15% |

Trujillo, 25 de Junio del 2019




Ing. Ernesto S. Wong Lopez
CIP: 40771



Fuente: Elaboración hecha por el laboratorio E.S.W

Figura 15 - Análisis de la Muestra #4 "Arcillas caolinitas "



LAB. E.S.W
SAN ANDRÉS STA ETAPA MZ. V - 3 LOTE 5 - TRUJILLO / TELÉFONO: 044 282597

REPORTE DE ANÁLISIS

INTERESADO: Jhonatan David Cruz Hernandez

DETALLE: Determinación Analítica de una muestra de mineral,
tipo arcilloso, identificado como:

MUESTRA #4 "CAOLIN"


COORDENADAS:

| ESTE (m) | NORTE (m) | COTA (m) | Masa (Kg) |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 748320 | 9165165 | 655 | 3.87 |


RESULTADOS: Son los siguientes:

| | |
|--|--------|
| COLOR: | BLANCO |
| SILICE (SiO ₂):..... | 56.5% |
| ALUMINA (Al ₂ O ₃):..... | 32.25% |
| FIERRO: (Fe ₂ O ₃):..... | 0.31% |
| TITANIO (TiO ₂):..... | 0.11% |
| DOLOMITA (MgCO ₃ +CaCO ₃):..... | 0.35% |
| SODIO + POTASIO (Na,K):..... | 0.80% |
| HUMEDAD (H ₂ O):..... | 3.20% |
| SOLUBLES EN AGUA:..... | 0.08% |
| PERDIDAS POR COCHURA:..... | 3.15% |

Trujillo, 25 de Junio del 2019




Ing. Ernesto S. Wang Lopez
CIP 40771



Fuente: Elaboración hecha por el laboratorio E.S.W

Figura 16 - Análisis de la Muestra #5 "Arcillas caolinitas "



LAB. E.S.W
SAN ANDRÉS STA ETAPA MZ. V - 3 LOTE 5 - TRUJILLO / TELÉFONO: 044 282597

REPORTE DE ANÁLISIS

INTERESADO: Jhonatan David Cruz Hernandez

DETALLE: Determinación Analítica de una muestra de mineral,
tipo arcilloso, identificado como:

MUESTRA #5 "CAOLIN"


COORDENADAS:

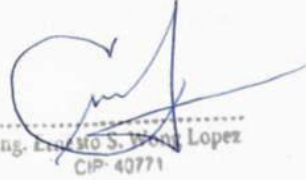
| ESTE (m) | NORTE (m) | COTA (m) | Masa (Kg) |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 748153 | 9165445 | 638 | 4.20 |

RESULTADOS: Son los siguientes:

| | |
|--|--------|
| COLOR: | BLANCO |
| SILICE (SiO₂): | 58.70% |
| ALUMINA (Al₂O₃): | 31.26% |
| FIERRO: (Fe₂O₃): | 0.31% |
| TITANIO (TiO₂): | 0.11% |
| DOLOMITA (MgCO₃+CaCO₃): | 0.35% |
| SODIO + POTASIO (Na,K): | 0.80% |
| HUMEDAD (H₂O): | 3.20% |
| SOLUBLES EN AGUA: | 0.08% |
| PERDIDAS POR COCHURA: | 3.15% |


Trujillo, 25 de Junio del 2019




 Ing. E. Mo S. Lopez
 CIP- 40771

Fuente: Elaboración hecha por el laboratorio E.S.W

Figura 17 - Análisis de la Muestra #6 "Arcillas caolinitas"



LAB. E.S.W
SAN ANDRÉS 5TA ETAPA MZ. V - 3 LOTE 5 - TRUJILLO / TELÉFONO: 044 282597

REPORTE DE ANÁLISIS

INTERESADO: Jhonatan David Cruz Hernandez

DETALLE: Determinación Analítica de una muestra de mineral,
tipo arcilloso, identificado como:

MUESTRA #6 "CAOLIN"


COORDENADAS:



| ESTE (m) | NORTE (m) | COTA (m) | Masa (Kg) |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 747988 | 9165504 | 685 | 4.35 |

RESULTADOS: Son los siguientes:

| | |
|--|--------|
| COLOR: | BLANCO |
| SILICE (SiO ₂):..... | 55.63% |
| ALUMINA (Al ₂ O ₃):..... | 30.70% |
| FIERRO: (Fe ₂ O ₃):..... | 0.31% |
| TITANIO (TiO ₂):..... | 0.11% |
| DOLOMITA (MgCO ₃ +CaCO ₃):..... | 0.35% |
| SODIO + POTASIO (Na,K):..... | 0.80% |
| HUMEDAD (H ₂ O):..... | 3.20% |
| SOLUBLES EN AGUA:..... | 0.08% |
| PERDIDAS POR COCHURA:..... | 3.15% |


Trujillo, 25 de Junio del 2019



Fuente: Elaboración hecha por el laboratorio E.S.W .

Figura 18 - Análisis de la Muestra #7 "Arcillas caolinitas"



LAB. E.S.W
SAN ANDRÉS STA ETAPA MZ. V - 3 LOTE 5 - TRUJILLO / TELÉFONO: 044 282597

REPORTE DE ANÁLISIS

INTERESADO: Jhonatan David Cruz Hernandez

DETALLE: Determinación Analítica de una muestra de mineral,
tipo arcilloso, identificado como:

MUESTRA #7 "CAOLIN"

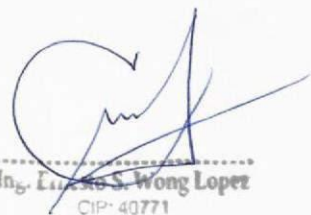
COORDENADAS:

| ESTE (m) | NORTE (m) | COTA (m) | Masa (Kg) |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 747671 | 9165585 | 657 | 3.70 |


RESULTADOS: Son los siguientes:

| | |
|--|--------|
| COLOR: | BLANCO |
| SILICE (SiO ₂):..... | 59.32% |
| ALUMINA (Al ₂ O ₃):..... | 29.83% |
| FIERRO: (Fe ₂ O ₃):..... | 0.31% |
| TITANIO (TiO ₂):..... | 0.11% |
| DOLOMITA (MgCO ₃ +CaCO ₃):..... | 0.35% |
| SODIO + POTASIO (Na,K):..... | 0.80% |
| HUMEDAD (H ₂ O):..... | 3.20% |
| SOLUBLES EN AGUA:..... | 0.08% |
| PERDIDAS POR COCHURA:..... | 3.15% |

Trujillo, 25 de Junio del 2019




Ing. Linneo S. Wong Lopez
CIP: 40771



Fuente: Elaboración hecha por el laboratorio E.S.W

Figura 19 - Análisis de la Muestra #8 "Arcillas caolinitas "



LAB. E.S.W
SAN ANDRÉS STA ETAPA MZ. V - 3 LOTE 5 - TRUJILLO / TELÉFONO: 044 282597

REPORTE DE ANÁLISIS

INTERESADO: Jhonatan David Cruz Hernandez

DETALLE: Determinación Analítica de una muestra de mineral,
tipo arcilloso, identificado como:

MUESTRA #8 "CAOLIN"


COORDENADAS:


| ESTE (m) | NORTE (m) | COTA (m) | Masa (Kg) |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 747797 | 9165315 | 701 | 4.01 |

RESULTADOS: Son los siguientes:

| | |
|--|--------|
| COLOR: | BLANCO |
| SILICE (SiO ₂):..... | 57.2% |
| ALUMINA (Al ₂ O ₃):..... | 32.29% |
| FIERRO: (Fe ₂ O ₃):..... | 0.31% |
| TITANIO (TiO ₂):..... | 0.11% |
| DOLOMITA (MgCO ₃ +CaCO ₃):..... | 0.35% |
| SODIO + POTASIO (Na,K):..... | 0.80% |
| HUMEDAD (H ₂ O):..... | 3.20% |
| SOLUBLES EN AGUA:..... | 0.08% |
| PERDIDAS POR COCHURA:..... | 3.15% |

Trujillo, 25 de Junio del 2019






Ing. Excmo. S. Wong López

Fuente: Elaboración hecha por el laboratorio E.S.

Figura 20 - Análisis de la Muestra #9 "Arcillas caolinitas "



LAB. E.S.W
SAN ANDRÉS STA ETAPA MZ. V - 3 LOTE 5 - TRUJILLO / TELÉFONO: 044 282597

REPORTE DE ANÁLISIS

INTERESADO: Jhonatan David Cruz Hernandez

DETALLE: Determinación Analítica de una muestra de mineral,
tipo arcilloso, identificado como:

MUESTRA #9 "CAOLIN"



COORDENADAS:

| ESTE (m) | NORTE (m) | COTA (m) | Masa (Kg) |
|----------|-----------|----------|-----------|
| 747712 | 9165085 | 687 | 3.95 |

RESULTADOS: Son los siguientes:

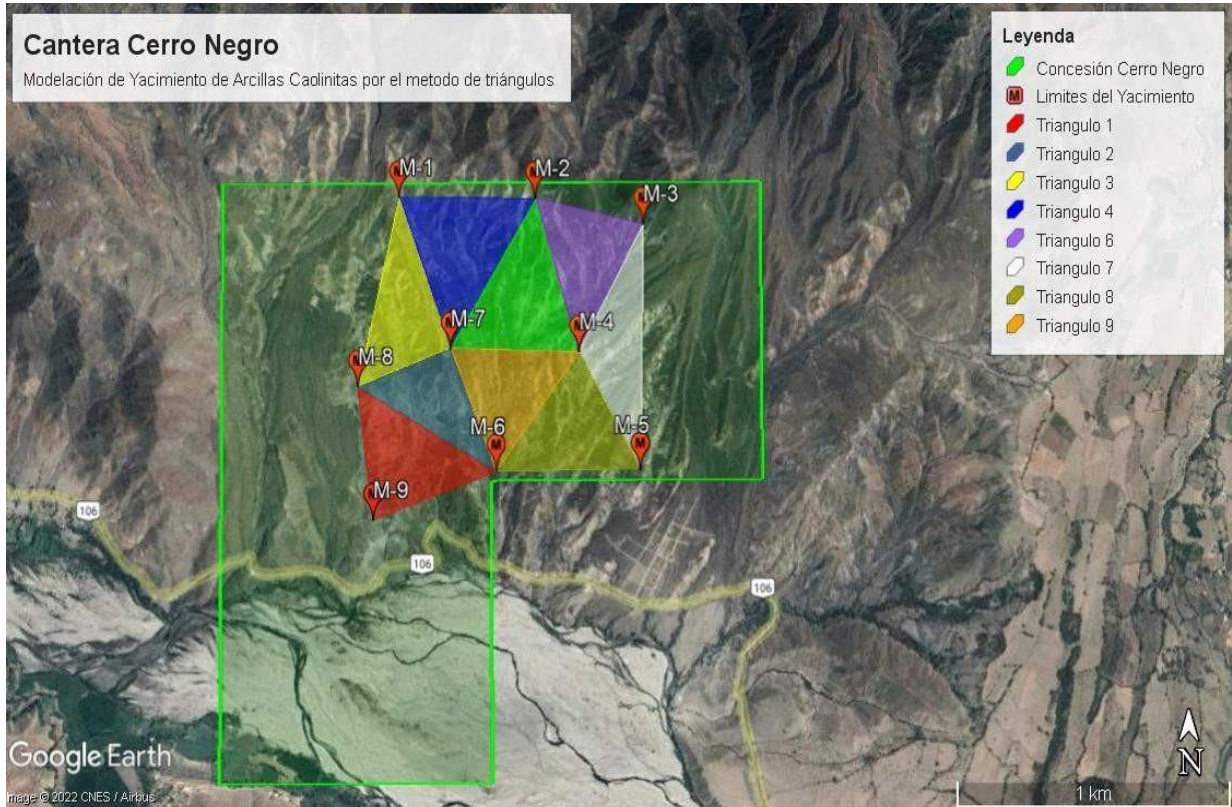
| | |
|--|--------|
| COLOR: | BLANCO |
| SILICE (SiO ₂):..... | 56.12% |
| ALUMINA (Al ₂ O ₃):..... | 31.51% |
| FIERRO: (Fe ₂ O ₃):..... | 0.31% |
| TITANIO (TiO ₂):..... | 0.11% |
| DOLOMITA (MgCO ₃ +CaCO ₃):..... | 0.35% |
| SODIO + POTASIO (Na,K):..... | 0.80% |
| HUMEDAD (H ₂ O):..... | 3.20% |
| SOLUBLES EN AGUA:..... | 0.08% |
| PERDIDAS POR COCHURA:..... | 3.15% |

Trujillo, 25 de Junio del 2019

Fuente: Elaboración hecha por el laboratorio E.S.W.

Figura 21 - - Modelación de Yacimiento de Arcillas Caolinitas por el método de triángulos



Fuente: Elaboración propia – Google Earth Pro

Tabla 17 - Calculo de reservas totales en la cantera Cerro Negro

| Triangulaciones | SemiPerimetro | Perimetro (m) | Área (²) | Volumen (³) | Reservas (³) | Tonelaje (Tm) |
|--------------------|-----------------|------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------|
| Triangulo 1 | 782.59 | 1,565.18 | 99,871.53 | 1,038,663.87 | 898,843.73 | 2,336,993.70 |
| Triangulo 2 | 822.81 | 1,645.62 | 128,548.37 | 1,204,069.75 | 1,024,102.03 | 2,662,665.27 |
| Triangulo 3 | 806.79 | 1,613.58 | 122,231.29 | 1,193,792.22 | 1,022,668.42 | 2,658,937.89 |
| Triangulo 4 | 723.35 | 1,446.69 | 96,987.71 | 944,013.75 | 808,230.95 | 2,101,400.48 |
| Triangulo 5 | 885.14 | 1,770.28 | 95,651.57 | 892,748.02 | 758,835.81 | 1,972,973.12 |
| Triangulo 6 | 743.81 | 1,487.62 | 105,144.94 | 974,343.09 | 827,140.18 | 2,150,564.46 |
| Triangulo 7 | 710.75 | 1,421.49 | 96,480.56 | 1,128,822.58 | 993,749.80 | 2,583,749.47 |
| Triangulo 8 | 697.18 | 1,394.36 | 80,960.93 | 855,487.21 | 742,141.90 | 1,929,568.94 |
| Triangulo 9 | 759.04 | 1,518.08 | 106,078.76 | 1,124,434.87 | 975,924.60 | 2,537,403.97 |
| Total | 6,931.45 | 13,862.90 | 931,955.67 | 9,356,375.35 | 8,051,637.42 | 20,934,257.30 |

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18 - Calculo de reservas totales de arcillas caolinitas existente en la cantera Cerro Negro

| Triangulaciones | Semi Perimetro (m) | Perimetro (m) | Espesor Promedio de cada Triangulación (m) | Espesor promedio de Estéril (m) | Área (m ²) | Volumen (m ³) | % Desbroce | Reservas (m ³) | Tonelaje (Tm) |
|--------------------|--------------------|------------------|--|---------------------------------|------------------------|---------------------------|------------|----------------------------|----------------------|
| Triangulo 1 | 782.59 | 1,565.18 | 10.40 | 1.4 | 99,871.53 | 1,038,663.87 | 13.46% | 898,843.73 | 2,336,993.70 |
| Triangulo 2 | 822.81 | 1,645.62 | 9.37 | 1.4 | 128,548.37 | 1,204,069.75 | 14.95% | 1,024,102.03 | 2,662,665.27 |
| Triangulo 3 | 806.79 | 1,613.58 | 9.77 | 1.4 | 122,231.29 | 1,193,792.22 | 14.33% | 1,022,668.42 | 2,658,937.89 |
| Triangulo 4 | 723.35 | 1,446.69 | 9.73 | 1.4 | 96,987.71 | 944,013.75 | 14.38% | 808,230.95 | 2,101,400.48 |
| Triangulo 5 | 885.14 | 1,770.28 | 9.33 | 1.4 | 95,651.57 | 892,748.02 | 15.00% | 758,835.81 | 1,972,973.12 |
| Triangulo 6 | 743.81 | 1,487.62 | 9.27 | 1.4 | 105,144.94 | 974,343.09 | 15.11% | 827,140.18 | 2,150,564.46 |
| Triangulo 7 | 710.75 | 1,421.49 | 11.70 | 1.4 | 96,480.56 | 1,128,822.58 | 11.97% | 993,749.80 | 2,583,749.47 |
| Triangulo 8 | 697.18 | 1,394.36 | 10.57 | 1.4 | 80,960.93 | 855,487.21 | 13.25% | 742,141.90 | 1,929,568.94 |
| Triangulo 9 | 759.04 | 1,518.08 | 10.60 | 1.4 | 106,078.76 | 1,124,434.87 | 13.21% | 975,924.60 | 2,537,403.97 |
| Total | 6,931.45 | 13,862.90 | | | 931,955.67 | 9,356,375.35 | | 8,051,637.42 | 20,934,257.30 |

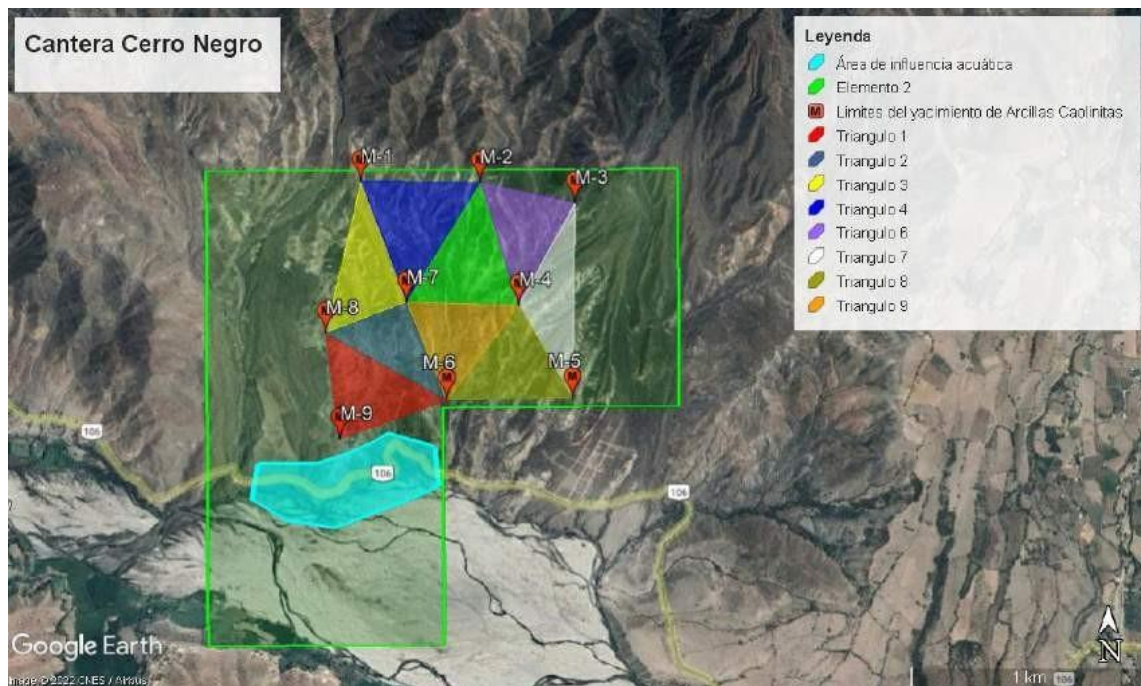
Fuente: Elaboración Propia

Figura 22 - Perímetro de Amortiguamiento para el área de influencia terrestre



Fuente: Elaboración propia

Figura 23 - Área de influencia acuática



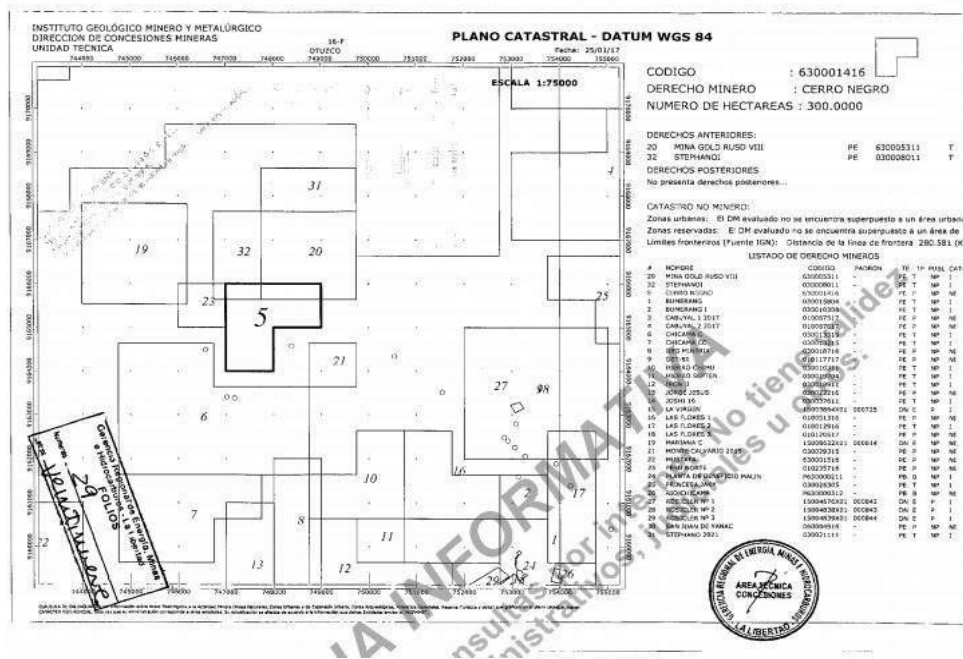
Fuente: Elaboración propia

Figura 24 - Ubicación Geográfica Concesión minera "Cerro Negro"



Fuente: Google Earth Pro

Figura 25 - Denuncio minero de la concesión minera FJ&DRACO S.A.C .



Fuente: INGEMMET, denuncios mineros.

Figura 26 - Geología regional



Fuente: Propia

Figura 27 - Accesibilidad hacia la cantera Cerro Negro



Fuente: Propia

Figura 28 - Topografía de la cantera Cerro Negro



Fuente: Propia

Tabla 19 - Descripción de escenarios aplicados en el proyecto

Descripción de Escenarios

| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 |
|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Ritmo de producción | 7200 TM | 15000 TM | 30000 TM |
| Días de construcción | 5 | 8 | 12 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 - Producción y ventas de arcillas caolinitas en cada escenario

| PRODUCCIÓN Y VENTAS CANTERA CERRO NEGRO | | | | | | |
|--|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Producto | Guardia día (ton.) | Total mes (ton.) | Precio venta (S/./ton.) | Total venta (S/./día) | Total venta (S/./mes) | Total venta (S/./año) |
| Arcilla Caolinita | 240 | 7,200 | S/54.60 | S/13,104.00 | S/393,120.00 | S/4,717,440.00 |
| Arcilla Caolinita | 500 | 15,000 | S/54.60 | S/27,300.00 | S/819,000.00 | S/9,828,000.00 |
| Arcilla Caolinita | 1,000 | 30,000 | S/54.60 | S/54,600.00 | S/1,638,000.00 | S/19,656,000.00 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 - Costo total de la inversión por escenarios

| TOTAL DE LA INVERSIÓN | Cantidad (7200 tn) | Cantidad (15000 tn) | Cantidad (30000 tn) |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Inversión fija tangible. | S/154,304 | S/352,270 | S/924,861 |
| Inversión fija intangible. | S/21,700 | S/42,000 | S/80,000 |
| Pre- Inversión (Exploracion) | S/14,895 | S/33,260 | S/54,640 |
| Capital de trabajo. | S/6,740 | S/10,690 | S/27,645 |
| TOTAL | S/197,639 | S/438,220 | S/1,087,146 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22 - Inversión fija tangible para todos los escenarios

| EPP | Costo Unitario | Cantidad (7200 tn) | Sub Total | Cantidad (15000 tn) | Sub Total | Cantidad (30000 tn) | Sub Total |
|----------------------|----------------|--------------------|------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| Casco | S/ 50 | 42 | S/ 2,100 | 60 | S/ 3,000 | 134 | S/ 6,700 |
| Guantes | S/ 4 | 42 | S/ 273 | 60 | S/ 390 | 134 | S/ 871 |
| Mamelucos | S/ 45 | 28 | S/ 1,260 | 60 | S/ 2,700 | 134 | S/ 6,030 |
| Chaleco de Seguridad | S/ 25 | 28 | S/ 700 | 60 | S/ 1,500 | 134 | S/ 3,350 |
| Lentes de Seguridad | S/ 10 | 28 | S/ 266 | 90 | S/ 855 | 201 | S/ 1,910 |
| Zapatos de Seguridad | S/ 58 | | S/ 1,624 | 60 | S/ 3,480 | 134 | S/ 7,772 |
| Tapones auditivos | S/ 11 | 42 | S/ 441 | 90 | S/ 945 | 201 | S/ 2,111 |
| Respiradores | S/ 48 | 28 | S/ 1,344 | 60 | S/ 2,880 | 134 | S/ 6,432 |
| TOTAL | | | S/ 8,008 | | S/ 15,750 | | S/ 35,175 |
| Equipos | | | | | | | |
| Compresora | S/ 53,000 | 1 | S/ 53,000 | 2 | S/ 106,000 | 4 | S/ 212,000 |
| Generador | S/ 7,500 | 1 | S/ 7,500 | 3 | S/ 22,500 | 6 | S/ 45,000 |
| Computadoras | S/ 1,400 | 2 | S/ 2,800 | 3 | S/ 4,200 | 5 | S/ 7,000 |
| TOTAL | | | S/ 63,300 | | S/ 132,700 | | S/ 264,000 |
| Herramientas | | | | | | | |
| Martillos | S/ 35 | 2 | S/ 70 | 2 | S/ 70 | 134 | S/ 6,700 |
| Combos | S/ 28 | 2 | S/ 56 | 2 | S/ 56 | 134 | S/ 871 |
| Picos | S/ 45 | 10 | S/ 450 | 10 | S/ 450 | 134 | S/ 6,030 |
| Palanas | S/ 50 | 14 | S/ 700 | 20 | S/ 1,000 | 134 | S/ 3,350 |
| Alicates | S/ 14 | 6 | S/ 84 | 6 | S/ 84 | 201 | S/ 1,910 |
| Cinceles | S/ 25 | 8 | S/ 200 | 8 | S/ 200 | 134 | S/ 7,772 |
| Llaves | S/ 112 | 3 | S/ 336 | 5 | S/ 560 | 201 | S/ 2,111 |
| TOTAL | | | S/ 1,896 | | S/ 2,420 | | S/ 4,486 |
| Campamento | | | | | | | |
| Campamento | S/ 175 | 200 | S/ 53,000 | 2 | S/ 106,000 | 500 | S/ 500,000 |
| PV de Seguridad | S/ 2,050 | 2 | S/ 4,100 | 3 | S/ 22,500 | 8 | S/ 16,400 |
| Garita | S/ 2,500 | 1 | S/ 2,500 | 3 | S/ 4,200 | 4 | S/ 10,000 |
| TOTAL | | | S/ 41,600 | | S/ 132,700 | | S/ 526,400 |
| Vehículos | | | | | | | |
| Cargador | S/ 3,600 | 5 | S/ 18,000 | 8 | S/ 106,000 | 12 | S/ 43,200 |
| Volquete | S/ 1,700 | 5 | S/ 8,500 | 8 | S/ 22,500 | 12 | S/ 20,400 |
| Motoniveladora | S/ 2,600 | 5 | S/ 13,000 | 8 | S/ 4,200 | 12 | S/ 31,200 |
| TOTAL | | | S/ 39,500 | | S/ 63,200 | | S/ 94,800 |
| SUMATORIA | | | ##### | | S/ 352,270 | | S/ 924,861 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 - Inversión fija intangible para todos los escenarios

| Inversión Fija Intangible | Cantidad (7200 tn) | Cantidad (15000 tn) | Cantidad (30000 tn) |
|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Estudios de Factibilidad Económica | S/ 3200 | S/ 5000 | S/ 10000 |
| Trabajo de Ingeniería | S/ 3000 | S/ 3500 | S/ 5000 |
| Administración | S/ 2500 | S/ 3500 | S/ 5000 |
| Cierre de Minas | S/ 5000 | S/ 15000 | S/ 35000 |
| Declaración de Impacto Ambiental | S/ 8000 | S/ 15000 | S/ 25000 |
| TOTAL | S/ 21700 | S/ 42000 | S/ 80000 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 - Actividades y costos de pre – inversión para cada escenario

| ACTIVIDADES | COSTO UNITARIO | CANTIDAD (7 200 TN) | TARIFA | CANTIDAD (15 000 TN) | TARIFA | CANTIDAD (30 000 TN) | TARIFA |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
| Personal | | | | | | | |
| Ingeniero Geologo | S/ 3,000 | 2 | S/ 6,000 | 4 | S/12,000 | 6 | S/18,000 |
| Asistente Auxiliar | S/ 2,100 | 1 | S/ 2,100 | 4 | S/8,400 | 6 | S/12,600 |
| Administración y técnicos | | | | | | | |
| Seguro contra todo riesgo | S/ 65 | 3 | S/ 195 | 8 | S/520 | 12 | S/780 |
| Gestiones legales | - | 1 | S/ 500 | 1 | S/2,000 | 1 | S/5,000 |
| Servicios contables | - | 1 | S/ 1,000 | 2 | S/2,000 | 1 | S/5,500 |
| Servicios de informática | - | 1 | S/ 150 | 1 | S/300 | 1 | S/500 |
| Derechos de vigencia de petiti | S/ 1,000 | 1 | S/ 1,000 | 1 | S/1,000 | 1 | S/1,000 |
| Vivienda | | | | | | | |
| Campamento | S/ 500 | 1 | S/ 500 | 1 | S/500 | 1 | S/500 |
| Alimentación | S/ 50 | 5 | S/ 250 | 8 | S/400 | 12 | S/600 |
| Equipo de campo e indumentar | - | 1 | S/ 325 | 1 | S/500 | 1 | S/500 |
| Pasajes terrestres | S/ 15 | 5 | S/ 75 | 8 | S/120 | 12 | S/180 |
| Alojamiento(hoteles) | S/ 30 | 5 | S/ 150 | 8 | S/240 | 12 | S/360 |
| Viaticos | S/ 60 | 5 | S/ 300 | 8 | S/480 | 12 | S/720 |
| Geoquímica/Análisis | | | | | | | |
| Ensayo de muestras (Caolin) | S/ 100 | 9 | S/ 900 | 27 | S/2,700 | 60 | S/6,000 |
| Propiedades | | | | | | | |
| Alquiler Oficina | - | 1 | S/ 1,200 | 1 | S/1,800 | 1 | S/2,000 |
| Servicios red y telefonia | - | 1 | S/ 250 | 1 | S/300 | 1 | S/400 |
| | | | S/ 14,895 | | S/33,260 | | S/54,640 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25 - Capital de trabajo para cada escenario

Capital de Trabajo por escenarios

| Capital de trabajo | Jornal (S/día) | Cantidad (7200 tn) | Jornada | Cantidad (15000 tn) | Jornada | Cantidad (30000 tn) | Jornada |
|--------------------|----------------|-----------------------|-----------------|------------------------|------------------|------------------------|------------------|
| Supervisor | 125 | 1 | S/ 125 | 2 | S/ 250 | 5 | S/ 1,250 |
| Obreros | 65 | 4 | S/ 260 | 6 | S/ 1,560 | 14 | S/ 21,840 |
| Asistente | 75 | 3 | S/ 225 | 3 | S/ 675 | 7 | S/ 4,725 |
| Guardinaes | 65 | 2 | S/ 130 | 5 | S/ 650 | 9 | S/ 5,850 |
| Gastos legales | - | - | S/ 4,000 | - | S/ 4,500 | - | S/ 20,000 |
| Imprevistos | - | - | S/ 2,000 | - | S/ 5,000 | - | S/ 5,000 |
| TOTAL | | | S/ 6,740 | | S/ 10,690 | | S/ 27,645 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 - Costos Directos Escenario 1 - 7200Tm

Costos Directos Escenario 1 - 7200 TM

| a) Mano de obra directa: | Cantidad | Jornal (S/día) | Jornal Mensual (S/mes) |
|------------------------------|----------|----------------|---------------------------|
| Jefe de Proyecto | 1 | 160 | S/ 4,800.00 |
| Supervisor | 1 | 125 | S/ 3,750.00 |
| Obreros | 2 | 65 | S/ 3,900.00 |
| Asistente | 1 | 75 | S/ 2,250.00 |
| Leyes sociales: 20 % | - | - | S/ 2,940.00 |
| b) Equipos de Trabajo | | | |
| Excavadora Komatsu PC350 | 1 | 2800 | S/ 84,000.00 |
| Cargador Frontal Cat 988 H | 1 | 2400 | S/ 72,000.00 |
| Volquete 25 tn | 1 | 750 | S/ 22,500.00 |
| Camioneta 4x4 | 1 | 300 | S/ 9,000.00 |
| Motoniveladora | 0.3 | 3000 | S/ 27,000.00 |
| TOTAL | | | S/ 232,140.00 |
| a) Gastos de Operación | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27 - Gastos de Operación Escenario 1 – 7200 Tm

| Mano de obra indirecta. | Cantidad | Jornal (S/día) | Jornal Mensual (S/mes) |
|--|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| Ingeniero de Seguridad | 1 | 125 | S/ 3,750.00 |
| Asistente | 2 | 75 | S/ 4,500.00 |
| Topógrafo | 1 | 100 | S/ 3,000.00 |
| Contador | 1 | 75 | S/ 2,250.00 |
| Guardianes | 3 | 75 | S/ 6,750.00 |
| b) Mantenimiento de infraestructura | | | S/ 10,000.00 |
| c) Insumos | | | |
| Combustible | 20 | 17.25 | S/ 10,350.00 |
| Agua | 25 | 15 | S/ 11,250.00 |
| Gravilla y Relleno | 10 | 25 | S/ 7,500.00 |
| Insumos Alimentarios | 14 | 10 | S/ 4,200.00 |
| d) Relaciones Comunitarias | | | |
| Ayuda Social | - | - | S/ 2,500.00 |
| e) Imprevistos 5 % | | | S/ 1,790.00 |
| TOTAL | | | S/ 67,840.00 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28 - Costos Directos Escenario 2 - 15000Tm

| Mano de obra directa: | Cantidad | Jornal (S/día) | Jornal Mensual (S/mes) |
|------------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| Jefe de Proyecto | 4 | 160 | S/ 19,200.00 |
| Supervisor | 2 | 125 | S/ 7,500.00 |
| Obreros | 7 | 65 | S/ 13,650.00 |
| Asistente | 4 | 75 | S/ 9,000.00 |
| Leyes sociales: 20 % | - | - | S/ 9,870.00 |
| Equipos de Trabajo | | | |
| Excavadora Komatsu PC350 | 2 | 2800 | S/ 168,000.00 |
| Cargador Frontal Cat 988 H | 2 | 2400 | S/ 144,000.00 |
| Volquete 25 tn | 3 | 800 | S/ 72,000.00 |
| Camioneta 4x4 | 1 | 360 | S/ 10,800.00 |
| Motoniveladora | 0.6 | 3000 | S/ 54,000.00 |
| TOTAL | | | S/ 508,020.00 |

b) Gastos de Operación

Tabla 29 - Gastos de Operación Escenario 2 – 15000 Tm

| | Cantidad | Jornal (S/día) | Jornal Mensual (S/mes) |
|---|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| Mano de obra indirecta. | | | |
| Ingeniero de Seguridad | 2 | 125 | S/ 7,500.00 |
| Asistente | 3 | 75 | S/ 6,750.00 |
| Topógrafo | 2 | 100 | S/ 6,000.00 |
| Contador | 1 | 75 | S/ 2,250.00 |
| Guardianes | 6 | 75 | S/ 13,500.00 |
| Mantenimiento de infraestructura | | | S/ 10,000.00 |
| Insumos | | | |
| Combustible | 50 | 17.25 | S/ 25,875.00 |
| Agua | 35 | 15 | S/ 15,750.00 |
| Gravilla y Relleno | 15 | 25 | S/ 11,250.00 |
| Insumos Alimentarios | 30 | 10 | S/ 9,000.00 |
| Relaciones Comunitarias | | | |
| Ayuda Social | - | - | S/ 5,000.00 |
| Imprevistos 5 % | | | S/ 3,343.75 |
| TOTAL | | | S/ 116,218.75 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30 - Costos Directos Escenario 3 - 30000Tm

| a) Mano de obra directa: | Cantidad | Jornal (S/día) | Jornal Mensual (S/mes) |
|---------------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| Jefe de Proyecto | 8 | 160 | S/ 38,400.00 |
| Supervisor | 8 | 125 | S/ 30,000.00 |
| Obreros | 17 | 65 | S/ 33,150.00 |
| Asistente | 8 | 75 | S/ 18,000.00 |
| Leyes sociales: 20 % | - | - | S/ 23,910.00 |
| b) Equipos de Trabajo | | | |
| Excavadora Komatsu PC350 | 3 | 2800 | S/ 252,000.00 |
| Cargador Frontal Cat 988 H | 5 | 2400 | S/ 360,000.00 |
| Volquete 25 tn | 6 | 800 | S/ 144,000.00 |
| Camioneta 4x4 | 3 | 360 | S/ 32,400.00 |
| Motoniveladora | 1 | 3000 | S/ 90,000.00 |
| TOTAL | | | S/ 1,021,860.00 |

b) Gastos de Operación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 - Gastos de Operación Escenario 3 – 30000 Tm

| a) Mano de obra indirecta. | Cantidad | Jornal (S/día) | Jornal Mensual (S/mes) |
|--|-----------------|-----------------------|-----------------------------------|
| Ingeniero de Seguridad | 3 | 125 | S/ 11,250.00 |
| Asistente | 6 | 75 | S/ 13,500.00 |
| Topógrafo | 3 | 100 | S/ 9,000.00 |
| Contador | 2 | 75 | S/ 4,500.00 |
| Guardianes | 12 | 75 | S/ 27,000.00 |
| b) Mantenimiento de infraestructura | | | S/ 10,000.00 |
| c) Insumos | | | |
| Combustible | 100 | 17.25 | S/ 51,750.00 |
| Agua | 70 | 15 | S/ 31,500.00 |
| Gravilla y Relleno | 30 | 25 | S/ 22,500.00 |
| Insumos Alimentarios | 65 | 10 | S/ 19,500.00 |
| d) Relaciones Comunitarias | | | |
| Ayuda Social | - | - | S/ 10,000.00 |
| e) Imprevistos 5 % | | | S/ 6,762.50 |
| TOTAL | | | S/ 217,262.50 |

Tabla 32 - Costo de Operación de los escenarios

| | Escenario 1 - (7200 TM) | Escenario 2 - (15000 TM) | Escenario 3 - (30000 TM) |
|----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Costos Directos | S/ 232,140 | S/ 508,020 | S/ 1,021,860 |
| Gasto de Operación | S/ 67,840 | S/ 116,218 | S/ 217,262 |
| Costos de Operación | S/ 299,980 | S/ 624,238 | S/ 1,239,122 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 - Flujo de caja mensual Escenario 1 – 7200Tm

Cash Flow Mensual Escenario 1 - 7200 TM

| | Mes 0 | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 | Total Año |
|------------------------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| INGRESOS | | | | | | | | | | | | | | |
| Venta Mineral | | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 393,120 | S/ 4,717,440 |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | | | | |
| Inversión | -S/ 197,639 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -S/ 197,639.00 |
| Inv. Tangible | -S/ 154,304 | | | | | | | | | | | | | |
| Inv. Intangible | -S/ 21,700 | | | | | | | | | | | | | |
| Pre Inversión | -S/ 14,895 | | | | | | | | | | | | | |
| Capital de trabajo | -S/ 6,740 | | | | | | | | | | | | | |
| COSTOS | - | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 299,980 | S/ 3,599,760 |
| Costos directos | | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 232,140 | S/ 2,785,680 |
| Gastos de operación | | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 67,840 | S/ 814,080 |
| Flujo de fondos sujeto a impuestos | -S/ 197,639 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 93,140 | S/ 1,117,680 |
| IGV (18%) | | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 70,762 | S/ 849,139 |
| Flujo de fondos libre de impuestos | | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 22,378 | S/ 268,541 |

Tabla 34 - Flujo de caja anual Escenario 1 – 7200Tm

Cash Flow Anual Escenario 1 - 7200 TM

| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|-----------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| INGRESOS | | | | | | |
| Venta Mineral | | S/ 4,717,440 | S/ 4,717,440 | S/ 4,717,440 | S/ 4,717,440 | S/ 4,717,440 |
| INVERSIÓN | -S/ 197,639 | | | | | |
| Inv. Tangible | -S/ 154,304 | - | - | - | - | - |
| Inv. Intangible | -S/ 21,700 | | | | | |
| Pre Inversión | -S/ 14,895 | | | | | |
| Capital de trabajo | -S/ 6,740 | | | | | |
| EGRESOS | | | | | | |
| Costos | - | S/ 3,599,760 | S/ 3,599,760 | S/ 3,599,760 | S/ 3,599,760 | S/ 3,599,760 |
| Costos directos | | S/ 2,785,680 | S/ 2,785,680 | S/ 2,785,680 | S/ 2,785,680 | S/ 2,785,680 |
| Gastos de operación | | S/ 814,080 | S/ 814,080 | S/ 814,080 | S/ 814,080 | S/ 814,080 |
| Utilidad sujeto a impuestos | -S/ 197,639 | S/ 1,117,680 | S/ 1,117,680 | S/ 1,117,680 | S/ 1,117,680 | S/ 1,117,680 |
| IGV (18%) | | S/ 849,139 | S/ 849,139 | S/ 849,139 | S/ 849,139 | S/ 849,139 |
| Utilidad libre de impuestos | -S/ 197,639 | S/ 268,541 | S/ 268,541 | S/ 268,541 | S/ 268,541 | S/ 268,541 |

Tabla 35 - Flujo de caja mensual Escenario 2 – 15000Tm

| | Mes 0 | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 | Total Año |
|------------------------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| INGRESOS | | | | | | | | | | | | | | |
| Venta Mineral | | S/ 819,000 | S/ 819,000 | S/ 819,000 | S/ 819,000 | S/ 819,000 | S/ 819,000 | S/ 819,000 | S/ 819,000 | ##### | S/ 819,000 | ##### | S/ 819,000 | ##### |
| INVERSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Inv. Tangible | -S/ 438,220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Inv. Intangible | -S/ 352,270 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Pre Inversión | -S/ 42,000 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Capital de trabajo | -S/ 33,260 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | -S/ 10,690 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos | | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 624,239 | S/ 7,490,865 |
| Costos directos | | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 508,020 | S/ 6,096,240 |
| Gastos de operación | | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 116,219 | S/ 1,394,625 |
| Flujo de fondos sujeto a impuestos | -S/ 438,220 | S/ 194,761 | S/ 194,761 | S/ 194,761 | S/ 194,761 | S/ 194,761 | S/ 194,761 | S/ 194,761 | S/ 194,761 | ##### | S/ 194,761 | ##### | S/ 194,761 | S/ 2,337,135 |
| IGV (18%) | | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 147,420 | S/ 1,769,040 |
| Flujo de fondos libre de impuestos | | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 47,341 | S/ 568,095 |

Elaboración: Propia

Tabla 36 - Flujo de caja anual Escenario 2 – 15000Tm

| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| INGRESOS | | | | | | |
| Venta Mineral | | S/ 9,828,000 | S/ 9,828,000 | S/ 9,828,000 | S/ 9,828,000 | S/ 9,828,000 |
| INVERSIÓN | | | | | | |
| Inv. Tangible | -S/ 438,220 | - | - | - | - | - |
| Inv. Intangible | -S/ 352,270 | - | - | - | - | - |
| Pre Inversión | -S/ 42,000 | - | - | - | - | - |
| Capital de trabajo | -S/ 33,260 | - | - | - | - | - |
| | -S/ 10,690 | - | - | - | - | - |
| EGRESOS | | | | | | |
| Costos | | S/ 7,490,865 | S/ 7,490,865 | S/ 7,490,865 | S/ 7,490,865 | S/ 7,490,865 |
| Costos directos | | S/ 6,096,240 | S/ 6,096,240 | S/ 6,096,240 | S/ 6,096,240 | S/ 6,096,240 |
| Gastos de operación | | S/ 1,394,625 | S/ 1,394,625 | S/ 1,394,625 | S/ 1,394,625 | S/ 1,394,625 |
| Flujo de fondos sujeto a impuestos | -S/ 438,220 | S/ 2,337,135 | S/ 2,337,135 | S/ 2,337,135 | S/ 2,337,135 | S/ 2,337,135 |
| IGV (18%) | | S/ 1,769,040 | S/ 1,769,040 | S/ 1,769,040 | S/ 1,769,040 | S/ 1,769,040 |
| Flujo de fondos libre de impuestos | -S/ 438,220 | S/ 568,095 | S/ 568,095 | S/ 568,095 | S/ 568,095 | S/ 568,095 |

Elaboración: Propia

Tabla 37 - Flujo de caja mensual Escenario 3 – 30000Tm

| | Mes 0 | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 | Total Año |
|---|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| INGRESOS | | | | | | | | | | | | | | |
| Venta Mineral | | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 1,638,000 | S/ 19,656,000 |
| INVERSIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Inv. Tangible | -S/ 1,087,146 | | | | | | | | | | | | | |
| Inv. Intangible | S/ 924,861 | | | | | | | | | | | | | |
| Pre Inversión | S/ 80,000 | | | | | | | | | | | | | |
| Capital de trabajo | S/ 54,640 | | | | | | | | | | | | | |
| | S/ 27,645 | | | | | | | | | | | | | |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | | | | |
| Costos | | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 1,239,123 | S/ 14,869,470 |
| Costos directos | | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 1,021,860 | S/ 12,262,320 |
| Gastos de operación | | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 217,263 | S/ 2,607,150 |
| Flujo de fondos sujeto a impuestos | -S/ 1,087,146 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 398,878 | S/ 4,786,530 |
| IGV (18%) | | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 294,840 | S/ 3,538,080 |
| Flujo de fondos libre de impuestos | | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 104,038 | S/ 1,248,450 |

Tabla 38 - Flujo de caja anual Escenario 3 – 15000Tm

| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|------------------------------------|----------------------|---------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| INGRESOS | | | | | | |
| Venta Mineral | | S/ 19,656,000 | ##### | S/ 19,656,000 | S/ 19,656,000 | ##### |
| Inversiones | | | | | | |
| Inv. Tangible | -S/ 1,087,146 | | | | | |
| Inv. Intangible | S/ 924,861 | | | | | |
| Pre Inversión | S/ 80,000 | | | | | |
| Capital de trabajo | S/ 54,640 | | | | | |
| | S/ 27,645 | | | | | |
| Costos | | S/ 14,869,470 | ##### | S/ 14,869,470 | S/ 14,869,470 | ##### |
| Costos directos | | S/ 12,262,320 | ##### | S/ 12,262,320 | S/ 12,262,320 | ##### |
| Gastos de operación | | S/ 2,607,150 | S/ 2,607,150 | S/ 2,607,150 | S/ 2,607,150 | S/ 2,607,150 |
| Flujo de fondos sujeto a impuestos | -S/ 1,087,146 | S/ 4,786,530 | ##### | S/ 4,786,530 | S/ 4,786,530 | S/ 4,786,530 |
| IGV (18%) | | S/ 3,538,080 | S/ 3,538,080 | S/ 3,538,080 | S/ 3,538,080 | S/ 3,538,080 |
| Flujo de fondos libre de im | -S/ 1,087,146 | S/ 1,248,450 | ##### | S/ 1,248,450 | S/ 1,248,450 | S/ 1,248,450 |

Elaboración: Propia