



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE MINAS

“ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL INICIO DE PRODUCCIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO EN LA CONCESIÓN JUAN DE DIOS I, CAJAMARCA, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autores:

Bach. Eliza Marisol Chuquilín Intor

Bach. Gladys Martha Intor Ríos

Asesor:

Ing. Ovidio Luque Luque

Cajamarca – Perú

2018

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Elmer Ovidio Luque Luque, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería de Minas, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Chuquilín Intor, Eliza Marisol
- Intor Ríos, Gladys Martha

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: *Análisis económico para el Inicio de Producción de Óxido de Calcio en la Concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018* para aspirar al título profesional de: Ingeniero de Minas por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. Elmer Ovidio Luque Luque
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Chuquilín Intor, Eliza Marisol e Intor Ríos, Gladys Martha para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Análisis Económico para el Inicio de Producción de Óxido de Calcio en la Concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018*

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing. Víctor Eduardo Álvarez León
Jurado
Presidente

Ing. Daniel Alejandro Alva Huamán
Jurado

Ing. Oscar Arturo Vásquez Mendoza
Jurado

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi hijo Maykol Adriano, por ser el motivo de mi superación, a mis padres por su apoyo y consejos y a mi esposo, por su apoyo a lo largo de mi formación profesional.

Eliza Chuquilín.

Dedico esta tesis a mi hijo Moisés Miranda, quien es mi fortaleza en los momentos difíciles de mi vida, porque a pesar de su edad supo brindarme los consejos necesarios para continuar mi carrera profesional.

Gladys Intor.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la bendición de vivir y darme la oportunidad de lograr mis metas, a mis padres y hermanas por sus consejos, a mi esposo por su comprensión diaria, a los docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería de Minas de la Universidad Privada del Norte, por guiar mis pasos profesionales.

Eliza Chuquilín.

Agradezco a Dios por darme la bendición de vivir y darme la oportunidad de lograr mis metas, a mi hijo por comprender el tiempo que no la pasee con él fue para mi superación, a mis docentes de la Universidad Privada del Norte, por guiar mis pasos profesionales.

Gladys Intor.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	ii
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
TABLA DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN.....	xiii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del problema	19
1.3. Justificación	19
1.4. Objetivos	20
1.1.1. Objetivo general.....	20
1.1.2. Objetivos específicos	20
1.5. Hipótesis	21
1.1.3. Hipótesis general.....	21
1.1.4. Hipótesis específicas	21
1.1.5. Variables	22
1.1.6. Operacionalización de variables.....	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	25
2.1. Tipo de investigación	25
2.2. Diseño de investigación	25
2.3. Método	25
2.4. Población.....	25
2.5. Muestra	25
2.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	26
2.7. Instrumentos.....	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS	28
3.1. Aspectos Generales:	28
3.1.1. Ubicación:.....	28
3.1.2. Diagrama de producción de óxido de calcio.....	29
3.1.3. Parámetros operativos	30
3.2. Programa general de trabajo para la explotación	33
3.2.1. Etapa de Selección del Sitio Adecuado de los componentes	33

	Pág.
3.2.2. Etapa de preparación del sitio y construcción.....	35
3.2.3. Etapa de Operación	42
3.2.4. Etapa de Cierre	45
3.3. Reservas de roca caliza aptas para la producción de óxido de calcio	46
3.3.1. Potencia:	46
a. Potencia de la roca expuesta:	46
b. Potencia de la Fm. Cajamarca.....	47
3.3.2. Volumen:	47
a. Cálculo de las Reservas:	47
b. Cálculo de Potencias.....	48
c. Cálculo del Área:	49
d. Cálculo del Volumen del Block:	49
e. Cálculo de vida útil:	50
3.4. Flujos salientes en la inversión que implica la producción de óxido de calcio	51
3.4.1. Costos en construcción, operación y abandono.....	51
a. Equipos a Utilizar (alquiler)	51
b. Material utilizado en la construcción.....	55
c. Personal de obra	66
d. Costo total de construcción.....	66
3.4.2. Costos de Implementación:	66
a. Compra de equipos.....	66
b. Compra de terrenos.....	72
c. Costo total de implementación	72
3.4.3. Costos de operación:.....	72
a. Requerimiento de energía:	72
b. Requerimiento de agua:	73
c. Requerimiento de personal por año:	73
d. Requerimiento de explosivos:	73
e. Requerimiento de EPP por año	77
f. Requerimiento de carbón	80
g. Alimentación por año	80
h. Costos del plan de manejo ambiental por año	81
a. Otros requerimientos de operación:.....	81
b. Costo total de operación:	82
3.5. Flujos entrantes que se genera con la venta de óxido de calcio.....	82
3.6. VAN, TIR y payback	83
3.6.1. Flujo entrante:	83
3.6.2. Flujo Saliente anual:	83
3.6.3. Inversión Fija:.....	83
3.6.4. Payback:.....	83
3.6.5. VAN.....	83
3.6.6. TIR.....	85
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	86
4.1. Discusión.....	86

	Pág.
4.2. Conclusiones	87
REFERENCIAS.....	88
ANEXOS.....	90
ANEXO n.º 1. Fotografías.....	91
ANEXO n.º 2. Instrumentos de investigación	95
ANEXO n.º 3. Diseño de malla.....	100
ANEXO n.º 4. Estudio geomecánico (RMR)	102
ANEXO n.º 5. Modelamiento de concesión Juan de Dios I	111
ANEXO n.º 6. Densidad en Laboratorio	112
ANEXO n.º 7. Dirección de estratos	114
ANEXO n.º 8. Reporte de CaO	115
ANEXO n.º 9. Mapas y planos.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema de carga en la concesión Juan de Dios I.....	32
Figura 2. Acceso a la concesión Juan de Dios I.....	34
Figura 3. Cantera de calizas en la concesión Juan de Dios I.....	35
Figura 4. Zona de chancado a implementar en la concesión Juan de Dios I.....	36
Figura 5. Zona de calcinación en stand by en la concesión Juan de Dios I.....	36
Figura 6. Zona donde se construirá el almacén en la concesión Juan de Dios I.....	37
Figura 7. Zona donde se implementará la letrina en la concesión Juan de Dios I.....	37
Figura 8. Zona donde se construirán las oficinas en la concesión Juan de Dios I.....	38
Figura 9. Construcción de hornos en stand by en la concesión Juan de Dios I.....	39
Figura 10. Hornos en stand by en la concesión Juan de Dios I.....	39
Figura 11. Calizas de la Fm. Cajamarca en Juan de Dios I.....	47
Figura 12. Potencia de los estratos de calizas.....	48
Figura 13. Construcción en stand by en la concesión Juan de Dios I.....	91
Figura 14. Cantera de la concesión Juan de Dios I.....	91
Figura 15. Pendiente en la concesión Juan de Dios I.....	92
Figura 16. Futura letrina en la concesión Juan de Dios I.....	92
Figura 17. Prueba de voladura en la concesión Juan de Dios I.....	93
Figura 18. Taladro de prueba de voladura en la concesión Juan de Dios I.....	93
Figura 19. Zona de cantera en la concesión Juan de Dios I.....	94
Figura 20. Acondicionamiento de cantera en la concesión Juan de Dios I.....	94
Figura 21. Esquema de carga.....	100
Figura 22. Malla de perforación.....	101
Figura 23. Persistencia en las discontinuidades.....	105
Figura 24. Abertura en las discontinuidades.....	106
Figura 25. Rugosidad en las discontinuidades.....	107
Figura 26: Relleno en las discontinuidades.....	107
Figura 27. Alteración en las discontinuidades.....	108
Figura 28. Muestra de caliza para peso específico.....	112
Figura 29. Muestra de caliza pesada.....	113
Figura 30. Toma de dirección de estratos.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de las variables.	23
Tabla 2 Coordenadas UTM de la concesión minera no metálica Juan de Dios I.	28
Tabla 3 Parámetros operativos de la concesión Juan de Dios I.	30
Tabla 4 Parámetros para voladura.	30
Tabla 5 Programa general de trabajo.	33
Tabla 6 Determinación de peso específico de las calizas.	48
Tabla 7 Ficha de análisis de potencias.	49
Tabla 8 Cotización de alquiler de volquetes.	51
Tabla 9 Cotización de alquiler de retroexcavadoras.	52
Tabla 10 Cotización de alquiler de trompos mezcladores de concretos.	53
Tabla 11 Costos del alquiler de equipos para construcción.	54
Tabla 12 Cotización de cemento mochica.	55
Tabla 13 Cotización de fierro ¼” para estribos.	55
Tabla 14 Cotización de fierro ½” para columnas.	56
Tabla 15 Cotización de fierro 1” para horno.	56
Tabla 16 Cotización de alambre número 16.	56
Tabla 17 Cotización de alambre número 8.	57
Tabla 18 Cotización de clavos 2 ½”.	57
Tabla 19 Cotización de calaminas.	57
Tabla 20 Cotización de hormigón grueso.	58
Tabla 21 Cotización de hormigón fino (para asentar ladrillo).	58
Tabla 22 Cotización de arena de tarrajeo en Cajamarca ciudad.	59
Tabla 23 Cotización de madera en Cajamarca ciudad.	59
Tabla 24 Cotización de ladrillo en Cajamarca ciudad.	60
Tabla 25 Costos de material para letrina.	60
Tabla 26 Costos de material para oficina.	61
Tabla 27 Costos de material para almacén.	61
Tabla 28 Costos de material para un solo horno.	63
Tabla 29 Requerimiento de materiales de construcción.	64
Tabla 30 Personal en construcción.	66
Tabla 31 Cotización de compra de excavadora CAT 336.	67
Tabla 32 Cotización de compra de volquete.	67

	Pág.
Tabla 33 Cotización de compra de compresora.....	67
Tabla 34 Cotización de compra de picos.....	68
Tabla 35 Cotización de compra de palas.....	68
Tabla 36 Cotización de compra de combas.....	69
Tabla 37 Cotización de compra de excavadora.....	69
Tabla 38 Cotización de compra de focos.....	70
Tabla 39 Cotización de compra de cable de luz por 100 metros.....	70
Tabla 40 Cotización de compra de carretillas.....	71
Tabla 41 Costo de la compra de equipos.....	71
Tabla 42 Costo total de implementación.....	72
Tabla 43 Requerimiento de energía.....	72
Tabla 44 Costos de agua.....	73
Tabla 45 Costos de personal.....	73
Tabla 46 Requerimiento de explosivos.....	76
Tabla 47 Cotización de compra de cascos.....	77
Tabla 48 Cotización de compra de chalecos.....	77
Tabla 49 Cotización de compra de respiradores.....	78
Tabla 50 Cotización de compra de zapatos de seguridad.....	78
Tabla 51 Cotización de compra de lentes de seguridad.....	79
Tabla 52 Cotización de compra de lentes de tyveck.....	79
Tabla 53 Requerimiento de EPP.....	80
Tabla 54 Costos de manejo ambiental.....	81
Tabla 55 Requerimientos extras de operación.....	81
Tabla 56 Costo total de operación.....	82
Tabla 57 Flujos entrantes.....	82
Tabla 58 Cálculo del VAN.....	84
Tabla 59 Determinación de peso específico de las calizas.....	95
Tabla 60 Ficha de análisis de potencias.....	95
Tabla 61 Cotización de alquiler de volquetes.....	95
Tabla 62 Cotización de alquiler de retroexcavadoras.....	96
Tabla 63 Cotización de alquiler de trompos mezcladores de concretos.....	96
Tabla 64 Costos del alquiler de equipos para construcción.....	96
Tabla 65 Cotización de cemento mochica.....	96
Tabla 66 Cotización de fierro ¼” para estribos.....	97

	Pág.
Tabla 67 Cotización de fierro ½” para columnas.	97
Tabla 68 Cotización de fierro 1” para horno.	97
Tabla 69 Cotización de alambre número 16.	97
Tabla 70 Cotización de alambre número 8.	97
Tabla 71 Cotización de clavos 2 ½”.	98
Tabla 72 Cotización de calaminas.	98
Tabla 73 Cotización de hormigón grueso.	98
Tabla 74 Cotización de hormigón fino (para asentar ladrillo).	98
Tabla 75 Cotización de arena de tarrajeo en Cajamarca ciudad.	98
Tabla 76 Cotización de madera en Cajamarca ciudad.	99
Tabla 77 Cotización de ladrillo en Cajamarca ciudad.	99
Tabla 78 Clasificación de la resistencia.	102
Tabla 79 Clasificación RQD.	103
Tabla 80 Clasificación del espaciado.	104
Tabla 81 Clasificación de la persistencia.	105
Tabla 82 Clasificación de la abertura.	106
Tabla 83 Clasificación de la alteración.	108
Tabla 84 Presencia de agua.	109
Tabla 85 Cálculo del RMR para el macizo rocoso.	109
Tabla 86 Clasificación del RMR.	110
Tabla 87 Rumbo y buzamiento de los estratos.	114

RESUMEN

La presente tesis tiene por objetivo realizar el análisis económico para el inicio de producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, los objetivos específicos fueron calcular las reservas de roca caliza aptas para la producción de óxido, determinar el programa de trabajo, determinar los flujos salientes en la inversión, determinar los flujos entrantes que se genera con la venta de óxido de calcio y calcular el tiempo de recuperación o *payback* que implica la inversión para la producción de óxido de calcio. La investigación es aplicativa no experimental, con diseño descriptivo y método analítico. La muestra estuvo conformada por la concesión Juan de Dios I, dedicada a producir óxido de calcio. Las reservas de roca caliza, pertenecen a la formación geológica Cajamarca con una ley de 98% de CaCO_3 , las reservas se calcularon mediante el método de inverso al cuadrado a la distancia y son 367632 TM, estas son sólo las reservas de las 1.8 ha de área de cantera; con una producción mensual de 1300 TM de roca caliza, la vida útil es de 23.57 años, el método de explotación es por banqueo de 2.6 metros de altura con 65° de talud. Los flujos salientes, son la inversión fija que asciende a 3 513 929.60 soles y los costos de operación que ascienden a 3 116 238.00 soles, considerando los 23.57 años los flujos salientes son 73 449 729.66 soles. Los flujos entrantes que se genera con la venta de óxido de calcio, se calcularon con la producción de 1300 toneladas de CaO , generando 4 221 360 soles anuales al 18% de IGV. El tiempo de recuperación o *payback* que implica la inversión para la producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, es de 1.5 años. Eso quiere decir que las inversiones si serían recuperadas. El tiempo de vida de la mina se ha redondeado a 24 años por tanto el VAN es de 6 415 308.68 y el TIR es de 31%.

Palabras clave: Análisis económico, producción de óxido de calcio, flujos entrantes, flujos salientes, VAN, TIR, *payback*.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Los proyectos mineros en el Perú tienen un alto impacto en la economía del país. Por lo tanto, toda empresa minera debe asegurar desde el comienzo la rentabilidad de los mismos y realizar una evaluación financiera que les permita recopilar y clasificar los ítems de inversión, costos e ingresos relacionados, así como los supuestos y las proyecciones de su comportamiento en el futuro. Los resultados deben ser valores o tasas medibles y comparables que le puedan indicar a la organización si, en efecto, conviene iniciar el proyecto y deben tomar en cuenta los distintos escenarios en los que las variables más importantes puedan incurrir.

La problemática para el inicio de operaciones de una empresa minera pequeña como lo es Juan de Dios I, son los riesgos inherentes de la etapa de exploración de un proyecto, como el poder encontrar un depósito económicamente explotable, y la situación política y social. Todo esto hace retroceder las intenciones de muchos interesados a invertir en este rubro y que buscaran otros sectores donde colocar su capital.

La situación y los riesgos mencionados han logrado tener como efecto que se cree un gran temor en invertir en el sector minero pequeño y mediano, y si a esto se le añade la gran cantidad de empresas existentes, da como resultado que muy pocas de estas mineras puedan llegar a obtener el financiamiento suficiente y que las demás no puedan avanzar debido a falta de capital.

En Perú, la producción de óxido de calcio viene siendo una fuente sustentable de ingresos para diversos sectores de nuestra economía. La empresa Juan de Dios I S.M.R.L, cuenta con un mineral acorde a las necesidades de este mercado, es por esto que se va a estudiar a profundidad esta industria y se estimaran los costos e ingresos de llevar a cabo la realización de la producción de óxido de calcio.

Juan de Dios I S.M.R.L., pretende explotar las calizas de su concesión y producir óxido de calcio para venderlo en la industria minera, como lo son Gold Fields, Yanacocha, Shahuindo y La Zanja y en la agricultura cuando se genera cal agrícola.

- **Acevedo y Guerra (2013)**, presentaron su Tesis, para obtener el Título de Ingeniero Comercial, titulada: “*Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de Caliza en la Región Metropolitana*” a la Universidad de Chile. Los resultados obtenidos a partir del análisis por Fluorescencia de Rayos-X (FRX) ponen de relevancia que, la muestra posee un alto porcentaje de CaO. La interpretación de los difractogramas ha permitido identificar los minerales: Calcita, Cuarzo y Feldespato (serie Albita-Anortita), como constituyentes de las muestras analizadas. Los resultados obtenidos mediante el análisis por calcinación dejan de manifiesto que el contenido de CaCO₃ en la caliza analizada se encuentra entre 94,3% y 96,3%.
- **Rivera (2013)**, presentó su Tesis, para obtener el Título de Ingeniero Civil Industrial, titulada: “*Evaluación Económica del Proyecto Minero San Antonio Óxidos*” a la Universidad de Chile. Este yacimiento cuenta con reservas de 172,740 kt de cobre con una ley de 0,52% y una tasa de recuperación de 62,5%, las que serán extraídas durante 23 años a un ritmo de 30 kt anuales a partir del año

2015. Se considera adicionalmente el aporte desde la Fundición y Refinería de Potrerillos de polvo de fundición, de ácido tipo C y de electrolito de descarte ricos en cobre. El VAN del proyecto para cada una de dichas alternativas es de 142,5 MUS\$, 175,7 MUS\$ y 187,7 MUS\$ con inversiones totales de 401,6 MUS\$, 401,6 MUS\$ y 314,9 MUS\$ y con un cash cost de 1,35 US\$/lb, 1,25 US\$/lb y 1,28 US\$/lb respectivamente.

- **Saguay (2013)**, presentó su Tesis, para obtener el Título de Ingeniero en Geología y Minas, titulada: “*Factibilidad Técnica Económica Minera de la Explotación de Feldespato en la Concesión Minera Rosario II Código 100217.1*” a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Mediante un análisis técnico de parámetros geológicos, litológicos y geotécnicos de un yacimiento mantiforme de mineral no metálico; ejecución mediante sistemas informáticos geográficos utilizando la base topográfica emitida por el Instituto Geográfico Militar. (IGM) denominada hoja topográfica Limón a una escala 1:50.000 se ha elaborado todos los mapas de estudios. Se concluye mediante el análisis económico por la TMAR, VAN, TIR para determinar la factibilidad técnico minero y económico del mineral no metálico (Feldespato).
- **Luque (2017)**, presentó su tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Minas, titulada: “*Estudio de Factibilidad en un Proyecto de Explotación de Rocas y Minerales Industriales en una Mina de Perlita*” a la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Se realizó un estudio de mercado con estadísticas estadounidenses, siendo un importador de perlita cruda procesada a 61.00 US\$/TM en el 2016. Con una reserva probada de 774 195TM. Con una Producción diaria de 301 TM/día, durante 5 años. Para poder procesar todo el mineral enviado desde mina. Es necesario realizar la evaluación económica

obteniendo como indicadores valor neto: \$3 087 950.63; Tasa interna de retorno 0.87; beneficio costo: 3.1; Periodo de recuperación: 1.27 Como se puede apreciar los indicadores son favorables para el proyecto.

- **Zegarra (2015)**, presentó su Tesis para obtener el Título de Ingeniero de Minas, que lleva por título: “*Estudio de Factibilidad de un Proyecto de Explotación y Transformación de Mármol*” a la Universidad Nacional de Ingeniería - Lima. La inversión para instalación de la planta, sin considerar costos sociales y administrativos externos es de US\$ 3,802,390. Con una tasa interna de retorno de 37.87 %, que está por encima del costo de oportunidad de 28 %, lo cual indica la rentabilidad del proyecto. Las baldosas como producto terminado serán transportados a Lima – Callao, directo para su exportación en containers preparados. La mano de obra requerida en la explotación de bloques es no calificada, por lo que la demanda será cubierta con pobladores de la zona. La mano de obra para la planta de transformación será calificada y no calificada, generando trabajo en la ciudad de Huánuco.
- **Manrique (2013)**, presentó su tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Minas, titulada: “*Estudio de Factibilidad del Yacimiento Aurífero Nico*” a la Universidad Nacional de Ingeniería - Lima. El método de explotación seleccionado corte y relleno ascendente, circando con perforación vertical y descarga inmediata del mineral sin almacenamiento, es un método altamente selectivo y nos proporciona una buena estabilidad ya que los tajeos se rellenan de acuerdo al avance. Es necesario la adquisición de una planta con capacidad de tratamiento de 14 toneladas por día. El VAN promedio calculado es de US\$ 2,225,531.74 y el riesgo promedio es de US\$290,114.70, con lo cual tenemos un VAN promedio máximo de US\$ 2,515,646.45 y un VAN promedio mínimo de

US\$ 1,935,417.04. En cualquiera de los casos se obtiene un VAN positivo. Finalmente podemos concluir que este proyecto es viable y atractivo para poder ampliar nuestra Planta CIP de 14 toneladas por día.

- **Velásquez (2018)**, presentó su Tesis para obtener el Título Profesional de Ingenieros de Minas, cuyo título es: “*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*”, a la Universidad Privada del Norte. Se determinó que hay reservas probadas para el proyecto de 288,635 t de mineral, con una ley promedio de 3.39% de antimonio, y las reservas probables son 101,365 t de mineral con una ley de 3.52% de antimonio, se estima producir desde el presente año hasta el 2021. El costo operativo fue de 131 USD/t. la inversión total para ejecutar la profundización haciendo uso de un pique fue USD 577,554 y el costo operativo es de 133 USD/t; Finalmente los resultados de los indicadores económicos VAN, TIR, PAYBACK, recomiendan que la ejecución del proyecto de profundización sea a través de rampas.
- **Arenaza (2016)**, presentó su tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Minas, titulada: “*Estudio de Factibilidad Técnica - Económica para Implementar una Planta de Producción de Cal en la Concesión Minera Arvaa 100*” – *La Encañada- Cajamarca, 2016*” a la Universidad Privada del Norte - Cajamarca. El estudio de mercado reveló que el 89.29% de encuestados, consume cal viva; existe una demanda insatisfecha de 497 352 toneladas en los últimos cuatro años y una demanda insatisfecha de 13 243 972 toneladas para los próximos 9 años. Se determinó que se venderá al año que es de 12 000 toneladas de cal viva molida y 6 000 toneladas de cal viva granulada. La evaluación financiera hace notar que la rentabilidad es de un 36.19%, el período de recuperación de capital

(PRC) es de dos años y nueve meses, la tasa interna de retorno (TIR) es al 80 % con un valor actual neto (VAN) de S/. 9 137 730.01, para un periodo de 10 años con una tasa de descuento del 10 %, y finalmente la relación beneficio/costo es de 1.43; este proyecto es factible.

- **Chávez (2017)**, presentó su tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Minas, titulada: *“Estudio de Factibilidad Técnica para la Explotación Minera del Proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. Distrito Oropesa, Provincia Antabamba, Región Apurímac, 2017”* a la Universidad Privada del Norte. El monto total de las inversiones requeridas por el proyecto asciende a US\$ 48, 910,000. Por otro lado, el costo de Operación (OPEX), se ha determinado en base a dos aspectos, el primero son los costos variables de operación y el segundo comprende los costos fijos de operación. El costo total asciende a 124 \$/t. Producto del análisis financiero, el VPN del proyecto es US\$ 6' 943,380 y el TIR determinado es 24.15%, el cual se encuentra por encima del valor esperado en proyectos de este tipo. Se consideró necesario un préstamo de 65% de la inversión inicial, por lo cual la diferencia es el capital de trabajo necesario para iniciar el proyecto. Con dos años de inversión inicial.

1.2. Formulación del problema

¿El análisis económico nos permitirá el inicio de producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018?

1.3. Justificación

En la concesión Juan de Dios I se pretende crear una nueva unidad de producción minera enfocada en la explotación de rocas calizas para producir óxido de calcio, por

lo que es necesario su análisis de inversión y rentabilidad para su inicio de operaciones. La minería es una inversión a largo plazo, desde la etapa de exploración hasta la puesta en marcha, se considera gran demanda de recursos económicos. Sin un estudio de factibilidad, la rentabilidad de la explotación es incierta.

1.4. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Realizar el análisis económico para el inicio de producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.

1.1.2. Objetivos específicos

- Calcular las reservas de roca caliza aptas para la producción de óxido de calcio para determinar el tiempo de vida de la mina, en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.
- Determinar el programa general de trabajo para la producción de óxido de calcio, en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.
- Determinar los flujos salientes en la inversión que implica la producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.
- Determinar los flujos entrantes que se genera con la venta de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.

- Calcular el VAN, el TIR y el tiempo de recuperación o payback que implica la inversión para la producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.

1.5. Hipótesis

1.1.3. Hipótesis general

Con la realización del análisis económico se iniciará la inversión para la implementación de la planta de producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.

1.1.4. Hipótesis específicas

- Con el cálculo de reservas de roca caliza y la producción anual que se desea obtener, se determinará el tiempo de vida de la mina y el payback de la inversión realizada, en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.
- El programa general de trabajo elaborado es el adecuado para obtener la rentabilidad de la producción de óxido de calcio, en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.
- Si se determinan los flujos salientes en la inversión que implica la producción de óxido de calcio se definirá el cashflow en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.
- Si se determinan los flujos entrantes que se genera con la venta de óxido de calcio se definirá la rentabilidad de la explotación minera en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.

- Si se calcula el VAN, el TIR y el payback, la empresa S.M.R.L. Juan de Dios va a definir el inicio de la producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, Cajamarca, 2018.

1.1.5. Variables

- Variable Independiente: Análisis económico.
- Variable Dependiente: Producción de óxido de calcio.

1.1.6. Operacionalización de variables

Tabla 1:

Operacionalización de las variables.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR
Análisis económico	Independiente	El análisis económico tiene como finalidad, analizar la conveniencia o inconveniencia en el uso de recursos destinados a la ejecución de un proyecto, dirigido a la solución de un problema o a la satisfacción de necesidades.	Cálculo de reservas mineras (método de la inversa al cuadrado a la distancia)	Toneladas de roca caliza
			Flujos entrantes	Precio de la tonelada de CaO (en soles)
			Flujos salientes	Costos de construcción de componentes mineros (en soles)
				Costos de equipos e insumos (en soles)
				Pagos al personal (en soles)
				Pagos de derecho minero (en soles)
			VAN, TIR y Payback	Inversión inicial (en soles)
				Flujos de ingresos (en soles)
				Flujos salientes (en soles)
				Tasa de descuento (%)
Producción de óxido de calcio	Dependiente	La cal se obtiene por calcinación de la caliza, con un alto contenido en carbonato de calcio (CaCO ₃), a una temperatura de unos 900 °C según la siguiente reacción: $CaCO_3 + calor \rightarrow CaO + CO_2$	Extracción de caliza	Toneladas de caliza extraídas
			Chancado de caliza y carbón antracita	Toneladas de caliza chancada
				Toneladas de carbón
		Calcinación	Toneladas de óxido de calcio	

La calcinación, de manera industrial,
tiene lugar en hornos verticales u Selección de impurezas Kg de impurezas
horizontales rotativos.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, ya que se busca dar solución a un problema real, que es la puesta en marcha de la concesión Juan de Dios I, por ello el análisis económico va a ser aplicado para iniciar operaciones mineras en dicha concesión.

2.2. Diseño de investigación

El diseño es Descriptivo ya que describe el objeto de estudio o situaciones concretas, ordena, agrupa y sistematiza los datos para evaluar la viabilidad económica (Hernández, *et al.*, 2014, p. 214).

2.3. Método

Se aplicó el método analítico, que consiste en observar y analizar los datos de la viabilidad económica de la producción de óxido de calcio (Hernández, *et al.*, 2014, p. 302).

2.4. Población

Caleras de la región Cajamarca dedicadas a la producción de óxido de calcio, en la zona Cumbemayo.

2.5. Muestra

Calera Juan de Dios I dedicada a la producción de óxido de calcio.

2.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

- **Observación:** Esta técnica se usó para identificar los componentes mineros los cuales se datarán en el sistema de posicionamiento satelital (GPS), el mismo que registra en coordenadas UTM y en el sistema WGS84.
- **Análisis documental:** Se recopiló información concerniente al tema, los datos de campo se evaluaron en gabinete para la elaboración de la tesis.
- **Cálculo de reservas con el método de la inversa al cuadrado a la distancia:** primero se triangula cierta área definida dentro de la concesión, luego se obtiene la ley de óxido de calcio, posteriormente se halla la ley de bloques y finalmente mediante fórmulas se obtiene el volumen.

2.7. Instrumentos

Los instrumentos a emplearse para la elaboración del presente trabajo de investigación fueron:

- Ficha de determinación de peso específico de las calizas.
- Ficha de análisis de potencias.
- Tabla de cotización de alquiler de volquetes.
- Tabla de cotización de alquiler de retroexcavadoras.
- Tabla de cotización de alquiler de trompos mezcladores de concretos.
- Tabla de costos del alquiler de equipos para construcción.
- Tabla de cotización de cemento mochica.
- Tabla de cotización de fierro ¼” para estribos.

- Tabla de cotización de fierro ½” para columnas.
- Tabla de cotización de fierro 1” para horno.
- Tabla de cotización de alambre número 16.
- Tabla de cotización de alambre número 8.
- Tabla de cotización de clavos 2 ½”.
- Tabla de cotización de calaminas.
- Tabla de cotización de hormigón grueso.
- Tabla de cotización de hormigón fino (para asentar ladrillo).
- Tabla de cotización de arena de tarrajeo en Cajamarca ciudad.
- Tabla de cotización de madera en Cajamarca ciudad.
- Tabla de cotización de ladrillo en Cajamarca ciudad.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Aspectos Generales:

3.1.1. Ubicación:

Las actividades minero-metalúrgicas no metálicas, de la concesión Juan de Dios I, tiene código N° 06-00-008-95 a favor de S.M.R.L. Juan de Dios I, ubicada en la carta nacional Cajamarca 15-F, comprendiendo 200 has de extensión y cuyas coordenadas UTM correspondientes a la zona 17 (WGS-84) se detallan en la tabla 1.

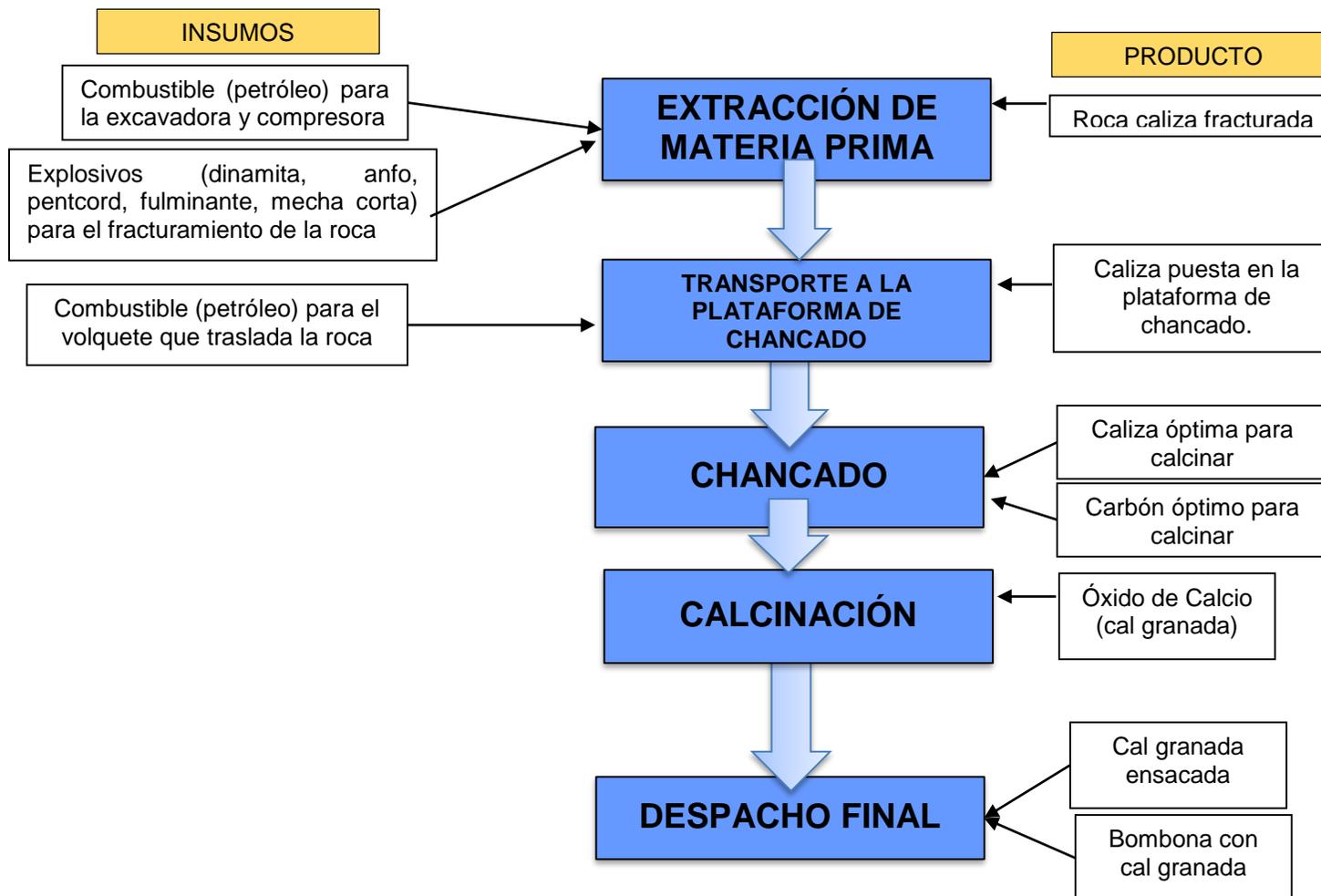
Tabla 2
Coordenadas UTM de la concesión minera no metálica Juan de Dios I.

VÉRTICES	NORTE	ESTE
1	9'203,637.47	766,743.80
2	9'201,637.47	766,743.80
3	9'201,637.46	765,743.82
4	9'203,637.47	765,743.82

Fuente: Elaboración propia, (2018).

El yacimiento no metálico se ubica en el sector Pungurume, caserío Ventanillas, perteneciente al distrito de Magdalena, provincia y región Cajamarca.

3.1.2. Diagrama de producción de óxido de calcio



3.1.3. Parámetros operativos

Se utilizará el método de explotación por banqueo a cielo abierto con los siguientes parámetros:

Tabla 3
Parámetros operativos de la concesión Juan de Dios I.

MÉTODO DE EXPLOTACIÓN	Banqueo a cielo abierto
DISTANCIA DE TRANSPORTE	100 m
ALTURA DE BANCO	2.6 m
ANCHO DE BANCO	2.5 m
ÁNGULO DE TALUD DE BANCO	65°
TALUD FINAL	60°
RMR	Calidad Buena 77 (Anexo 4)
RATIO PIEDRA / DESMONTE	10/1
FACTOR DE POTENCIA	0.01 Kg/t
FACTOR DE POTENCIA CON ANFO	0.03 Kg/t

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Para la voladura se usaron los siguientes explosivos con sus respectivos cálculos:

Tabla 4
Parámetros para voladura.

DATOS DE LA CANTERA JUAN DE DIOS I	
ROCA A EXTRAER	Caliza
DENSIDAD	2.7 G/Cm ³ (densidad estimada para la caliza)
DIÁMETRO DEL EXPLOSIVO	Dinamita: 22mm
DIÁMETRO DEL TALADRO	32 mm

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Para determinar el diseño de la malla de perforación, a continuación, presentamos los cálculos:

Cálculo del Burden:

$$B = 0.012 \left(\frac{2 \text{densidad del explosivo (dinamita semexsa65)}}{\text{densidad de caliza}} + 1.5 \right) \text{Diámetro del explosivo}$$

$$B = 0.012 \left(\frac{2(1.12 \text{ g/cm}^3)}{2.3 \text{ g/cm}^3} + 1.5 \right) 22 \text{ mm}$$

$$B = 0.65 \text{ m}$$

Cálculo del Espaciamiento (S)

$$S = 1.4(Burden)$$

$$S = 0.914 \text{ m}$$

Cálculo de Sobreperforación (U):

$$U = 0.3(Burden)$$

$$U = 0.3(1.08)$$

$$U = 0.195 \text{ m}$$

Cálculo de Altura del Banco (K):

$$K = 4(Burden)$$

$$K = 2.6 \text{ m}$$

Cálculo de Longitud de Perforación (H):

$$H = 1.5(K + U)$$

$$H = 1.5(2.6 + 0.195)$$

$$H = 4.19 \text{ m}$$

Longitud del Taco:

$$Lt = 0.7(B)$$

$$L_t = 0.7(0.65)$$

$$L_t = 0.455 \text{ m}$$

Concentración Lineal de Carga (Qbk):

$$Qbk = 0.078539 * \text{densidad del explosivo (dinamita)}$$

$$* \text{Diametro del explosivo}^2$$

$$Qbk = 0.078539 * 1.12 * 2.2^2$$

$$Qbk = 0.426 \text{ Kg/m}$$

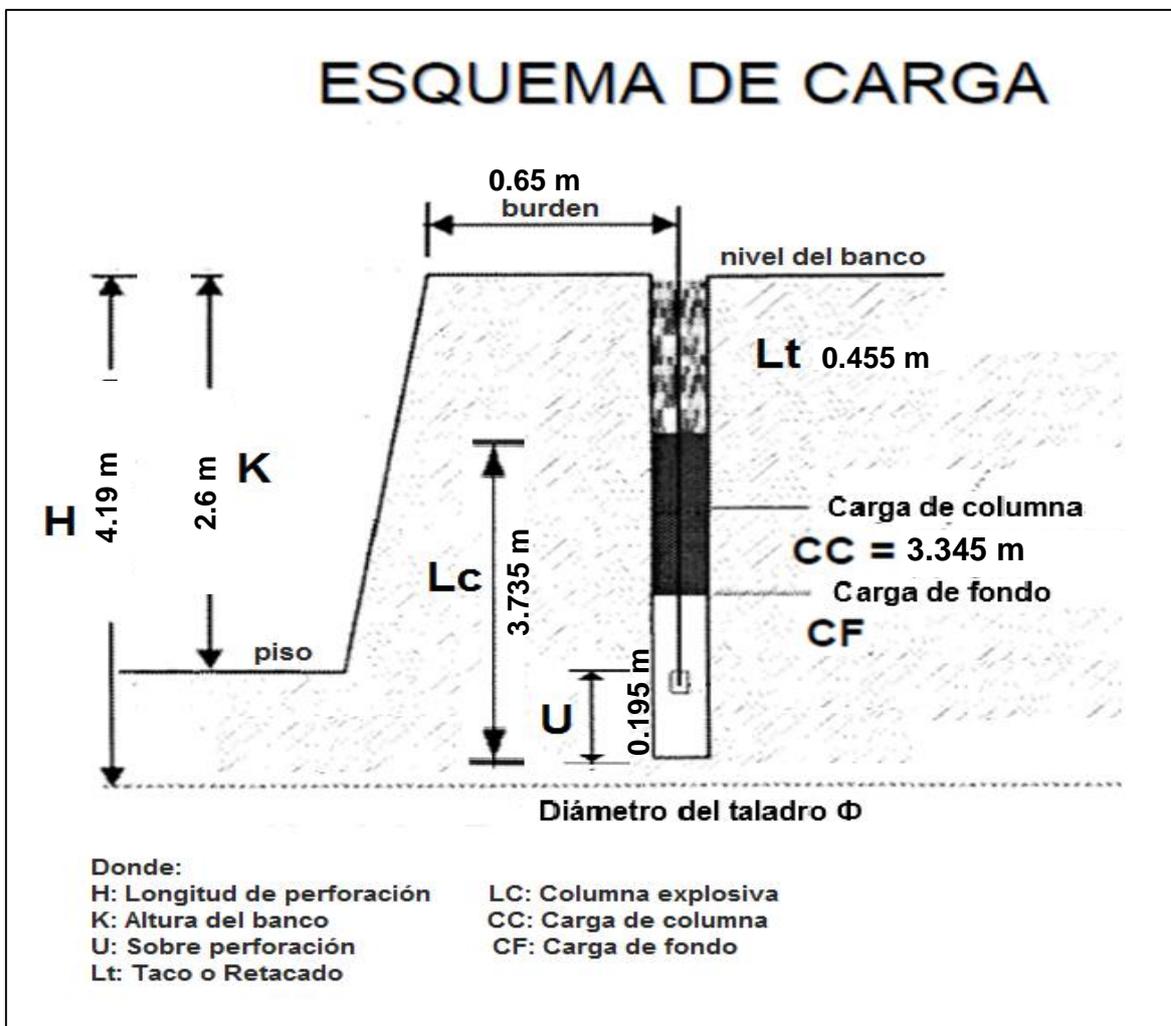


Figura 1. Esquema de carga en la concesión Juan de Dios I.

Fuente: Luque, (2017).

3.2. Programa general de trabajo para la explotación

El proyecto comprende las etapas, que se muestran a continuación:

Tabla 5
Programa general de trabajo.

Etapa	Período	Actividades
Selección del sitio	6 meses	Evaluación del lugar donde se va a realizar el proyecto.
Obras Preliminares y Construcción	4 meses	Compra de maquinaria y equipos, ejecución de obras civiles, montaje de estructuras metálicas, instalación de maquinaria y equipos, pruebas de operación de planta.
Operación	23.57años	Chancado de Piedra caliza y Producción de Oxido de Calcio y derivados)
Cierre	1 año	Desmontaje de maquinarias ,equipos, y reforestación del lugar

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.2.1. Etapa de Selección del Sitio Adecuado de los componentes

a. Criterios Considerados en la Selección del Sitio

Los criterios considerados para la selección del sitio fueron de ingeniería, comerciales, legales, ambientales y sociales. Por lo que se realizó un ejercicio de identificación de “PROS” y “CONS”, evaluando los criterios a favor y en contra para el sitio.

b. Criterios de Ingeniería:

Disponibilidad de Piedra Caliza en la concesión minera no metálica Juan de Dios I.

c. Criterios Comerciales:

- Proximidad a la Ciudad de Cajamarca.
- Zona con vías de acceso (Trocha Carrozable) e infraestructura adecuada para el transporte desde la Planta hacia la ciudad de Cajamarca.

- Zona con vías de acceso e infraestructura adecuada para el transporte a provincias y departamentos.



Figura 2. Acceso a la concesión Juan de Dios I.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

d. Criterios Ambientales:

La fuente de agua superficial más cercana se encuentra a aprox. 500 m de la planta de Procesamiento de Cal, llamado Río Cumbemayo.

e. Criterios Sociales:

- La ubicación de la Planta de Procesamiento de Cal en el caserío de Ventanillas (Distrito de Magdalena, provincia y departamento de Cajamarca) con una población pequeña, de desarrollo agrícola y ganadero en pequeñas cantidades, permite el uso de las tierras para el desarrollo de la industria en perfecta armonía con sus pobladores.

- Las viviendas más cercanas se encuentran a una distancia mayor a 200 m de la zona de Hornos de Campo.

3.2.2. Etapa de preparación del sitio y construcción

En la preparación del Sitio se realizarán obras preliminares, la nivelación y compactación del terreno la cual se realizará de acuerdo a los planos topográficos del terreno; las que definirán las zonas que requieren rellenos a fin de garantizar la resistencia del suelo y evitar hundimientos parciales o totales.

En la etapa de Construcción de la Planta de Procesamiento de Cal, se construirán las siguientes edificaciones:

- Cantera:



Figura 3. Cantera de calizas en la concesión Juan de Dios I.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Zona de Chancado



Figura 4. Zona de chancado a implementar en la concesión Juan de Dios I.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Zona de Calcinado



Figura 5. Zona de calcinación en stand by en la concesión Juan de Dios I.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Almacén



Figura 6. Zona donde se construirá el almacén en la concesión Juan de Dios I (actualmente se encuentra una edificación improvisada con materiales reciclados, la cual será demolida).

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Letrina



Figura 7. Zona donde se implementará la letrina en la concesión Juan de Dios I.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Oficina



Figura 8. Zona donde se construirán las oficinas en la concesión Juan de Dios I.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Equipos Utilizados

Los equipos utilizados para las obras constructivas (civiles) de la instalación de la Planta de Procesamiento de Cal, son las siguientes:

- Volquete
- Retroexcavadora
- Mezcladora de concreto

Material Utilizado en la Construcción de la Obra

Los materiales de construcción se detallan a continuación:

- Cemento, piedra y fierro para la construcción de cimientos de la construcción de la cimentación y muros que conformaran el horno del tipo artesanal.
- Uso de la misma piedra caliza para la construcción de muros de contención.
- Cobertura para techos de los ambientes.
- Rieles.



Figura 9. Construcción de hornos en stand by en la concesión Juan de Dios I.
Fuente: Elaboración propia, (2018).



Figura 10. Hornos en stand by en la concesión Juan de Dios I.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Movimiento de Tierra

El movimiento de tierras durante la construcción será aproximadamente de 3,770 m³, sin embargo, aproximadamente la totalidad de este material será utilizado en el lugar de construcción para la adecuación de accesos, plataformas. Durante las obras civiles principalmente se generarán ruido por la instalación y montaje de equipos.

Planta de Chancado

De acuerdo al perfil topográfico del eje de la planta de chancado, se requiere hacer los cortes para las plataformas correspondientes en una cantidad de 50 m³ aproximadamente de material de cerro constituido por aglomerados.

Planta de Calcinación

De acuerdo al perfil topográfico de la planta de calcinación, se requiere perfilar horizontalmente las plataformas de carga de los hornos y despacho de agregados, así como la plataforma de descarga de la producción de óxido de calcio.

- Plataforma de carga para hornos verticales.
- Plataforma de descarga de los hornos, molienda, ensacado y despacho de óxido de calcio: cal viva.

Personal Requerido

El personal requerido para la Planta, durante la etapa de construcción se detalla a continuación:

- 1 Supervisor de Mina
- 1 Jefe de Mina
- Obreros y Ayudantes

Requerimiento de Energía

El proyecto en la etapa de construcción requerirá de combustible para los equipos de excavación y de perforación y voladura, así como para los vehículos de transporte de materiales y residuos sólidos. Asimismo, se requerirá de energía eléctrica para la iluminación y uso de equipos que será proporcionado por un grupo electrógeno.

Los explosivos también son considerados como energía.

Requerimiento de Agua

El proyecto en la etapa de construcción requiere de agua para preparar las mezclas de cemento, arena y piedra.

Residuos Generados

Los únicos residuos generados que podrían generarse durante la etapa de construcción serán el material de excavación y los desechos de moldaje, embalajes y otros como cables, fierros y similares, los que serán almacenados temporalmente sobre losas de concreto existentes y llevados fuera de la planta por camiones contratados para este fin, cumpliendo con lo dispuestos en el Decreto Legislativo N°1278 que aprobó la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos del 22 de diciembre de 2016 y su respectivo Reglamento D.S. N° 014-2017-MINAM.

3.2.3. Etapa de Operación

Programa de Explotación

La Planta de Procesamiento de Cal se dedicará a la producción Oxido de Calcio.

Programa de Producción

Se ha determinado de acuerdo a la mínima demanda del sector una planta de chancado para una capacidad de 1300 Toneladas al mes de Óxido de Calcio en los hornos de calcinación.

Programa de Mantenimiento

La Planta contará con un Programa de mantenimiento preventivo del 100% de la maquinaria y otros equipos, con el objetivo de lograr una operación eficiente en el uso de materiales y energía, y segura para el personal y el ambiente.

Las actividades de mantenimiento serán previstas anualmente, teniendo en consideración el Programa de Producción de la planta, las horas de funcionamiento de cada equipo, y cualquier otra información relevante que permita prevenir desviaciones, así como identificar oportunidades de mejora continua.

Requerimientos de Personal

Se ha proyectado que la planta operará un turno al día y 317 días al año. El proyecto ocupara a 10 personas en total: 1 administrador, 9 trabajadores de Planta (supervisor, jefe de mina, operadores de maquinaria, choferes y obreros), los cuales trabajarán de lunes a viernes de 8 am a 5 pm, teniendo receso para almorzar de la 1 pm a 3 pm. Los días sábados se trabajará de 8 am hasta 1 pm.

Requerimientos de Energía

La instalación minera se abastecerá del servicio de energía eléctrica de la red de la empresa HIDRANDINA; la energía para esta planta será suministrada desde la Subestación de transformación proyectado de 150 kW y a construirse adyacente a la planta y será a la tensión de 380/220V, sistema Trifásico.

Requerimientos de Agua

El proceso de extracción, Chancado y el de Calcinación no realizan uso de agua. Sólo se tendrá en cuenta el consumo de agua por parte de los trabajadores.

Equipos y Maquinarias

Los equipos y la maquinaria principales que se utilizaran en las instalaciones son los siguientes:

Equipos y Maquinas de Traslado de Materia Prima desde Cantera

- Volquete de 18 m³
- Excavadora de 1.3 m³

Equipos y Maquinas en Chancado-Calcinación

- Combas
- Cinceles
- Picos
- Palanas
- Carretillas

Descripción del Proceso Industrial

Para el proceso de Chancado, se adquiere la Piedra Caliza de la cantera, la Piedra Caliza es depositada en la tolva del volquete de 18 cubos hacia la plataforma de chancado.

Para el proceso de calcinación en los hornos artesanales se hará uso de la piedra chancada acumulada y del carbón de piedra antracítico acumulado dispuesto en forma de capas para que en un periodo de 24 horas (carga, calcinación y enfriamiento) se obtenga el óxido de calcio, cual será descargado y manipulado por personal con su EPP completo para ser pulverizado en un molino de martillo, para luego ser despachado en camiones.

Aguas Residuales

La operación del Procesamiento de Cal, no hace uso de agua, por lo que no se generarán aguas residuales industriales.

Las instalaciones mineras en Juan de Dios I, no cuenta con cocina ni comedor, por tanto, no habrá aguas residuales domésticas.

Las pocas cantidades de agua residual generada, serán producto del aseo de los obreros, los cuales serán vertidos a los terrenos en uso.

Emisiones Atmosféricas

La Planta en su etapa de operación, generará emisiones a la atmósfera producto de la etapa de chancado tanto de carbón como de caliza, se generará partículas, los cuales serán medidos en los monitoreos $PM_{2.5}$ y PM_{10} .

En la calcinación el quemado de carbón genera gases, los cuales serán monitoreados para que no supere los límites máximos permisibles.

Residuos Sólidos Industriales

Respecto de los residuos industriales peligrosos que se generan provienen de las actividades. Se consideran a los insumos que se usaran en el proceso productivo, tales como: trapos, waipe y estos impregnados con aceites o hidrocarburos, batería, pilas, tinta, frascos de aceites para carros, latas de grasa

y aceite, cauchos, envases metálicos y de plásticos, etc. Estos residuos serán almacenados en recipientes adecuados y entregados a empresas autorizadas para su disposición final, cumpliendo con lo dispuesto en el Decreto Legislativo No1278 que aprobó la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos del 22 de diciembre de 2016 y su respectivo Reglamento D.S. N° 014-2017-MINAM.

Niveles de Ruido y Vibración

Considerando los procesos de la Planta se estima que el ruido interior en la planta de cal será inferior a 70 dB, límite establecido para el horario diurno en los estándares nacionales. Se estima que la actividad productiva de la Planta no será un mayor contribuidor de ruido exterior, dada su ubicación y diseño con respecto a las viviendas más cercanas en el caserío de Ventanillas.

Asimismo, el nivel de vibraciones no será significativo, dada la naturaleza de los procesos y la infraestructura adecuada para tal fin.

3.2.4. Etapa de Cierre

El plan de cierre propuesto para el área utilizada, se realizará al final de la vida útil del proyecto. Que se estima una vida útil aproximada del proyecto de 23.57 años, por lo que después de este período se contemplará lo siguiente:

- Desmontaje de Maquinaria y Equipos
- Demolición de Hornos y Ambientes de Trabajo
- Restauración del Área.

Desmontaje de Maquinarias y Equipos

Se procederá a desmontar las maquinarias y los equipos instalados en la planta, así como las estructuras existentes y su demolición.

- **Eliminación de Residuos**

Los únicos residuos que podrían generarse serán desmonte de demolición y los desechos de los techos desarmados, etc. los que serán almacenados temporalmente sobre losas de concreto existentes y llevados fuera de la planta por camiones contratados para este fin, cumpliendo con lo dispuesto en el Decreto Legislativo No1278 que aprobó la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos del 22 de diciembre de 2016 y su respectivo Reglamento D.S. N° 014-2017-MINAM.

- **Revegetación**

Se realizará la revegetación de accesos y banquetas que han sido impactados producto de las actividades mineras.

3.3. Reservas de roca caliza aptas para la producción de óxido de calcio

3.3.1. Potencia:

a. Potencia de la roca expuesta:

De acuerdo al mapa geológico regional del cuadrángulo de Cajamarca (15f) la zona de la concesión pertenece a la cordillera occidental.

Tiene sus orígenes en la era Mesozoica, serie cretáceo superior, formación Cajamarca (Ks-ca). En la foto siguiente se evidencia la potencia del afloramiento con una potencia de aproximadamente 50 metros, esta medida se obtuvo mediante el levantamiento topográfico.



Figura 11. Calizas de la Fm. Cajamarca en Juan de Dios I.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

b. Potencia de la Fm. Cajamarca

Consiste generalmente de calizas gris oscura o azuladas, con delgadas intercalaciones de lutitas, se encuentra abundantes fósiles. En la siguiente columna estratigráfica emitida por el INGEMMET, se evidencia un aproximado de 600 a 700 metros.

3.3.2. Volumen:

a. Cálculo de las Reservas:

Se calculó las reservas mediante el Método de inversa a la distancia para depósitos con pocas variaciones de potencia.

Cálculo de Datos

- El área de la cantera es 1.8 Ha.
- Peso específico de la Caliza 2.83 gr/m³ (ver anexo 6).

Tabla 6

Determinación de peso específico de las calizas.

P.E. DE LA ROCA			
COMPONENTE	PORCENTAJE %	P.E. ESTÁNDAR	P%.P.E.
Calcita	95	2700 kg/m ³	0.95*2700
Magnesita	1	2950 kg/m ³	0.01*2950
Hematita	1	4000 kg/m ³	0.01*4000
Sustancias Org	3	2620 kg/m ³	0.03*2620
TOTAL	100 %	$\sum_{i=1}^4 P\% * P.E. =$	2.71

Fuente: Elaboración propia, (2018).

b. Cálculo de Potencias

Considerando el perfil de estratos.

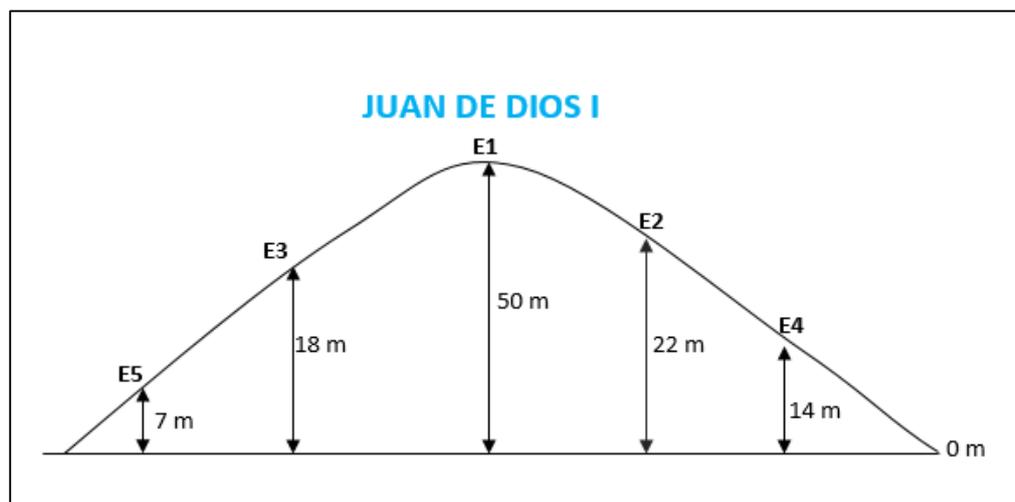


Figura 12. Potencia de los estratos de calizas.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 7
Ficha de análisis de potencias.

ESTRATO	Potencia
1	50 m
2	22 m
3	18 m
4	14 m
5	7 m

Fuente: Elaboración propia, (2018).

$$Potencia_{promedio} = \frac{\sum Potencias}{número\ de\ potencias}$$

$$Potencia_{promedio} = \frac{50 + 22 + 18 + 14 + 7}{5} = 22.2\ m$$

c. Cálculo del Área:

El área de la cantera es 1.8 has de acuerdo al plano hecho en autocad.

Equivalente a 18000 metros cuadrados.

d. Cálculo del Volumen del Block:

$$Volumen = Área \times Potencia_{promedio}$$

$$V_w = 18000m^2 * 22.2m = 399600\ m^3$$

Cálculo de la Ley del Block (Inverso al cuadrado a la distancia), se ha utilizado este método ya que se ha trabajado con leyes y distancias:

$$\checkmark = \frac{\frac{1}{d_1^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.98 + \frac{\frac{1}{d_2^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.98 + \frac{\frac{1}{d_3^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.98 + \frac{\frac{1}{d_4^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.98 + \frac{\frac{1}{d_5^2}}{\sum_{i=1}^5 \frac{1}{d_i^2}} 0.98$$

El 0.98 corresponde al 98% de carbonato de calcio que se le asigna a la caliza de la concesión Juan de Dios I.

$$\check{V} = \frac{1}{\frac{2.70^2}{0.687}} 98 + \frac{1}{\frac{2.68^2}{0.687}} 98 + \frac{1}{\frac{2.75^2}{0.687}} 98 + \frac{1}{\frac{2.64^2}{0.687}} 98 + \frac{1}{\frac{2.72^2}{0.687}} 98$$

$$\check{V} = 0.19967 \times 98 + 0.20 \times 98 + 0.19 \times 98 + 0.21 \times 98 + 0.14 \times 98$$

$$\check{V} = 19.56766 + 19.6 + 18.62 + 20.58 + 13.72$$

$$\check{V} = \frac{92.08766}{100} = 0.92 = 92 \%$$

Cálculo del Tonelaje

$$\text{Tonelaje} = \text{Volumen} \times \check{V}$$

$$\text{Tonelaje} = 399600 \text{ m}^3 \times 0.92 = 367\ 632 \text{ TM}$$

Por tanto mis reservas actuales son 367632 TM, estas son sólo las reservas de las 1.8 ha de área de cantera; con una producción mensual de 1300 TM de roca caliza.

e. Cálculo de vida útil:

$$\text{Vida Util en años} = \frac{367632 \text{ TM}}{1300 \text{ TM/mes}} = \frac{282.79 \text{ mes}}{12 \text{ mes/año}} = 23.57 \text{ años}$$

Por tanto, la cantera Juan de Dios I tiene una vida útil de 23.57 años, produciendo 1300 Tm mensuales de roca caliza.

3.4. Flujos salientes en la inversión que implica la producción de óxido de calcio

3.4.1. Costos en construcción, operación y abandono

a. Equipos a Utilizar (alquiler)

Los equipos utilizados para la construcción de la Planta de Procesamiento de cal, son las siguientes: volquete, retroexcavadora y trompo de mezclar de concreto.

El volquete: se utilizará en la apertura de accesos, para el carguío de top soil removido, asimismo se utilizará para el traslado de material de construcción. Se ha cotizado el alquiler de volquete (máquina operada, incluido combustible y operador) en tres empresas prestadoras de este servicio, optando por la empresa Scorpio S.R.L. que es la de menor costo.

Tabla 8
Cotización de alquiler de volquetes.

Empresa	RUC/Dirección	Marca/Capacidad	Costo por hora (soles)
Scorpio S.R.L.	20453831133/Jr. Revilla Pérez 417	Volvo FMX/15 m ³	215.00
Tecos Servicios Generales E.I.R.L.	20496174616/ Av. Vía de Evitamiento Norte 1119	Volvo FMX/15 m ³	223.00
Maquinarias La Esperanza E.I.R.L	20491695073/ Jr. Huancavelica 264	Volvo FMX/15 m ³	228.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

La retroexcavadora: se utilizará en la apertura de accesos, y en el acondicionamiento de mina, para la construcción de plataformas. Se ha cotizado el alquiler de la retroexcavadora (máquina operada, incluido combustible y operador) en tres empresas prestadoras de este servicio,

optando por la empresa Maquinarias La Esperanza E.I.R.L., que es la de menor costo.

Tabla 9
Cotización de alquiler de retroexcavadoras.

Empresa	RUC/Dirección	Marca/Modelo	Costo por hora (soles)
Maquirent E.I.R.L.	20532489939/ Av. Atahualpa 810	CAT 420F2	267.00
Ingemad Servicios Generales S.R.L.	20491586291/ Jr. Fraternidad 385	CAT 420F2	272.00
Maquinarias La Esperanza E.I.R.L.	20491695073/ Jr. Huancavelica 264	CAT 420F2	265.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Trompo mezclador de concreto: se utilizará en el vaciado de concreto para la construcción de hornos. Se ha cotizado el alquiler del trompo (máquina con combustible) en tres empresas prestadoras de este servicio, optando por la empresa Tecos Servicios Generales E.I.R.L., que es la de menor costo.

Tabla 10

Cotización de alquiler de trompos mezcladores de concretos.

Empresa	RUC/Dirección	Marca/Modelo	Costo por hora (soles)
Entreobras L&M S.R.L	20600482204/ Av. Vía de Evitamiento Norte 851	Honda/GX390	98.00
Pegazo inversiones y servicios generales SRL	20495790801/ Av. Túpac Amaru Nro. 863	Honda/GX390	90.00
Tecos Servicios Generales E.I.R.L.	20496174616/ Av. Vía de Evitamiento Norte 1119	Honda/GX390	87.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 11
Costos del alquiler de equipos para construcción.

ALQUILER DE EQUIPOS					
EQUIPO	USO	JUSTIFICACIÓN DE TIEMPO DE USO	ALQUILER POR HORA	CANTIDAD DE HORAS	ALQUILER TOTAL
Retroexcavadora	Apertura de vías, habilitación de plataformas	El ingeniero civil a cargo de la obra, ha solicitado la retroexcavadora para un mes con 5 horas de trabajo diarias, haciendo un total de 150 horas.	265 soles/hora	150 horas	39 750.00
Volquete	Traslado de top soil y traslado de material de construcción	El ingeniero civil a cargo de la construcción ha calculado 250 m ³ , de hormigón de cerro para la construcción del horno, para la letrina, almacén y oficinas se calcula que entraran 30 m ³ . Haciendo un total de 280 m ³ y la capacidad del volquete es de 15 m ³ , se necesitará 19 viajes desde el gavilán hasta la concesión, considerando el tiempo de ida y vuelta 3 horas, es un total de 57 horas. Para el traslado de material el ingeniero civil ha calculado que la construcción de accesos y plataformas demorará un mes, pero el contrato con la empresa especifica mínimo 5 horas diarias, haciendo un total de 150 horas para traslado de top soil.	215 soles/hora	207 horas	44 505.00
Mezcladora de concreto	Mezclar el material agregado con el cemento para el horno.	De acuerdo al maestro de construcción que va a construir el horno se demorará un mes considerando el secado de concreto paulatino.	87 soles/día	30 días	2 610.00
TOTAL DE ALQUILER DE EQUIPOS					86 865.00 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

b. Material utilizado en la construcción

Los materiales son fierro, cemento, agregados, calamina y madera.

Se cotizó en 3 ferreterías:

Fierro, cemento, alambre, calamina y clavos.

Tabla 12

Cotización de cemento mochica.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo/Peso	Costo por unidad (soles)
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Mochica/ GU 42.5 kg	22.20
Maestro	2011227392/ Jr. San Luis S/N	Mochica/ GU 42.5 kg	21.55
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Mochica/ GU 42.5 kg	21.50

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 13

Cotización de fierro 1/4” para estribos.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo/longitud	Costo por unidad (soles)
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Aceros Arequipa/corrugada 9m	6.50
Maestro	2011227392/ Jr. San Luis S/N	Siderperú/corrugada 9m	6.47
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Siderperú/corrugada 9m	6.45

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 14
Cotización de fierro ½” para columnas.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo/longitud	Costo por unidad (soles)
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Aceros Arequipa/corrugada 9m	28.20
Maestro	2011227392/ Jr. San Luis S/N	Siderperú/corrugada 9m	28.70
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Siderperú/corrugada 9m	28.50

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 15
Cotización de fierro 1” para horno.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo/longitud	Costo por unidad (soles)
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Aceros Arequipa/corrugada 9m	117.90
Maestro	2011227392/ Jr. San Luis S/N	Siderperú/corrugada 9m	117.70
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Siderperú/corrugada 9m	117.65

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 16
Cotización de alambre número 16.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo	Costo por 100 Kg (soles)
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Aceros Arequipa	394.00
Maestro	2011227392/ Jr. San Luis S/N	Siderperú/corrugada 9m	389.50
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Siderperú/corrugada 9m	387.90

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 17
Cotización de alambre número 8.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo	Costo por 100 Kg (soles)
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Aceros Arequipa/corrugada 9m	394.00
Maestro	2011227392/ Jr. San Luis S/N	Siderperú/corrugada 9m	389.50
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Siderperú/corrugada 9m	387.90

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 18
Cotización de clavos 2 ½”.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo	Costo por 1 Kg (soles)
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Aceros Arequipa/corrugada 9m	4.60
Maestro	2011227392/ Jr. San Luis S/N	Siderperú/corrugada 9m	4.45
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Siderperú/corrugada 9m	4.40

Nota: Los clavos están el mismo precio sin importar la medida ya que se vende por kg.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 19
Cotización de calaminas.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo	Costo por 1 Kg (soles)
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Calamina Metálica 0.2 mm x 0.8 m x 3.6 m	25.90
Maestro	2011227392/ Jr. San Luis S/N	Calamina Metálica 0.2 mm x 0.8 m x 3.6 m	25.70
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Calamina Metálica 0.2 mm x 0.8 m x 3.6 m	25.60

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Agregados de construcción.

Tabla 20

Cotización de hormigón grueso.

Abastecedora	RUC/Dirección	Tipo	Costo por m³ (soles)
Agregados Margarita y Servicios Generales SRL	20495880037/ Jr. El Inca, 620	De cerro	12.00
Azañedo Quilcate Ingenieros Contratistas SRL	20491760151/ Av. Hoyos Rubio Nro. 1872	De cerro	12.00
C & M Servicios S.A.C.	20392895478/ Av. Vía de Evitamiento Nro. 2416	De cerro	12.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 21

Cotización de hormigón fino (para asentar ladrillo).

Abastecedora	RUC/Dirección	Tipo	Costo por m³ (soles)
Agregados Margarita y Servicios Generales SRL	20495880037/ Jr. El Inca, 620	De cerro	18.00
Azañedo Quilcate Ingenieros Contratistas SRL	20491760151/ Av. Hoyos Rubio Nro. 1872	De cerro	18.00
C & M Servicios S.A.C.	20392895478/ Av. Vía de Evitamiento Nro. 2416	De cerro	18.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 22
Cotización de arena de tarrajeo en Cajamarca ciudad.

Abastecedora	RUC/Dirección	Tipo	Costo por m³ (soles)
Agregados Margarita y Servicios Generales SRL	20495880037/ Jr. El Inca, 620	De cerro	49.00
Azañedo Quilcate Ingenieros Contratistas SRL	20491760151/ Av. Hoyos Rubio Nro. 1872	De cerro	50.00
C & M Servicios S.A.C.	20392895478/ Av. Vía de Evitamiento Nro. 2416	De cerro	50.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Madera.

Tabla 23
Cotización de madera en Cajamarca ciudad.

Abastecedora	RUC/Dirección	Tipo	Costo por unidad (soles)
ADEFOR	20113901455 / Carretera Aeropuerto FND. Tartar	Vigas de 5 m	120.00
Maderas Cabanillas Y Servicios Generales SRL.	20570791690 / Jr. Chanchamayo 1545	Vigas de 5 m	118.00
Maderas Cajamarca Servicios Generales S.R.L.	20491781239 / Av. Vía de Evitamiento Norte Mza. Lote. 4	Vigas de 5 m	117.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Ladrillo.

Tabla 24
Cotización de ladrillo en Cajamarca ciudad.

Abastecedora	RUC/Dirección	Tipo	Costo por millar (soles)
Ladrillera Cruz De Motupe	20556350567 / Av. Ignacio Merino Nro. 1976	De arcilla	420.00
Fábrica De Ladrillos Laymatco	20175085719 / Jr. Ayacucho 160	De arcilla	435.00
Cerámicos Cajamarca S.R.L	20453661114 / Av. Independencia 965	De arcilla	418.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- **Material para letrina:** se construirá de 1.5m x 1.5m con cuatro columnas en las esquinas, ladrillo y cemento.

Tabla 25
Costos de material para letrina.

Descripción	Cantidad	Precio unidad (soles)	Precio total (soles)
Fierro de ½”	4	28.20	112.8
Fierro de ¼”	4	6.45	25.80
Ladrillo	1 millar	418.00	418.00
Cemento	5 bolsas	21.50	107.5
Hormigón grueso	1	12	12.00
Hormigón fino	1	18	18.00
Arena de tarrajeo	2	49	98.00
Madera	1	117.00	117.00
Calamina	2	25.60	51.20
Clavos y alambres	Se asume un gasto de 30.00 soles		
Total: 990.30 soles			

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- **Material para oficina:** se construirá de un solo piso de 4.5m x 3m con seis columnas, ladrillo y cemento.

Tabla 26
Costos de material para oficina.

Descripción	Cantidad	Precio unidad (soles)	Precio total (soles)
Fierro de ½”	6	28.20	169.20
Fierro de ¼”	8	6.45	51.60
Cemento	20 bolsas	21.50	430.00
Hormigón grueso	3	12	36.00
Hormigón fino	5	18	90.00
Arena de tarrajeo	15	49	735.00
Ladrillo	3 millar	418.00	1 254.00
Madera	3	117.00	351.00
Calamina	7	25.60	179.20
Clavos y alambres	Se asume un gasto de 100.00 soles		
Total: 3 396 soles			

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- **Material para almacén:** se construirá de un solo piso de 5m x 3m con seis columnas, ladrillo y cemento.

Tabla 27
Costos de material para almacén.

Descripción	Cantidad	Precio unidad (soles)	Precio total (soles)
Fierro de ½”	6	28.20	169.20
Fierro de ¼”	8	6.45	51.60
Cemento	28 bolsas	21.50	602.00
Hormigón grueso	6	12	72.00
Hormigón fino	8	18	144.00
Arena de tarrajeo	20	49	980.00
Ladrillo	3.5 millar	418.00	1 463.00
Madera	4	117.00	468.00
Calamina	9	25.60	230.40

Clavos y alambres	Se asume un gasto de 100.00 soles
Total: 4 280.2 soles	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- **Material para hornos:** se construirá 2 hornos con las siguientes características:

Diámetro del horno: 4.5 metros

Radio del horno: 2.25 metros

Altura del horno: 9 metros

Volumen: $V = \pi \cdot r^2 \cdot altura$

$$V = \pi \cdot 2.25^2 \cdot 9$$

$$V = \pi * 5.06 * 9$$

$$V = 143.14 \text{ m}^3$$

La fase de calcinación de un horno es la tercera parte inferior es quemado, la tercera parte media es calentamiento, y la tercera parte superior es llenado. Por lo tanto, en 24 horas se va a quemar sólo la tercera parte del horno que es equivalente a 47.71 m³.

En la calcinación, de la roca caliza que se ingresa solo el 56% se convierte en óxido de calcio, lo resto se pierde por el calor en gases y también obtenemos restos de carbón antracita.

$$47.71 \text{ m}^3 \rightarrow 100\%$$

$$X \text{ m}^3 \rightarrow 56\%$$

$$26.72 \text{ m}^3 = 56 \%$$

Al mes se quemaría 802.60 toneladas mensuales en un solo horno.

En la concesión Juan de Dios se construirán dos hornos de calcinación por lo tanto va a producir un máximo de 1603.20 toneladas.

Como nuestra producción es de 1300 toneladas mensuales, se puede apagar el día que se completa la producción requerida.

Cada horno se construirá con 9 columnas de 4 fierros de 1” más 4 fierros de ½”.

Tabla 28
Costos de material para un solo horno.

Descripción	Cantidad	Precio unidad (soles)	Precio total (soles)
Fierro de 1”	36	117.65	4 235.4
Fierro de ½”	36	28.20	1 015.2
Fierro de ¼”	52	6.45	335.4
Ladrillo	10 millares	418.00	4 180.00
Rieles	7	500.00	3 500.00
Cemento	500 bolsas	21.50	10 750.00
Hormigón grueso	250 m ³	12	3 000.00
Alambre 16	100 kilos	387.90	387.90
Alambre 8	100 kilos	387.90	387.90
Clavos	50 kilos	4.4	220.00
Total:			28 011.8 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Como se van a construir dos hornos, se va a duplicar la cantidad de materiales.

Tabla 29

Requerimiento de materiales de construcción.

COSTOS DE MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN						
MATERIAL	DESCRIPCIÓN DE USO	CANTIDAD	CANTIDAD TOTAL	PRECIO UNIDAD (soles)	COSTO PARCIAL (soles)	COSTO TOTAL (Soles)
Cemento	Letrina	5 bolsas	1 053	21.50	107.50	22 639.50
	Almacén	28 bolsas			169.20	
	Oficina	20 bolsas			430.00	
	Hornos	1 000 bolsas			21 500.00	
Fierro 1”	Letrina	-	72	117.65	-	8 470.80
	Almacén	-			-	
	Oficina	-			-	
	Hornos	72			8 470.80	
Fierro ½”	Letrina	4	88	28.20	112.80	2 481.60
	Almacén	6			169.20	
	Oficina	6			169.20	
	Hornos	72			2 030.40	
Fierro ¼”	Letrina	4	124	6.45	25.80	799.80
	Almacén	8			51.60	
	Oficina	8			51.60	
	Hornos	104			670.80	
Hormigón grueso	Letrina	1 m ³	510	12.00	12.00	6 120.00
	Almacén	6 m ³			72.00	
	Oficina	3 m ³			36.00	
	Hornos	500 m ³			6 000.00	
Hormigón fino	Letrina	1 m ³	14	18.00	18.00	252.00
	Almacén	8 m ³			144.00	
	Oficina	5 m ³			90.00	
	Hornos	-			-	
Arena de tarrajeo	Letrina	2 m ³	37	49.00	98.00	1 813.00
	Almacén	20 m ³			980.00	

	Oficina	15 m ³			735.00	
	Hornos	-			-	
Ladrillo	Letrina	1 millar			418.00	
	Almacén	3.5 millares	27.5	418.00	1 463.00	11 495.00
	Oficina	3 millares			1 254.00	
	Hornos	20 millares			8 360.00	
Calamina	Letrina	2			51.20	
	Almacén	9	18	25.60	230.40	460.80
	Oficina	7			179.20	
	Hornos	-			-	
Madera	Letrina	1			117.00	
	Almacén	4	8	117.00	468.00	936.00
	Oficina	3			351.00	
	Hornos	-			-	
Alambre	Letrina	-			15.00	
	Almacén	-			50.00	
	Oficina	-	+ 4 rollos	387.90	50.00	1 666.60
	Hornos	4 rollos de 200 kilos (entre n8 y n16)			1 551.60	
Clavos	Letrina	-			15.00	
	Almacén	-	+100	4.4	50.00	555.00
	Oficina	-			50.00	
	Hornos	100 kilos			440.00	
Rieles	Letrina	-			-	
	Almacén	-	14	500.00	-	7 000.00
	Oficina	-			-	
	Hornos	14			7 000.00	
TOTAL					64 690.10 soles	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

c. Personal de obra

Se contratará un ingeniero civil, 4 obreros y 1 maestro de obra considerando, 6 meses de construcción continua en edificaciones (Horno:2 meses, letrina:0.5 meses, almacén: 2 meses, oficina: 1.5 mes):

Tabla 30
Personal en construcción.

CONTRATO DE PERSONAL (4 meses)				
Tipo	Cantidad	Costo mensual (soles)	Cantidad de meses	Costo Total (soles)
Ing. Civil	1	2 200.00 soles	6	13 200.00
Obreros	4	1 100 soles	6	26 400.00
Maestro	1	1 600 soles	6	9 600.00
TOTAL				49 200.00 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

d. Costo total de construcción

DESCRIPCIÓN	COSTO (SOLES)
Alquiler de equipos	86 865.00
Materiales utilizados	64 690.10
Personal	49 200.00
Total	200 755.10 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.4.2. Costos de Implementación:

a. Compra de equipos

Para iniciar las operaciones mineras en la concesión Juan de Dios I, es necesario la compra de equipos, que se cotizan en tres empresas, para el caso de la excavadora y del volquete se va a cotizar en una sola empresa que comercializa el modelo que deseamos.

Excavadora:

Tabla 31

Cotización de compra de excavadora CAT 336.

Empresa	RUC/Dirección	Modelo	Costo (soles)
Unimaq S.A.	20100027021/Av Vía de Evitamiento Sur S/N	Cat 336	1 394 400.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Volquete:

Tabla 32

Cotización de compra de volquete.

Empresa	RUC/Dirección	Modelo	Costo (soles)
Mannucci Diesel Cajamarca S.A.C	0495647324/Av. Atahualpa Nro. 400	Volvo FMX/18 m3	647 400.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Compresora:

Tabla 33

Cotización de compra de compresora.

Empresa	RUC/Dirección	Marca/Modelo	Costo (soles)
Maquirent E.I.R.L.	20532489939/ Av. Atahualpa 810 - Cajamarca	ATLAS COPCO XAS88 44.0HP 175CFM 100PSI	58 740.00
Kompressur S.A.C.	20492880346/ Cal. las Magnolias Mza. H2 Lote. 7 - Lima	ATLAS COPCO XAS88 44.0HP 175CFM 100PS	58 560.00
Energía Peruana S.A.C.	20470059738/ Av. Ícaro 154 - Lima	ATLAS COPCO XAS88 44.0HP 175CFM 100PS	58 790.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Jackleg perforadora: se utilizará en el cargado de taladros, junto con ello vienen 3 juegos de brocas de diferentes diámetros, este equipo se comprará de Atlas Copco por un valor de 10 500 soles.

Picos:

Tabla 34

Cotización de compra de picos.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Pico Punta y Pala con Mango Tramontina	58.90
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	Pico Punta y Pala con Mango Tramontina	58.40
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Pico Punta y Pala con Mango Tramontina	58.50

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Palanas (palas):

Tabla 35

Cotización de compra de palas.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	Mango de madera 1.3kg	24.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Mango de madera 1.3kg	26.90
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Mango de madera 1.3kg	26.70

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Comba:

Tabla 36

Cotización de compra de combas.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	Comba 20 lb con Mango Major	79.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Comba 20 lb con Mango Major	80.90
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Comba 20 lb con Mango Major	79.50

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Cinzel:

Tabla 37

Cotización de compra de excavadora.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	2”	59.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	2”	57.00
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	2”	58.50

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Focos de luz:

Tabla 38

Cotización de compra de focos.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo por 3 unidades (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	LED Philips 8W Luz Fría x 3	22.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	LED Philips 8W Luz Fría x 3	21.20
Ferretera E.I.R.L.	Ruiz 20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	LED Philips 8W Luz Fría x 3	18.20

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Cable de luz:

Tabla 39

Cotización de compra de cable de luz por 100 metros.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo por rollo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	THW-90 14AWG	127.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	THW-90 14AWG	125.50
Ferretera E.I.R.L.	Ruiz 20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	THW-90 14AWG	125.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Carretilla:

Tabla 40

Cotización de compra de carretillas.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	Buggy 80 litros	149.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Buggy 80 litros	151.30
Ferretera E.I.R.L.	Ruiz 20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Buggy 80 litros	155.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Se tomó los precios más bajos ofertados por las empresas, a continuación, se muestra el costo total de la compra de equipos:

Tabla 41

Costo de la compra de equipos.

COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN			
EQUIPO	Precio unitario (soles)	Cantidad	Precio Total (soles)
Excavadora	1 394 400.00	1	1 394 400.00
Volquete de 18 cubos	647 400.00	1	647 400.00
Compresora	58 560.00	1	58 560.00
Jackleg	10 500.00	1	10 500.00
Picos	58.40	5	292.00
Palana	24.90	5	124.50
Comba	79.50	5	397.50
Cinzel	57.00	5	285.00
Foco de Luz	18.20	5	91.00
Cable de luz	125.00	3 rollos	375.00
Carretilla	149.90	5	749.50
TOTAL			2 113 174.50 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

b. Compra de terrenos

Estimamos la empresa ha negociado los terrenos asumiendo que las 200 hectáreas sumarían un costo de 1 200 000 soles, considerando a 6 000 soles la hectárea.

c. Costo total de implementación

Tabla 42

Costo total de implementación.

COSTO TOTAL DE IMPLEMENTACIÓN	
Compra de equipos y herramientas	2 113 174.50
Compra de terreno	1 200 000
Costo Total	3 313 174.50 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.4.3. Costos de operación:

a. Requerimiento de energía:

Petróleo:

Usado en el uso de la excavadora, compresora y el volquete.

Luz Eléctrica:

Para el alumbrado de las instalaciones mineras, no tiene otra utilidad.

Tabla 43

Requerimiento de energía.

COSTOS DE REQUERIMIENTO DE ENERGÍA POR AÑO				
COMBUSTIBLE	USO	CANTIDAD POR MES	PRECIO POR MES	PRECIO POR AÑO
Petróleo	Excavadora	2808 Litros	7 800	93 600.00
	Volquete	936 Litros	2 600	31 200.00
	Compresora	360 Litros	1 000	12 000.00
Luz eléctrica			30.00	360.00
TOTAL				137 160.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

b. Requerimiento de agua:

Sólo se usará para consumo y está conectada a la red de agua potable, el cual tiene un costo único por mes.

Tabla 44
Costos de agua.

COSTO DE REQUERIMIENTO DE AGUA POR AÑO		
TIPO	COSTO POR MES	COSTO POR AÑO
Agua Potable	10.00	120.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

c. Requerimiento de personal por año:

Se ha proyectado que la planta operará un turno al día, 26 días al mes y 312 días al año.

Tabla 45
Costos de personal.

COSTOS DE REQUERIMIENTO DE PERSONAL POR AÑO			
TIPO	CANTIDAD	SUELDO AL MES	TOTAL AL AÑO
Gerente	1	2000	24000
Administrador	1	1800	21600
Contador	1	1800	21600
Supervisor (Ingeniero de minas)	1	1800	21600
Capataz	1	1300	15 600
Chofer de excavadora y volquete	1	1500	18 000
Obreros	6	1000	72 000
TOTAL			172 800 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

d. Requerimiento de explosivos:

- Dinamita (semexa de 65% de 7/8” x 7”)

Son compuestos químicos susceptibles de descomposición muy rápida que generan instantáneamente gran volumen de gases a altas temperaturas y presión ocasionando efectos destructivos.

Números de unidades por taladro : 1

Número de taladros por día : 12

Unidades de dinamita por día	: 12
Unidades de dinamita por mes	: 312
Total por año	: 3 744
Unidades por caja	: 308 unidades/caja
Total cajas por año	: 13

- **Fulminantes (N° 8)**

Los fulminantes permiten que la carga primaria sea activada por la chispa de la mecha de seguridad, la cual inicia la carga secundaria. En su desarrollo se ha tenido especial cuidado en la compatibilidad del funcionamiento que debe existir con la mecha de seguridad.

Números de unidades por taladro	: 1
Número de taladros por día	: 12
Unidades de fulminantes por mes	: 26
Total por año	: 13744
Unidades por caja	: 100

Nota:

En voladura secundaria se utilizará un fulminante por taladro cuando quede bolones con un promedio de fulminantes igual a 4 por día.

Total cajas por año : 38

- **Mecha lenta**

Este accesorio consiste básicamente en un cordón compuesto por un núcleo central de pólvora negra con un tiempo de combustión conocido, recubierto por una serie de hilados, fibras textiles y una cubierta de plástico que en conjunto le dan una alta resistencia a la tracción, una buena flexibilidad y una gran impermeabilidad.

Metros por malla	: 1 m
Metros por día	: 1 m
Metros por mes	: 26 m
Total por año	: 312 m
Metros por tambor	: 1000 m

Nota:

En voladura secundaria se utilizará un metro de mecha lenta por taladro cuando quede bolones con un promedio igual a 4m por día.

Total tambores por año : 4 tambores

- **ANFO**

Consiste en una mezcla de nitrato de amonio y un combustible derivado del petróleo, desde gasolinas a aceites de motor. Estas mezclas son muy utilizadas principalmente por las empresas mineras y de demolición, debido a que son muy seguras, baratas y sus componentes se pueden adquirir con mucha facilidad.

Los porcentajes van del 90% al 97% de nitrato de amonio y del 3% al 10% de combustible.

Kilogramos por taladro	: 2 kg
Kilogramos por día	: 24 kg
Kilogramos por mes	: 624 kg
Kilogramos por año	: 7448 kg
Peso de bolsa	: 25 kg/bolsa
Número de bolsas por año	: 298

- **Pentacord**

Número de taladros	: 12
Espaciamiento de taladros	: 1 metro
Profundidad de taladro	: 2.40 metros
Metros por día	: 50 m
Metros por mes	: 1 300 m
Metros por año	: 15 600m
Metros por tambor	: 1000 m
Total de tambores por año	: 16

Finalmente, los explosivos se almacenaran en el Batallón de Infantería Motorizado Zepita, ubicado en el distrito de Baños del Inca de los cuales se retirara periódicamente de acuerdo a la necesidad de la cantera.

REQUERIMIENTO TOTAL DE EXPLOSIVOS POR AÑO

Tabla 46
Requerimiento de explosivos.

PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
DINAMITA	13	Cajas	320	4 160
FULMINANTE	38	Cajas	880	33 440
MECHA LENTA	4	Tambores	3 330	13 320
ANFO	298	Bolsas	120	35 760
PENTACORD	16	Tambores	650	10 400
TOTAL				97 080 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

e. Requerimiento de EPP por año

Se ha cotizado el EPP en tres empresas diferentes, se cotiza para 15 personas como repuesto por si se malogran o para las visitas de personas externas.

Cascos:

Tabla 47

Cotización de compra de cascos.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	Casco con Ratchet Blanco	22.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Casco con Ratchet Blanco	21.90
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Casco con Ratchet Blanco	22.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Chalecos:

Tabla 48

Cotización de compra de chalecos.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	Chaleco Multibolsillo Naranja	32.50
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Chaleco Multibolsillo Naranja	32.30
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Chaleco Multibolsillo Naranja	32.70

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Respiradores:

Tabla 49

Cotización de compra de respiradores.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	Mascarilla para partículas Pack x 2	13.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Mascarilla para partículas Pack x 2	12.90
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Mascarilla para partículas Pack x 2	12.50

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Zapatos de seguridad:

Tabla 50

Cotización de compra de zapatos de seguridad.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	Botas de Seguridad Full Risk	64.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Botas de Seguridad Full Risk	58.90
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Botas de Seguridad Full Risk	56.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Lentes de seguridad:

Tabla 51

Cotización de compra de lentes de seguridad.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	Spy City Claro	7.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	Spy City Claro	7.90
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	Spy City Claro	7.50

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tyveck:

Tabla 52

Cotización de compra de lentes de tyveck.

Empresa	RUC/Dirección	Características	Costo (soles)
Promart Homecenter	20536557858 / Av Vía de Evitamiento Norte, Cajamarca	A40 Con Capucha	27.90
Sodimac	20389230724/ Prolongación Irene Silva Santolalla S/N	A40 Con Capucha	26.90
Ferretera Ruiz E.I.R.L.	20392895478/ Av. Evitamiento Sur 2022	A40 Con Capucha	26.50

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Costo total del EPP

Tabla 53
Requerimiento de EPP.

EQUIPO	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (soles)	PRECIO PARCIAL (soles)
CASCO	15	21.90	328.50
CHALECO	15	32.30	487.50
RESPIRADOR	15	12.50	187.50
ZAPATOS DE SEGURIDAD	15	56.00	840.00
LENTES	15	7.50	112.50
TYVECK	30	26.50	795.00
TOTAL			2 751.00 (soles)

Fuente: Elaboración propia, (2018).

f. Requerimiento de carbón

Para las 1300 toneladas de cal que se desea producir, se considera que el 30% debe ser carbón antracita, es decir 390 toneladas. La empresa Carbojholay E.I.R.L., se ha comprometido a abastecer de este insumo a la concesión Juan de Dios I, el precio por tonelada es de 600 soles, mensualmente se gastaría 234 000 soles, y anualmente se gastaría 2 808 000 soles.

g. Alimentación por año

Se contratará una cocinera de la zona que abastecerá de alimentación en su casa cobrando al día 15 soles, son 11 trabajadores que laboraran 312 días al año. El total por año es de 51 480 soles

h. Costos del plan de manejo ambiental por año

Tabla 54
Costos de manejo ambiental.

PROGRAMAS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MUESTREOS POR AÑO	CANTIDAD DE PUNTOS	COSTO POR UNIDAD	COSTO
PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD DE AIRE	Monitoreos (gases)	Un	2	2	1200	2400
PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD DE RUIDO	Monitoreos (ruido)	Un	2	2	500	1000
PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD DE SUELOS	Análisis de Laboratorio	Un	2	2	1000	2000
PROGRAMA DE CONTROL DE PAISAJE	Pintura	Balde	1	5	25	125
TOTAL						5 525 (soles)

Fuente: Elaboración propia, (2018).

a. Otros requerimientos de operación:

Tabla 55
Requerimientos extras de operación.

TIPO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Mantenimiento de denuncia	1	1950.00	1950.00
Presentación y actualización del DIA	1	6 000.00	6 000.00
Presentación y actualización del plan de minado	1	6 000.00	6 000.00
TOTAL			13 950.00

Fuente: Elaboración propia, (2018).

b. Costo total de operación:

Tabla 56

Costo total de operación.

Descripción	Costo
Requerimiento de energía	137 160.00
Requerimiento de agua	120.00
Requerimiento de personal	172 800
Requerimiento de explosivos	97 080
Requerimiento de EPP	2 751.00
Requerimiento de carbón antracita	2 808 000.00
Alimentación	51 480.00
Costos de manejo ambiental	5 525.00
Otros requerimientos	13 950.00
Total	3 116 238.00 soles

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.5. Flujos entrantes que se genera con la venta de óxido de calcio

Los flujos entrantes son las ganancias que se generarán van a hacer por la venta del óxido de calcio, sin costo de transporte al comprador.

Tabla 57

Flujos entrantes.

GANANCIAS ECONÓMICAS				
PRODUCCIÓN MENSUAL	PRECIO POR TONELADA	GANANCIA MENSUAL	GANANCIA ANUAL	GANANCIA TOTAL (23.57 años)
1300 Toneladas	100 Dólares = 340 soles (Precio del dólar 3.3 soles)	429 000	5 148 000	121 338 360
GANANCIA NETA CON IGV (18%)			4 221 360	99 497 455.2

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.6. VAN, TIR y payback

3.6.1. Flujo entrante:

Producto de la venta de cal, es de 4 221 360 soles anuales. Haciendo un total en los 23.57 años de 99 497 455.2 soles.

3.6.2. Flujo Saliente anual:

Considerados los gastos de operación que es de 3 116 238.00 soles anuales. Haciendo un total en los 23.57 años de 73 449 729.66 soles.

3.6.3. Inversión Fija:

Considerados los costos de construcción (200 755.10 soles) e implementación (3 313 174.50 soles) asciende a 3 513 929.60 soles, esto se gastará en el primer año.

3.6.4. Payback:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Costo anual de operación} + \text{inversión fija}}{\text{Ganancia Anual}}$$

$$\text{Payback} = \frac{3\,116\,238.00 + 3\,513\,929.60}{4\,421\,390} = 1.5 \text{ Años} = 18 \text{ meses}$$

Por lo tanto, la recuperación de la inversión utilizada es de 1.5 años. Eso quiere decir que las inversiones si serían recuperadas.

3.6.5. VAN

$$VAN = -I_0 + \sum_{i=1}^n \frac{B_i - C_i}{(1+k)^i}$$

Donde,

I_0 : Inversiones del Proyecto (3 513 929.60 soles)

B_i : Ingresos por Venta de Mineral Proyectados (4 221 360.00 soles)

Ci: Costos y Gastos Proyectados (3 116 238.00 soles)

n: Vida de la Mina (23.57 años, para un mejor cálculo se considerará 24 años)

K: Tasa de descuento (10%)

$$VAN = -3\,513\,929.60 + \sum_{i=1}^{24} \frac{4\,221\,360 - 3\,116\,238}{(1 + 10\%)^i}$$

Tabla 58
Cálculo del VAN.

Flujo de ingresos		Flujo de egresos		Flujo de Efectivo Neto	
Año	Valor A	Año	Valor B	Año	Valor (A-B)
1	4221360	1	3116238	1	1105122
2	4221360	2	3116238	2	1105122
3	4221360	3	3116238	3	1105122
4	4221360	4	3116238	4	1105122
5	4221360	5	3116238	5	1105122
6	4221360	6	3116238	6	1105122
7	4221360	7	3116238	7	1105122
8	4221360	8	3116238	8	1105122
9	4221360	9	3116238	9	1105122
10	4221360	10	3116238	10	1105122
11	4221360	11	3116238	11	1105122
12	4221360	12	3116238	12	1105122
13	4221360	13	3116238	13	1105122
14	4221360	14	3116238	14	1105122
15	4221360	15	3116238	15	1105122
16	4221360	16	3116238	16	1105122
17	4221360	17	3116238	17	1105122
18	4221360	18	3116238	18	1105122
19	4221360	19	3116238	19	1105122
20	4221360	20	3116238	20	1105122
21	4221360	21	3116238	21	1105122
22	4221360	22	3116238	22	1105122
23	4221360	23	3116238	23	1105122
24	4221360	24	3116238	24	1105122
Total =	101 312 640	Total =	74 789 712	Total =	26 522 928
n (años)		Io		Tasa de descuento (%)	
24		3 513 929.6		10%	
VAN = S/ 6 415 308.68					

Fuente: Elaboración propia, (2018).

3.6.6. TIR

Inversión inicial: 3 513 929.60 soles.

Ingresos: 4 221 360.00 soles con 18% de IGV

Gastos: 3 116 238.00 soles

Ingresos netos (ingresos – gastos): 1 105 122 soles por 24 años.

Aplicando la función TIR de Excel y seleccionando el rango que de celdas que queremos podremos obtener el TIR de los 24 años.

TIR=31%

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Arenaza, en su tesis: “Estudio de Factibilidad Técnica - Económica para Implementar una Planta de Producción de Cal en la Concesión Minera Arvaa 100”. Determinó que la capacidad de producción que se venderá al año que es de 12 000 toneladas de cal viva molida y 6 000 toneladas de cal viva granulada, a diferencia de esta tesis que va a producir solo 1300 toneladas de cal granada ya que solo se contará con dos hornos. Como se considera un proyecto de mediana minería el período de recuperación de capital (PRC) es de dos años y nueve meses, se contrasta con el nuestro que es de 1.5 años.

La contrastación de esta tesis con el antecedente es la producción por ende en el antecedente la inversión será mayor y la recuperación es más larga.

4.2. Conclusiones

- Las reservas de roca caliza presentes en la concesión Juan de Dios I, pertenecen a la formación geológica Cajamarca con una ley de 98% de CaCO_3 , las reservas se calcularon mediante el método de inverso al cuadrado a la distancia y son 367632 TM, estas son sólo las reservas de las 1.8 ha de área de cantera; con una producción mensual de 1300 TM de roca caliza, la vida útil es de 23.57 años, el método de explotación es por banqueo de 2.6 metros de altura con 65° de talud.
- El programa general de trabajo consiste en cuatro etapas principales la primera es la etapa de selección del sitio donde se va a explotar, la segunda es la preparación del sitio, la tercera es la etapa de operación y la cuarta la etapa de cierre.
- Los flujos salientes en la inversión que implica la producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, son los costos de construcción y los costos de implementación que representan a la inversión fija asciende a 3 513 929.60 soles y los costos de operación ascienden a 3 116 238.00 soles, considerando los 23.57 años los flujos salientes son 73 449 729.66 soles.
- Los flujos entrantes que se genera con la venta de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, se calcularon con la producción de 1300 toneladas de CaO , generando 4 221 360 soles anuales al 18% de IGV.
- El tiempo de recuperación o *payback* que implica la inversión para la producción de óxido de calcio en la concesión Juan de Dios I, es de 1.5 años. Eso quiere decir que las inversiones si serían recuperadas. El tiempo de vida de la mina se ha redondeado a 24 años por tanto el VAN es de 6 415 308.68 soles y el TIR es de 31%.

REFERENCIAS

- Acevedo, H., & Guerra, R. (2013). Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de Caliza en la Región Metropolitana. *Tesis profesional*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle>.
- Arenaza, G. (2016). Estudio de Factibilidad Técnica - Económica para Implementar una Planta de Producción de Cal en la Concesión Minera Arvaa 100^o – La Encañada-Cajamarca, 2016. *Tesis profesional*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle>.
- Chávez, L. (2017). Estudio de Factibilidad Técnica para la Explotación Minera del Proyecto Millo del Consorcio Minero Horizonte S.A. Distrito Oropesa, Provincia Antabamba, Región Apurímac, 2017. *Tesis profesional*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/1122>.
- León, G. (2015). Análisis de Inversión y Rentabilidad de un Proyecto Aurífero a Nivel de Estudio de Factibilidad. *Tesis profesional*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle>.
- Luque, J. (2017). Estudio de Factibilidad en un Proyecto de Explotación de Rocas y Minerales Industriales en una Mina de Perlita. *Tesis profesional*. Arequipa, Perú: Universidad Nacional San Agustín. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle>.
- Manrique, M. (2013). Estudio de Factibilidad del Yacimiento Aurífero Nico. *Tesis profesional*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1676/1/manrique_cm.pdf
- Rivera, A. (2013). Evaluación Económica del Proyecto Minero San Antonio Óxidos. *Tesis profesional*. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104357>

- Saguay, C. (2016). Factibilidad Técnica Económica Minera de la Explotación de Feldespato en la Concesión Minera Rosario II Código 100217.1. *Tesis profesional*. Macas, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5413/>.
- Velásquez, L. (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 profesional*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Obtenido de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13346/Ve>.
- Zegarra, A. (2015). Estudio de Factibilidad de un Proyecto de Explotación y Transformación de Mármol. *Tesis profesional*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni>.

ANEXOS

ANEXO n.º 1. Fotografías



Figura 13. Construcción en stand by en la concesión Juan de Dios I.



Figura 14. Cantera de la concesión Juan de Dios I.



Figura 15. Pendiente en la concesión Juan de Dios I.



Figura 16. Futura letrina en la concesión Juan de Dios I.



Figura 17. Prueba de voladura en la concesión Juan de Dios I.



Figura 18. Taladro de prueba de voladura en la concesión Juan de Dios I.



Figura 19. Zona de cantera en la concesión Juan de Dios I.



Figura 20. Acondicionamiento de cantera en la concesión Juan de Dios I.

ANEXO n.º 2. Instrumentos de investigación

Tabla 59

Determinación de peso específico de las calizas.

P.E. DE LA ROCA			
COMPONENTE	PORCENTAJE %	P.E. ESTÁNDAR	P%.P.E.
TOTAL	100 %	$\sum_4^1 P\% * P.E. =$	

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 60

Ficha de análisis de potencias.

ESTRATO	Potencia	G	P.E.
1			
2			
3			
4			
5			

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 61

Cotización de alquiler de volquetes.

Empresa	RUC/Dirección	Marca/Capacidad	Costo por hora (soles)

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 62
Cotización de alquiler de retroexcavadoras.

Empresa	RUC/Dirección	Marca/Modelo	Costo por hora (soles)

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 63
Cotización de alquiler de trompos mezcladores de concretos.

Empresa	RUC/Dirección	Marca/Modelo	Costo por hora (soles)

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 64
Costos del alquiler de equipos para construcción.

ALQUILER DE EQUIPOS					
EQUIPO	USO	JUSTIFICACIÓN DE TIEMPO DE USO	ALQUILER POR HORA	CANTIDAD DE HORAS	ALQUILER TOTAL
TOTAL DE ALQUILER DE EQUIPOS					

Tabla 65
Cotización de cemento mochica.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo/Peso	Costo por unidad (soles)

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 66

Cotización de fierro ¼” para estribos.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo/longitud	Costo por unidad (soles)

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 67

Cotización de fierro ½” para columnas.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo/longitud	Costo por unidad (soles)

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 68

Cotización de fierro 1” para horno.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo/longitud	Costo por unidad (soles)

Tabla 69

Cotización de alambre número 16.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo	Costo por 100 Kg (soles)

Tabla 70

Cotización de alambre número 8.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo	Costo por 100 Kg (soles)

Tabla 71

Cotización de clavos 2 ½”.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo	Costo por 1 Kg (soles)

Tabla 72

Cotización de calaminas.

Ferretería	RUC/Dirección	Tipo	Costo por 1 Kg (soles)

Tabla 73

Cotización de hormigón grueso.

Abastecedora	RUC/Dirección	Tipo	Costo por m³ (soles)

Tabla 74

Cotización de hormigón fino (para asentar ladrillo).

Abastecedora	RUC/Dirección	Tipo	Costo por m³ (soles)

Tabla 75

Cotización de arena de tarrajeo en Cajamarca ciudad.

Abastecedora	RUC/Dirección	Tipo	Costo por m³ (soles)

Tabla 76

Cotización de madera en Cajamarca ciudad.

Abastecedora	RUC/Dirección	Tipo	Costo por unidad (soles)

Tabla 77

Cotización de ladrillo en Cajamarca ciudad.

Abastecedora	RUC/Dirección	Tipo	Costo por millar (soles)

ANEXO n.º 3. Diseño de malla

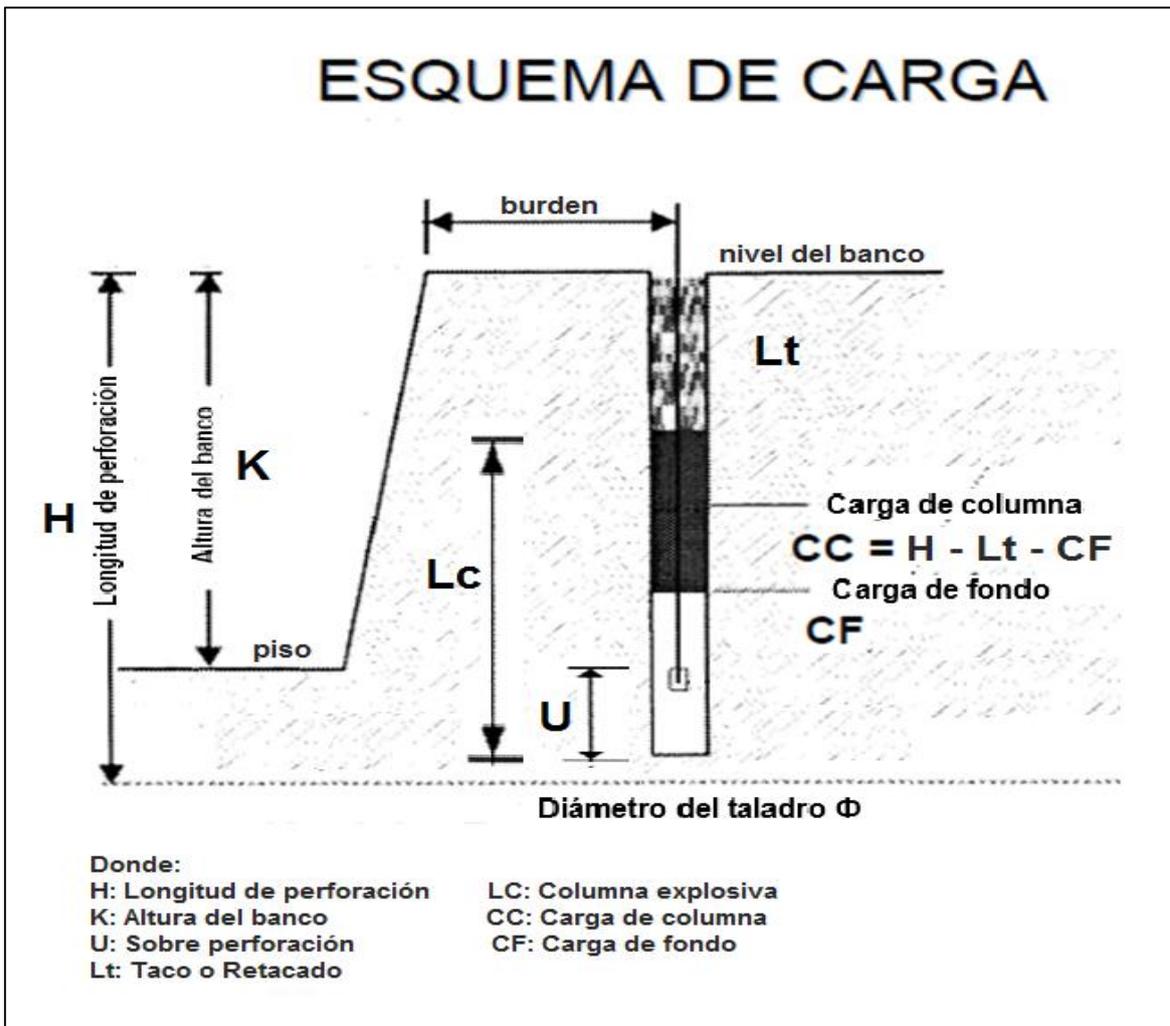


Figura 21. Esquema de carga.
Fuente: Luque, (2017).

La malla diseñada propuesta es de 0.65 m x 0.914 m en una sección de 5m x 2m.

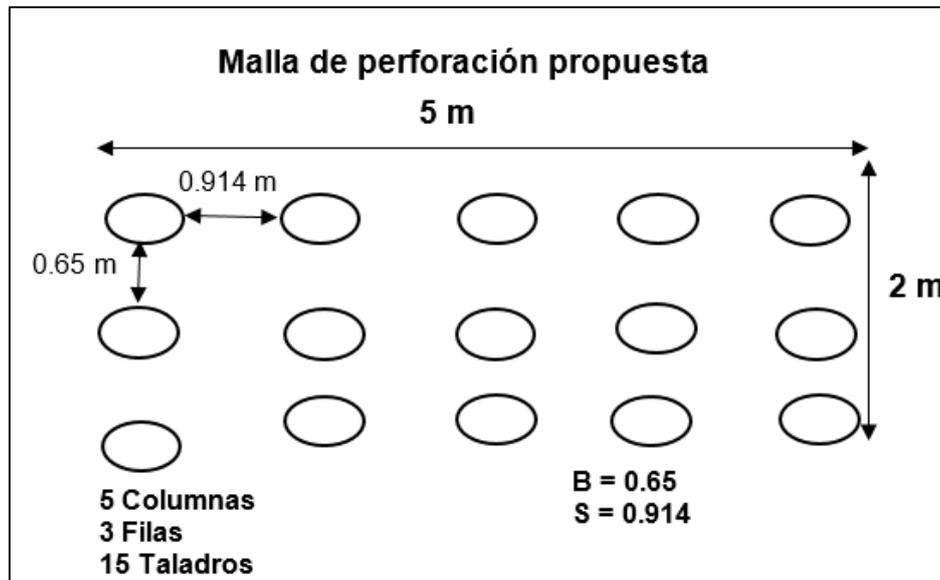


Figura 22. Malla de perforación.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

ANEXO n.º 4. Estudio geomecánico (RMR)

Para estimar la calidad del macizo rocoso se puede utilizar la clasificación de Bieniawski 1989 del RMR, con los siguientes parámetros:

- Resistencia de la roca intacta

Las calizas de la Formación Cajamarca encontradas en Juan de Dios I, tienen una clasificación R5, para la determinación de este parámetro usamos el martillo de geólogo con un promedio de 8 golpes. Un trozo de roca requiere de muchos golpes de la picota para fracturarse.

Tabla 78
Clasificación de la resistencia.

Clase	Clasificación de la roca según su resistencia	Resistencia Uniaxial (MPa)	Estimación en Terreno de la Resistencia
R6	Extremadamente Resistente	> 250	Golpes de la picota, sólo causan descostramientos superficiales en la roca
R5	Muy Resistente	100 – 200	Un trozo de roca requiere varios golpes de la picota para fracturarse.
R4	Resistente	50 – 100	Un trozo de roca requiere más de un golpe de la picota para fracturarse.
R3	Moderadamente Resistente	25 – 50	Un trozo de roca puede fracturarse con un único golpe de la picota, pero no es posible descostrar la roca con un cortaplumas.
R2	Débil	5 – 25	Un golpe con la punta de la picota deja una indentación superficial. La roca puede ser descostrada con una cortapluma pero con dificultad.
R1	Muy Débil	1 – 5	La roca se disgrega al ser golpeada con la punta de la picota. La roca puede ser descostrada con un cortapluma.
R0	Extremadamente Débil	0.25 – 1	La roca puede ser indentada con la uña del pulgar.

Fuente: Bienawski, (1989).

De acuerdo a la clasificación de Bienawski se le asigna un puntaje de 12, para luego ser sumado con todos los parámetros.

- **RQD**

Se pudo realizar el cálculo del RQD mediante la contabilización del número de discontinuidades.

Se tomó una distancia lineal con la ayuda de un flexómetro, en el talud de la cantera de 7.9 metros, en los cuales se ha encontrado 5 discontinuidades. Por lo tanto:

- Distancia medida = 7.9 m
- Número de discontinuidades = 5
- Donde:

$$\lambda = \frac{N^{\circ} \text{ de discontinuidades}}{\text{distancia (m)}}$$

$$\lambda = \frac{5}{7.9 \text{ m}}$$

$$\lambda = 0.63$$

- RQD =

$$RQD = 100e^{(-0.1\lambda)(0.1\lambda+1)}$$

$$RQD = 100e^{(-0.1*0.632)(0.1*0.632+1)}$$

$$RQD = 100e^{(-0.0632)(1.0632)}$$

$$RQD = 100e^{(-0.06719424)}$$

$$RQD = 100 * 0.9343$$

$$RQD = 93.43 \%$$

Tabla 79
Clasificación RQD.

RQD (%)	Calidad de la roca
100 – 90	Muy Buena
90 – 75	Buena
75 – 50	Regular
50 – 25	Mala
0 – 25	Muy Mala

Fuente: Bienawski, (1989).

De acuerdo a la clasificación RMR de Bienawski se le asigna un puntaje de 20.

- **Espaciado entre las discontinuidades**

Dentro de los 7.9 metros se encontraron 5 discontinuidades, las cuales se encontraban espaciadas de la siguiente manera:

$$D1 - D2 = E1 = 2.36$$

$$D2 - D3 = E2 = 1.72$$

$$D3 - D4 = E3 = 1.88$$

$$D4 - D5 = E4 = 1.94$$

$$Promedio = \frac{E1 + E2 + E3 + E4}{4}$$

$$Promedio = \frac{2.36 + 1.72 + 1.88 + 1.94}{4}$$

$$Promedio = 1.975 \text{ m.} = 197.5 \text{ cm}$$

Tabla 80
Clasificación del espaciado.

Descripción	Espaciado (cm)
Extremadamente cerrado	< 2cm
Muy cerrado	2cm – 6cm
Cerrado	6cm – 20cm
Moderado	20cm – 60cm
Espaciado	60cm - 2m
Extremadamente espaciado	> 2m

Fuente: Bienawski, (1989).

De acuerdo a la clasificación RMR de Bienawski se le asigna un puntaje de 15 cuando el espaciado se encuentra entre 60 cm a 2 m.

- **Condición de las discontinuidades**

Las condiciones de las discontinuidades se resumen de la siguiente manera:

a. **Longitud de las discontinuidades**

Se midió en campo discontinuidades donde la mayoría varían desde 1 metro hasta 3 metros.



Figura 23. Persistencia en las discontinuidades.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 81

Clasificación de la persistencia.

Descripción de Persistencia	
Persistencia	Longitud (m)
Muy Baja Persistencia	< 1
Baja Persistencia	1 – 3
Persistencia Media	3 – 10
Alta Persistencia	10 – 20
Muy Alta Persistencia	> 20

Fuente: Bienawski, (1989).

De acuerdo a la clasificación RMR de Bienawski se le asigna un puntaje de 4 cuando la persistencia de la mayoría de discontinuidades se encuentra entre 1 metro a 3 metros.

b. Abertura

Se midió en campo la abertura de las discontinuidades donde la mayoría varían de 1 a 5 mm.

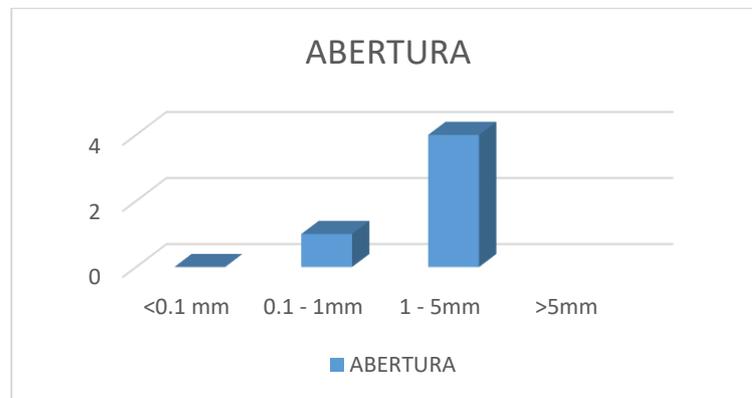


Figura 24. Abertura en las discontinuidades.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 82
Clasificación de la abertura.

Descripción de la Abertura	
Descripción	Abertura
Muy Cerrada	Ninguna
Cerrada	< 0.1 mm
Parcialmente Abierta	0.1 – 1.0 mm
Abierta	1 – 5 mm
Muy Abierta	> 5 mm

Fuente: Bienawski, (1989).

De acuerdo a la clasificación RMR de Bienawski se le asigna un puntaje de 1 cuando la abertura de la mayoría de discontinuidades se encuentra entre 1 a 5 milímetros.

c. Rugosidad

Se identificó en campo la rugosidad de las discontinuidades donde la mayoría son muy rugosas.

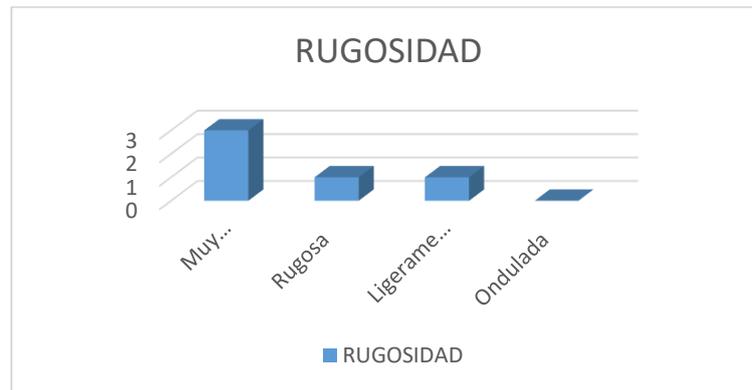


Figura 25. Rugosidad en las discontinuidades.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

De acuerdo a la clasificación RMR de Bienawski se le asigna un puntaje de 6 cuando la rugosidad de la mayoría de discontinuidades son muy rugosas.

d. Relleno

Se identificó el relleno de en campo que se encuentra en las discontinuidades donde la mayoría son calcitas que son duras menores a 5mm.

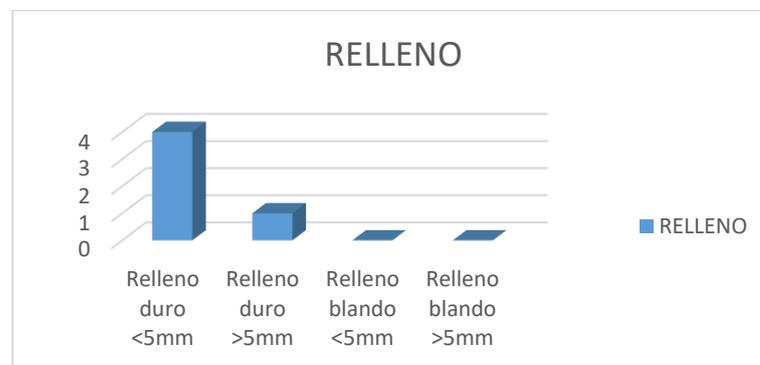


Figura 26: Relleno en las discontinuidades.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

De acuerdo a la clasificación RMR de Bienawski se le asigna un puntaje de 4 cuando el relleno se encuentra menor a 5 milímetros y es duro.

e. Alteración: Ligeramente alteradas

Se identificó en campo la alteración de las discontinuidades donde la mayoría están ligeramente alteradas.

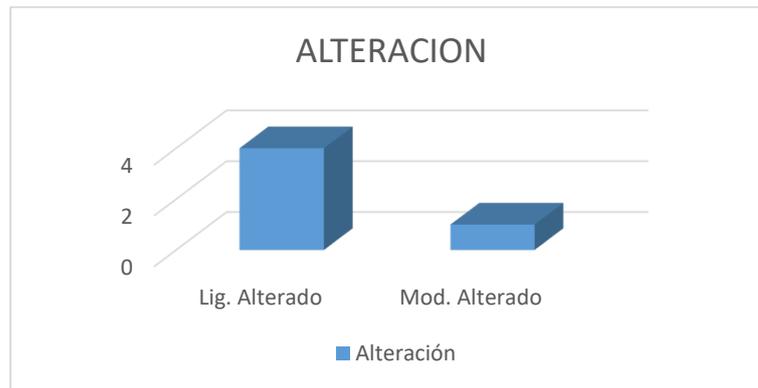


Figura 27. Alteración en las discontinuidades.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

Tabla 83

Clasificación de la alteración.

Término	Descripción
Fresco	No hay señales visibles de meteorización. Si acaso una tenue decoloración en superficies de discontinuidades más desarrolladas.
Levemente meteorizado	Decoloración indica meteorización de la roca intacta y superficies de discontinuidad. La roca puede estar algo más débil externamente que en condición fresca.
Moderadamente meteorizado	Menos de la mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrada a suelo. La roca puede estar fresca o descompuesta y/o desintegrada a suelo.
Altamente meteorizado	Más de mitad de la roca está descompuesta y/o desintegrado. La estructura del macizo
Completamente meteorizado	Todo el material rocoso está descompuesto y/o desintegrado. La estructura del macizo original está prácticamente intacta.
Suelo residual	Todo el material rocoso está descompuesta o desintegrada a suelo. La estructura del macizo original y su textura ha sido destruida. Hay un gran cambio de volumen, pero el suelo no ha sido transportado.

Fuente: Bienawski, (1989).

De acuerdo a la clasificación RMR de Bienawski se le asigna un puntaje de 5 cuando la alteración es ligera.

- **Flujo de Agua en las Discontinuidades**

Las discontinuidades se encontraron completamente secos.

Tabla 84

Presencia de agua.

DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
Completamente Seco	15
Semi Húmedo	10
Húmedo	7
Mojado	4
Flujo de Agua	0

Fuente: Bienawski, (1989).

- **Clasificación según el RMR**

Los resultados del RMR se describen en la siguiente tabla:

Tabla 85

Cálculo del RMR para el macizo rocoso.

1	Ensayo de Resistencia de la matriz rocosa (MPa)	carga puntual Compresión simple	>10	10-4	4-2	2-1	Compresión Simple (MPa)		
			>250	250-100	100-50	50-25	25-5	5-1	<1
	Puntuación		15	12	7	4	2	1	0
2	RQD		90%-100%	75%-90%	50%-75%	25%-50%	<25%		
	Puntuación		20	17	13	6	5		
3	Separación entre diaclasas		>2m	0.6-2m	0.2-0.6m	0.06-0.2m	<0.06m		
	Puntuación		20	15	10	8	5		
4	Estado de las discontinuidades	Longitud de la discontinuidad	<1m	1-3m	3-10m	10-20m	>20m		
		Puntuación	6	4	2	1	0		
		Abertura	Nada	<0.1 mm	0.1-1.0mm	1-5mm	>5mm		
		Puntuación	6	5	4	1	0		
		Rugosidad	Muy rugosa	Rugosa	Ligeramente rugosa	Ondulada	Suave		
		Puntuación	6	5	3	1	0		
		Relleno	Ninguno	Relleno duro <5mm	Relleno duro >5mm	Relleno blando <5mm	Relleno blando >5mm		
		Puntuación	6	4	2	2	0		
5	Alteración	Inalterada	Ligeramente alterada	Moderadamente alterada	Muy alterada	Descompuesta			
		Puntuación	6	5	3	1	0		
5	Caudal por 10m de túnel	Nulo	<10litros/min	10-25 litros/min	25-125 litros/min	>125 litros/min			
		Puntuación	6	5	3	1	0		
	Agua freática	Relación de agua / Tensión principal mayor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.5	>0.5		

Estado general	Seco	Ligeramente húmedo	Húmedo	Goteando	Agua fluyendo
Puntuación	15	10	7	4	0

Fuente: Bienawski, (1989).

Sumamos las puntuaciones:

$$\text{RMR} = 12+20+15+4+1+6+4+5+10$$

$$\text{RMR} = 77$$

RESULTADO: CLASE II – Buena.

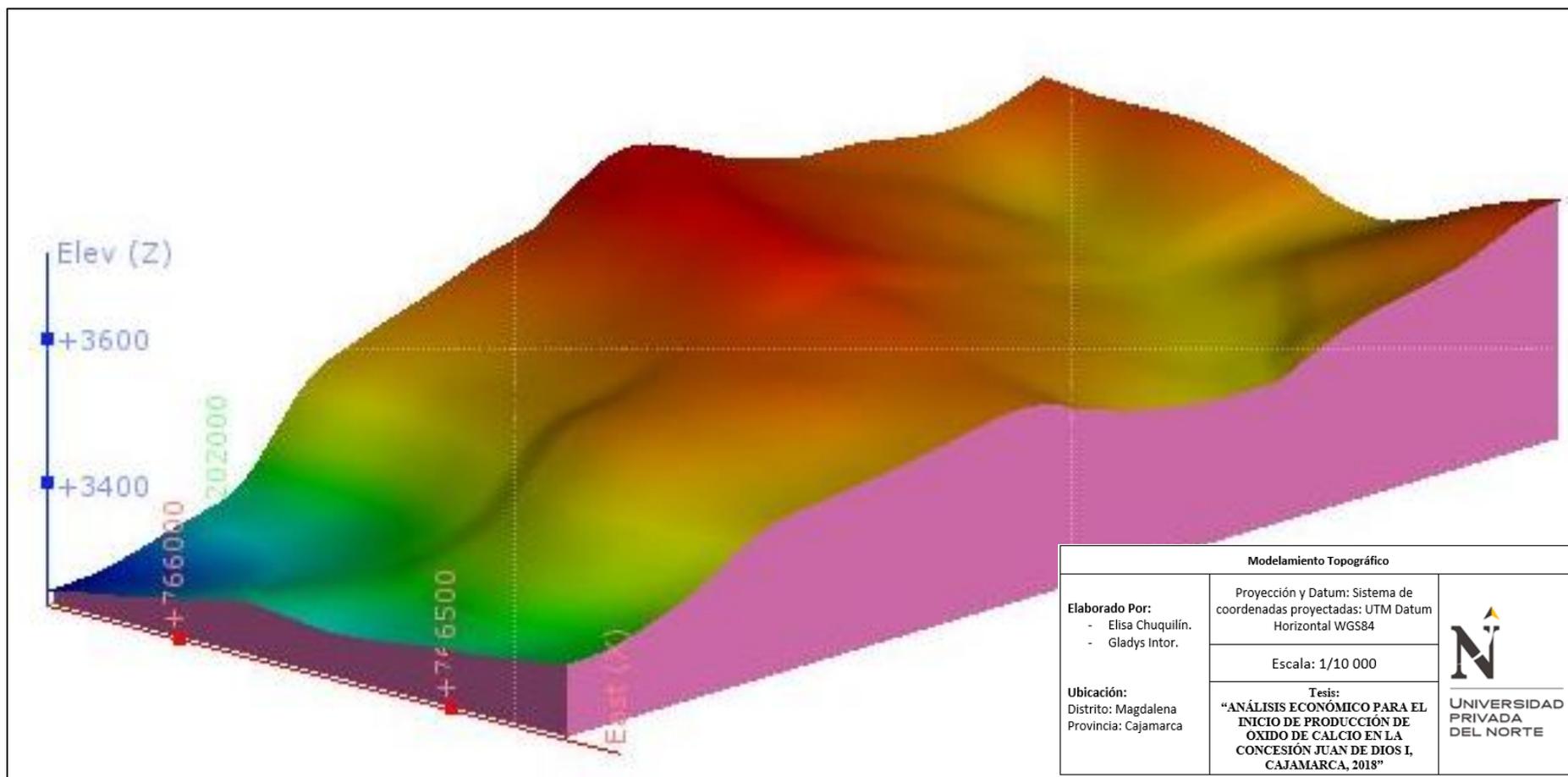
Tabla 86
Clasificación del RMR.

PUNTUACION	100 – 81	80 – 61	60 – 41	40 – 21	< 21
CLASE	I	II	III	IV	V
CALIDAD	Muy Buena	Buena	Regular	Mala	Muy Mala

Fuente: Bienawski, (1989).

La clasificación final del macizo rocoso según el RMR será de “Bueno” con una puntuación de 77.

ANEXO n.º 5. Modelamiento de concesión Juan de Dios I



ANEXO n.º 6. Densidad en Laboratorio

La densidad no depende de la dirección de medida, ya que es una propiedad escalar, se realizó la determinación de la densidad en el laboratorio químico de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se usó el siguiente procedimiento:

- Colocamos un pedazo de roca caliza sobre la matriz rocosa. Ubicamos el martillo de geólogo en la parte superior de la piedra, en un lugar donde está la grieta. Golpeamos suavemente el martillo de geólogo para crear una grieta, luego golpeamos más fuerte para ampliarla hasta romper la piedra.
- Conseguimos un fragmento lo suficientemente pequeño como para que quepa en el vaso de precipitación.



Figura 28. Muestra de caliza para peso específico.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Colocamos el fragmento de piedra sobre la balanza y registramos su masa.



Figura 29. Muestra de caliza pesada.

Fuente: Elaboración propia, (2018).

- Llenamos el vaso de precipitación con agua hasta la mitad. Medimos y registramos el volumen del agua en la taza.
- Colocamos el fragmento de roca en el agua; luego medimos y registramos el nuevo volumen de agua.

- Restamos el volumen original del agua del volumen final.

$$V_f = 440 - 370 = 70$$

- Dividimos la masa por la diferencia de volumen, para hallar la densidad.

La masa es 198.1 gramos.

$$d = \frac{198.1}{70} = 2.83 \text{ gr/cm}^3$$

ANEXO n.º 7. Dirección de estratos



Figura 30. Toma de dirección de estratos.
Fuente: Elaboración propia, (2018).

Se midieron los estratos en cuatro puntos de la concesión:

Tabla 87
Rumbo y buzamiento de los estratos.

Dirección de los estratos		
Numero de toma	Rumbo	Buzamiento
Punto 1	N 340°	55°
Punto 2	N 348°	52°
Punto 3	N 335°	50°
Punto 4	N 342°	58°

Fuente: Elaboración propia, (2018).

ANEXO n.º 8. Reporte de CaO

ANEXO n.º 9. Mapas y planos

Mapa 1: Mapa de ubicación.

Mapa 2: Mapa de poblados cercanos.

Plano 1: Plano de componentes mineros.

Plano 2: Diseño de hornos.