REPUBLICA DE CUBA
MINISTERIO DE EDUCACION SUPERIOR
INSTITUTO SUPERIOR MINERO-METALURGICO DE MOA
"Dr. ANTONIO NUÑEZ JIMENEZ"
FACULTAD GEOLOGIA-MINERIA
ESPECIALIDAD MINERIA

TRABAJO DE DIPLOMA

TITULO: *Proyecto de Explotación del Yacimiento "Quiñones"de la Empresa de Materiales Construcción Pinar del Río*

AUTOR: José Osmani Castillo Mató

TUTORES: Dr. Roberto L. Watson Quesada

Ing. Ariel Cruz Cruz

Moa-2004

"Año del 45 Aniversario del Triunfo de la Revolución "

PENSAMIENTO

La ciencia no tiene calzadas reales y quien quiera alcanzar sus espinadas cumbres, deberá escalar por senderos difíciles.

DEDICATORIA

Con toda la satisfacción del mundo, por haberme alentado, ayudado, en todo lo que me era necesario, en cualquier momento de mi vida como estudiante, y principalmente en esta última etapa, decisiva por cierto para mi futuro, quiero dedicar este trabajo a:

- ✓ Especialmente a mi madre, a mi padre y a mi abuela Elena T.
- ✓ Todos aquellos que de una forma u otra pusieron su empeño en este.

RESUMEN

Este trabajo de diploma consiste en la realización del proyecto de explotación a cielo abierto del yacimiento “Quiñones”, en el municipio Bahía Honda en la provincia Pinar del Río, está compuesto por cinco capítulos además de la introducción, conclusiones, recomendaciones, bibliografía, anexos textuales, anexos gráficos.

Con el objetivo de lograr el objetivo de este trabajo se hizo necesario:

- ✓ Recopilar y estudiar los documentos necesarios existentes en la Empresa de materiales de construcción Pinar del río.
- ✓ Recalcular las reservas existentes en la actualidad.
- ✓ La determinación del sistema de explotación a utilizar.
- ✓ Calcular el pasaporte de perforación y voladura.
- ✓ Calcular la necesidad de los equipos de carga y de transporte.
- ✓ Confeccionar el plan calendario.

SUMMARY

This diploma work consists on the realization from the project of exploitation to open pit of the location “Quiñones", in the municipality Bahía Honda in the county Pinar del Río, it is compound for five chapters besides the introduction, conclusions, recommendations, bibliography, textual annexes, graphic annexes.

With the objective of achieving the realization of this work became necessary:

- ✓ To gather and to study the existent necessary documents in the Company of Materials of Construction Pinar del Río.
- ✓ Recalculate the existent reservations at the present time.
- ✓ The determination of the system of exploitation to use.
- ✓ To calculate the perforation passport and explosion.
- ✓ To calculate the necessity of the load equipment and of transport.
- ✓ To make the plan calendar.
- ✓ To calculate the necessity of the load equipment and of transport.
- ✓ To make the plan calendar.

INTRODUCCION

Con el objetivo de satisfacer la demanda de piedra para la construcción de los municipios La Palma y Bahía Honda en la provincia Pinar del Río, el yacimiento "Quiñones" se comenzó a explotar en el año 1976 por la Empresa de Materiales de Construcción de Pinar del Río, desde el inicio esta ha ido entregando a los clientes un producto de alta calidad y recibiendo de ellos criterios favorables los cuales llegan hasta las evaluaciones más elevadas.

Al comienzo del período especial, con la caída del campo socialista disminuye el nivel constructivo de la zona por lo que hay una paralización de las labores mineras hasta el año 1996, de aquí en adelante se mantuvo produciendo hasta el año 2001 para dar respuesta a campañas realizadas por las máximas entidades políticas y de masas de la región, en aras de resolver problemas críticos dentro de la misma.

Durante este tiempo la empresa ha venido extrayendo material sin un proyecto de explotación por el cual guiarse para realizar un laboreo minero sostenible, y mediante el cual ella pueda tener una visión clara de la explotación del yacimiento en cuestión y así su aprobación ante la Oficina Nacional de Recursos Minerales, por ello el **problema** de esta radica en la necesidad de elaborar el proyecto de explotación del yacimiento "Quiñones".

A partir de lo antes expueto sustentamos la siguiente **hipótesis** : si se elabora el proyecto de explotación del yacimiento "Quiñones" se logrará la extracción racional y eficaz de este.

Para dar cumplimiento al problema nos trazamos como **objetivo general** de este trabajo proyectar racional y planificadamente los recursos del yacimiento de caliza "Quiñones" durante su explotación.

CAPITULO I. PARTE GEOLÓGICA

I.1 Característica de la región y el yacimiento

I.1.1 Ubicación geográfica

El yacimiento Quiñones, se encuentra ubicado a 2 kilómetros al noreste del poblado Luis Carrasco en el municipio Bahía Honda de la provincia de Pinar del Río. Ocupa un área de: 56,37 ha y el procesamiento de su materia prima una de 5.86 ha. Se ubica en la hoja cartográfica 1: 50 000, 3584 – I, (Bahía Honda) y las coordenadas son:

X= 278 400.00

Y= 337 700.00

Se trabajó en el Sistema de Proyección Cónica conforme de Lambert, (Sistema de Coordenadas Rectangulares Cuba Norte) y en el Sistema de Alturas Siboney. (Vea el plano de Microlocalización).

I.1.2 Comunicación

El yacimiento se comunica con el poblado Luis Carrasco mediante un terraplén y este se une con la carretera asfaltada que intercepta los municipios Bahía Honda y San Cristóbal siendo estos los centros administrativos más importante de la zona.

I.1.3 Relieve

El relieve de la zona desde el punto de vista geomorfológico, se encuentra ubicado en el grupo Orogénico Guaniguanico, región de las montañas bajas de la Sierra del Rosario, el yacimiento propiamente dicho se haya en un área de elevaciones, en la Sierra Quiñones perteneciente a la Sierra del Rosario, formada fundamentalmente por calizas duras del Cretácico Superior, la dirección del eje de las montañas está aproximadamente este- oeste, donde su cota máxima es de 360 metros.

Localmente está enclavado en un área de alturas diseccionadas en la que pueden apreciarse alturas que varían desde 140 a 360 metros, con pendientes abruptas de 15 hasta 35º y mala accesibilidad, lo que evidencia que los procesos erosivos están favorecidos, así como su rápido escurrimiento. (Vea el plano topográfico).

I.1.4 Economía de la región

La economía de la región tiene un soporte fundamentalmente agrícola, destacándose el cultivo del café, frutas menores y plantaciones forestales.

I.1.5 Condiciones climáticas

A pesar de que nuestra provincia se enmarca en la subregión del Caribe Occidental, con clima predominante de sabanas tropicales delimitada por la cantidad de radiación solar que incide sobre la superficie, la ocurrencia de importantes eventos meteorológicos como huracanes, frentes fríos y sures, los cuales afectan con mayor frecuencia nuestra región.

Los valores de temperatura varían en un rango entre 24 y 26 ºC, por otra parte está la influencia local de la brisa, se suma a los alisios y ambos se refuerzan provocando una penetración mayor del predominio de los vientos del Este.

La humedad relativa media anual alcanza valores entre 90 a 95%, mientras que la humedad relativa del aire oscila entre un 65 a un 70%.

Las precipitaciones son las que experimentan mayores cambios en el tiempo y el espacio, influenciadas por los procesos atmosféricos que afectan; determinadas también por los contrastes de relieve y altura, definiéndose un período de abundancia (período lluvioso de mayo – octubre) con promedios entre 800 – 1000 mm. A diferencia de esto se presenta un período de déficit (período seco de noviembre a abril) en el rango de 200 a 400 mm, siendo la precipitación media anual de 1200 a 1400 mm.

I.1.6 Flora y fauna

La vegetación se encuentra mayormente representada por especies como el algarrobo de olor, palma real, majagua, y una representación variada de frutas tales como la guayaba, mango y el coco, entre otras. Asociada a la flora encontramos una fauna representada por especies de invertebrados, fundamentalmente hormigas, y vertebrados representados por aves en su mayoría, también existen la presencia de los animales domésticos, (aves de corral, ganado vacuno, perros, gatos, etc.).

I.1.7 Hidrografía

Según estudios realizados en el área no existen depósitos acuíferos que debamos considerar. El Río de mayor importancia en las proximidades del yacimiento es el Bahía Honda, que corre al oeste del yacimiento en dirección sur – norte, existen otros causes pero solo mantiene su caudal en época de lluvias por lo que se denota la influencia de las lluvias en los mismos.

I.1.8 Red eléctrica

La energía eléctrica es suministrada por la red nacional, siendo el servicio instalado de 112 KW y la máxima demanda de 125 KW y el combustible utilizado es almacenado en un tanque que posee la capacidad suficiente y es trasladado hasta allí con camiones pipas de combustibles preparados para ello.

I.2 Característica geológica del yacimiento

Las rocas útiles del yacimiento pertenecen a los depósitos desarrollados en el cretácico inferior (Albiano), cretácico superior (Turoniano) pertenecientes a la formación Pinalilla, la cual está constituida por calizas micríticas masivas o de gruesos estratos de color gris a gris verdoso, en ocasiones con algunas intercalaciones de capas finas de limonitas y argilitas calcáreas duras, el espesor de la formación es aproximadamente de 100 a 170 metros, por el sur yace discordante con la Fm. Cacaragícara Cretácico superior, (Maestrichtiano Superior), constituida por calcarenitas, brechas, grevelitas, calizas micríticas y arcillosas, por el norte yace discordante, la Fm. Manacas, Eoceno inferior- Medio, constituida por areniscas polimícticas, limonitas, argilitas, calcarenitas, pedernales. (Vea el plano geológico). La roca útil del yacimiento constituye un cuerpo mineral donde el ángulo de buzamiento es de 52^0 noroeste con rumbo 240^0 suroeste, manteniéndose esta estructura en la dirección del rumbo de los estratos, los que se extienden desde el noreste al suroeste, en la misma dirección que se extiende el mogote, encontrándose limitado por el sur en la parte alta aperturada, que es la zona más elevada que permite tener un criterio geológico detallado para su elevación, y donde precisamente se observa el contacto con la formación Cacaragícara y por el norte con la Fm. Manacas.

El mogote que forma el yacimiento es un monoclinal de rumbo noreste – suroeste, con dirección del buzamiento 300º NW y buzamiento 15 a 35º. Con respecto a la potencia real de las rocas que se encuentra por encima del nivel freático, tomando como cota de dicho nivel, la cota + 100, que es la cota del Río Bahía Honda, que se encuentra al oeste del yacimiento y es el elemento fluvial más importantes de la zona y sabiendo que el punto culminante del mogote que constituye el yacimiento es de 250 metros la potencia de la rocas útiles es de 150 metros.

I.2.1 Tectónica

Nuestra área se encuentra en la zona plegada Bahía Honda, la cual se divide en dos complejos:

- ✓ Complejo Estructural del Jurásico al Sur
- ✓ Complejo Estructural del Cretácico – Paleógeno, el que ocupa la parte central y norte del área.

Estos dos complejos se pueden separar por el sobre corrimiento, que corre sub–latitudinalmente y que forma el límite morfológico entre la subregión en las montañas bajas de la Sierra del Rosario y la subregión de la llanura nudativa.

Las grietas tectónicas que atraviesan el yacimiento se encuentran con alto grado de disolución y están ampliadas generalmente debido a los fenómenos cársicos que han y están actuando sobre ellas.

Teniendo en cuenta la posibilidad de afectar la existencia de estas fallas sobre la calidad de la roca útil, se valoró sus elementos de yacencia, así como el tamaño de su desarrollo, y se determinó que el conjunto de fallas o grietas tectónicas que aparecen por sus magnitudes no serán un problema para la utilización práctica del yacimiento. (Vea el plano geológico).

I.2.2 Hidrogeología

Las condiciones hidrogeológicas son favorables ya que el nivel de las aguas subterráneas(cota +100) se encuentra por debajo del límite inferior de del piso de la cantera, por lo que no existe peligro de grave de inundación, además de esto hay buen escurrimiento y las aguas filtran con facilidad. (Vea el plano de los perfiles transversales de la cantera)

I.3 Calidad de la roca útil y su uso industrial

Después de haberse evaluado la materia prima que compone el yacimiento diremos que la caliza es masiva, dura, poco absorbente y muy resistente.

Químicamente la caliza es pura presentando los siguientes promedios para todo el yacimiento.

CO_3Ca	85.46 %
$MgCO_3$	2.82 %
SO_3	0.5 %

La impureza es SO_3 debe tener menos de 1 %, por lo tanto cumple la norma establecida.

Y las propiedades físico- químicas son las siguientes:

Masa volumétrica	2.68 g/cm^3
Resistencia a la compresión seca	640 Kg/cm^2
Absorción	0.72 %
Porosidad	2.67 %
Coeficiente de esponjamiento	1.5

Los diferentes usos industriales de la materia prima se ubican en la rama de la construcción entre ellos se encuentran los siguientes:

- ✓ Producción de áridos finos y gruesos.
- ✓ Elaboración de hormigones de alta resistencia, morteros y mamposterías.
- ✓ Producción de calcio y carburo de calcio.
- ✓ Para fines ferroviarios (balastros, traviesas).
- ✓ Para la industria azucarera, metalurgia, y química.
- ✓ Para la producción de celulosa, vidrios corrientes (ahumados o ámbar).
- ✓ Alcalinización de las aguas.

I.4 Principales exigencias a las condiciones minero- técnicas

Las principales exigencias a las condiciones minero- técnicas se relacionan a continuación:

- Potencia mínima del horizonte útil 10 m.
- Potencia máxima de las rocas de destape 0.3-0.8 m.
- Relación de las rocas de destape con respecto a la potencia mínima del horizonte útil no menor 1:10 m.
- La categoría de la roca es V según Protodiakonov (f=6)
- Ángulo de buzamiento de las rocas 52^{o} N W.

I.5 Recálculo de las reservas

Bloques	**Categoría de los Recursos**	**Volúmenes de Reservas (m^3)**
Bloque 1	Medido	1 450 784.5
Bloque 2	Medido	345 373
Bloque 3	Medido	145 620.5
Sub Total	----------	*1 941 778*
Bloque 4	Indicado	44 288.5
Bloque 5	Medido	359 930
Sub Total	----------	*404 218.5*
Total	----------	**2 345 996.5**

CAPITULO II PARTE MINERA

II.1 Introducción

En el presente capítulo se abordará todo lo referente a la organización de los trabajos llevados a cabo para la extracción de la roca, el orden de todas las tareas y la descripción de los procesos.

II.2 Régimen de trabajo

El régimen de trabajo que se propone en este proyecto es: Días laborables a la semana de Lunes a Viernes un turno de 9 horas.

Tabla 2.1 Régimen de trabajo

Turnos diarios	*1*
Días al mes	*24*
Días perdidos por condiciones climáticas	*30*
Días de trabajo calendario al año	280
Días de trabajo efectivos al año	250

II.3 Plan propuesto de producción terminada

Debido a que la empresa tiene una demanda que satisfacer de 75000 m^3 , destinados a unas construcciones que se realizarán en las islas Bahamas, en el primer año de explotación una parte de la producción estará dedicada a cumplir esta tarea, este volumen va directo al puerto por lo que no se tiene en cuenta como producción terminada, entonces el plan de esta producción se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Plan de producción terminada

Año del Plan Calendario	**Plan de Producción Terminada**
Primer Año de Explotación	20 400 m^3
Segundo Año de Explotación	20 400 m^3
Tercer Año de Explotación	20 400 m^3
Cuarto Año de Explotación	20 400 m^3
Quito Año de Explotación	20 400 m^3

II.4 Fuerza de trabajo de la cantera

La tabla 2.3 que a continuación damos, ofrece la relación de trabajadores y sus funciones en su desempeño en la cantera, así como el salario básico mensual correspondiente.

Tabla 2.3 Fuerza de trabajo

Ocupación	**Cantidad**	**Salario básico mensual($)**
Administrador	1	265
Encargado de asuntos administrativos	1	198
Chofer “D”	1	153.60
Chofer “C”	1	177.60
Cocinero	1	162.01
Custodio	3	143
Técnico en explotación de yacimientos y análisis de la calidad	1	231
Operador (A) de buldózer	1	202.04
Operador del cargador	2	177.26
Operador del equipo de barrenación	2	202.04
Electricista	2	247.78
Operador del martillo hidráulico	1	247.78
Mecánico “A” automotor	1	232.53
Mecánico “B” industrial	1	217.28
Operador de planta de cantera	1	171.54
Choferes “B”	2	192.50
Ayudante de canteras	1	148.66
Total	**23**	**3369.62**

II.5 Productividad de la Cantera en el macizo

El cálculo de la Productividad de la cantera se realizará teniendo en cuenta las siguientes afectaciones:

- Pérdidas tecnológicas por transportación y por voladura
- Pérdidas en la planta de beneficio

Productividad de la cantera anual

$$P_c = \frac{Q}{n*K_a*K_1*K_e} \text{ ; m}^3$$

Donde:

Q- Producción terminada en un año ; m^3

K_1- Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas por concepto de transportación y voladura $K_1 = 0,995$

Ke- Coeficiente de esponjamiento. Ke = 1,5

n - Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas por intercalaciones de Roca estéril. N = 0,97

Ka – Coeficiente de aprovechamiento de la planta. Ka=0.92

Basándose en la fórmula anterior la productividad de la cantera (es decir en el macizo) por años se muestra en la tabla 2.4 y la productividad por turno en la tabla 2.5.

Tabla 2.4 Productividad anual de la cantera en el macizo

Año del Plan Calendario	**Productividad en el macizo (m^3)**
Primer Año	50 000+15 316.38=**65 316.38**
Segundo Año	**15 316.38**
Tercer Año	**15 316.38**
Cuarto Año	**15 316.38**
Quinto Año	**15 316.38**

Tabla 2.5 Productividad diaria (o por turno) de la cantera en el macizo

Año del Plan Calendario	**Productividad diaria (por turno), m^3 en el macizo**
Primer Año	**261.3**
Segundo Año	**61.3**
Tercer Año	**61.3**
Cuarto Año	**61.3**
Quinto Año	**61.3**

II.6 Vida útil de la cantera

II.6.1 Balance de reservas

Vea el anexo textual # 1

II.6.2 Cálculo de la vida útil de la cantera

Total de reservas existentes al comienzo del proyecto.

Recursos Medidos + Recursos Indicados = 2 345 996.5 m^3

Total de reservas que quedarán al final del proyecto

Total de reservas existentes – Sumatoria de las productividades de la cantera de los cinco años de explotación = 2 219 414.6 m^3

$$\text{Vida útil de la cantera} = \frac{\text{Total de reservas que quedarán al final del proyecto}}{\text{Productividad anual de la cantera(A partir del } 2^{do} \text{ Año)}}$$

Vida útil de la cantera =145 años

Basándonos en la relación anterior obtenemos que la vida útil de la cantera después de concluido el actual proyecto es de 145 años.

II.7 Equipamiento técnico a utilizar

Camiones de volteo en el frente de trabajo

Marca: KRAZ

Modelo: 256 B

Capacidad de carga: 12 t

Cargador frontal

Modelo: UNC 200

Capacidad de la cuchara: 2.4 m^3

Buldózer

Marca: Fiat

Modelo: FD-20

Compresor

Marca: Atlas Copco

Modelo: XR 350

Capacidad: 33.05 L/h

Martillo hidráulico

Marca: Atlas Copco

Clase de máquina portadora: 15-24 t

Modelo: HM 720

Peso de servicio: 1200 kg

Productividad: 120 t/h

Número de golpes por minuto 700-1200

Diámetro de la enmangadura 115 mm

Longitud útil del puntero 615 mm

Carretilla barrenadora

Marca: Atlas Copco

Modelo: ROL 405 A00

Diámetro de barrenación: (19-115 mm)

Velocidad de barrenación: 14 ml/h

II.8 Características del material explosivo

Como explosivo de fondo se utilizará Tectrón 100

- Excelente resistencia al agua
- Se inicia con detonador no eléctrico TECNEL
- Velocidad de detonación 5200 m/s
- Energía 740 Kcal/Kg
- Diámetro 100 mm

- Densidad 1.15 g/cm^3
- Peso 9.5 Kg/m lineal
- Precio 1200 $/t

Como explosivo de columna se utilizará Anfo

- Densidad 0.82 g/cm^3
- Peso 8.57 Kg/m lineal de barrenación
- Velocidad de detonación 3107-4152 m/seg
- Iniciación con cebo de Tectrón 100
- Resistencia al agua: No
- Embalaje: En sacos de 25 Kg
- Precio 740 $/t

II.9 Sistema de explotación

El sistema de explotación que debe regir en este yacimiento es un sistema con profundización, con transporte automotor. El traslado de la roca estéril se realizará a una escombrera exterior. Inicialmente se avanzarán los frentes(161;176;187;203) de trabajo en forma de abanico hasta lograr una orientación de estos en la dirección del rumbo de la estructura de la roca que constituye la materia prima. Posteriormente se continuarán las labores con frentes longitudinales y de una sola banda, esta conformación de los frentes permitirá una mayor organización de los trabajos de extracción, de perforación y voladura, y una mejor conformación de la cantera. Para la carga de la roca se realizará una previa fragmentación estas con material explosivos, la carga tanto de la roca como del mineral se realizará a nivel.

II.9.1 Parámetros fundamentales de la cantera

El ángulo de trabajo a utilizar para el arranque será de 85^0, las condiciones prácticas lo permiten por estar en presencia de una zona lo suficientemente compacta, y no meteorizarse con facilidad el macizo.

La altura de los bancos será de 15 m generalmente, este valor esta prefijado a los trabajos realizados anteriormente.

- Calculo del ancho de la plazoleta

B = b + v + s + X +A ; m

Donde:

b: Berma de seguridad entre el borde del talud y la vía ; m

v : Ancho de la vía ; m

s : Distancia de seguridad entre el montón de rocas explosionadas y la vía de transporte ;m

X: Difusión de las rocas explosionadas ; m

Donde:

$$X = 2\left(Ke * \frac{H}{h} - 1\right) * A;\ m$$

Ke: Coeficiente de esponjamiento

H : Altura del escalón ; m

h : Altura máxima del montón de roca explosionada ; m

h = (0.8 – 0.9) * H ; m

h = 0.8 * H

A : Ancho de la banda explosionada ;

En la tabla 2.6 se muestran los valores de los parámetros utilizados para el cálculo del ancho de la plazoleta de trabajo.

Tabla 2.6 Valores de los parámetros utilizados para el cálculo del ancho de la plazoleta de trabajo

Parámetro	u/m	Valor
Ancho de la plazoleta de trabajo	m	23
Berma de seguridad entre el borde del talud y la vía	m	3
Ancho de la vía	m	2.64
Distancia de seguridad entre el montón de rocas explosionadas y la vía de transporte	m	0.5
Difusión de las rocas explosionadas	m	10.6
Coeficiente de esponjamiento	-	1.5
Altura del escalón	m	15
Altura máxima del montón de roca explosionada	m	12
Ancho de la banda explosionada	m	6.05

Resumen

Las plazoletas de trabajo deberán tener no menos de 23 m de ancho para el desempeño del cargador y el giro de los camiones KRAZ 256 B.

II.10 Trabajos de arranque y carga de las rocas

Los trabajos de arranque y carga se realizarán con previa fragmentación de la roca utilizando explosivos (Anfo como carga de fondo y Tectrón 100 como carga de columna, las características de estos se encuentran en el acápite II.8), por tener el macizo un alto grado de resistencia al cortante, a la compresión , fortaleza igual a 6, es decir propiedades físico-mecánicas propicias para la utilización de este método para el mullido de las rocas, la perforación de la roca se realizará utilizando una carretilla barrenadora la cual será contratada a Explomat. Después de explosionada

las rocas se cargarán con ayuda de un cargador frontal UNC-200 de 2.4 m^3 de capacidad del cucharón, hacia los camiones KRAZ 256 B de capacidad 12 t.

II.10.1 Pasaporte de perforación y voladura

El macizo existente en la zona a trabajar es relativamente estable, no presenta sistemas de grietas definidos, rocas calizas de fortaleza 6, masas volumétrica de 2.68 t/ m^3, seco totalmente.

El equipo de barrenación será una carretilla Atlas Copco ROL 405 A00 con una productividad de 14 ml/h. El material explosivo a utilizar como carga de columna será Anfo con una densidad de 0.82 t/ m^3 , la carga de fondo será Tectrón 100 con densidad 1.15 t/ m^3.

Cálculo del pasaporte de perforación y voladura

1. Línea de menor resistencia

$$W = 53 * K_T * d_C \sqrt{\frac{\Delta * e}{\gamma}}$$

Donde:

W: Línea de menor resistencia; m

K_T: Coeficiente de aproximación

d_C: Diámetro de la carga; m

Δ: Densidad de carga; t/m^3

e: Coeficiente de corrección de la sustancia explosiva

γ: Masa volumétrica de la roca; t/m^3

2. Distancia entre barrenos en la fila

a = 0.9 * W

3. Distancia entre filas de taladros

b = 0.85 * a

4. Longitud de relleno

Lr = 0.75 W

5. Longitud de sobreperforación

Ls = (0.1-0.2) W

Ls = 0.2 * W

6. Longitud de los taladros

Taladros inclinados

L = (H + Ls) / sen α

α - Angulo de inclinación del taladro ; grados

7. Magnitud de carga

Q = q * a * H * W

q: Gasto específico de la sustancia explosiva; kg/m^3

- Carga de fondo 10 % del peso Q
- Carga de columna 90 % del peso Q

Nota: En el anexo textual # 2 se muestran los valores de los parámetros anteriormente utilizados para el cálculo del pasaporte de perforación y voladora. Estos valores han sido calculados para diferentes alturas del escalón de trabajo debido a que en los horizontes a laborear existe una cierta irregularidad en las dimensiones de este parámetro.

RESUMEN

En las voladuras primarias se dispondrán los taladros a tresbolillo para lograr un mayor rendimiento en el arranque.

Diámetro del taladro 115 mm

Línea de menor resistencia 3.25 m

Distancia entre filas 2.76 m

Distancia entre barrenos de la fila 2.9 m

La inclinación del talud y de los taladros en el arranque será de 85º, con esta conformación lograremos que la línea de menor resistencia se mantenga constante a todo lo largo del barreno, la inclinación fue tomada teniendo en cuenta que se logra: mejor fragmentación, desplazamiento y esponjamiento del material; además

de esto aumenta el ángulo de trayectoria de la proyección, mayor rendimiento para el cargador y disminución de los trabajos en la fragmentación secundaria.
Es importante tener en cuenta que por el contrario, una excesiva inclinación trae consigo el aumento de la longitud de perforación, y con ello un mayor gasto de sustancia explosiva dificulta el posicionamiento de la perforadora y el emboquille, además de incrementar las desviaciones de los barrenos cuando son largo.

II.10.2 Fragmentación secundaria de las rocas

Para la fragmentación de las rocas que no se pueden transportar por sus dimensiones grandes, se utilizará el martillo rompedor hidráulico Atlas Copco HM 720 montado sobre una excavadora Hitachi UH-181, se prevé que de la voladura primaria pueda surgir entre un 8-12 % de pedazos sobredimensionados (esto representa un volumen de 4104.8 t anuales), producto a irregularidades existente en el terreno como cavernas y algunas grietas surgidas por el mismo explosivo. Con este equipamiento se logra retriturar el volumen anual de los pedazos que están fuera de las dimensiones necesarias en 35 horas, es decir, en cuatro turnos de trabajo, de ahí que se contratará a Explomat este equipo al finalizar cada semestre por un tiempo de dos días(dos turnos). Por lo que el volumen de estos pedazos se irá almacenado en una zona destinada para esto, en el patio de ubicación del producto terminado hasta que llegue el servicio contratado.
En años anteriores en la cantera, los pedazos de roca sobremedida (que no sirve para el proceso de la planta) se enviaban a la escombrera, por lo que se omitía el proceso de fragmentación secundaria, no se empleaba ningún método para realizar esta actividad, y esto trae consigo pérdidas de roca útil e improductividad de la explotación del yacimiento.

II.10.3 Cálculo del equipo de carga

Para determinar la necesidad real en dependencia de la producción prevista por año se utiliza la siguiente metodología:
Cálculo de la productividad del cargador frontal por turno

$$Q_{tc\,\mathrm{arg}} = \frac{3600 * E_{c\,\mathrm{arg}} * K_{ll} * T_t * K_u}{T_c * K_e} \quad ; \text{ m}^3/\text{turno}$$

Donde:

E_{carg} - Volumen del cucharón del cargador frontal; m^3

K_{ll} - Coeficiente de llenado del cucharón

T_t - Duración del turno; h

K_u - Coeficiente de utilización del cargador en cada turno

K_e - Coeficiente de esponjamiento de la roca

T_c - Duración del ciclo completo de trabajo del cargador frontal; s

$$T_c = t_{ll} + t_{mc} + t_d + t_{mv};\ s$$

Donde:

t_{ll} - Tiempo necesario para llenar el cucharón; s

t_{mc} - Tiempo de movimiento cargado; s

t_d - Tiempo de descarga del cucharón; s

t_{mv} -Tiempo de movimiento vacío ;s

$$t_{mc} = 3,6 * L_c / V_c$$

$$t_{mv} = 3,6 * L_v / V_v$$

Donde:

L_c - Distancia de traslado del cargador al lugar de descarga; m

V_c - Velocidad promedio del movimiento del cargador lleno; km/h

L_v - Distancia de traslado del cargador vacío al lugar de carga; m

V_v - Velocidad promedio del movimiento del cargador vacío; km/h

En la tabla siguiente se dan a conocer los valores de los parámetros utilizados para el cálculo realizado anteriormente.

Tabla 2.7 Valores de los parámetros utilizados para calcular la productividad del cargador frontal.

Parámetro	**Denominación del parámetro**	*I.6 u/m*	*I.7 Valor*
Q_{tcarg}	Productividad del cargador frontal	m^3/turno	1767.3
E_{carg}	Volumen del cucharón del cargador	m^3	2.4
k_{ll}	Coeficiente de llenado del cargador	-	1.0
T_t	Duración del turno	h	9
K_u	Coeficiente de utilización del cargador en el turno	-	0.75
T_c	Duración del ciclo completo de trabajo del cargador frontal	s	22
t_{ll}	Tiempo necesario para llenar el cucharón	s	6
t_{mc}	Tiempo de movimiento cargado	s	8
L_c	Distancia de movimiento cargado	m	10
V_c	Velocidad promedio del cargador lleno	Km/h	4.5
t_{mv}	Tiempo de movimiento vacío	s	4
L_v	Distancia de movimiento vacío	m	10
V_v	Velocidad promedio del cargador vacío	Km/h	9
t_d	Tiempo de descarga del cucharón	s	4
K_e	Coeficiente de esponjamiento de la roca	-	1.5

Cantidad de cucharones o ciclos de trabajo del cargador necesarios para la carga del transporte

$$N_c = \frac{E_{cam} * K_e}{\gamma * K_{ll} * E_{c\,\mathrm{arg}}} \text{; unidades}$$

Donde:

E_{cam} - Capacidad del equipo de transporte; t

K_e - Coeficiente de esponjamiento de la roca

γ - Masa volumétrica de la roca; t/m^3

K_{ll} - Coeficiente de llenado del cucharón del cargador

E_{carg} - Volumen del cucharón del cargador; m^3

En la tabla siguiente se dan a conocer los valores de los parámetros utilizados para el cálculo realizado anteriormente.

Tabla 2.8 Valores de los parámetros utilizados para calcular la cantidad de cucharones para cargar el equipo de transporte

Símbolo	**Denominación del parámetro**	**u/m**	**Valor**
N_c	Cantidad de cucharones o de ciclos de trabajo	unidades	3
E_{cam}	Capacidad del equipo de transporte(KRAZ 256 B)	t	12
E_{carg}	Volumen del cucharón del cargador	m^3	2.4
K_e	Coeficiente de esponjamiento de las rocas	-	1.5
γ	Masa volumétrica de la roca	t/ m^3	2.68
K_{ll}	Coeficiente de llenado del cucharón del cargador	-	1

Cantidad de cargadores frontales que es necesario para asegurar la productividad anual planificada de la cantera

$$N_{carg} = \frac{K_{irr} * P_c}{Q_{tc\,\arg} * N_t * N_d} \text{ ; unidades}$$

Donde:

K_{irr} - Coeficiente de irregularidad de los trabajos

P_c - Productividad de la cantera anual

Q_{tcarg} - Productividad por turno del cargador ; m^3/turno

N_t - Número de turnos de trabajo del cargador frontal

N_d - Número de días de trabajo al año

Tabla 2.9 Valores de los parámetros utilizados para determinar la cantidad de cargadores a trabajar en la cantera.

I.8 Símbolo	*I.9 Denominación del Parámetro*	**u/m**	**Año de explotación**	
			1	2;3;4;5
N_{carg}	Número de cargadores	unidades	1	1
K_{irr}	Coeficiente de irregularidad de los trabajos	-	1.15	1.15
P_c	Productividad de la cantera anual	m^3	65 316.38	15 316.38
N_t	Número de turnos de trabajo del cargador	unidades	1	1
Qt_{carg}	Productividad por turno del cargador	m^3/turno	1 767.3	1 767.3
N_d	Número de días de trabajo al año	unidades	250	250

Resumen:

Como resultado de los cálculos efectuados anteriormente, si se cumplen los parámetros antes expuestos, con 1 cargador frontal se podrá abastecer la necesidad prevista, dependiendo esto en gran medida de cómo se pueda mantener el estado técnico de los equipos, esto es en cuanto a los trabajos de extracción de roca útil.
En cuanto a la carga de la piedra después del proceso correspondiente en la planta industrial es necesario la utilización de un cargador para mantener el flujo de transportación hasta los consumidores.

II.11 Transporte

El equipamiento de transporte de la roca se realizará con transporte automotor, específicamente se propone un camión KRAZ 256 B.
La utilización de este tipo de transporte tiene una serie de ventajas:

- Gran maniobrabilidad
- Posibilidad de vencer grandes pendientes
- Posibilidad de transportar cualquier tipo de carga
- Se inscriben en un radio de giro pequeño
- Simplifica la organización de los trabajos
- Acelera los períodos de construcción de las canteras
- Disminuye el costo de trabajos de caminos y escombreo

Aunque hay que tener en cuente sus principales desventajas:

- Elevación de su costo con el aumento de las distancias de transportación
- Alto costo de mantenimiento y reparaciones
- Existe una rígida dependencia de las condiciones climáticas

II.11.1 Cálculo de la productividad de los equipos de transporte KRAZ 256 B

Tiempo de recorrido total de un camión

$$T_{rt} = T_{mc} + T_{mv} + T_c + T_d + T_{manc} + T_{mand} \; ; \min$$

Donde:

T_{mc} - Tiempo de movimiento del camión cargado; min

$$T_{mc} = 60 * \frac{d_{cp}}{V_{cpc}} + 60 * \frac{d_{ct}}{V_{ctc}}$$

Donde:

d_{cp} - Distancia promedio de los camiones de volteo cargados por los caminos permanentes; km

V_{cpc}- Velocidad de los camiones de volteo cargados por los caminos permanentes; km/h

d_{ct} - Distancia promedio de los camiones de volteo cargados por los caminos temporales; km

V_{ctc} - Velocidad de los camiones de volteo cargados por los caminos temporales; km/h

T_{mv} - Tiempo de movimiento del camión vacío; min

$$T_{mv} = 60 * \frac{d_{cp}}{V_{cpv}} + 60 * \frac{d_{ct}}{V_{ctv}}$$

Donde:

V_{cpv} - Velocidad de los camiones vacíos por los caminos permanentes; km/h

V_{ctv} - Velocidad de los camiones vacíos por los caminos temporales; km/h

T_c - Tiempo de carga de un camión; min

$$T_c = \frac{N_c}{N_{cicl}}$$

Donde:

N_{cicl} - Cantidad de ciclos de excavación en un minuto

T_d - Tiempo de descarga de un camión; min

T_{manc} - Tiempo de maniobra para la carga; min

T_{mand} - Tiempo de maniobra en la descarga; min

Cantidad de viajes de un camión en un turno

$$N_v = \frac{T_t - T_{op} - T_{des}}{T_{rt}}$$

Donde:

T_t - Duración del turno de trabajo; min

T_{op} - Tiempo para realizar las operaciones preparatorias y finales; min

T_{des} - Tiempo de descanso; min

Productividad de un camión por turno de trabajo

$$Q_{tcam} = N_v * E_{cam} * Kll \quad ; m^3/turno$$

Donde:

Kll - Coeficiente de llenado del camión

Cantidad necesaria de camiones por turno de trabajo

$$N_{trab} = \frac{P_{tc} * K_{irr}}{Q_{tcam} * K_u} \; ; unidades$$

Donde:

P_{tc} - Productividad por turno de la cantera

K_u - Coeficiente de utilización del camión

K_{irr} - Coeficiente de irregularidad de los viajes

Cálculo de los camiones de volteo en inventario

$$N_{ci} = \frac{N_{trab.}}{K_{pt}}$$

Donde:

K_{pt} - Coeficiente de preparación técnica

A continuación se muestran en las tablas (2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15) los valores de los parámetros vistos anteriormente, para el cálculo del equipamiento de transporte utilizado (KRAZ 256 B), para la transportación de la roca útil en los cinco años de explotación de la cantera.

Como resultados de las tablas 2.10,2.11,2.12,2.13,2.14, se obtiene que la cantidad de camiones necesarios para el transporte de la roca útil hasta la planta de beneficio, serán :

Para el primer año : 2 Camiones

Para el segundo, tercero, cuarto y quinto año: 1 camión

De ahí que en el primer año se va alquilar un camión para el transporte del rajón necesario para la exportación hacia las Islas Bahamas, y hacia los consumidores nacionales, y entonces a partir del segundo año se utilizará uno de los camiones empleados para la transportación de la roca útil hacia la planta, para cumplir esta última tarea.

Tabla 2.10 Primer año de explotación

Parámetro	Denominación del parámetro	u/m	Valor
Trt	Tiempo de recorrido total de un camión	min	10.3
T_{mc}	Tiempo de movimiento del camión cargado	min	2.92
d_{cp}	Distancia promedio de los camiones cargados por los caminos permanentes	Km	0.6
V_{cpc}	Velocidad de los camiones cargados por los caminos permanentes	Km/h	30
d_{ct}	Distancia promedio de los camiones cargados por los caminos temporales	Km	0.43
V_{ctc}	Velocidad de los camiones cargados por los caminos temporales	Km/h	15
T_{mv}	Tiempo de movimiento del camión vacío	min	4.02
V_{cpv}	Velocidad de los camiones vacíos por los caminos permanentes	Km/h	25
V_{ctv}	Velocidad de los camiones vacíos por los caminos temporales	Km/h	10
T_c	Tiempo de carga de un camión	min	1.03
N_{cicl}	Cantidad de ciclos de excavación en un minuto	unidades/min	2.9
T_d	Tiempo de descarga de un camión	min	1
T_{manc}	Tiempo de maniobra para la carga	min	0.3
T_{mand}	Tiempo de maniobra en la descarga	min	1
N_v	Cantidad de viajes de un camión en un turno	unidades	46
T_t	Duración del turno de trabajo	min	540
T_{op}	Tiempo para realizar las operaciones preparatorias y finales	min	35
T_{des}	Tiempo de descanso	min	30
Q_{tcam}	Productividad de un camión por turno de trabajo	m^3/turno	196
E_{cam}	Capacidad del camión	m^3	4.48
Kll	Coeficiente de llenado del camión	-	0.95
N_{trab}	Cantidad necesaria de camiones por turno de trabajo	unidades/turno	2
P_{tc}	Productividad por turno de la cantera	m^3/turno	261.3
Ku	Coeficiente de utilización del camión	-	0.9
K_{irr}	Coeficiente de irregularidad de los viajes	-	1.2
N_{ci}	Camiones de volteo en inventario	unidades	3
K_{pt}	Coeficiente de preparación técnica	-	0.85

Tabla 2.11 Segundo año de explotación

Parámetro	Denominación del parámetro	u/m	Valor
Trt	Tiempo de recorrido total de un camión	min	9.1
T_{mc}	Tiempo de movimiento del camión cargado	min	2.48
d_{cp}	Distancia promedio de los camiones cargados por los caminos permanentes	Km	0.6
V_{cpc}	Velocidad de los camiones cargados por los caminos permanentes	Km/h	30
d_{ct}	Distancia promedio de los camiones cargados por los caminos temporales	Km	0.320
V_{ctc}	Velocidad de los camiones cargados por los caminos temporales	Km/h	15
T_{mv}	Tiempo de movimiento del camión vacío	min	3.38
V_{cpv}	Velocidad de los camiones vacíos por los caminos permanentes	Km/h	25
V_{ctv}	Velocidad de los camiones vacíos por los caminos temporales	Km/h	10
T_c	Tiempo de carga de un camión	min	1.03
N_{cicl}	Cantidad de ciclos de excavación en un minuto	unidades/min	2.9
T_d	Tiempo de descarga de un camión	min	1
T_{manc}	Tiempo de maniobra para la carga	min	0.3
T_{mand}	Tiempo de maniobra en la descarga	min	1
N_v	Cantidad de viajes de un camión en un turno	unidades	52.2
T_t	Duración del turno de trabajo	min	540
T_{op}	Tiempo para realizar las operaciones preparatorias y finales	min	35
T_{des}	Tiempo de descanso	min	30
Q_{tcam}	Productividad de un camión por turno de trabajo	m^3/turno	222.2
E_{cam}	Capacidad del camión	m^3	4.48
Kll	Coeficiente de llenado del camión	-	0.95
N_{trab}	Cantidad necesaria de camiones por turno de trabajo	unidades/turno	1
P_{tc}	Productividad por turno de la cantera	m^3/turno	61.3
Ku	Coeficiente de utilización del camión	-	0.9
K_{irr}	Coeficiente de irregularidad de los viajes	-	1.2
N_{ci}	Camiones de volteo en inventario	unidades	2
K_{pt}	Coeficiente de preparación técnica	-	0.85

Tabla 2.12 Tercer año de explotación

Parámetro	Denominación del parámetro	u/m	Valor
Trt	Tiempo de recorrido total de un camión	min	8.32
T_{mc}	Tiempo de movimiento del camión cargado	min	2.14
d_{cp}	Distancia promedio de los camiones cargados por los caminos permanentes	Km	0.6
V_{cpc}	Velocidad de los camiones cargados por los caminos permanentes	Km/h	30
d_{ct}	Distancia promedio de los camiones cargados por los caminos temporales	Km	0.235
V_{ctc}	Velocidad de los camiones cargados por los caminos temporales	Km/h	15
T_{mv}	Tiempo de movimiento del camión vacío	min	2.85
V_{cpv}	Velocidad de los camiones vacíos por los caminos permanentes	Km/h	25
V_{ctv}	Velocidad de los camiones vacíos por los caminos temporales	Km/h	10
T_c	Tiempo de carga de un camión	min	1.03
N_{cicl}	Cantidad de ciclos de excavación en un minuto	unidades/min	2.9
T_d	Tiempo de descarga de un camión	min	1
T_{manc}	Tiempo de maniobra para la carga	min	0.3
T_{mand}	Tiempo de maniobra en la descarga	min	1
N_v	Cantidad de viajes de un camión en un turno	unidades	57.1
T_t	Duración del turno de trabajo	min	540
T_{op}	Tiempo para realizar las operaciones preparatorias y finales	min	35
T_{des}	Tiempo de descanso	min	30
Q_{tcam}	Productividad de un camión por turno de trabajo	m^3/turno	243
E_{cam}	Capacidad del camión	m^3	4.48
Kll	Coeficiente de llenado del camión	-	0.95
N_{trab}	Cantidad necesaria de camiones por turno de trabajo	unidades/turno	1
P_{tc}	Productividad por turno de la cantera	m^3/turno	61.3
Ku	Coeficiente de utilización del camión	-	0.9
K_{irr}	Coeficiente de irregularidad de los viajes	-	1.2
N_{ci}	Camiones de volteo en inventario	unidades	2
K_{pt}	Coeficiente de preparación técnica	-	0.85

Tabla 2.13 Cuarto año de explotación

Parámetro	Denominación del parámetro	u/m	Valor
Trt	Tiempo de recorrido total de un camión	min	7.47
T_{mc}	Tiempo de movimiento del camión cargado	min	1.8
d_{cp}	Distancia promedio de los camiones cargados por los caminos permanentes	Km	0.6
V_{cpc}	Velocidad de los camiones cargados por los caminos permanentes	Km/h	30
d_{ct}	Distancia promedio de los camiones cargados por los caminos temporales	Km	0.150
V_{ctc}	Velocidad de los camiones cargados por los caminos temporales	Km/h	15
T_{mv}	Tiempo de movimiento del camión vacío	min	2.34
V_{cpv}	Velocidad de los camiones vacíos por los caminos permanentes	Km/h	25
V_{ctv}	Velocidad de los camiones vacíos por los caminos temporales	Km/h	10
T_c	Tiempo de carga de un camión	min	1.03
N_{cicl}	Cantidad de ciclos de excavación en un minuto	unidades/min	2.9
T_d	Tiempo de descarga de un camión	min	1
T_{manc}	Tiempo de maniobra para la carga	min	0.3
T_{mand}	Tiempo de maniobra en la descarga	min	1
N_v	Cantidad de viajes de un camión en un turno	unidades	63.6
T_t	Duración del turno de trabajo	min	540
T_{op}	Tiempo para realizar las operaciones preparatorias y finales	min	35
T_{des}	Tiempo de descanso	min	30
Q_{tcam}	Productividad de un camión por turno de trabajo	m^3/turno	270.7
E_{cam}	Capacidad del camión	m^3	4.48
Kll	Coeficiente de llenado del camión	-	0.95
N_{trab}	Cantidad necesaria de camiones por turno de trabajo	unidades/turno	1
P_{tc}	Productividad por turno de la cantera	m^3/turno	61.3
Ku	Coeficiente de utilización del camión	-	0.9
K_{irr}	Coeficiente de irregularidad de los viajes	-	1.2
N_{ci}	Camiones de volteo en inventario	unidades	2
K_{pt}	Coeficiente de preparación técnica	-	0.85

Tabla 2.14 Quinto año de explotación

Parámetro	Denominación del parámetro	u/m	Valor
Trt	Tiempo de recorrido total de un camión	min	7.26
T_{mc}	Tiempo de movimiento del camión cargado	min	1.68
d_{cp}	Distancia promedio de los camiones cargados por los caminos permanentes	Km	0.450
V_{cpc}	Velocidad de los camiones cargados por los caminos permanentes	Km/h	30
d_{ct}	Distancia promedio de los camiones cargados por los caminos temporales	Km	0.195
V_{ctc}	Velocidad de los camiones cargados por los caminos temporales	Km/h	15
T_{mv}	Tiempo de movimiento del camión vacío	min	2.25
V_{cpv}	Velocidad de los camiones vacíos por los caminos permanentes	Km/h	25
V_{ctv}	Velocidad de los camiones vacíos por los caminos temporales	Km/h	10
T_c	Tiempo de carga de un camión	min	1.03
N_{cicl}	Cantidad de ciclos de excavación en un minuto	unidades/min	2.9
T_d	Tiempo de descarga de un camión	min	1
T_{manc}	Tiempo de maniobra para la carga	min	0.3
T_{mand}	Tiempo de maniobra en la descarga	min	1
N_v	Cantidad de viajes de un camión en un turno	unidades	65.4
T_t	Duración del turno de trabajo	min	540
T_{op}	Tiempo para realizar las operaciones preparatorias y finales	min	35
T_{des}	Tiempo de descanso	min	30
Q_{tcam}	Productividad de un camión por turno de trabajo	m^3/turno	278.3
E_{cam}	Capacidad del camión	m^3	4.48
Kll	Coeficiente de llenado del camión	-	0.95
N_{trab}	Cantidad necesaria de camiones por turno de trabajo	unidades/turno	1
P_{tc}	Productividad por turno de la cantera	m^3/turno	61.3
Ku	Coeficiente de utilización del camión	-	0.9
K_{irr}	Coeficiente de irregularidad de los viajes	-	1.2
N_{ci}	Camiones de volteo en inventario	unidades	2
K_{pt}	Coeficiente de preparación técnica	-	0.85

II.12 Cálculo de la productividad del buldózer.

El cálculo de la productividad por turno del buldózer se realiza mediante la fórmula siguiente:

$$P_t = \frac{3600 \cdot T_t \cdot V \cdot K_a \cdot K_u \cdot K_i}{K_e \cdot T_c} ; \ m^3/turno$$

Donde:

T_t - Duración del turno.

K_u - Coeficiente de utilización del buldózer en el tiempo.

K_a -Coeficiente que tiene en cuenta el aumento del rendimiento cuando la cuchilla del buldózer tiene una forma de caja.

K_p - Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas durante el traslado.

K_i - Coeficiente que tiene en cuenta la pendiente del terreno donde trabaja el buldózer.

V - Volumen del material en estado mullido que se traslada con la cuchilla del buldózer

K_e - Coeficiente de esponjamiento de la roca.

T_c - Tiempo de ciclo.

$T_c=l_1/v_1+l_2/v_2+(l_1+l_2)/v_3+t_c+2T_g$

Donde:

l_1 -Longitud para cortar el volumen V de la cuchilla del buldózer.

v_1 -Velocidad de movimiento del buldózer durante el corte.

l_2 -Distancia que recorre el buldózer cargado.

v_2 -Velocidad de movimiento del buldózer cargado.

v_3 -velocidad de movimiento del buldózer vacío.

t_c -tiempo para el cambio de las velocidades.

T_g -tiempo de giro del buldózer.

Tabla 2.15 Valores de los parámetros utilizados para determinar la productividad por turno del buldózer.

Símbolo	Denominación del parámetro	*I.10 u*	*I.11 Va*
P_t	Productividad del buldózer m^3 por turno	m^3/t	421.2
T_t	Duración del turno	h	9
K_u	Coeficiente de utilización del buldózer en el tiempo	-	0.78
K_i	Coeficiente que tiene en cuenta la pendiente del terreno	-	0.98
K_a	Coeficiente que tiene en cuenta el aumento del rendimiento	-	1
K_p	$K_p=1-(L_2*ß)$	-	0,8
L_2	Longitud de traslado	m	18
ß	Coeficiente que depende del tipo de roca	-	0,008
V	$V=(L*h^2)/2*tang\alpha$		1.88
L	Longitud de la cuchilla del buldózer	m	4.46
h	Altura de la cuchilla del buldózer	m	1.1
α	Angulo del material durante el traslado	grados	30
K_e	Coeficiente de esponjamiento	-	1.5
T_c	Tiempo de ciclo	s	73.7
l_1	Longitud para cortar el volumen V de la cuchilla del buldózer	m	7
v_1	Velocidad de movimiento del buldózer durante el corte	m/s	0.7
l_2	Distancia que recorre el buldózer cargado	m	18
v_2	Velocidad de movimiento del buldózer cargado	m/s	1.0
v_3	Velocidad de movimiento del buldózer vacío	m/s	1.5
t_c	Tiempo para el cambio de las velocidades	s	9
T_g	Tiempo de giro del buldózer	s	10

II.13 Destape

Durante la ejecución de este proyecto, es decir para los cinco años de explotación de la cantera para los cuales está determinado, en los primeros cuatro años no se realizará transporte de roca estéril hacia la escombrera debido a que los volúmenes a extraer en estos años se pueden obtener de los frentes (203,187, 176 y 161), estos se encuentran previamente destapados, siendo solo en el quinto año que se realizarán trabajos de destape, para garantizar la continuidad de los trabajos en el año siguiente al de culminación del proyecto en cuestión, este volumen será enviado a la escombrera seleccionada.

II.14 Escombrera

En este proyecto se prevé que el transporte de la roca estéril se realice hacia una escombrera exterior, la cual tiene capacidad suficiente para recibir este material y se encuentra situada al este de la cantera como se muestra en el mapa topográfico. La descarga de la roca por el camión en la escombrera se hará de forma periférica.

II.15 Desagüe de la cantera

De los datos del informe geológico se deduce que el yacimiento posee condiciones hidrogeológicas favorables para la explotación, por lo que no será necesario realizar grandes trabajos que vayan destinados al desagüe, pues a pesar de ser un yacimiento totalmente seco, en época de lluvia estas se infiltran con gran facilidad, permitiendo que no halla que destinar tiempo para la evacuación de las aguas, el manto freático está por debajo de la zona que se prevé extraer(cota 100). No existe peligro de inundación en la cantera proyectada con las aguas pluviales, ya que es del tipo de elevado montañoso en ladera. Para evitar la posible acumulación de agua en los frentes se deben construir las trincheras de accesos que favorezcan al desagüe del lugar y tratar en lo posible de no crear desniveles dentro de la zona de trabajo.

II.16 Plan calendario

Primer año de explotación

En este año se trabajará en el avance de los frentes 203, 187 y 176 en ese mismo orden como se había visto en el acápite II.8, para satisfacer la demanda de producción destinada para las islas Bahamas y la de consumo nacional, los volúmenes de extracción por horizontes se muestra en la tala 2.16.

Tabla 2.16 Volúmenes de extracción por cada horizonte en extracción en el primer año

Horizontes de extracción	**Volumen de extracción**
203	20 700
187	29 970
176	14 646.38
Total del año	65 316.38

La cantidad de equipos necesarios para acometer estos trabajos se muestran en la tabla 2.17.

Tabla 2.17 Equipamiento necesario en el primer año

Equipamiento	**Cantidad**
Cargador UNC 200	1
Camión KRAZ 256 B	2

Segundo año de explotación

En este año se continuarán los de extracción de roca útil en el horizonte 176 y el volumen extraído se muestra en la tabla 2.18

Tabla 2.18 Volúmenes de extracción por cada horizonte en extracción en el segundo año

Horizonte de extracción	**Volumen de extracción**
176	15 316.38
Total del año	15 316.38

Los equipos necesarios utilizados en la realización de estos trabajos se muestran en la tabla 2.19

Tabla 2.19 Equipamiento necesario en el segundo año

Equipamiento	**Cantidad**
Cargador UNC 200	1
Camión KRAZ 256 B	1

Nota: La extracción se comenzará por donde quede la extracción del año anterior y se desplazará hasta lograr el volumen planificado.

Tercer año de explotación

Este año se seguirá extrayendo roca útil del horizonte 176 hasta lograr la dirección de este como se había previsto, y a continuación se trabajará en el horizonte 161 hasta alcanzar el volumen planificado para este año, los volúmenes de extracción se muestran en la tabla 2.20

Tabla 2.20 Volúmenes de extracción por cada horizonte en extracción en el tercer año

Horizontes de extracción	**Volumen de extracción**
176	7 771.99
161	7 544.39
Total del año	15 316.38

Los equipos necesarios utilizados en la realización de estos trabajos se muestran en la tabla 2.21

Tabla 2.21 Equipamiento necesario en el tercer año

Equipamiento	**Cantidad**
Cargador UNC 200	1
Camión KRAZ 256 B	1

Cuarto año de explotación

Este año se seguirá extrayendo roca útil del horizonte 161 hasta alcanzar el volumen planificado para este año, el volumen de extracción se muestran en la tabla 2.22

Tabla 2.22 Volúmenes de extracción por cada horizonte en extracción en el cuarto año

Horizontes de extracción	**Volumen de extracción**
161	15 316.38
Total del año	15 316.38

Los equipos necesarios utilizados en la realización de estos trabajos se muestran en la tabla 2.23

Tabla 2.23 Equipamiento necesario en el cuarto año

Equipamiento	**Cantidad**
Cargador UNC 200	1
Camión KRAZ 256 B	1

Quinto año de explotación

Este año se seguirá extrayendo roca útil del horizonte 161 hasta lograr la dirección de este como se había previsto, y a continuación se trabajará en el horizonte 120 para culminar con el volumen planificado para este año, los volúmenes de extracción se muestran en la tabla 2.24

Tabla 2.24 Volúmenes de extracción por cada horizonte en extracción en el quinto año

Horizontes de extracción	**Volumen de extracción**
161	10 978.23
120	4 338.15
Total del año	15 316.38

Los equipos necesarios utilizados en la realización de estos trabajos se muestran en la tabla 2.225

Tabla 2.25 Equipamiento necesario en el primer año

Equipamiento	**Cantidad**
Cargador UNC 200	1
Camión KRAZ 256 B	1
Buldózer FIAT FD-20	1

CAPITULO III TECNICAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL TRABAJO EN LA CANTERA

III.1 Reglas generales

1. La entidad que explote a cielo abierto un yacimiento o cantera deberá poseer los siguientes documentos:

- Documentación topográfica y geológica correspondiente.
- Proyecto de explotación aprobado por el organismo competente.

2. En las áreas en las que no existan los requisitos de seguridad adecuado, sólo se podrán realizar los trabajos encaminados a eliminar dichas condiciones.

3. Los requisitos de seguridad de cada puesto de trabajo y equipo serán comprobados diariamente antes de comenzar cada turno y modo regular durante el transcurso del mismo.

4. Se prohíbe obstruir las áreas de trabajo o las áreas de acceso a éstas, con rocas u objetos que dificulten el tráfico libre de personas y equipos.

Al cesar las labores, los equipos utilizados en el frente de extracción y en el transporte de materiales se situarán en un lugar seguro, con la cabina cerrada y la fuente de alimentación.

5. Cuando los equipos con mecanismo articulado (cuchara de la excavadora, cuchilla del buldózer, etc) no se encuentran trabajando éstos mecanismos descansarán en el suelo.

6. Se prohíbe descansar en los frentes de trabajo cerca de los taludes de las terrazas y de los mecanismos en funcionamiento, en las vías de acceso y sus inmediaciones y debajo de los equipos estacionados.

7. Durante la descarga, carga, trituración de rocas a mano y otros trabajos similares, los trabajadores usarán gafas protectoras con cristales irrompibles y guantes apropiados para el tipo de labor.

8. Las excavaciones que presentan peligros de caídas para las personas, serán aisladas convenientemente colocándose letreros preventivos en las zonas de mayor peligrosidad.

9. En los escalones inactivos y que en su situación se pueden utilizar para comunicarse con otros lugares de trabajo, se podrán instalar escaleras sólidas, con

pasamanos por ambos lados, con una inclinación no mayor de 60^0, para el caso de que la altura del escalón sea superior a los 10 m, las escaleras tendrán un ancho no menor de 0,8 m, y contarán con descansos laterales situados cada 10 m como máximo, siendo los mismos fuertes y resistentes con una baranda no menor de 0,5 m de altura.

10. Se prohibe el traslado de personas de un escalón a otro por los taludes o aprovechando los amontonamientos de rocas en los laterales del mismo.

11. Durante el trabajo en los escalones se efectuará de forma sistemática la limpieza de las rocas colgantes, con los aditamentos previstos para estos casos.

III.2 Determinación de las distancias de seguridad en los trabajos de voladura

En el caso de este proyecto entre los requisitos de la tarea técnica, se pide determinar el radio de acción de las vibraciones sísmicas producidas por las voladuras teniendo en cuenta las cercanías de las instalaciones y de la masa total de explosivos utilizada en las voladuras; para ello utilizaremos la NRIMC 126-49.

Las distancias de seguridad se determinan según los siguientes factores:

- Acción sísmica de la explosión
- Acción de la onda expansiva
- Vuelo de los diferentes pedazos de roca

De las distancias de seguridad calculadas se toma la mayor y desde los límites de los bloques a volar en el escalón de la cantera, se marca un radio igual a la distancia de seguridad. Las personas, mecanismos, edificios e instalaciones deben estar fuera de la zona de peligro.

III.3 Medidas en los trabajos de perforación

1. Las carretillas barrenadoras se colocarán niveladas en la plataforma de trabajo y se situarán de tal forma que el equipo se encuentre fuera del prisma de derrumbe del talud.
2. Se prohibe nivelar las carretillas barrenadoras colocando rocas u otros materiales por debajo.
3. Las carretillas barrenadoras se trasladarán con la torre puesta en posición de traslado y la barrena montada o fijada con seguridad.

4. Durante el traslado de la carretilla barrenadora se prohibe que personas permanezcan sobre la misma, excepto cuando esta sea autopropulsada.

5. en la perforación de los barrenos se tomarán medidas para evitar el desplazamiento de las carretillas.

6. Durante la perforación de los barrenos de la primera fila la perforadora se colocará de modo que el eje frontal quede paralelo al borde del escalón.

7. La boca del barreno o taco se limpiará de pedazos de roca y polvo de las perforaciones a una distancia no menor de 35 cm.

8. Los barrenos se taponarán convenientemente, quedando prohibido retirar el tapón hasta que se realice el proceso de carga.

III.4 Medidas en los frentes de trabajo de la mina

1. Los ángulos de los taludes se determinan para el proyecto de explotación.
2. El equipamiento minero y de transporte en las plazoletas de trabajo deberán estar situados fuera de los límites del prisma de derrumbe.
3. Para el espacio de un escalón de trabajo a un escalón inactivo, se deberá dejar bermas de seguridad con un ancho no menor de la tercera parte de las distancias por la vertical entre las bermas contiguas. Estas bermas deberán dejarse cada tres escalones. Durante este proceso se deberán conservar el ángulo general de inclinación del borde de la mina establecido por el proyecto.
4. En todos los casos las bermas deberán tener un ancho que asegure la limpieza mecánica de las mismas.
5. Se deberá realizar un control sistemático del estado del macizo que se laborea.

III.5 Medidas en los trabajos en la escombrera

1. Durante la colocación de la roca estéril en las escombreras en las laderas, deberán ser previstas medidas especiales que no permitan el deslizamiento de la escombrera.
2. La altura de la escombrera, los ángulos de los taludes, el prisma de derrumbe, la velocidad de avance se establecen en dependencia de las propiedades

físico-mecánicas de la roca del escombro y la de su base, método de formación de la escombrera y del relieve del lugar.

3. La selección de los sectores para la localización de las escombreras deberá ser precedida por investigaciones ingeniero-geológicas, en el proyecto deberá ser dada una caracterización detallada de los suelos en los sectores destinados a la localización de las escombreras.
4. La localización de las escombreras deberá realizarse en correspondencia con las exigencias de las normas sanitarias de proyección.
5. De presentarse indicios de deslizamiento en la escombrera, se suspenderán los trabajos hasta que se determinen las medidas de seguridad y el método de trabajo correspondiente.
6. Los equipos de transporte del escombro descargarán el mismo en los lugares previstos por el pasaporte de trabajo en la escombrera, las cuales encontrarán fuera del prisma de derrumbe.
7. En las escombreras formadas por buldózer la berma deberá tener en todo el frente de descarga una inclinación no menor de 3^0, dirigido del borde del talud a la profundidad de la escombrera, y en toda la longitud del borde deberá tener un montículo del mismo material de escombrera con una altura no menor de 0.7 m y un ancho no menor de 1.5 m.
8. En los trabajos realizados en las escombreras con buldózer, dichos equipos sólo podrán acercarse al borde del talud cuando se desplacen empujando el material hacia la escombrera.
9. Queda prohibido arrojar las aguas superficiales y residuales a las escombreras.

III.6 Medidas de seguridad para el trabajo con camiones de volteo

Se prohibe durante el trabajo con los camiones de volteo lo siguiente:

1. Ponerlos en movimiento con la caja de volteo levantada.
2. Pasar por encima de los cables tendidos en el terreno sin protectores especiales de seguridad.
3. Transportar personas en el cajón de volteo, y fuera de la cabina.
4. Dejarlos estacionados en las cuestas o pendientes.

5. Sobrepasar su capacidad de carga.
6. Cuando en un terreno inclinado resulte obligada la parada de un camión por deficiencias técnicas, se adoptarán las siguientes medidas:

- Frenar el equipo
- Desconectar el motor
- Poner la velocidad correspondiente según la inclinación
- Colocar calzos bajo las ruedas(todos los equipos estarán previstos de estos calzos)

III.7 Medidas de seguridad para el trabajo con buldózer

1. Para buldózer con esteras, durante su movimiento, queda prohibido salir de la cabina y caminar sobre las orugas.
2. Para revisar la cuchilla del buldózer por su parte inferior, es necesario que la misma descanse en un apoyo seguro y que el motor permanezca desconectado.
3. Se prohibe el trabajo transversalmente a pendientes empinadas.
4. Los ángulos máximos del talud del frente de trabajo del buldózer no deberán ser mayores en la subida 25^0 y en bajada 30^0.

III.8 Medidas de seguridad en las vías de acceso

1. La distancia mínima de visibilidad a considerar para la construcción de las vías de acceso, se ajustará a la tabla siguiente:

Ancho del equipo; m	Capacidad de carga; t	Movimiento de una sola dirección	Movimiento en dos direcciones		
			Categoría de las vías		
			I	II	III
2.40	Hasta 7	3.50	7.5	7	6.5
2.65	10	3.50	7.5	7	7
2.75	16	3.75	8	7.5	7
3.22	25	4.25	9	8.5	8
3.4-3.6	27-48	4.50	9.5	9	8.5-9
Hasta 4.5	45-120	7.00	10.5	12	-

2. El ancho de las vías de acceso, está en dependencia del tipo de medio de transporte, su capacidad de carga y la categoría de la vía se ajustará a la tabla anterior.
3. Los radios de giro mínimos de las vías, según la categoría de las mismas se expresan en la tabla siguiente:

Dumpers y camiones semirremolques	Categoría del camino			Capacidad del camino
	I	II	III	
Con radio de giro mínimo del camión de 9 m				
a) En condiciones normales	25	20	15	5-7
b) En trincheras, acceso y bermas	20	15	15	5-7
Con radio de giro mínimo del camión de 12 m				
a) En condiciones normales	30	25	20	10-27
Con radio de giro mínimo del camión de 14 m				
a) En condiciones normales	35	30	29	40-60
b) En trincheras, acceso y bermas	30	25	20	40-60

4. Las vías a través de trinchera de corte se construirán dejando una distancia no menor de 1.5 m, del borde, a ambos lados de la trinchera.
5. En las vías utilizadas para el tránsito de vehículos cargados, el ángulo de inclinación longitudinal no excederá el 10 %. En trabajos con tractores, dicho ángulo podrá llegar hasta 15 %.
6. Cuando se trate de vehículos vacíos, el ángulo antes referido no excederá de 15%.
7. En las vías inclinadas de considerables extensión se construirán secciones horizontales intermedias, de longitud no inferior a 50 m, (excluyendo las curvas verticales correspondientes), y con un ángulo de inclinación que no exceda el 25%.
8. Estas secciones no estarán separadas entre sí por una distancia mayor de 500 m.
9. Las vías en sus curvas tendrán un ángulo de inclinación transversal del 6%.
10. Esta inclinación se dirigirá hacia e origen del radio de curvatura.
11. Las vías que se construyan en laderas cuya pendiente sea de 30^0 o más tendrán un ángulo de inclinación transversal de 2%. La inclinación de las vías estará dirigida hacia el lado contrario del borde de la ladera.
12. Se organizará el riego regular de las vías con agua u otras sustancias, con fines de atenuar el polvo.
13. Se prohibe la circulación de los equipos de carga con las vías durante la niebla y lluvias fuertes.

III.9 Desagüe y desecación

1. Se garantizará el desagüe en primer orden, de aquellas áreas de explotación que no posean un drenaje natural de las aguas superficiales o subterráneas.
2. Si en el área de explotación se producen deslizamientos, la superficie del macizo que se desliza debe rodearse de zanjas protectoras que eviten el paso de las aguas superficiales.
3. Las zanjas que se utilicen como desagües y que estén situadas en lugares transitables se rodearán de barandas y tendrán avisos de prevención.

4. El agua drenada debe conducirse hasta un lugar que excluya la posibilidad de su retorno por las grietas o rocas permeables, o la formación de pantanos en terrenos cercanos.
5. Las tuberías sobre la superficie estarán dispuestas en forma que garanticen la perfecta circulación de las aguas.

CAPÍTULO IV PARTE MEDIO AMBIENTAL

En el artículo 41 inciso c) de la Ley de Minas se expresa que: “Todos los concesionarios están obligados a preservar adecuadamente el medio ambiente y las condiciones ecológicas del área objeto de la concesión elaborando estudios de impacto ambiental y planes para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar dicho impacto derivado de sus actividades, tanto en dichas áreas como en las áreas y ecosistemas vinculados a aquellos que puedan ser afectados”.

Por eso, en este capítulo se trata de identificar, predecir y prevenir las alteraciones ambientales producidas por las actividades extractivas hasta el procesamiento de la materia prima.

La mayor parte de las actividades que desarrollan en la cantera por los trabajadores o por los medios son en mayor o menor medida agresivas para la naturaleza. La minería reviste especial interés, ya que después de proceder a la extracción de los recursos naturales si no existe una restauración posterior, los terrenos quedan en una situación de degradación sin posibilidades reales de aprovechamiento.

El reacondicionamiento de estos terrenos puede ir desde la reduplicación de las condiciones exactas originales, que es cuando se debe hablar con rigor de restauración, hasta el intento de conseguir un aprovechamiento nuevo y sustancialmente diferente al que correspondía a la situación primitiva que es a la que vamos a hacer énfasis dadas las condiciones de nuestra cantera.

IV.1 Evaluación del impacto producido por la explotación minera

Se identificaron los siguientes impactos:

Sobre el suelo

- Degradación del suelo, pérdida de la calidad o cantidad de suelo y esto puede deberse a varios procesos principalmente por el proceso de erosión. El proceso de degradación más importante es la pérdida de suelo por acción del agua, el viento y los movimientos masivos o, más localmente, la acción de los vehículos y el pisoteo de los trabajadores. Sólo es grave en algunas áreas, sus efectos acumulativos y a largo plazo ofrecen preocupación.

Sobre la atmósfera

- Existencia de grandes cantidades de polvo en el ambiente producto al movimiento de los camiones, la trituración de las rocas en el molino, las voladuras, descarga en el molino, en la carga del producto terminado, por la acción del viento sobre superficies cubiertas de partículas finas, en la formación de escombreras y en la barrenación primaria.
- La acción del ruido, debido a las voladuras, a la trituración de la roca, el que provoca el molino y movimiento de los equipos de carga y de transporte.
- Gases tóxicos (en pequeñas cantidades) productos de las voladuras, aunque estas se desaparezcan rápidamente.

Sobre la vegetación

- Deforestación irreversible de la zona de cantera producto de la extracción del material útil.

Sobre el paisaje

- Pérdida de la calidad del paisaje producto de la extracción del material útil y la conformación de la cantera al final de la explotación.

IV.2 Medidas de protección y mitigación

Entre las medidas encontramos las siguientes:

1. Realizar periódicamente un control de polvo en todo el establecimiento.
2. Se realizará un estudio ambiental y de diseño de un sistema captador de polvo en cada descarga de producto final.
3. Evitar la tala indiscriminada de árboles.
4. Instalar un sistema colector de polvo a la carretilla barrenadora.
5. Riego de agua o estabilizantes químicos a los caminos una o dos veces en el turno de trabajo.
6. Realizar pantallas rompe viento donde se pueda, para disminuir los efectos del viento en el suelo y así disminuir la erosión.
7. Los camiones de carga de mineral transitarán a una velocidad moderada por los caminos para no generar gran cantidad de polvo.
8. Realizar una correcta explotación del yacimiento que permita la utilización a largo plazo de la cantera para otros fines económicos y sociales.

9. Eliminación de montículos y repies en el área de explotación.
10. Limpieza de las áreas de drenaje de la instalación y de la cantera.
11. Cuando se llegue al piso de la cantera se reforestará.
12. Cuando los medios utilizados no garanticen la disminución necesaria de polvo en el medio ambiente, se procederá a la hermetización de la cabina de los equipos y a la instalación de dispositivos que suministren aire purificado a la misma.
13. Se prohibe el acceso de personas al área de explotación en la cual se haya realizado una voladura masiva hasta que se compruebe que la concentración de gases nocivos no excede de los límites establecidos.
14. En las explotaciones con emanaciones de gases nocivos se realizará un análisis del ambiente trimestralmente como mínimo.

CAPITULO V PARTE ECONÓMICA

En este capítulo se realizó el cálculo del costo de 1 m^3 de extracción de roca útil, detallado para 5 años de explotación de la cantera, pudiendo encontrarse en las tablas de la 5.6 a la 5.10.

En la tabla 5.3 se relaciona la plantilla de personal con el correspondiente gasto de salario anual.

El análisis de los indicadores técnico- económico aparece reflejado en la tabla 5.12 , se detallaron los gastos de los trabajos de extracción de roca útil, el costo unitario así como la ganancia que obtiene la empresa de la producción del volumen extraído para los cinco años.

A continuación se ofrece una relación de tablas que constituyen la evaluación económica del proyecto, siendo demostrativas de los gastos de la cantera para 5 años, así como otros indicadores de interés con relación a la proyección valorada económicamente.

V.1 Costo (monto) de Inversión

Trabajos de formación de la escombrera

Tabla 5.1 Costo de inversión en los trabajos en la escombrera por concepto de equipamiento

No.	Equipamiento	U. M.	Cantidad	Valor Actual
1	Bulldozer FIAT FD 20	U	1	26310.96
Total			***1***	***26 310.96***

Trabajos de Extracción de Roca Útil

Tabla 5.2 Costo de inversión en los trabajos de extracción de roca útil por concepto de equipamiento

No.	Equipamiento	Cantidad	Valor Actual	Total
1	Camión volteo Kraz 256-B	2	7508.75	15017.5
2	Martillo Hidráulico Atlas Copco	1	35307.55	35307.55
3	Cargador Frontal UNC-200	1	30980.24	30980.24
Total		***4***	***73 796.54***	***81 305.29***

Tabla 5.3 Gasto de fondo de salario anual

Ocupación	Cantidad	TERU
Administrador	1	3180
Encargado de asuntos administrativos	1	2376
Chofer “D”	1	1843.2
Chofer “C”	1	2131.2
Cocinero	1	1944.12
Custodio	3	1716
Técnico en explotación de yacimientos y análisis de la calidad	1	2772
Operador (A) de buldózer	1	2424.48
Operador del cargador	2	2127.12
Operador del equipo de barrenación	2	2424.48
Electricista	2	2973.36
Operador del martillo hidráulico	1	2973.76
Mecánico “A” automotor	1	2790.36
Mecánico “B” industrial	1	2607.36
Operador de planta de cantera	1	2058.48
Chóferes “B”	2	2310

Ayudante de canteras	1	1783.92
Total	**23**	**40435.44**

Nota: El fondo de salario de los trabajos de extracción de roca útil se mantiene constante para los 5 años que se detallan.

Tabla 5.4 Fondo de Amortización

No del Año	T.E.R.U
	(Pesos)
1er Año	21523.35
2do Año	21523.35
3er Año	21523.35
4to Año	21523.35
5to Año	21523.35
Total	**107616.25**

Tabla 5.5 Consumo de materiales

No del Año	Trabajos de Extracción de la materia prima	
	MN	**USD**
1er Año	11234.65	5919.2
2do Año	6686.76	3522.58
3er Año	6686.76	3522.58
4to Año	6686.76	3522.58
5to Año	6686.76	3522.58
I.1.6 Total	**37981.69**	**20009.52**

V.2 Cálculo del costo de producción de la cantera

A continuación se muestra el costo de producción de la cantera para los cinco años de explotación de la cantera.

Tabla 5.6 Costo de producción de la cantera para el primer año

No.	Elementos del Costo	Trabajos de Extracción de la roca útil					
		Gasto			Gasto por m^3 de producción		
		MN	USD	Total	MN	USD	Total
1.	Consumo material	11234.65	5919.2	17153.85	0.11	0.06	0.17
2.	Fondo de Salario	40435.44		40435.44	0.39	-	0.39
3.	Contribución a la Seguridad Social	8602.27		8602.27	0.083		0.083
4.	Fondo de Amortización	21523.35		21523.35	0.21		0.21
5.	Otros gastos Monetarios	3840.00		3840.00	0.037		0.037
6.	Costo de la producción de la Cantera	85635.71	5919.2	91554.91	0.88	0.06	0.94

Tabla 5.7 Costo de producción de la cantera para el segundo año

No.	Elementos del Costo	Trabajos de Extracción de la materia prima					
		Gasto			Gasto por m^3 de prod.		
		MN	USD	Total	MN	USD	Total
1.	Consumo material	6686.76	3522.58	10209.26	0.3	0.17	0.5
2.	Fondo de Salario	40435.44		40435.44	1.9		1.98
3.	Contribución a la Seguridad Social	8602.27		8602.27	0.4		0.42
4.	Fondo de Amortización	21523.35		21523.35	1.1		1.1
5.	Otros gastos Monetarios	1300		1300	0.06		0.06
6.	Costo de la producción de la Cantera	78547.82	3522.58	82070.4	3.85	0.17	4.0

Tabla 5.8 Costo de producción de la cantera para el tercer año

No.	Elementos del Costo	Trabajos de Extracción de la materia prima					
		Gasto			Gasto por m^3 de prod.		
		MN	USD	Total	MN	USD	Total
1.	Consumo material	6686.76	3522.58	10209.26	0.3	0.17	0.5
2.	Fondo de Salario	40435.44		40435.44	1.9		1.98
3.	Contribución a la Seguridad Social	8602.27		8602.27	0.4		0.42
4.	Fondo de Amortización	21523.35		21523.35	1.1		1.1
5.	Otros gastos Monetarios	1300		1300	0.06		0.06
6.	Costo de la producción de la Cantera	78547.82	3522.58	82070.4	3.85	0.17	4.0

Tabla 5.9 Costo de producción de la cantera para el cuarto año

No.	Elementos del Costo	Trabajos de Extracción de la materia prima					
		Gasto			Gasto por m^3 de prod.		
		MN	USD	Total	MN	USD	Total
1.	Consumo material	6686.76	3522.58	10209.26	0.3	0.17	0.5
2.	Fondo de Salario	40435.44		40435.44	1.9		1.98
3.	Contribución a la Seguridad Social	8602.27		8602.27	0.4		0.42
4.	Fondo de Amortización	21523.35		21523.35	1.1		1.1
5.	Otros gastos Monetarios	1300		1300	0.06		0.06
6.	Costo de la producción de la Cantera	78547.82	3522.58	82070.4	3.85	0.17	4.0

Tabla 5.10 Costo de producción de la cantera para el quinto año

No.	Elementos del Costo	Trabajos de Extracción de la materia prima					
		Gasto			Gasto por m^3 de prod.		
		MN	USD	Total	MN	USD	Total
1.	Consumo material	6686.76	3522.58	10209.26	0.3	0.17	0.5
2.	Fondo de Salario	40435.44		40435.44	1.9		1.98
3.	Contribución a la Seguridad Social	8602.27		8602.27	0.4		0.42
4.	Fondo de Amortización	21523.35		21523.35	1.1		1.1
5.	Otros gastos Monetarios	1300		1300	0.06		0.06
6.	Costo de la producción de la Cantera	78547.82	3522.58	82070.4	3.85	0.7	4.0

Tabla 5.11 Costo de la producción de la cantera en el Quinquenio proyectado

No.	Elementos del Costo	Trabajos de Extracción de la materia prima					
		Gasto			Gasto por m^3 de prod.		
		MN	USD	Total	MN	USD	Total
1.	Consumo material	37981.69	20009.52	57991.21	0.24	0.13	0.37
2.	Fondo de Salario	202177.2		202177.2	1.3		1.3
3.	Contribución a la Seguridad Social	48868.4		48868.4	0.3		0.3
4.	Fondo de Amortización	107616.25		107616.25	0.7		0.7
5.	Otros gastos Monetarios	9040.00		9040.00	0.06		0.06
6.	Costo de la producción de la Cantera	243941.78	20009.52	263951.3	2.6	0.13	2.73

V. 3 Principales indicadores Técnico – Económicos

Tabla 5.12 Indicadores técnico económicos para los cinco años

Indicadores	No de Años				
	1^{er}	2^{do}	3^{ro}	4^{to}	5to
Volumen de producción	95400	20400	20400	20400	20400
Ventas	424638	94860	94860	94860	94860
Costo Producción de la cantera	91554.91	82070.4	82070.4	82070.4	82070.4
Costo unitario	0.94	4.0	4.0	4.0	4.0
Ganancia neta	333083.09	12789.6	12789.6	12789.6	12789.6

CONCLUSIONES

Analizando los resultados obtenidos en este trabajo se destacan las siguientes conclusiones:

1. Toda la proyección se realizó dentro de los límites de la concesión minera.
2. El trabajo cumple con los requisitos establecidos por la empresa.
3. Utilizando como parámetros fundamentales de la cantera los determinados en el proyecto, se logra una mayor organización y eficiencia de los trabajos, así como la seguridad de los trabajadores y la, protección del equipamiento.
4. Con el avance de los frentes 203, 197, 176, 161, en la dirección establecida, se obtiene una mejor conformación de la cantera y además proporciona el avance posterior (como se destaca en el acápite II.9) de ellos con mayor organización y eficiencia.
5. Se logra realizar la retrituración de las rocas sobremedidas, después de haber sido amontonadas, con un martillo rompedor hidráulico Atlas Copco HM 720, en dos turnos de trabajo al finalizar cada semestre.
6. Para la carga del material útil es suficiente un cargador UNC 200 y para el transporte con dos camiones KRAZ 256 B en el primer año y en los posteriores uno.
7. La explotación de la cantera en estos cinco años es económicamente rentable.
8. Aplicando este proyecto de explotación en el yacimiento “Quiñones” se logra la extracción racional y eficaz de este.

RECOMENDACIONES

A medida se vaya extrayendo roca útil y a la vez se avance cada uno de los frentes es preciso garantizar:

1. Control topográfico de todas las labores que se realicen en la cantera.
    - Replanteo de las voladuras y control de los resultados.
    - Control de las cotas de los pisos, siendo estos los proyectados.
    - Actualización sistemática de los horizontes de trabajo.

2. Los trabajos de la eliminación de las rocas sobremedidas en todos los frentes en explotación.

3. Que el equipamiento minero esté en perfectas condiciones para comenzar la explotación. El cumplimiento de las medidas de protección del trabajo en las diferentes áreas de explotación.

4. Que se mantengan los valores de los parámetros fundamentales de la cantera tanto los establecidos como los calculados.

5. La aplicación del sistema de explotación determinado en el proyecto para los cinco años.

BIBLIOGRAFIA

1. Atlas Copco (Cuba). Krupp Hydraulic Attachments.
2. Atlas Copco (Cuba).Martillos Hidráulicos en la Explosión.
3. BORISOV, S.KLOKOV, M. GORNOVOI, B. Labores mineras. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y educación, 1986.480 p.
4. Elementos de la Mecánica de los Macizos Rocosos. Roberto Blanco. Editorial. Félix Varela. La Habana, 1998. p 122.
5. Empresa geólogo-minera. Informe sobre la búsqueda orientativa y detallada de piedra para la construcción Loma el Chivo Quiñones. 1983.
6. López Jimeno, C, López Jimeno, E, Pernia Llera, Jose M., Pla Ortiz de Urbina, Fernando. Manual de Perforación y Voladura de Rocas. Instituto Geológico y Minero de España. 1988. 442 p.
7. Ministerio de la industria de materiales de construcción. Norma ramal 10.002. Minería a cielo abierto. Parte geológica. Metodología de confección. 1990. 3 p.
8. Ministerio de la industria de materiales de construcción. Norma ramal 055. Minería a cielo abierto. Proyecto de explotación. Metodología de confección. 1986. 3 p.
9. Ministerio de la industria de materiales de construcción. Norma ramal 126-49. Minería a cielo abierto. Proyecto de explotación. Técnica de seguridad y medidas de protección del trabajo en minería a cielo abierto.
10. OCHOA LAMORU, Orlando. Actualización del proyecto de explotación del yacimiento: Coliseo. Tesis de grado. ISMM, 2003. 55 p.
11. OTAÑO NOGUEL, José. Fragmentación de rocas con explosivos. Ciudad de La Habana: Editorial Pueblo y educación, 1980.
12. OTAÑO NOGUEL, José. Fragmentación de rocas. La Habana: Editorial Félix Varela, 1998. 560 p.
13. Unión Latinoamericana de Explosivos. S.A. (Cuba). Detonador no Eléctrico Tecnel.
14. Unión Latinoamericana de Explosivos. S.A. (Cuba). Explosivos y Agentes Explosivos.