



**INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO**  
**“Dr. Antonio Núñez Jiménez”**  
**FACULTAD GEOLOGÍA – MINERÍA**  
**Carrera Minería**

*Trabajo de Diploma  
en Opción al Título de Ingeniero de  
Minas.*

**Titulo: Actualización del Proyecto de Explotación  
de la Cantera " Mucaral".**

**Autor: Yohanlena Delisle Bell.**

**Tutores: Dr. C. Roberto L .Watson Quesada.  
M. Sc. Juan Venturas Rams Veranes.**

**Moa – 2004**

**“Año del 45 Aniversario del Triunfo de la Revolución”**

*“Por qué tener entonces la menor duda de que, si procedemos bien, si introducimos las formas organizativas adecuadas, buscamos los procesos de discusión en que incorporamos a todos los trabajadores a esta lucha por la calidad, seremos capaces de situarnos a la vanguardia”.*

**Carlos Rafael Rodríguez.**

## **DEDICATORIA**

*Dedico el presente trabajo a:*

*Mis madre Ana Libia Bell Heredia y hermano Omar R. Delisle Bell, a toda la familia,  
por la confianza en mí de llegar a ser una persona de bien*

*A la revolución, por permitirme realizar mis sueños.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mis compañeros de estudio y profesores que contribuyeron a mi formación como profesional.*

*A el Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de la Construcción, a la dirección y trabajadores de la Empresa de Materiales de la Construcción de Santiago de Cuba #14 por facilitarme las condiciones para el desarrollo del trabajo.*

*A mis tutores el Dr C. Roberto L. Watson Quesada. y el M. Sc. Juan Ventura Rams Veranes por su tiempo dedicado.*

*A la familia Posada Belette por el apoyo desinteresado en todo momento.*

## **RESUMEN**

El trabajo de actualización del proyecto de Explotación de la cantera "Mucara" constituye una investigación que permite adecuar los procesos tecnológicos a las condiciones reales de la cantera, dotando a la E.M.C. de *Santiago de Cuba* de una importante herramienta para producir mejor y con más eficiencia.

Como resultado y con la actualización de los métodos científicos se determinaron los principales parámetros de la minería a cielo abierto.

La actualización del proyecto se ha elaborado con un enfoque integrador de las metodologías más usado en Cuba para la explotación de áridos, con el propósito de alcanzar un desarrollo sustentable.

## ***SUMMARY***

The work of upgrade of the project of Exploitation of the quarry "Mucaral" it constitutes an investigation that allows adapting the technological processes to the real conditions of the quarry, endowing the E.M.C. of Santiago from Cuba of an important tool to take place better and with efficiency lives.

Ace to result and with the upgrade of the scientific methods the main parameters were determined from the mining to open sky.

The upgrade of the project has been elaborated with an integrative focus of the methodologies used it lives in Cuba for the exploitation of arid, with the purpose of reaching to sustainable development.

## **INTRODUCCION.**

El presente Proyecto de Explotación del yacimiento de Calizas "Mucaral" ubicado a 1.5 Km. al SE del poblado de La Maya y a unos 30 Km. de la ciudad de Santiago de Cuba, ha sido confeccionado en el departamento Técnico de de la E.M.C. # 14 en base a la Tarea Técnica entregada por la misma.

Este Proyecto ha sido ejecutado para abastecer la materia prima necesaria que garantice un volumen de 50000 m<sup>3</sup> para la planta de preparación mecánica ubicada en el yacimiento.

Teniendo como **objeto** de trabajo los procesos tecnológicos necesarios para la Explotación racional del yacimiento "Mucaral".

El **problema** científico que sustenta esta investigación está dado por la falta de de un proyecto de Explotación que cumpla con las normas y exigencias actuales del país.

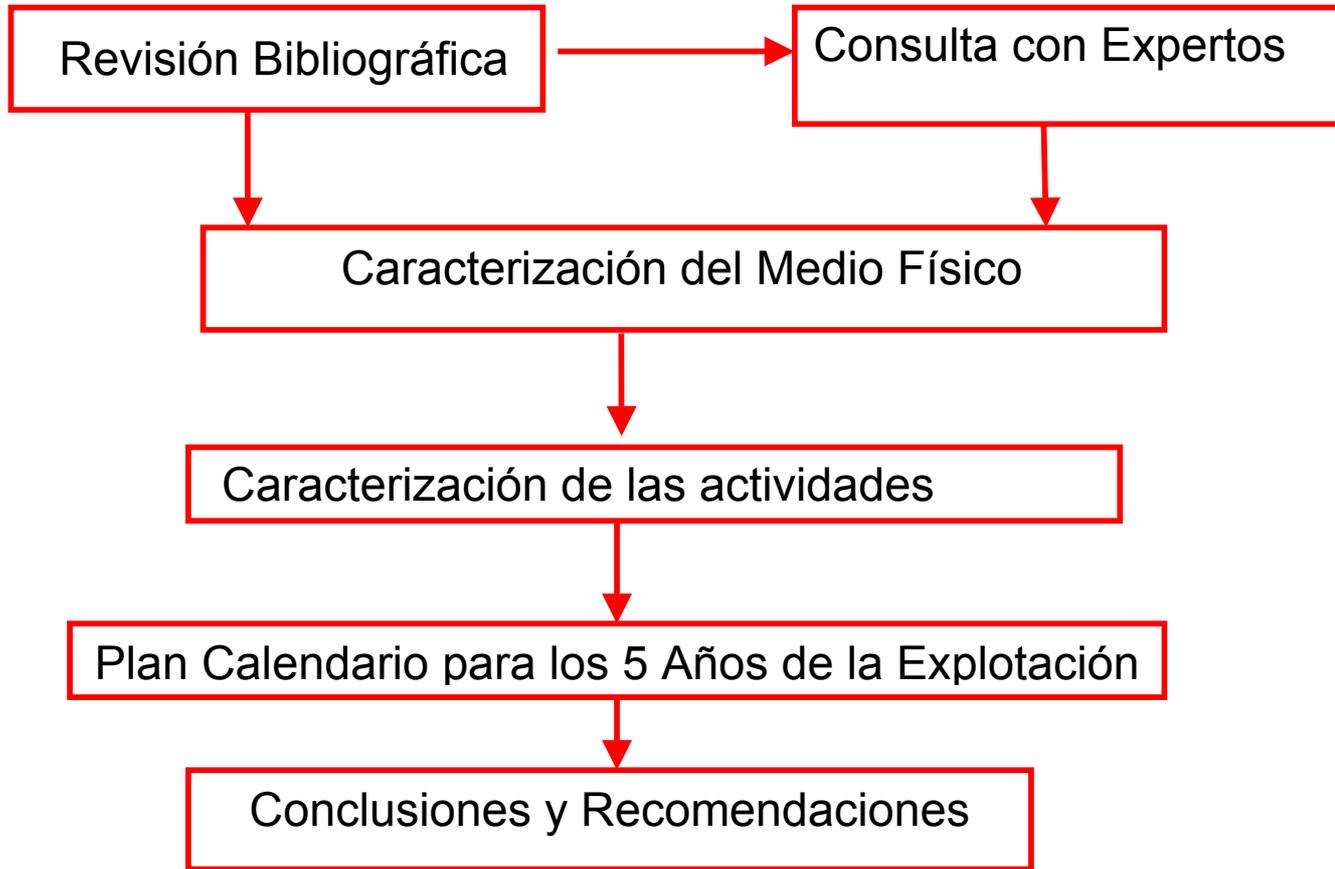
El **objetivo general** del trabajo es actualizar el Proyecto de Explotación del yacimiento "Mucaral".

Los **objetivos específicos** que se persigue con la realización de este trabajo serán los siguientes:

1. Caracterizar la zona de estudio.
2. Calcular los parámetros de los procesos tecnológicos y los elementos principales del Sistema de Explotación.
3. Elaborar el Plan Calendario de los trabajos mineros para 5 Años de Explotación.

La **hipótesis** de este trabajo plantea: “Con la actualización del Proyecto de Explotación yacimiento de Calizas Mucaral se podrán ejecutar los Procesos Tecnológicos de acuerdo a las normas vigentes, los recursos disponibles y con mejor eficiencia.

## **Etapas de la Investigación ■**



## **CAPÍTULO I: DATOS GENERALES DEL YACIMIENTO.**

### **I-1. Ubicación geográfica del yacimiento y vías de acceso.**

El yacimiento Mucaral se ubica a unos 1.5 Km. al SE del poblado La Maya y a unos 30 KM. de la ciudad de Santiago de Cuba. La elevación donde se sitúa el yacimiento es conocida como Mucaral. El acceso al mismo es por un terraplén (terraplén a la antigua mina de manganeso Ponupo). (ver plano 1 ubicación geográfica.)

Las coordenadas planas de los vértices del área del proyecto de obra son:

#### **Yacimiento**

<b>Puntos</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
I.	624569	166925
II.	624643	167227
III.	626033	167079
IV.	625009	166860
I.	624569	166925

### **I -2. Relieve y clima.**

El relieve de la región se ubica en el tipo de llanura denudativa de zócalo, ondulada y diseccionadas con colinas residuales y alturas entre 100 y 250 m. Hacia el Sur comienzan las estribaciones de la cordillera de la Gran Piedra con altura máxima de 1214 m. La zona del yacimiento se presenta como una pequeña elevación alargada en dirección NW - SE y con cota máxima de 266 m. (ver plano 2 actualización topográfico).

Las condiciones climáticas del área donde se desarrolla la extracción esta caracterizada por una temperatura anual entre 20 y 22°C. Los rangos de precipitación media anual van desde los 1200 a los 1400 mm. En dos periodos fundamentales, uno de seca que abarca de Noviembre – Abril, con una medida de

precipitaciones que oscila entre *300 y 400 mm.* y otro de lluvia que se extiende desde los meses de Mayo – Octubre con media de precipitaciones de *800 a 1000 mm.* La evaporación media anual es de *1300 a 1500 mm.* y los vientos que predominan son los del E- NE de *2 a 10 Km/h* durante el día.

### **I -3. Flora y fauna.**

En la región la vegetación es abundante, representada por un bosque semidecídulo mesófilo muy atropisado. El mismo ha sido utilizado por el libre pastoreo de la ganadería. Hay zonas donde se ve la afectación por el fuego, extracción de madera para diferentes usos, lo que ha originado un bosque muy deformado, con árboles de poco valor, desde el punto de vista comercial.

El suelo es pardo amarillento. La densidad del estrato arbóreo oscila entre *40 y 50%*, el estrato arbustivo es muy pobre dada las causas que se señalan anteriormente su cobertura alcanza entre un *10 y un 40%*, el estrato herbáceo está cubierto en más del *70%*.

Entre los representantes de la fauna de la fauna tenemos una gran variedad de arácnidos, reptiles, anfibios, moluscos y aves.

### **I -4. Características geológicas del yacimiento.**

La geología a escala regional está matizada por la existencia en la misma del límite entre dos grandes zonas estructuro faciales Nipe – Cristal – Baracoa y Cayman.

La zona estructuro facial Nipe – Cristal – Baracoa se caracteriza por presencia de extensos cuerpos de ultramafitas serpentizadas y de rocas vulcanógenas sedimentarias con metamorfismo de bajo grado, la característica más notoria de las mismas son la presencia de cabalgamientos fundamentalmente en las ultramafitas.

La zona Cayman se caracteriza fundamentalmente por la extraordinaria potencia de depósitos vulcanógenos sedimentarios y efusivos de carácter medio básico, |

con una compleja tectónica plicativa y disyuntiva que incluye la intrusión de relativos pequeños cuerpos granodioríticos del eoceno.

Las rocas de la cobertura de estas estructuras están formadas en su mayoría, por depósitos sedimentarios terrígenos – carbonatadas, entre los cuales se ubican las calizas del yacimiento.

En la región afloran las vulcanitas e intrusitos pertinentes a la zona Cayman, en la cual el magnetismo estuvo bien representado, en especial durante el cretácico superior, así como las formaciones vulcanógenas sedimentarias derivadas de dicha actividad.

En la región las vulcanitas son de carácter medio básico en general y están representadas por andesitas y andesitas - basalto. La actividad vulcanógena para la zona está representada por la formación cobre con aglomerados, lavas, así como por algunos intrusitos subordinados de carácter filoniano, en general estos últimos son hipoabisales.

La tectónica a escala regional responde a las dos zonas estructuro faciales presentes. La tectónica de la zona Cayman se distingue por la presencia de fallas de corrimiento y pliegues. El yacimiento de calizas constituye un pequeño branquianticlinal dislocado por fallas pero en general con rumbo coincidente con la dirección Cayman. (NE 75°).

La tectónica de la zona Nipe – Cristal – Baracoa posee caracterización regional muy compleja por la diversidad de estructuras complicadas, se caracteriza por la presencia de fallas y movimientos compresivos con dirección sublatitudinal. Los plegamientos a menudo están complicados por fallas del tipo hort – graben.

## **I-5. Estratigrafía y litología del yacimiento.**

El yacimiento forma relativamente un pequeño branquiantiacinal muy dislocado por fallas, las cuales en estrecha relación con los procesos denudativos erosivos han condicionado la morfología actual.

La estratigrafía del yacimiento aunque no puede catalogarse como compleja se descifra de manera muy difícil por la presencia de estratos a diferentes niveles isométricos y aun ausentes derivados de la compleja tectónica de bloques.

En el yacimiento se presentan íntimamente relacionados tres grupos litológicos los cuales presentan particularidades distintas:

- 1. Grupo de litologías de la cubierta y relleno de grietas y cavernas.**
- 2. Grupo de litologías que forman los horizontes productivos.**
- 3. Grupo de litologías que forman el basamento o fondo del yacimiento.**

1. Dentro de este grupo se encuentra la cubierta, estas arcillas poseen en su mayoría color pardo oscuro, pero en ocasiones son de color más claro. Esta litología posee una distribución discontinua y posee potencias hasta de *10 m.* pero en general la potencia media es inferior a los *8 m.* a su mayor distribución se ubica la parte central del yacimiento, asociadas al flanco Sur de la elevación. En la parte Sur Oeste y Oeste del yacimiento se encuentran arcillas de cubierta de color oscuro y con un contenido escaso de fragmento de calizas.

Estas arcillas con fragmentos de calizas se infiltran con las aguas meteóricas a través de grietas, oquedades y cavernas en profundidades, relleno las mismas, formando parte del carso interno (carso relleno), con una distribución irregular pero con predominio en los primeros horizontes más cercanos a la superficie. Estas litologías poseen poca fortaleza y por experiencia en las construcciones de caminos y plataformas en el yacimiento la cubierta puede ser fácilmente extraída con empleo de buldózer.

2. El yacimiento está formado por un variado grupo de litologías carbonatadas, en las cuales la estratificación es masiva, prácticamente en el yacimiento se observa una roca masiva. Estas rocas se ubican dentro de la formación Puerto Boniato de edad eoceno medio, dotada por fósiles pero se corresponden mejor por sus características textuales y de estratificación a la formación Charco Redondo de igual edad a la de Puerto Boniato.

Las calizas presentes en el yacimiento son de color blanco crema y en general de colores claros, cuando presentan alguna mineralización adquieren tintes rosáceos, violáceos y oscuros. La estructura de las mismas es organógena en su mayoría absoluta. Hacia la base del yacimiento las calizas se hacen fragmentarias granolíticas, con clastos sobredondeados de efusivos en su mayoría, en lo que parece constituir un contacto transgresivo de las calizas. En general estas calizas poseen una distribución limitada para el yacimiento y se presentan con relativamente poca potencia.

3. Las calizas del yacimiento contactan en profundidad con una secuencia vulcanógeno – sedimentaria, tobas, vulcanitas, etc. pertenecientes a la formación cobre de edad cretácico superior. En los cortes realizados en el yacimiento se observan tobas con mayor o menor contenido de vidrio volcánico y fragmentos efusivos de colores predominantes verde- pardo con estratificación variada desde finas laminas hasta gruesas con presencia frecuente de aglomerados masivos

Toda la secuencia posee un carácter medio –básico con notable grado de alteración en la superficie, así como de un intenso agrietamiento, por sus características físico mecánicas estas rocas no poseen buenas propiedades para ser incorporadas como materia prima para áridos.

Cuando las calizas poseen mineralización de manganeso estas son excluidas del cálculo de las reservas y por ende pasan a formar parte del basamento del

yacimiento, pero esta situación es subordinada a las litologías vulcanógeno sedimentarias y efusivas que forman el basamento natural del mismo.

#### **I-6. Morfología, estructura y tectónica del yacimiento.**

El yacimiento posee morfología típica de una estructura anticlinal en forma de elevación alargada con eje mayor en dirección NW-SE y desnivel relativo inferior a los 100 m. (La cota máxima local es el punto Mucaral de cota 268.0 m.).

La elevación formada posee las pendientes mayores en su flanco Sur con valores entre 10°-15° como regla, si bien en algunos puntos esta alcanza hasta 25°.

El anticlinal se encuentra relativamente dislocado en bloques, con fallas de tensión, lo cual ha condicionado la mayor potencia de las calizas en su borde Sur y la correspondiente elevación del bloque Centro – Norte del anticlinal con la disminución de la potencia de las calizas en esta porción y el afloramiento de las rocas vulcanógenas sedimentarias que forman la base en gran parte de esta zona.

#### **I-7. Génesis del yacimiento.**

Las rocas del yacimiento de calizas poseen una edad determinada por fósiles, correspondiente eoceno medio.

Por sus características petrográficas y litológicas más generales estas calizas corresponden a depósitos carbonatados con origen fundamentalmente orgánico (calizas organógenas) a partir de la secreción de carbonato de calcio en probable mar transgresivo, en condiciones de salinidad y temperaturas normales, con muy escaso aporte de material terrígeno y con alta influencia de organismo arrecifales.

Las rocas emergentes en los bordes de la cuenca son volcánicas y vulcanógenas sedimentarias. Posteriormente y coincidente con el levantamiento cubano se depositó por encima de las calizas, una secuencia terrígena carbonatada compuesta de arenisca, conglomerados, calizas, etc. derivadas de la erosión de las vulcanitas que habían sido elevadas en los bordes de la cuenca.

Con posterioridad la antigua cuenca fue elevada y fallada hasta adquirir mediante una tectónica de bloques y el plegamiento anticlinal, el relieve positivo actual. Los procesos denudativos posteriores dieron al yacimiento las características superficiales actuales, carsificación superficial o interna, así como una capa discontinua de arcillas con o sin fragmentos de calizas.

## **I- 8. Propiedades de la materia prima.**

### **I- 8.1 Composición química.**

El contenido de CaO oscila entre 51.17 y 54.61% para un ponderado de 53.18%, (CaCO<sub>3</sub> 94.66%) observándose el incremento en carbonato de calcio hacia arriba en el corte de la formación. Por su contenido de manganeso se puede catalogar como de bajo contenido con valores entre 0.36 y 0.5 % con valor medio de 0.17%. Se observa que el contenido de manganeso se incrementa en profundidad tal como se esperaba. Por su contenido de manganeso y sustancia arcillosa (SiO<sub>2</sub>+F<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) la caliza se clasifica como intermedia entre calizas y calizas poco arcillosas. Por lo que se puede plantear que el quimismo de estas calizas es apropiado para el uso previsto.

### **I- 8.2 Propiedades físico- mecánicas.**

En el yacimiento existe en marcado predominio de la variedad litológica de calizas organógenas macrocristalinas de color blanco crema con recristalización parcial, en general con buenas propiedades para la producción de áridos. La fortaleza es relativamente alta se ubica entre los grupos **V** y **VIII** promediando **VI** en la escala de Protodiakonov. En general en el yacimiento se obtuvieron los siguientes resultados en los ensayos físico- mecánicos. Los principales valores de las propiedades físicas mecánicas para los bloque de estudio se resumen en la tabla # 1.

**Tabla 1 PROPIEDADES FISICO MECANICAS DE LAS CALIZAS POR BLOQUES.**

No. de bloque	Ensayos o propiedades.	Valores obtenidos.		
		Mínimo	Máximo	Promedio
1B	- Masa volumétrica.	2.51	2.72	2.68
	-Absorción.	0.14	2.51	0.61
	- Marca	600	1000	1000
2C <sub>1</sub>	- Masa volumétrica.	2.51	2.72	2.67
	-Absorción.	0.14	2.51	0.64
	- Marca	600	1200	1000

**I- 9. Especificación de tipos litológicos de la materia prima, sus propiedades y calidad.**

En el yacimiento se destacan como roca útil las calizas organógenas microcristalinas con alta recristalización en ocasiones politomórficas y detríticas con proporción tobáceas, por su relativamente altas propiedades físico mecánicas y además las calizas tobáceas detríticas y conglomerativas con propiedades físico mecánicas y químicas de menor calidad que las anteriores.

En lo fundamental el primer tipo de calizas se ubican en la parte alta del yacimiento y segundo tipo se ubica generalmente en las cercanías del contacto inferior con las rocas efusivas y vulcanógeno sedimentarias, si bien esto no es una regla para el yacimiento, los dos tipos presentan extensión casi total para el yacimiento y poseen potencia variable para las diferentes partes del mismo.

Los principales valores de las propiedades físicas mecánicas para los diferentes tipos litológicos se resumen en la tabla # 2.

**Tabla 2 PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DE LAS CALIZAS.**

<b>Tipo</b>	<b>Litología Típica</b>	<b>Marca</b>	<b>Masa volumétrico (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>I</b>	<b>Calizas organogenas microcristalizadas de color blanco, rosadas, con recristalización parcial.</b>	<b>1000</b>	<b>2.68</b>	<b>0.58</b>
<b>II</b>	<b>Calizas fragmentarias detríticas de color blanco –crema.</b>	<b>600</b>	<b>2.62</b>	<b>1.61</b>

**I-10. Posibilidades de uso industrial de la materia prima.**

Al analizar los principales resultados de los ensayos anteriormente realizados a la materia prima y compararlos con los valores normados se llega a las siguientes conclusiones:

- Se puede utilizar con excelentes resultados como piedra triturada para la construcción.
- Como áridos para hormigones pesados.
- Hormigón para carretera por sus propiedades físico- mecánicas (marca) de la materia prima del yacimiento, estas sirven para cualquier tipo y capa de carretera con óptimos valores.
- Mezcla de hormigón asfáltico.
- Arena para la construcción.
- Hormigón hidrotécnico por el contenido de SO<sub>3</sub>.

- Además puede ser utilizado como piedra ornamental por su coloración.

### **I -11. Condiciones hidrogeológicas del yacimiento.**

El yacimiento de calizas Mucaral es hidrogeológicamente muy simple, considerando la no existencia de agua subterránea en las perforaciones realizadas. En el yacimiento no se realizaron investigaciones hidrogeológicas especiales debido a que en la totalidad de los pozos se encontraban secos. Solamente se realizaron mediciones del nivel durante las perforaciones. Las mismas se realizaron en todos los pozos perforados de forma sistemática y ejecutándolas como regla al inicio y al final de los turnos de perforación.

Las mismas se realizaron en todos los pozos perforados de forma sistemática y ejecutándolas como regla al inicio y al final de los turnos de perforación.

En general la situación esta determinada por el relieve de carácter positivo de las calizas ya que la exploración se realizo por encima del nivel medio local, así como el agrietamiento y carsificación de las calizas que permiten que las mismas drenen en profundidad.

### **I- 12. Condiciones de explotación del yacimiento.**

En el yacimiento actualmente no se realizan trabajos de extracción alguna, el centro se encuentra paralizado.

### **I- 13. Cálculo de reservas.**

El método empleado para el cálculo de reservas fue el de los bloques geológicos, por ser muy sencillo y el cual se adopta a las condiciones de nuestro yacimiento, aprobándose todas las reservas del yacimiento en las categorías B y C<sub>1</sub>.

Por el volumen de reservas se puede considerar el yacimiento como mediano y por su variabilidad se puede considerar como variable en su estructura y poco variable en la calidad de la materia prima.

Para hacer el cálculo se tuvo en cuenta:

- Suficientes cantidad de pozos distribuidos en redes aproximadamente regulares.
- Tener definido el límite vertical de cálculo.
- Los bloques separados hasta el límite vertical considerando, que son homogéneos en cuanto a propiedades físico – mecánicas.

Para esto se empleó un planímetro en el que se cálculo el área de cada bloque conociendo la potencia promedio de roca útil, de cubierta, el porcentaje de intercalaciones.

**Tabla # 3 RESUMEN DEL CALCULO DE RESERVAS POR BLOQUES.**

BLOQU.	SUPERF. DEL BLOQUE (m <sup>2</sup> )	POTENCIA DE CUBIERTA (m)	VOLUMEN DE CUBIERTA (m <sup>3</sup> )	POTENCIA DE ROCA UTIL. (m)	VOLUMEN DE ROCA UTIL. (m <sup>3</sup> )
1B	69904.00	2.21	154487.84	38.95	2722760.8
2C	185536.00	1.96	363650.56	33.35	6187625.6

## **CAPITULO II. LABORES MINERAS EN EL YACIMIENTO.**

### **II-1. Condiciones Minero – Técnicas de Explotación.**

Las condiciones minero-técnicas de la explotación se presentan de acuerdo con el informe sobre la búsqueda detallada, exploración orientativa y detallada del yacimiento de calizas para áridos Mucaral.

El yacimiento de calizas La Maya se presenta como un macizo medianamente elevado, con un desnivel relativo inferior a los 100 m con respecto a los alrededores. (ver plano 2.)

El borde Norte es regular y el Sur y el Oeste escarpado. Esta forma responde a la presencia en el yacimiento de una estructura branquiaticlinal con eje mayor NW - SE, complicado con fallas de tensión lo cual elevó el bloque norte relativamente y produjo el afloramiento de las rocas volcánicas en esa dirección, por ello se esperan mayores potencias del horizonte útil en su flanco Sur.

El yacimiento se encuentra formado por una cubierta arcillosa de 3 m como promedio, compuesta por lo general por arcillas de color pardo – gris amarillento, con fragmento de calizas alteradas.

Las rocas de caja las forman las tobas situadas en la base del yacimiento con propiedades físico – mecánicas que la imposibilitan como áridos.

Debido a que las rocas predominantes del yacimiento pertenecen al grupo VI según la perforabilidad, se utiliza para su extracción el arranque con perforación y voladura.

En los acápite siguientes se especifican el método de extracción de la materia prima, equipamiento necesario para la explotación, etc.

Las rocas del yacimiento se alinean como un todo con muy buenas propiedades para áridos, cumpliendo satisfactoriamente todas las exigencias normadas.

### **Reservas industriales.**

Las reservas del yacimiento tomándose como base el plano No4. Que muestra el estudio de la cantera al final de la explotación de las categorías **B** y **C<sub>1</sub>**.

**Tabla 4 Resumen de calculo de reservas por horizontes.**

Horizontes	Volumen de roca de destape			Volumen de roca útil		
	Área (m <sup>2</sup> )	Potencia Promedio (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	Potencia Promedio (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
+ 232	5070	-	-	5070	7.4	37500
+ 242	10688	-	-	10688	7.3	78022.4
+ 252	11437	-	-	11437	6.8	77771.6

### **II-2. Esquemas tecnológicos y elementos principales de la explotación.**

Después del análisis de las características del yacimiento se procede a su clasificación teniendo en cuenta todas unas series de factores que influyen en la determinación del orden y dirección de los trabajos mineros y por tanto del sistema de laboreo.

- ✓ Por el relieve de la superficie se clasifica como yacimiento de terreno elevado.
- ✓ Por su situación con respecto a la superficie se considera superficial.
- ✓ Por el ángulo de inclinación o buzamiento se considera horizontal.

- ✓ Por su constitución puede ser considerado simple ya que no presenta intercalaciones significativas, además la extracción no es necesario hacerla de la forma selectiva.
- ✓ Por la distribución de la calidad de la materia prima se puede considerar homogéneo.
- ✓ Por la potencia de la roca útil según las reservas exploradas el yacimiento se puede considerar como potencia media útil.
- ✓ Por la potencia de roca estéril se considera de poca potencia.
- ✓ Por la presencia de agua se considera un yacimiento seco.
- ✓ Por el coeficiente promedio de destape se clasifica como de coeficiente medio de escombros.
- ✓ Por las reservas de la roca útil del yacimiento considerando las categorías **B** y **C<sub>1</sub>** tenemos que será un yacimiento de reservas medidas.
- ✓ Por el volumen de reservas se puede ubicar en el tipo medio (10-30 millones) de m<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando los factores técnicos y organizativos de las condiciones minero- técnicas concretas del yacimiento se propone utilizar el sistema de explotación continuo transversal de borde combinado en ocasiones con el continuo longitudinal de un borde según la clasificación de V. V. Rshvsky, con transporte automotor con el traslado de las rocas estériles a la escombrera exterior según la clasificación de Melnikov.

### **II-2.1 Elementos principales de la explotación.**

Los elementos principales de la explotación serán:

- Altura del escalón.
- Talud del escalón en su posición de trabajo y al final de la explotación.
- Ancho de la plazoleta de trabajo.
- Ancho de la berma de seguridad del escalón al final de la explotación.
- Largo del frente de trabajo para una excavadora.

Los elementos principales de la explotación se determinaron por las Normas de Proyecto (NRMC) vigentes a partir de Marzo/86.

### **Altura del escalón depende de:**

Para determinar la altura del escalón se tendrán en cuenta fundamentalmente los factores siguientes:

- Propiedades físico –mecánicas de las rocas.
- Características geológicas del yacimiento.
- Parámetros de operación de los equipos mineros.
- Productividad de la cantera.
- Reglas de seguridad.

Teniendo en cuenta lo anterior y por petición de la empresa se decidió proyectar para una altura óptima de escalones  $H = 10$  m.

### **Talud del escalón activo y el inactivo.**

Sobre el ángulo de talud influye el carácter de las estratificaciones, el grado de agrietamiento de las rocas y las propiedades físicas- mecánicas de las mismas en sentido general.

- Angulo de talud en su posición de trabajo:  $\alpha = 75^\circ$ .
- Angulo de talud al final de la explotación:  $\beta = 65^\circ$

### **Ancho de la plazoleta de trabajo.**

El ancho de la plazoleta en los escalones adyacentes depende de:

- Las propiedades físico mecánicas de las rocas.
- El esquema tecnológico aceptado para el trabajo minero.
- El tipo de transporte.
- Los trabajos de perforación y voladura.

$$W_c = B + P_p + P_o + P_o^* + P_b$$

Donde:

$W_c$ : Ancho de la plazoleta de trabajo. *44.0 m*.

$P_p$ : Ancho de la vía de transporte (doble vías). *16.0 m*.

$P_o$ : Ancho de la berma entre el montón de roca volada y la vía de transporte. *1.5 m*.

$P_o^*$ : Ancho de la berma existente entre la vía de transporte y el prisma de derrumbe. *4.5 m*.

$P_b^*$ : Ancho de la berma de seguridad entre la primera fila de taladros y el borde del escalón. *3.0 m*

$P_b$ : Ancho de la franja de seguridad (prisma de derrumbe). *2.0 m*

$B$ : ancho completo del montón de roca fragmentada por la voladura.

$$B = A_1 + M = 19.8m$$

Donde:

$A_1$ : Ancho de avance de la perforación en el macizo. *9.2 m*

$M$ : Ancho incompleto del montón de roca fragmentada por la voladura. *10.6 m*

$$A_1 = P_b^* + H * (\cot \alpha - \cot \gamma) + b * (n - 1)$$

$$M = K^* * (1.73 * H - 1.22 * H * \cos \alpha)$$

$K^*$ : Coeficiente que tiene en cuenta la voladura micro retardado y el tipo de esquema de voladura (*0.75*).

### **Ancho de la berma de seguridad del escalón al final de la explotación.**

Cuando el frente de trabajo llega al límite de la cantera al final de la explotación proyectada entonces se deja entre dos taludes adyacentes una berma de 4 m, si son varios escalones entonces cada 3 bermas de 4 m se deja una de 8 m.

### **Longitud del frente de trabajo para una excavadora.**

El largo del frente de trabajo de una excavadora se determina considerando la longitud de un bloque de extracción al que debe garantizar material volado para 10 días de trabajo de una excavadora.

$$L_f = 3 * L_b$$

$$L_b = \frac{V}{H * A_1}$$

$$V = P_d * d$$

Donde:

$L_f$ : Longitud del frente. *45 m*

$L_b$ : Longitud del bloque. *15 m*.

$V$ : Volumen a volar. *1336 m<sup>3</sup>*.

$P_d$ : Productividad diaria de la cantera. *133.6 m<sup>3</sup>*.

$d$  : Días de trabajo mínimo que hay que asegurarle a la excavadora. *10 días*.

### **II-3. Apertura del yacimiento.**

En la elección del esquema de apertura influyen los siguientes factores:

- ❖ Relieve de la superficie del yacimiento.
- ❖ Cotas de los horizontes de trabajo.
- ❖ Cantidad de horizontes que trabajan a la vez.
- ❖ Tipo de equipamiento minero utilizado.

- ❖ Elementos de yacencia del cuerpo mineral.

Debido a las características que presenta el yacimiento se explotarán tanto las categorías **B** como la **C<sub>1</sub>**.

La explotación del yacimiento se realizará en dirección a la yacencia de las capas, para obtener un menor volumen de pérdidas, la misma se realizará desde el horizonte superior hacia el horizonte inferior.

El objetivo fundamental de la apertura es garantizar la extracción y las comunicaciones del transporte entre la cantera y al planta procesadora, así como otros objetivos fuera de la cantera.

#### **II-4. Régimen de trabajo y productividad de la cantera.**

##### **II-4.1 Régimen de trabajo.**

- Volumen de producción : 50000 m<sup>3</sup>/año
- Duración de un turno de trabajo: 8 horas.
- Cantidad de turnos al día: 1 turno de trabajo.
- Número de días laborables al año: 280 días.
- Días perdidos por condiciones climáticas: 20 días.

##### **II-4.2 Productividad de la cantera.**

En la referida unidad existe un laboreo continuo, es decir que no existe selección alguna.

Los volúmenes de producción según tarea técnica son de: 50000 m<sup>3</sup>/ año.  
(2004-2008)

$$Q_{c1} = \frac{Q_p}{K_1 * K_2 * Ke * \eta}$$

donde:

$Q_{c1}$  : Productividad anual de la cantera.

$Q_p$  : Capacidad anual de la planta 50000 m<sup>3</sup>.

$K_1$  : Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas de material útil durante la transportación (0.995 %).

$K_2$  : Coeficiente que tiene en cuenta las pérdidas de material útil durante la ejecución de los trabajos de perforación y voladura (0.995 %).

$Ke$  : Coeficiente de esponjamiento (1.5)

$\eta$  : Coeficiente que tiene en cuenta la salida del producto terminado en fracciones de unidad de la masa rocosa ( $0 < \eta < 1$ ) se toma 0.9.

$$Q_{c1} = \frac{50000}{0.995 * 0.995 * 1.5 * 0.9} = 37410 \text{ m}^3/\text{años en el macizo.}$$

▪ **Productividad diaria.**

$$Q_d = \frac{Q_{c1}}{280}$$

$$Q_d = \frac{37410}{280} = 133.6 \text{ m}^3/\text{día}$$

**Tiempo de vida útil de la cantera.**

Para este se debe tener en cuenta las reservas disponibles en el yacimiento según la formación geológica actual y la capacidad de producción de la planta de trituración.

$$T_{V,U} = \frac{V_{t,r}}{Q_{C1}}$$

donde:

$V_{t,r}$ : Volumen total de reservas extraíbles en el yacimiento.

$$T_{V,U} = \frac{601657.5}{37410} = 16.1 \approx 16 \text{ años.}$$

**Tabla 5. Productividad de la cantera.**

Denominación de los indicadores	Valores por año
Productividad anual de la cantera	37410 m <sup>3</sup> /año
Productividad diaria	133.6 m <sup>3</sup> /días
Productividad por hora	16.7 m <sup>3</sup> /horas
Tiempo de vida útil de la cantera.	16 años

## **II-5. Tecnología de realización de los trabajos de destape y formación de la escombrera.**

Los trabajos de destape en el yacimiento consisten en la eliminación de las rocas de cubierta, la cual está representada por arcillas con fragmentos de calizas alteradas, provenientes de las mismas litologías que forman el yacimiento.

Las potencias de destape varían por horizontes de explotación estas arcillas poseen fortaleza entre **II** y **V** como promedio **III** por lo que plantea la extracción de las mismas mediante bulldozer y la carga con la excavadora **Hitachi UH-181**.

Como equipos de destape se recomiendan:

- Bulldozer D-85 A-12

Tabla 6. Cálculo de la productividad del bulldozer.

El cálculo de la productividad por turno del bulldozer se realiza mediante las fórmulas siguientes:

Símbolo	Denominación del parámetro	Valor
$P_t$	Productividad del bulldozer ( $m^3$ /turno). $P_t = \frac{3600 * T_{tt} * V * K_a * K_p * K_u * K_i}{K_e * T_c}$	1085.3
$T_t$	Duración del turno (h)	8
$K_u$	Coeficiente de utilización del bulldozer en el tiempo	0.8
$K_i$	Coeficiente que tiene en cuenta la pendiente del terreno donde trabaja el bulldozer	0.95
$K_a$	Coeficiente que tiene en cuenta el aumento del rendimiento cuando la cuchilla del bulldozer tiene una forma de caja	1
$K_p$	$K_p = 1 - (L_2 * \beta)$	0.95
$L_2$	Longitud de traslado cargado; (m)	8
$\beta$	Coeficiente que depende del tipo de roca	0,006
$V$	$V = \frac{L * h^2}{2 * \tan \rho}$	3.41

L	Longitud de la cuchilla del bulldozer; (m)	4.26
h	Altura de la cuchilla del bulldozer; (m)	1.06
$\rho$	Angulo del material durante el traslado	35°
$l_2$	Longitud de traslado cargado; (m)	20
$K_e$	Coefficiente de esponjamiento	1.26
$T_c$	Duración del ciclo; (s)	51.85
$L_1$	Longitud de la franja a cortar; (m)	10
$v_1$	Velocidad de movimiento del bulldozer durante el corte; (m/s)	0.67
$L_2$	Distancia que recorre el bulldozer cargado;(m)	8
$v_2$	Velocidad de movimiento del bulldozer cargado;(m/s)	1.2
$v_3$	Velocidad de movimiento del bulldozer vacío;(m/s)	1.6
$t_c$	Tiempo para el cambio de las velocidades; (s)	9
$T_g$	Tiempo de giro del bulldozer; (s)	10

### II-5.1 Formación de la escombrera.

En este yacimiento existe una escombrera la cual tiene capacidad para seguir recepcionando material, la misma se encuentra fuera de los límites de los recursos industriales del yacimiento.

Las coordenadas planas de los vértices del área de la escombrera son:

Puntos	X	Y
I.	624600	167200
II.	624400	167200
III.	624400	167350
IV.	624600	167350
V.	624600	167350

No se programa una escombrera de capa vegetal, independiente ya que tomando como base el informe geológico realizado por la **E.M.C** de la zona del yacimiento esta nos da una capa vegetal en muy pocos pozos, con poca potencia, la cual equivale a un volumen ínfimo de este material por lo que es innecesaria la separación del resto del material que compone el destape.

## II-6. Tecnología de realización de los trabajos mineros.

**Tabla 7. Equipos para la extracción y carga de la materia prima:**

Equipo / modelo	Capacidad	Índice de consumo de combustible
Bulldozer Komatsu D-85 A	180 HP	18.81 l/h
Camión KRAZ 256-B	215 HP	0.48 l/Km
Excavadora Hitachi UH - 181	250 HP	42 l/h

### II-6.1 Trabajos de perforación de voladura.

El método de voladura primaria para escalones con altura entre 2-10 m se realiza con cargas de taladros.

Las variantes de este método son las cargas de taladros verticales e inclinados. Para este proyecto se emplea las cargas de taladros inclinados. Este consiste en la voladura de cargas continuas en taladros perforados paralelamente al talud del

escalón.

Para la perforación se prevé la utilización de la **Perforadora ROCK 404-A**, de 115 *mm* de diámetro y con el compresor **ATLAS COPCO XR- 350**, para la voladura primaria se planifica utilizar los siguientes explosivos:

- TETRON 100 (de 100 *mm* de diámetro del cartucho).
- Amitrex (suelta).

La fragmentación de roca sobre medida se realizará por el método de voladura secundaria (tacos) y en ella se prevé utilizar:

- **Perforadora Manual PR-24** con diámetro del taco de 36 *mm*.
- Sustancia explosiva: Amonita # 4 y Amitrex.
- Como medios de explosión se utilizarán los detonadores eléctricos con retardo y el cordón detonante.

#### **Ventajas de la voladura microretardada.**

- Disminución brusca del efecto sísmico de la voladura.
- Trituración más intensa de las rocas a costa del aumento de tiempo de influencia de la explosión sobre el macizo, golpes recíprocos de los pedazos de rocas, formación de superficies libres adicionales.
- Aumento de la eficiencia económica de los trabajos de perforación y voladura a costa de la ampliación de la red de los barrenos, disminución del gasto específico del explosivo, disminución del arranque de las piedras sobremedidas y de esta forma disminuir los gastos para la trituración.

▪ **Parámetros de los trabajos de perforación y voladura.**

Se realizará la voladura primaria con los taladros inclinados, los mismos se perforaran paralelos al borde del escalón con un ángulo de 75°. La perforación se ejecutara por el método de percusión rotación con la perforadora antes descrita.

Para el cálculo se tuvo en cuenta la metodología expuesta en las normas de proyección de las E.M.C. y las reglas de seguridad durante la ejecución de los trabajos.

**Tabla 8. Características y propiedades de las S.E**

Características de las sustancias explosivas.	Tetrón- 100	Amonita #4
Densidad de carga (Kg./dm <sup>3</sup> )	1.15	1.15
Velocidad de detonación (m/s)	5200	3700
Energía (Kcal/Kg)	740	-
Volumen de los gases (m <sup>3</sup> /Kg)	0.783	-
Balance de O <sub>2</sub>	0	-0.03
Coefficiente de conversión	1.15	1.0
Diámetro del cartucho (mm)	100	32

**Características de la Amitrex.**

Índices Especificado	Valor normado
Humedad Gravimétrica	> 1.0 %
Contenido de Miel	6 a 8 %
Gravimetría 1 a 3 mm.	90%
Densidad de Bulbo	>800g/l

### **Cálculo de los parámetros de los trabajos de perforación y voladura.**

- a) TETRON -100.
- b) Amitrex.

La dimensión máxima de los pedazos de roca volada según la capacidad de la cuchara de la excavadora se determina por:

$$L_R = 0.5 \sqrt[3]{E}$$

donde:

$E$ : Capacidad de la cuchara de la excavadora (2.4 m<sup>3</sup>).

$$L_R = 0.5 * \sqrt[3]{E} = 0.5 * \sqrt[3]{2.4} = 0.67m .$$

En este caso las dimensiones del molino son de 500 mm.

Para determinar el peso de la carga de explosivo en un metro de taladro se determina por:

$$a) P = 7.85 * d_{ca}^2 * \gamma_t$$

$$b) P = 7.85 * d_b^2 * \gamma_n$$

donde:

$d_{ca}$ : diámetro del cartucho (100 mm=1 dm).

$d_b$ : diámetro del barreno (115mm=1.15dm).

$\gamma_t$ : densidad de carga del tetrón 100.

$\gamma_n$ : densidad de carga de la Amitrex.

a)  $P = 9.0\text{Kg}$ .

b)  $P = 11.21\text{Kg}$ .

A continuación se realizan los cálculos de los parámetros de los trabajos de perforación y voladura para la altura de escalón de 10mts.

- Línea de menor resistencia por el piso.

$$W_p = \frac{1}{\text{sen}\beta} * \sqrt{\frac{P}{K}} ; \text{m.}$$

donde:

$\beta$ : ángulo de inclinación del taladro respecto a la horizontal ( $75^\circ$ )

P: Peso de un metro de carga de taladro

K: Consumo específico calculado del explosivo.

$$K = K_{co} * K_p$$

donde:

$K_{co}$ : Coeficiente de conversión de la S.E.

$K_p$ : Consumo específico de la S.E Amonita 6JB según la fortaleza de la roca. ( $0.65 \text{Kg/m}^3$ ).

a)  $K = 1.15 * 0.65 = 0.75 \text{Kg/m}^3$

b)  $K = 1.26 * 0.65 = 0.82 \text{Kg/m}^3$

a)  $W_p = 3.6\text{m}$

b)  $W_p = 3.8\text{m}$

- Espesor de la capa a volar.

$$W = \sqrt{\frac{P}{K}}; m$$

- a) W = 3.5m
- b) W = 3.7m

- Longitud de extraperforación.

$$L_{ext} = 0.5 * K * W_p$$

- a)  $L_{ext} = 1.4m$
- b)  $L_{ext} = 1.6m$

- Longitud del taladro.

$$L = \frac{H}{\text{sen}\beta} + L_{ext}$$

- a) L = 11.7m
- b) L = 12m

- Distancia entre las cargas de una misma fila.

$$a = m * W$$

donde:

m: Coeficiente de acercamiento de las cargas. (0.9-1.3)

tomamos m = 1.

- a) a = 3.1m
- b) a = 3.3m

- Distancia entre filas de taladros.

$$b = m * W_p$$

- a)  $b = 3.2\text{m}$
- b)  $b = 3.4\text{m}$

- Magnitud de la carga del explosivo en un taladro.

$$Q = K * a * b * H$$

- a)  $Q = 74.4\text{Kg}$
- b)  $Q = 92.0\text{Kg}$

Para comprobar si la magnitud de cálculo de la carga es correcta debemos compararla con la carga máxima permisible; para ello primeramente determinaremos la magnitud de relleno del taladro.

$$L_{rell} = (20 - 25)d$$

- a)  $L_{rell} = 20 * 0.115 = 2.3\text{m}$
- b)  $L_{rell} = 20 * 0.115 = 2.3\text{m}$

Entonces la carga máxima permisible que se ubica en el taladro.

$$Q_{max} = (L - L_{rell}) * P$$

- a)  $Q_{max} = 84.6\text{Kg}$
- b)  $Q_{max} = 108.74\text{Kg}$

Como se puede observaren todos los casos comparamos la magnitud de la carga en el barreno calculada es menor que la máxima permisible, por lo que los cálculos son validos.

- La longitud de la carga del explosivo en el taladro.

$$L_{car} = \frac{Q}{P}$$

$$a) L_{car} = 8.3m$$

$$b) L_{car} = 8.2m$$

- Longitud de relleno real en el taladro.

$$L_{rell} = L - L_{car}$$

$$a) L_{rell} = 3.4m$$

$$b) L_{rell} = 3.8m$$

La magnitud de cálculo de los parámetros de los trabajos de perforación y voladura utilizados anteriormente corresponde a los taladros con altura entre 5 y 10m tanto para el Tetrón-100 y la Amitrex.

A continuación realizaremos el cálculo para los taladros que se ubican en la primera fila.

- Calculo de la carga de explosivos en el taladro.

$$Q = K * W^3$$

donde:

K: Consumo específico calculado del explosivo.

$$a) Q = 3.07Kg$$

$$b) Q = 3.36Kg$$

- Longitud de carga.

$$L_{car} = \frac{Q}{P}$$

$$a) L_{car} = 0.34m$$

$$b) L_{car} = 0.30m$$

- Longitud de extraperforación.

$$L_{ext} = 0.5 * K * L_{car}$$

$$a) L_{ext} = 0.13m$$

$$b) L_{ext} = 0.12m$$

- Longitud del taladro.

$$L = \frac{H}{\text{sen}\beta} + L_{ext}$$

$$a) L = 2.2m$$

$$b) L = 2.2m$$

- Longitud de relleno.

$$L_{rell} = L - L_{car}$$

$$a) L_{rell} = 1.9m$$

$$b) L_{rell} = 1.9m$$

La magnitud de cálculo de la carga de explosivo se puede determinar por:

$$Q = K * a * b * H$$

Por lo que a partir de ella determinamos la distancia entre taladros de una misma fila y la distancia entre filas.

Si  $a = b$  tenemos que:

$$Q = K * a^2 * H$$

$$a = \sqrt{\frac{Q}{K * H}}$$

$$a) a = 1.4m$$

$$b) a = 1.4m$$

## **II-7.2 Trabajos de carga.**

En el presente proyecto se prevé para la carga del mineral útil durante el proceso de explotación de la cantera la excavadora Hitachi UH – 181 de fabricación Japonesa, con capacidad de cuchara de 2.4 m<sup>3</sup>, el material cargado será depositado en los camiones de volteo KRAZ – 256 B de 12 toneladas de capacidad para su posterior transportación hacia la planta de preparación mecánica.

**Tabla 9. Cálculo de la productividad de la excavadora.**

Símbolo	Denominación de los índices	Valor
$T_t$	Duración del turno de trabajo.	480 min.
$T_{pc}$	Tiempo para operaciones finales.	35 min.
$T_p$	Tiempo para necesidades personales.	30 min.
$K_u = \frac{K_{ll}}{K_e}$	Coeficiente de utilización de la cuchara de la excavadora.	0.65
$\gamma$	Masa volumétrica de la roca en el macizo.	2.62 t/m <sup>3</sup>
$V_c$	Capacidad de la cuchara.	2.4 m <sup>3</sup>
$Q_c = V_c * K_u$	Volumen de roca en la cuchara de la excavadora.	1.56 m <sup>3</sup>
$Q_c^* = Q_c * \gamma$	Peso de la roca en la cuchara de la excavadora.	4.1 t
C	Capacidad del camión de volteo.	12 t
$N_c = \frac{C}{Q_c^*}$	Cantidad de cucharas que caben en el camión de volteo.	3
$T_c$	Cantidad de ciclos de excavación en un minuto.	1.99
$T_{cc} = \frac{N_c}{T_c}$	Tiempo de carga de un camión de volteo.	1.51 min.
$T_{ic}$	Tiempo de instalación de un camión para la carga.	0.3 min.
$N_1 = \frac{T_t - T_{pc} - T_p}{T_{cc} + T_{ic}} * Q_c^* * N_c$	Norma de rendimiento de la excavadora en un turno.	1073 m <sup>3</sup> /turno
K	Coeficiente de rectificación final.	0.97
$P_f = N_1 * K$	Productividad de explotación.	1041 m <sup>3</sup> /turno

### II-7.3 Transporte de Cantera.

El transporte de todo el material se prevé realizarlo mediante los camiones de volteo KRAZ 256-B desde la cantera hasta la planta de beneficio el cálculo de la necesidad de camiones de volteo C.V, se efectuó según la siguiente metodología:

Tiempo de recorrido total de un camión

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

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.

$d_{ct}$  - Distancia promedio de los camiones de volteo cargados por los caminos temporales; Km/h.

$V_{ctc}$  - 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

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

**Donde:**

**Kll - Coeficiente de llenado del camión**

**Cantidad necesaria de camiones por turno de trabajo**

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

**Donde:**

P<sub>tc</sub> - Productividad por turno de la cantera

K<sub>u</sub> - Coeficiente de utilización del camión

K<sub>irr</sub> - Coeficiente de irregularidad de los viajes

**Cálculo de los camiones de volteo en inventario**

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

Donde:

K<sub>pt</sub> - Coeficiente de preparación técnica

A continuación se muestran en la tabla 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.

**Tabla 10. Cálculo de la productividad del equipo de transporte.**

Material a transportar : Material útil.

Equipo de carga : Excavadora Hitachi UH- 181.

Símbolo	Denominación del parámetro.	Cálculos por años según plan calendario.				
		1	2	3	4	5
Trt	Tiempo de recorrido total. (min.)	13.91	13.93	13.95	13.96	13.97
Tmcc	Tiempo de movimiento del C.V cargado. (min.)	2.56	2.95	2.29	2.52	2.63
d <sub>pp</sub>	Distancia de recorrido promedio del C.V cargado por los caminos permanentes. (Km)	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
V <sub>cp</sub>	Velocidad del C.V cargado por los caminos permanentes. (Km/h)	28	28	28	28	28
d <sub>pt</sub>	Distancia de recorrido promedio del C.V cargado por los caminos temporales. (Km)	0.60	0.77	0.48	0.58	0.63
V <sub>ct</sub>	Velocidad del C.V cargado por los caminos temporales. (Km/h)	26	26	26	26	26
T <sub>mcv</sub>	Tiempo de movimiento del C.V	2.23	2.57	1.99	2.19	2.29

	vacío. (min.)					
$d_{ppv}$	Distancia de recorrido promedio del C.V vacío por los caminos permanentes. (Km)	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
$T_d$	Tiempo de descarga. (min.)	1	1	1	1	1
$T_{mac}$	Tiempo de espera y maniobra para situarse debajo de la excavadora. (min.)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
$T_{mad}$	Tiempo de maniobra en la descarga. (min.)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
$V_{vp}$	Velocidad del C.V vacío por los caminos permanentes. (Km/h)	32	32	32	32	32
$d_{ptv}$	Distancia de recorrido promedio del C.V vacío por los caminos temporales. (Km)	0.60	0.77	0.48	0.58	0.63
$V_{vt}$	Velocidad del C.V vacío por los caminos temporales. (Km/h)	30	30	30	30	30
$T_{cu}$	Tiempo de carga del C.V. (min.).	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
$N_c$	Cantidad de cucharas necesarias para cargar el C.V.	3	3	3	3	3
$St$	Capacidad de carga	12	12	12	12	12

	del C.V. (t).					
$\gamma$	Masa volumétrica de la roca en el macizo. (t/m <sup>3</sup> )	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62
$Q_c$	Volumen de la roca en la cuchara de la excavadora. (m <sup>3</sup> )	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
$V_c$	Capacidad de la cuchara de la excavadora. (m <sup>3</sup> )	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
$k_u$	Coefficiente de utilización de la cuchara de la excavadora.	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
$N_{\text{ciclo}}$	Cantidad de ciclos de excavación en un minuto.	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
$N_v$	Cantidad de viajes de C.V por turno.	39	39	41	39	39
$T_t$	Duración del turno de trabajo. (min.).	480	480	480	480	480
$T_{\text{op}}$	Tiempo para realizar las operaciones preparatorias y finales. (min.)	35	35	35	35	35
$T_{\text{des}}$	Tiempo de descanso. (min.)	30	30	30	30	30
$V^*$	Volumen de roca en el macizo que cabe en el C.V. (m <sup>3</sup> )	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7
$N_t$	Productividad del C.V.	464.56	464.3	464.09	463.97	463.84

	(m <sup>3</sup> / turno)					
N <sub>trab</sub>	Cantidad de C.V trabajando.	3	3	3	3	3
P <sub>tcc</sub>	Productividad por turno de la cantera. (m <sup>3</sup> / turno)	160.3	160.3	160.3	160.3	160.3
k <sub>i</sub>	Coefficiente de irregularidad de los viajes.	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
k <sub>u</sub>	Coefficiente de utilización del C.V por turno.	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
N <sub>ci</sub>	Cantidad de C.V en inventario.	3	3	3	3	3
k <sub>pT</sub>	Coefficiente de preparación técnica.	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85

## II-8. Plan calendario de los trabajos mineros para los años 2004-2008.

Se consideran como elementos básicos para la confección del plan calendario los siguientes aspectos:

- Recursos de roca útil en los cinco años de explotación.
- Productividad anual proyectada de la cantera: 37 410 m<sup>3</sup>/año.
- Productividad anual de la planta procesadora: 50 000 m<sup>3</sup>/año.

⇒ **Primer año de explotación.**

En este año se extraerá un volumen de roca útil de 37500 m<sup>3</sup> en el macizo, el cual se extraerá del horizonte +232 m en categoría B + C<sub>1</sub>. La extracción se realizará mediante perforación y voladura. La carga se realizará con la excavadora Hitachi UH-

181 a los camiones de volteo KRAZ 256 B.

**Tabla 11. Equipamiento necesario en este año.**

<b>Equipamiento</b>	<b>Extracción</b>
<b>Excavadora Hitachi UH-181</b>	<b>1/2</b>
<b>Bulldozer Komatsu D - 85</b>	<b>1/1</b>
<b>Camión KRAZ 256 B</b>	<b>3/3</b>
<b>Compresor ATLAS COPCO XR- 350</b>	<b>1/3</b>
<b>Perforadora ROCK 404-A</b>	<b>1/2</b>
<b>Perforadora Manual PR-24</b>	<b>1/3</b>

**Nota : Numerador equipo operando y denominador equipo en inventario.**

⇒ **Segundo año de explotación.**

En este año la extracción se realizará en el horizonte + 242 en categoría C<sub>1</sub> extrayéndose un volumen de material útil de 37580.4 m<sup>3</sup> en el macizo. La extracción se realizara de igual forma que el año anterior.

Este año al igual que en el anterior se plantea dejar en el piso una pendiente de 2 % con el fin de lograr un mejor escurrimiento de las aguas, aunque no se esperan dificultades con el desagüe de la cantera.

**Tabla 12. Equipamiento necesario en este año.**

<b>Equipamiento</b>	<b>Extracción</b>
<b>Excavadora Hitachi UH-181</b>	<b>1/2</b>
<b>Bulldozer Komatsu D - 85</b>	<b>1/1</b>
<b>Camión KRAZ 256 B</b>	<b>3/3</b>
<b>Compresor ATLAS COPCO XR- 350</b>	<b>1/3</b>
<b>Perforadora ROCK 404-A</b>	<b>1/2</b>
<b>Perforadora Manual PR-24</b>	<b>1/3</b>

⇒ **Tercer año de explotación.**

En este año los trabajos de extracción de roca útil se realizarán como continuación del horizonte +242 en categoría B extrayéndose un volumen de 40442 m<sup>3</sup> en el macizo. La carga y transporte del material se hará de igual forma que en los años anteriores.

Además en este año se propone que conjuntamente con al explotación del horizonte + 242 aperturar el horizonte + 252 en categoría C<sub>1</sub>.

**Tabla 13. Equipamiento necesario en este año.**

<b>Equipamiento</b>	<b>Extracción</b>
<b>Excavadora Hitachi UH-181</b>	<b>1/2</b>
<b>Bulldozer Komatsu D - 85</b>	<b>1/1</b>
<b>Camión KRAZ 256 B</b>	<b>3/3</b>
<b>Compresor ATLAS COPCO XR- 350</b>	<b>1/3</b>
<b>Perforadora ROCK 404-A</b>	<b>1/2</b>
<b>Perforadora Manual PR-24</b>	<b>1/3</b>

⇒ **Cuarto año de explotación.**

La explotación en este año se realizará en el horizonte +252 en categoría C<sub>1</sub> extrayéndose un volumen de roca útil de 40134 m<sup>3</sup> en el macizo. Los trabajos se realizaran de igual forma que en los años anteriores.

**Tabla 14. Equipamiento necesario en este año.**

<b>Equipamiento</b>	<b>Extracción</b>
<b>Excavadora Hitachi UH-181</b>	<b>1/2</b>
<b>Bulldozer Komatsu D - 85</b>	<b>1/1</b>
<b>Camión KRAZ 256 B</b>	<b>3/3</b>
<b>Compresor ATLAS COPCO XR- 350</b>	<b>1/3</b>
<b>Perforadora ROCK 404-A</b>	<b>1/2</b>
<b>Perforadora Manual PR-24</b>	<b>1/3</b>

⇒ **Quinto año de explotación.**

En este año se continúan los trabajos en el horizonte + 252 categoría B extrayéndose un volumen de 37638 m<sup>3</sup> en el macizo.

**Tabla 15. Equipamiento necesario en este año.**

<b>Equipamiento</b>	<b>Extracción</b>
<b>Excavadora Hitachi UH-181</b>	<b>1/2</b>
<b>Bulldozer Komatsu D - 85</b>	<b>1/1</b>
<b>Camión KRAZ 256 B</b>	<b>3/3</b>
<b>Compresor ATLAS COPCO XR- 350</b>	<b>1/3</b>
<b>Perforadora ROCK 404-A</b>	<b>1/2</b>
<b>Perforadora Manual PR-24</b>	<b>1/3</b>

## **II-9. Preparación mecánica en la cantera.**

### **Características generales.**

Este proceso es físico y se conoce en la literatura técnica como un proceso de preparación mecánica el que consiste en la reducción y clasificación del rajón alimentado por medio de trituradores molinos y zarandas de diversas características en dependencia del tamaño máximo del rajón alimentado y de las diferentes fracciones a obtener en la instalación.

### **Etapas en que se divide el proceso.**

Etapa # 1. Recepción, trituración y clasificación del desecho.

Etapa # 2. Remolienda y clasificación de la fracción *63 a 38 mm*.

Etapa # 3. Clasificación y Control de los productos finales, *38 a 19 mm; 19 a 10 mm; 10 a 5 mm y 5 a 0 mm.*

### **Objetivos de las etapas.**

- Etapa # 1. Recepción, trituración y clasificación del desecho.

Recepcionar el rajón procedente del frente de cantera y eliminar el material estéril que acompaña al rajón y reducirlo a través de la trituración primaria hasta debajo de *100 mm.*

- Etapa # 2. Remolienda y clasificación de la fracción *63 a 38 mm.*

Clasificar el material mayor de *63 mm* e incorporarlo al triturador de cono para su remolida y el material de *38 mm a 63 mm* incorporarlo al triturador de martillo para ser remolido. El material menor de *38 mm* es enviado hacia la zaranda de clasificación (operación # 6). Cuando la fracción de *38 mm a 63 mm* no es remolido es enviada hacia el patio de acopio.

- Etapa # 3. Clasificación y Control de los productos finales, *38 a 19 mm; 19 a 10 mm; 10 a 5 mm y 5 a 0 mm.*

Obtener a través de la operación, la clasificación y control de los productos finales.

La piedra triturada procedente del frente de cantera es conducida y depositada en la tolva de alimentación por medio de los camiones de volteo, la piedra pasa por un alimentador vibrante provisto de parrillas con una separación de *70 mm* que permite separar los tamaños de granos de *70 mm a 0 mm* del resto del material

Estos tamaños (*70 mm a 0 mm*) son recogidos por el transportador # 1 que conduce a la zaranda recuperadora vibrante. Esta zaranda esta prevista en tiempo de secas de un paño de *25 mm* y otro de *10 mm* con el objetivo de reincorporar al proceso la

fracción de *70 mm a 10 mm*, a través de la banda transportadora # 2 y la fracción de *10 mm a 0 mm* pasa al área de acopio.

Cuando el material está húmedo la zaranda recuperadora trabaja con un paño de *25 mm* por lo que este material que se incorpora al proceso es de *70 mm a 25 mm* a través de la banda transportadora # 2 y la fracción de *25 mm a 0 mm* pasa al área de acopio.

El rechazo del alimentador vibrante pasa al triturador de quijada regulador para obtener los granos de *100 mm*. Las piedras obtenidas en este triturador es recogida por el transportador de bandas # 3 que recibe a su vez las fracciones de (*70 mm a 25 mm*) o (*70 mm a 10 mm*) en dependencia del tiempo (días secos o lluviosos), conducidos por el transportador de banda # 2.

El transportador de banda # 3 que conduce el material procedente de la trituración primaria, alimenta directamente a la zaranda vibratoria (operación # 3) equipada con dos paños de zaranda con luces mallas de *63 y 38 mm* respectivamente. El tamaño mayor de *63 mm* obtenido de la clasificación es conducido mediante una canal al triturador de cono (operación # 4) que la reduce a un tamaño de menor (*de 38 mm*) el cual retorna a la zaranda vibratoria (operación # 3) por medio del transportador de banda # 5 para ser clasificado nuevamente.

La fracción de *63 a 38 mm* es conducido a través de una canal al triturador de martillo (operación # 5) que la reduce a un tamaño menor de *38 mm* el cual retorna a la zaranda vibratoria (operación # 3) por medio del transportador de banda # 6 por ser clasificado; el material de *63 a 38 mm* que no va ser remolido es transportado por medio de la banda transportadora # 4 hacia el área de almacenaje al aire libre.

El material clasificado procedente de la trituración primaria y de la remolienda es trasladado a la zaranda vibratoria (operación # 6) por medio del transportador de banda # 7. Esta zaranda está equipada con tres paños de clasificación con una luz de malla de *22 mm; 10 mm y 5 mm* la cual clasifica las fracciones de *38 a 19 mm; 19 a 10 mm; 10 a 5 mm y 5 a 0 mm*.

El retenido en el paño de  $22\text{ mm}$  (fracción de  $38\text{ a }19\text{ mm}$ ) es conducido por medio de un transportador de banda # 8 hacia el área de almacenaje.

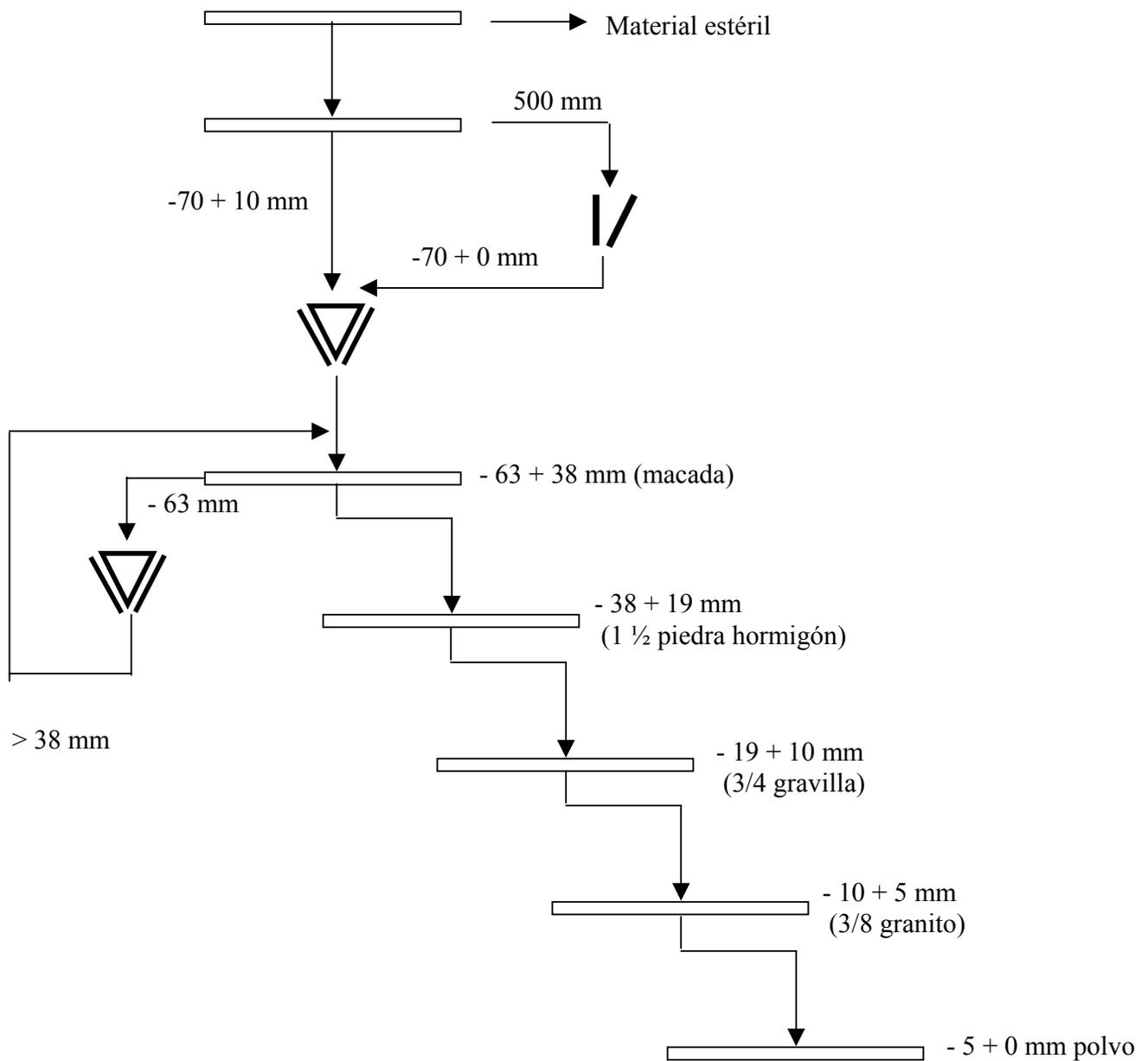
El retenido en el paño de  $10\text{ mm}$  (fracción de  $19\text{ a }10\text{ mm}$ ) es conducido por medio de un transportador de banda # 9 hacia el área de almacenaje.

El retenido en el paño de  $5\text{ mm}$  (fracción de  $10\text{ a }5\text{ mm}$ ) es conducido por medio de un transportador de banda # 10 hacia el área de almacenaje.

El material que pasa a través del paño de  $5\text{ mm}$  ( $5\text{ a }0\text{ mm}$ ) cae libremente a un transportador de banda # 11 que traslada el material hacia una tolva de almacenamiento.

A continuación en la siguiente figura se muestra el esquema del proceso en la planta trituradora "Mucaral".

Esquema # 1. Preparación mecánica en la planta trituradora "Mucaral".



### CAPITULO III. PARTE PRESUPUESTARIA.

#### III-1. Costo (monto) de inversión.

En el presente Proyecto Minero no se realizará ninguna inversión con respecto al equipamiento, sin embargo para el cálculo del costo del proyecto se tuvo en cuenta el valor sobre la base de la depreciación de los equipos en la actualidad y las normas del Precons.

**Tabla 16. Tabla 17. Trabajos de Extracción de Roca útil.**

No.	Equipamiento	U. M.	Cantidad	Valor Actual	Total
1	Bulldozer KOMATSU D-85	U	1	51345.27	51345.27
2	Camión volteo Kraz 256-B	U	1	8852.65	8852.65
3	Excavadora Hitachi UH-181	U	1	805.23	805.23
4	Perforadora Manual PR-24	U	1	79.40	79.40
5	Compresor ATLAS COPCO XR- 350	U	1	845.04	845.04
6	Perforadora ROCK 404-A	U	1	50881.05	50881.05
<b>Total</b>			<b>6</b>	<b>112808.64</b>	<b>112808.64</b>

**II-2. Costo de Operaciones.**

**III-2. 1 Cálculo del consumo material.**

**Tabla 17. Trabajos de Extracción de Roca útil.**

Denominación	U.M	Precio (\$/t)	1 <sup>er</sup> Año		2 <sup>do</sup> Año		3 <sup>er</sup> Año	
			Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Combustible Diesel	t	312.76	23.787	7.440	30.432	9.518	30.905	9.666
Lubricantes	USD	-		0.744		0.952		0.967
Neumáticos	USD	-		0.444		0.568		0.577
Baterías	USD	-		0.77		0.77		0.77
Total				9.398		11.808		11.980

Denominación	U.M	Precio (\$/t)	4º Año		5º Año	
			Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
Combustible Diesel	t	312.76	34.247	10.711	44.654	13.966
Lubricantes	USD	-		1.071		1.397
Neumáticos	USD	-		0.639		0.834
Baterías	USD	-		0.77		0.77
Total				13.191		16.967

### III-3. Cálculo del Fondo de Salario.

**Tabla 20. Cálculo del fondo de salario para los trabajos de destape y extracción de mineral útil.**

N o	Categ. ocupacion al Cargos	Cant. trab.	Pago Hora- rio	1er año		2do. año		3er año		4to. año		5to. año	
				F. ho- rario	F. salario	F. horario	F. salario	F. horario	F. salario	F. horario	F. sala- rio	F. horario	F. salario
<b>Obreros</b>													
1	Chofer Camión Volteo	2	1.01	2128	4298.6	2128	4298.6	2128	4298.6	2128	4298.6	2128	4298.6
2	Operador excavado ra Hitachi	1	1.30	2128	2766.40	2128	27640	2128	27640	2128	27640	2128	27640
3	Operador bulldozer	1	0.84	2128	1787.52	2128	1787.5 2	2128	1787.52	2128	1787.5 2	2128	1787.52

4	Operador del comp. Atlas Copco	1	0.72	2128	3064.32	2128	3064.32	2128	3064.32	2128	3064.32	2128	3064.32
5	Operador perf. ROCK 404-A	1	0.93	2128	1979.04	2128	1979.04	2128	1979.04	2128	1979.04	2128	1979.04
6	Operador perf. manual PR-24	2	0.90	2128	3830.40	2128	3830.40	2128	3830.40	2128	3830.40	2128	3830.40
Sub -total		8			17726.3		17726.3		17726.3		17726.3		17726.3
<b>Técnicos</b>													
1	Jefe de cantera	1	1.85	2128	3936.80	2128	3936.8	2128	3936.8	2128	3936.8	2128	3936.8

2	Téc. "C".	1	1.21	2128	2574.88	2128	2574.88	2128	2574.88	2128	2574.88	2128	2574.88
Sub-total		2			6511.68		6511.68		6511.68		6511.68		6511.68
Total					24237.96		24237.96		24237.96		24237.96		24237.96
Seguridad Social (12%)					2908.55		2908.55		2908.55		2908.55		2908.55
Impuesto F. Trabajo (25%)					6059.49		6059.49		6059.49		6059.49		6059.49

### III-4. Cálculo de Mantenimiento y Otros Gastos

**Tabla 21. Trabajos de Extracción de Roca útil.**

Denominación	U.M.	1er año			2do.. año			3er año		
		MN	MLC	Total	MN	MLC	Total	MN	MLC	Total
Repara y Mtto	pesos	1409. 70	939. 80	2349. 50	1771 .20	1180 .80	2952. 00	1797 .00	1198 .00	2995. 00
Otros Gastos	pesos	140.9 7	93.9 8	234.9 5	177. 12	118. 08	295.2 0	179. 70	119. 80	299.5 0

Denominación	U.M.	4to. Año			5to. Año		
		MN	MLC	Total	MN	MLC	Total
Repara y Mtto	pesos	1978.65	1319.1	3297.75	2545.05	1696.70	4241.75
Otros Gastos	pesos	197.87	131.91	329.78	254.51	169.67	424.18

**III-5. Costos de Depreciación.**

**Tabla 24. Trabajo de Extracción de Roca útil.**

No	Denominación	1er año gasto	2do año gasto	3er año gasto	4to año gasto	5to año gasto
1	Depreciación	26199.34	26199.34	26199.34	26199.34	26199.34

**III-6. Consumo de Material explosivo.**

**Tabla 25. Trabajos de Extracción de Roca Útil, para una porción de Amitrex – Tetrón 100 (70% 30 respectivamente) con diámetro de 115 mm.**

Materiales		Precio (\$)	U.M	1er año		2do año		3er año		4to año		5to año	
				Cant	Valor (MP)								
Tetrón 100 mm		1500.00	T	2.62	3.603	3.36	4.620	3.40	4.675	3.73	5.129	4.87	6.696
Amitrex	USD	219.15	t	15.9	3.496		4.480		4.532		4.973		6.500
	MN	268.59	m	5	4.284	20.44	5.490	20.68	5.555	22.69	6.095	29.66	7.967
Cordón detonante (10 g.)	USD	025	U	2061	0.516	2676	0.669	2676	0.669	2983	0.746	3904	0.976
	MN	0.0343			0.71		0.092		0.092		0.103		0.134

Detonad. No Electr. Instantáneos de 1m		0.55	U	8	0.005	12	0.007	12	0.007	12	0.007	24	0.013
Detonad. No Electr. Con micro retardo ULAEX (serie 1 - 5)		3.33	U	127	0.423	161	0.536	163	0.543	180	0.600	227	0.756
Mecha lenta	USD	0.13	m	10	0.002	10	0.002	10	0.002	10	0.002	10	0.002
	MN	0.0195			0.001		0.001		0.001		0.001		0.001
Cápsula Detonante		0.02	U	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0
Total					12.401		15.897		16.076		17.656		23.045

### III-7. Costos de Extracción

**Tabla 27. Trabajos de Extracción de material Útil.**

Elemento de Costo	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año
	Gasto Total (\$)				
Consumo material	9398.00	11808.00	11980.00	13191.00	16967.00
Fondo de Salario	24237.96	24237.96	24237.96	24237.96	24237.96
Seguridad Social	2908.55	2908.55	2908.55	2908.55	2908.55
Impuesto Fuerza de Trabajo.	6059.49	6059.49	6059.49	6059.49	6059.49
Gasto de mantenimiento	2349.50	2952.00	2995.00	3297.75	4241.75
Otros Gastos Monetarios	234.95	295.20	299.50	329.78	424.18
Depreciación	26199.34	26199.34	26199.34	26199.34	26199.34
Costo de extracción	71387.79	74460.18	74679.84	76223.87	81038.27

### III-7. Análisis de los Indicadores Técnico-económicos

**Tabla 28. Principales Indicadores Técnico-económicos**

No.	Indicadores	U.M.	1er año	2do año	3er año	4to año	5to año
1	Programa anual de Producción	m <sup>3</sup>	50000	50000	50000	50000	50000
2	Masa de materia prima	m <sup>3</sup>	37410	37410	37410	37410	37410
3	Valor de inversión	M.P.	112.81	112.81	112.81	112.81	112.81
4	Valor de Fondos Productivos	M.P.	124.09	124.09	124.09	124.09	124.09
4.1	Fondos Básicos	M.P.	112.81	112.81	112.81	112.81	112.81
4.2	Fondos circulantes	M.P.	11.28	11.28	11.28	11.28	11.28
5	Gastos de invers. por m <sup>3</sup> de masa extraída	pe-sos- /m <sup>3</sup>	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02
6	Pertrecho de los F.B.	pe-sos	7.33	7.33	7.33	7.33	7.33

7	Rendimiento de los F.B.	pe- sos	460.91	460.91	460.91	460.91	460.91
8	<b>Régimen de trabajo</b>						
8.1	Días al año	días	280	280	280	280	280
8.2	Turnos al día	turno	1	1	1	1	1
9	Fondo de salario	M.P.	24.24	24.24	24.24	24.24	24.24
9.1	Personal obrero	M.P.	17.37	17.37	17.37	17.37	17.37
9.2	Personal Téc.	M.P.	6.51	6.51	6.51	6.51	6.51
10	Producción anual por trabajador	m <sup>3</sup> / trab.	5000	5000	5000	5000	5000
11	Consumo mate- rial	peso	9398.0	11808.0	11980.0	13191.0	16967.0
12	Costo de pro- ducción	M.P.	71387.79	74460.18	74679.84	76223.87	81038.27
13	Costo de 1 m <sup>3</sup> de masa de mineral útil	peso	1.43	1.48	1.49	1.52	1.62

## **CAPITULO IV. PROTECCIÓN DEL MEDIO. TECNICAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL TRABAJO EN CANTERAS.**

### **IV-1. Protección del Medio Ambiente.**

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 Proyecto de Actualización se trata de identificar, predecir y prevenir las alteraciones ambientales producidas por las actividades extractivas hasta el procesamiento de la materia prima.

- Alteración de la cubierta terrestre.
- Modificación del hábitat.
- Cambios en el uso del suelo.
- Impactos visuales.
- Producción de ruidos y vibraciones.

### **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 perforadora..

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.

En el proyecto no se prevé la separación de la capa vegetal y su conservación en una escombrera aparte con el fin de utilizarla posteriormente en la primera etapa de los trabajos de recultivación, depositándola en el piso de la cantera y escombreras.

## **IV-2.TECNICA DE SEGURIDAD Y MEDIDAS DE PROTECCION DEL TRABAJO EN LAS CANTERAS.**

Por ser el hombre el factor más importante en cualquier proceso productivo y constituir la preservación de su vida el principio fundamental de nuestra sociedad de trabajadores, se brinda especial importancia al cumplimiento de las normas de seguridad e higiene del trabajo.

De acuerdo con lo antes expuesto el capítulo recogerá una serie de medidas que deben ser de estricto cumplimiento.

Para el desarrollo de este capítulo se han tenido en cuenta los documentos que rigen el cumplimiento de normas en nuestro país.

### **Medidas generales:**

- La administración esta obligada a crear y mejorar sistemáticamente las condiciones de trabajo adecuadas para los trabajadores con el fin de que la producción se desenvuelva en un medio seguro y se prevengan los accidentes y enfermedades profesionales.

- La administración esta obligada a incluir las necesidades de Protección e Higiene del Trabajo en sus planes anuales.
- La explotación del yacimiento se efectuará de acuerdo al proyecto técnico; además en la cantera debe existir y actualizarse sistemáticamente.
- Plan anual de los trabajadores mineros.

Informe geológico.

Levantamiento topográfico con un régimen de actualización mensual.

- Los obreros de nuevo ingreso deben pasar el curso especial de técnica de seguridad.
- La administración esta en la obligación de facilitar a los obreros los medios de protección personal en forma gratuita.
- Para realizar los trabajos peligrosos o aislados deberán de situarse más de un obrero.
- Todos los trabajadores al comienzo de su labor deben revisar su puesto de trabajo para detectar cualquier deficiencia, dando la información de inmediato en caso de haber dificultad.
- Los equipos solo pueden ser operados por obreros calificados y autorizados para su uso.

### **Reglas para el movimiento y otras prohibiciones concernientes a los obreros:**

- El movimiento de los obreros debe realizarse siempre por las bermas de seguridad.
- El movimiento de personal de un escalón a otro por taludes o a través de la roca explosionada se permitirá sólo en caso de necesidades especiales.
- Los trabajadores que laboren en el frente deben usar el casco y calzado adecuado.
- La ropa de trabajo deberá ser ajustada sin tener partes colgantes.

### **Reglas de seguridad para los trabajos mineros en el frente de canteras:**

- No se permitirá extralimites de los ángulos de talud, sino es permitido.
- Las bermas de seguridad deben tener las dimensiones establecidas.
- No se permitirá realizar trabajos en el borde del escalón sin el uso del cinturón de seguridad.
- Se deberá controlar los bordes de los escalones a fin de detectar posibles deslizamientos.
- No se permite realizar trabajos bajo rocas colgantes o taludes con peligro de deslizamiento.
- No se permite realizar ninguna labor sobre la roca explosionada del frente.

### **Regla para los trabajos con explosivos:**

- El personal encargado de la manipulación debe estar adiestrado e instruida a este efecto.
- El transporte de los detonadores, mecha y los explosivos se realizaran de forma separadas.
- No se trasladara el explosivo al frente hasta que no estén concluidas las perforaciones.
- Se prohíbe fumar durante los trabajos con explosivos.
- Deben colocarse señales visibles en los límites de seguridad.
- Debe disponerse de una señal sonora indique el inicio y fin de la voladura.

### **Reglas para el trabajo de la excavadora y los vehículos de transporte durante la carga de la roca:**

- **La** excavadora debe situarse en zonas estables y planas.
- El movimiento de las excavadoras la cuchara debe ir vacía y a una distancia no menor de un metro del terreno coincidiendo la posición de la pluma con el sentido de marcha.

- Está prohibida la permanencia de personal ajeno dentro de la cabina o plazoleta exterior de la excavadora.
- No se permite a los obreros estar dentro del radio de acción de la excavadora.
- No se permite al chofer de los equipos de transporte encontrarse fuera de la cabina mientras se realiza la carga.
- Los operadores no podrán mover el equipo hasta que no escuchen la señal que los autorice.

### **Seguridad en el transporte:**

- Durante el movimiento de los camiones en el área de la cantera deben cumplirse las leyes del tránsito establecidas por la comisión del tránsito del MININT y todas las medidas internas que se establezcan.
- Los camiones no pueden ser conducidos por personal no autorizado.
- El camión cuando esta cargado debe encontrarse totalmente frenado.
- El camión debe poseer la visera protectora de la cabina y en caso de no tenerla, el chofer debe abandonarla mientras se realiza la carga.

### **En el trabajo de los camiones de volteo se prohíbe:**

- a) Realizar carga unilateral o sobrepasar su carga.
- b) El movimiento del camión con la cama levantada.
- c) Aprovechar las pendientes para poner en marcha el motor.
- d) Estacionar el vehículo en pendientes.
- e) El traslado de personal ajeno.

### **Reglas para el trabajo en las escombreras.**

Durante la formación de escombreras en las laderas deberán ser previstas medidas especiales que no permitan el deslizamiento de la escombrera.

La altura de la escombrera, el prisma de derrumbe, la velocidad de avance se establecen en dependencia de las propiedades físico-mecánicas del escombros y de su base, del método de formación de la escombrera y del relieve del lugar.

La selección de los sectores para la localización de las escombreras deberá ser precedida por investigaciones ingenieros-geológicas. dada una caracterización detallada de los sectores destinados a la localización de las escombreras.

La localización de las escombreras deberá realizarse en correspondencia con las exigencias de las normas sanitarias de proyección.

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.

Los equipos de transporte del escombros descargarán el mismo en los lugares previstos por el pasaporte de trabajo en la escombrera, las cuales encontrarán fuera del prisma de derrumbe.

En las escombreras formadas por bulldozer la berma deberá tener en todo el frente de descarga una inclinación no menor de  $3^\circ$ , 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.

En los trabajos realizados en las escombreras con bulldozer, dichos equipos sólo podrán acercarse al borde del talud cuando se desplacen empujando el material hacia la escombrera.

Queda prohibido arrojar las aguas superficiales y residuales a las escombreras.

**Medidas contra el polvo.**

Cuando la concentración de polvo en el medio ambiente excede del límite permisible se rociará el área de trabajo con agua.

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.

***Nota: Para cada violación de las reglas de seguridad será sancionado según lo previsto en la legislación laboral vigente.***

## **CONCLUSIONES.**

En el presente Proyecto de Actualización abarca un período de explotación de la cantera de 5 años, como conclusiones se puede plantear que:

1. Toda la proyección se realizó dentro de los límites de la concepción minera.
2. El presente trabajo satisface lo solicitado por la dirección de empresa en la Tarea Técnica.
3. Estos trabajos se podrán realizar con el equipamiento disponible en la cantera, ya que la productividad de la misma permite acometer estos trabajos sin que peligren los planes de producción establecidos.
4. La explotación de la cantera en estos cinco años es económicamente rentable.
5. Con el avance de los frentes 232, 242, 252 en la dirección establecida, se obtiene una mejor conformación de la cantera y además proporciona el avance posterior.

En los años que abarca el plan calendario no deben presentarse problemas con el desagüe de la cantera.

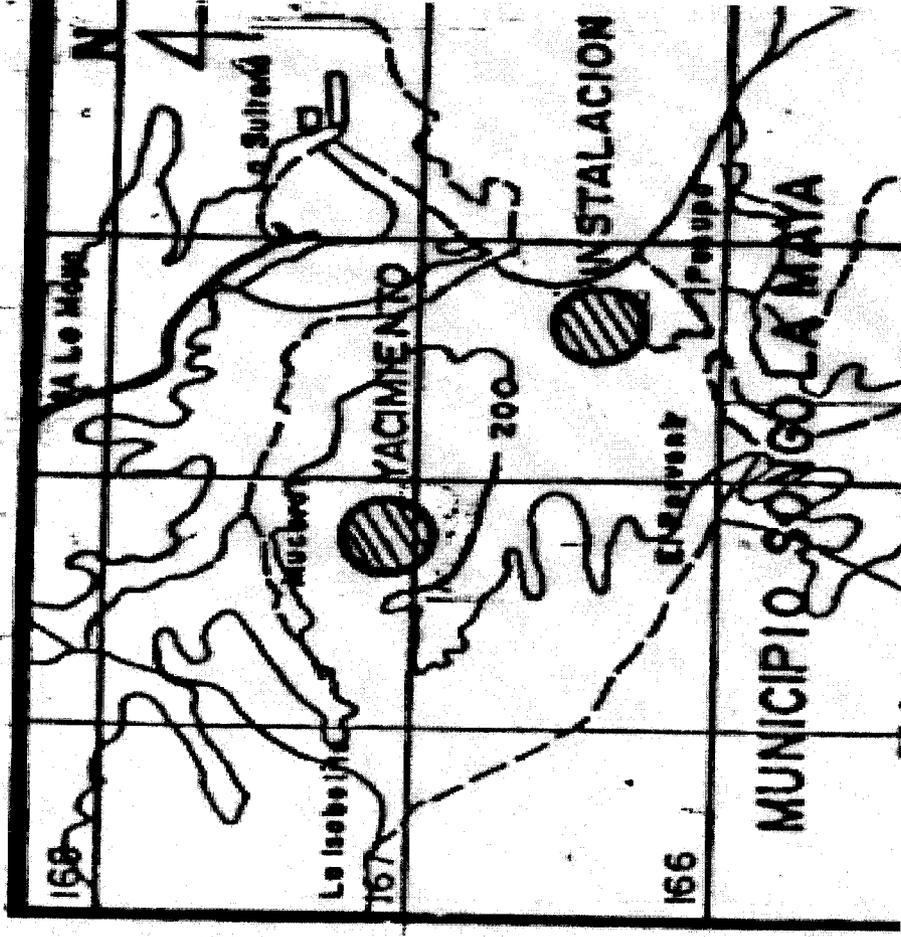
## **RECOMENDACIONES.**

En el yacimiento Mucaral se debe garantizar la sistematicidad de las siguientes labores.

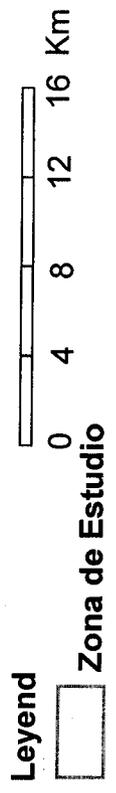
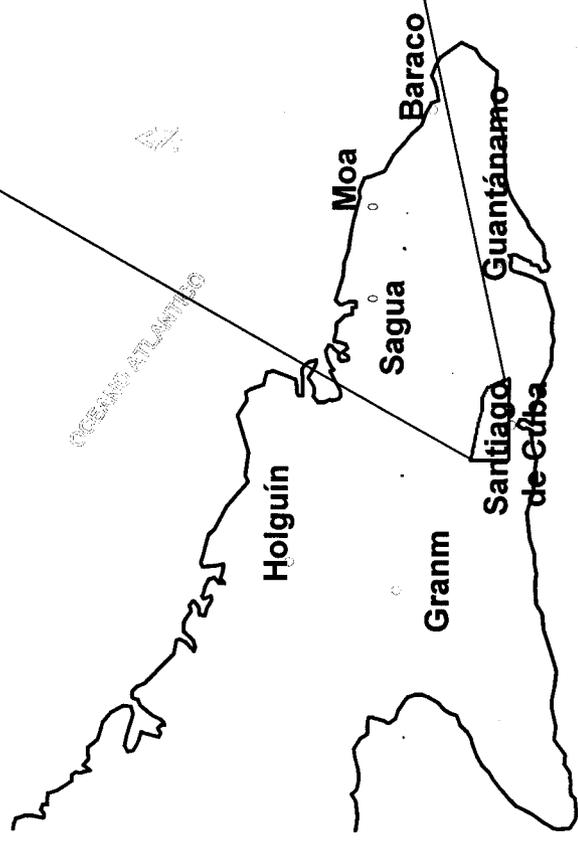
1. Control topográfico de todas las labores que se realicen en la cantera.
2. Actualización sistemática de los horizontes de trabajo.
3. Recomendamos ampliar los estudios geológicos para solicitar la ampliación de la concesión minera con el fin de aprovechar al máximo las reservas existentes en el área.
4. Que en el yacimiento se aplique el sistema de explotación diseñado, así como tener en cuenta de forma rigurosa a la hora de explotar el yacimiento el cumplimiento del Proyecto.
5. Los trabajos de la eliminación de las rocas sobremedidas en todos los frentes en explotación.
6. 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.
7. Que se mantengan los valores de los parámetros fundamentales de la cantera tanto los establecidos como los calculados.

## ***BIBLIOGRAFIA***

1. BORISOV, S.KLOKOV, M. GORNOVOI, B. Labores mineras. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y educación, 1986.480 p.
2. Elementos de la Mecánica de los Macizos Rocosos. Roberto Blanco. Editorial. Félix Varela. La Habana, 1998. p 122.
3. Ing. Julia Delga; Tec. Augusto Mesa. Proyecto de Explotación Minera del yacimiento de Calizas “La Maya”. Provincia Santiago de Cuba, 1984.
4. Ing. Maricel Garces M. Tarea Técnica para el Proyecto de Explotación del Yacimiento “Mucaral”.
5. 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.
6. Ministerio de la industria de materiales de la construcción. Norma Ramal 055. Minería a Cielo Abierto Proyecto de Explotación. Metodología de confección. 1986. 3p.
7. Ministerio de la industria de materiales de la construcción. Norma Ramal 10.003. Minería a Cielo Abierto. Carretilla barrenadota. Metodología de cálculo de productividad. 1990. 1. p.
8. Ministerio de la industria de materiales de la 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.
9. Notas de clase, Explotación a Cielo Abierto.
10. Otaño Noguel, José , Elementos de físicas de las rocas, Editorial Pueblo y Educación ,La Habana, 1981.
11. Otaño Noguel, Jose , Fragmentación de rocas con explosivos, Editorial Félix Varela ,La Habana, 1998.
12. Listado de precios mercado nacional, No 2/2000.



MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA



## Anexos

### Tarea Técnica para el Proyecto de Explotación Minera del Yacimiento de Calizas Mucaral.

Confeccionó: Ing. Maricel Garcés M.

Conforme: Ing. Marlene Alemán C.

Aprobó:

1.- Nombre del yacimiento:

Mucaral.

Coordenadas Lambert del Yacimiento:

Puntos	X	Y
<u>I.V.</u>	624569	166925
<u>II.VI.</u>	624643	167227

<u>III.VII.</u>	626033	167079
<u>IV.VIII.</u>	625009	166860
<u>I.II.</u>	624569	166925

2.- Mineral Útil:

Piedra para la construcción.

La piedra procedente de la cantera Mucaral tiene óptimas condiciones para la producción de piedra para la construcción.

3.- Aseguramiento de las reservas:

De acorde con el “Informe sobre el estado actual de los recursos de la Cantera de Calizas Mucaral”, tenemos un volumen de recursos medidos y un volumen de recursos indicados según balance del 01/01/04 de 4011.05 Mm<sup>3</sup>.

4.- Volumen de producción y características del mineral útil:

Se requiere la extracción del mineral útil por años del Plan Calendario siguiente:

	Años que abarca el Plan Calendario de los trabajos mineros				
	1 <sup>er</sup> año	2 <sup>do</sup> año	3 <sup>er</sup> año	4 <sup>to</sup> año	5 <sup>to</sup> año
Volumen de extracción anual	50000	50000	50000	50000	50000

No. de bloque	Ensayos o propiedades.	Valores obtenidos.		
		Mínimo	Máximo	Promedio
1B	- Masa volumétrica.	2.51	2.72	2.68
	-Absorción.	0.14	2.51	0.61
	- Marca	600	1000	1000
2C <sub>1</sub>	- Masa volumétrica.	2.51	2.72	2.67
	-Absorción.	0.14	2.51	0.64
	- Marca	600	1200	1000

5.- Régimen de trabajo de la cantera:

Duración de un turno de trabajo: **8 horas.**

Cantidad de turnos al día: **1 turno de trabajo.**

Número de días laborables al año: **280 días.**

Días perdidos por condiciones climáticas: **20 días.**

6.- Equipos para la extracción de la materia prima:

Equipo / modelo	Capacidad	Índice de consumo	Valor (\$)
Excavadora Hitachi UH-181	2.4m <sup>3</sup>	42 l/h	
KRAZ-256-B	12 t	0.48 l/Km	8852.65
Bulldozer Komatsu D- 85 A- 12	180 HP	18.81 l/h	51345.27

7.- Desarrollo de la cantera.

Equipo / modelo	Capacidad	Índice de consumo	Valor (\$)
Excavadora Hitachi UH-181	2.4m <sup>3</sup>	42 l/h	
KRAZ-256-B	12 t	0.48 l/Km	8852.65
Bulldozer Komatsu D- 85 A- 12	180 HP	18.81 l/h	51345.27

8.- Equipos de perforación en la voladura.

- \* Perforadora ROCK 404-A.
- \* Compresor Atlas Copco XR- 350.
- \* Perforadora Manual PR- 24.

Como medios de explosión se utilizarán los detonadores eléctricos con retardo y cordón detonante.

9.- Equipos de transporte:

Se utilizarán los mismos equipos previstos en la extracción minera.

10.- Equipos auxiliares:

No se requieren equipos auxiliares.

11.- Tipo de explosivo

- Para la voladura primaria se prevé utilizar los siguientes explosivos:
  - Tetrón 100 (de 100 mm de diámetro).
  - Amitrex (suelta).

- Para la voladura secundaria (tacos) se prevé utilizar los siguientes explosivos:
  - Amonita # 4 y Amitrex.

12.- Escombreras:

En este yacimiento existe una escombrera la cual tiene capacidad para seguir recepcionando material, la misma se encuentra fuera de los límites de los recursos industriales del yacimiento.

Las coordenadas planas de los vértices del área de la escombrera son:

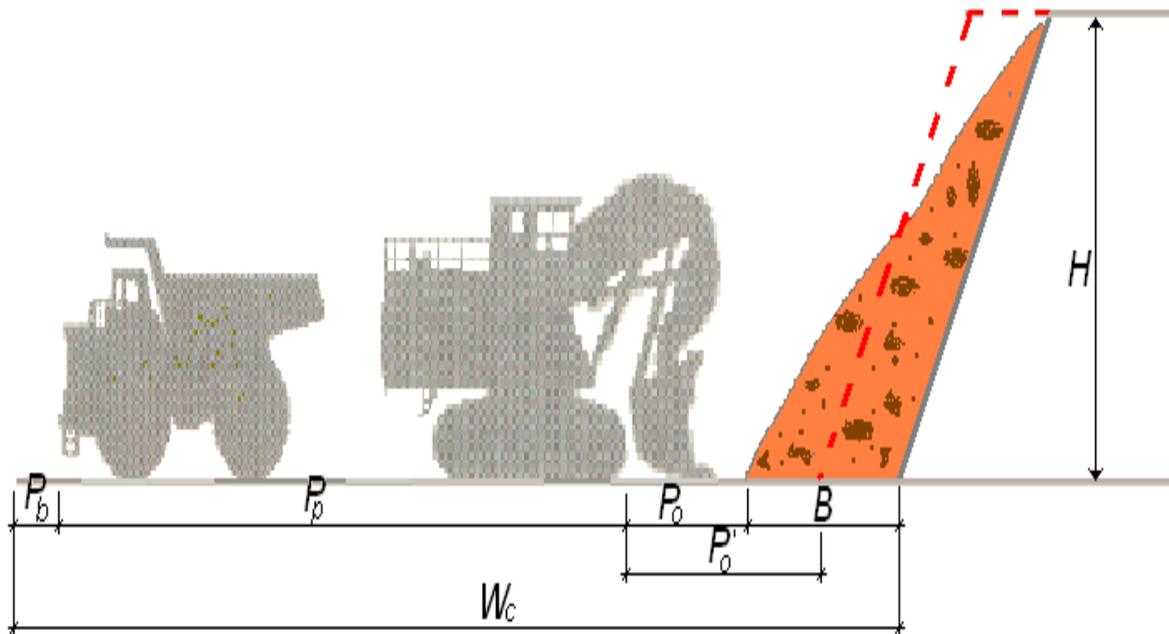
<b>Puntos</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
I	624600	167200
II	624400	167200
<b>III</b>	<b>624400</b>	<b>167350</b>
IV	624600	167350

13.- Medio Ambiente

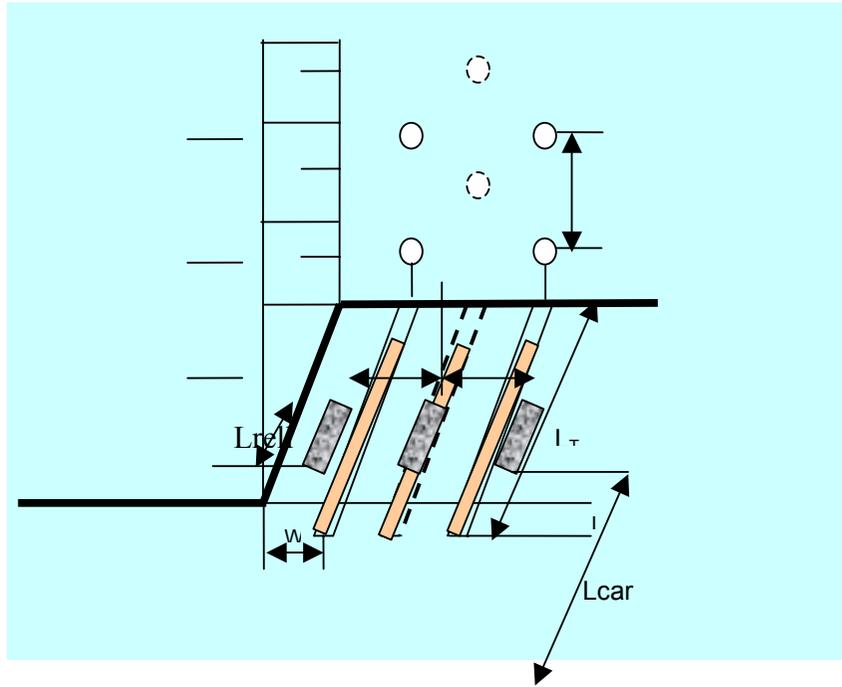
En el proyecto no se prevé la separación de la capa vegetal y su conservación en una escombrera aparte con el fin de utilizarla posteriormente en la primera etapa de los trabajos de recultivación, depositándola en el piso de la cantera y escombreras.

No se recomienda comenzar estos trabajos hasta no haber concluido la explotación de la cantera ya que se puede solicitar la ampliación de la concesión minera.

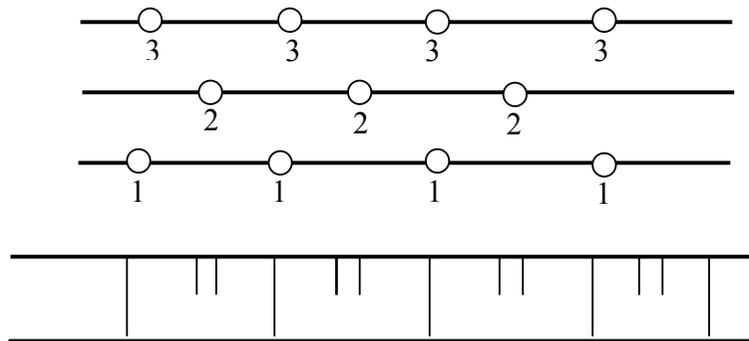
## Anexo 2 : Elementos del Sistema de Explotación



## Anexo 3. Parámetros de la perforación y voladura



Esquema de perforación y voladura



Orden de encendido