

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTA DE INGENIERÍA
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA
DEPARTAMENTO DE MINAS

**METODOLOGIA DE PLANIFICACION MINERA EN EL PERIODO AGOSTO Y
SEPTIEMBRE DEL AÑO 2013, DE LA CANTERA “TACAGUA”, PERTENECIENTE A
LA EMPRESA DESARROLLO ESTRUCTURALES Y MINEROS DEL ESTADO
VARGAS**

INFORME PRESENTADO ANTE LA
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA
DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA POR:

BR: DIEGO A. MARCHAN M.
PARA OPTAR POR LA ASIGNATURA
MINERÍA DE CAMPO (3230)

CARACAS, JUNIO 2014

MINERIA DE CAMPO

METODOLOGIA DE PLANIFICACIÓN MINERA EN EL PERIODO AGOSTO Y SEPTIEMBRE DEL AÑO 2013, DE LA CANTERA “TACAGUA”, PERTENECIENTE A LA EMPRESA DESARROLLO ESTRUCTURALES Y MINEROS DEL ESTADO VARGAS

TUTOR ACADÉMICO: PROF. AURORA PIÑA

TUTOR INDUSTRIAL: ING. MARIA T. ARTIGAS

CARACAS, JUNIO 2014

Diego A. Marchan M.

METODOLOGIA DE PLANIFICACION MINERA EN EL PERIODO AGOSTO Y SEPTIEMBRE DEL AÑO 2013, DE LA CANTERA “TACAGUA”, PERTENECIENTE A LA EMPRESA DESARROLLO ESTRUCTURALES Y MINEROS DEL ESTADO VARGAS.

Tutor académico: Prof. Aurora Piña. Minería de Campo 2013. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

RESUMEN

La cantera Tacagua, Esta adscrita a La Empresa Desarrollo Estructurales y Minero del Estado Vargas (DEMIVARGAS). Se encuentra ubicada en la localidad de la Hacienda Boca de Topo, perteneciente a la jurisdicción del municipio Libertador, Distrito Capital. Cuyo acceso se práctica desde el km. 11 de la autopista caracas-la guaira. La cantera Tacagua extrae rocas calizas metamórficas o mármoles, y mediante una fase de trituración y clasificación por un sistema cerrado, da como resultados cuatro tipos de producto que son utilizados como agregados de construcción, comenzado con el ripio o fino de tierra, seguido de los materiales comerciales como la piedra 1, arrocillo $\frac{1}{2}$, y polvillo $\frac{1}{4}$. La fase explotación de mineral en la cantera Tacagua, se basa en el arranque de material, el cual comienza con la conformación de pisos y áreas casi horizontales, dando pase a la etapa de perforación en los diferentes bancos de producción dentro del patrón de explotación. Esto permite realizar un plan de perforación y voladura para el año 2014 (teniendo en cuenta la producción instalada de la planta de trituración).

También se tomaron algunos tiempos de carga y acarreo de mineral, para obtener información referente al ciclo de carga y acarreo. Se realizan las mediciones de los volúmenes de las pilas de material saliente de la planta de reducción de tamaño, teniendo en cuenta que el procesamiento del mineral en la planta de trituración de la cantera Tacagua es del tipo físico, proceso seco de transporte y clasificación, todo esto con la finalidad de estimar la producción.

Adicional se realizaron algunos estudios según la producción de planta y la venta de material (algunos datos fueron suministrados por la empresa), todo esto con el fin de realizar un registro de comercialización en lo que va de año 2013, y hacer una estimación de la producción para lo que queda de año esto en el caso de que la producción en planta sea lo esperado.

INDICE

ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
INTRODUCCION	8
CAPITULO I	9
GENERALIDADES DE LA INVESTIGACION	9
1.1 Planteamiento del problema	9
1.2 Objetivos de la investigación	10
1.2.1 Objetivo general	10
1.2.2Objetivos específicos	10
1.3 Justificación de la investigación.....	11
1.4 Limitaciones de la investigación	12
CAPITULO II.....	13
CANTERA TACAGUA	13
2.1 Aspectos generales	13
2.2 Visión y misión de la empresa DEMIVARGAS	13
2.3 Ubicación General, Acceso y características del área de explotación.	13
2.4 Proceso de producción de la cantera Tacagua.....	14
2.5 Fases de explotación.....	14
2.6 Capacidad de producción instalada	15
2.7 Reservas	15
CAPITULO III.....	16
MARCO TEORICO.....	16
3.1 Geología del depósito.....	16
3.1.1 Geología regional.	16
3.1.2 Geología local.....	17
3.2 Definición Estructural del Yacimiento.....	18
3.3 Planificación Minera	19
3.3 Factores que afectan la planificación minera	20
3.4 Distribución de equipos de acarreo	20
3.5 Características y función de los explosivos y accesorios en voladura.	22
CAPITULO IV.....	25
MARCO METODOLOGICO.....	25
4.1 Tipo de investigación	25

4.2 Diseño de la investigación	25
4.3 Población y Muestra.....	25
4.4 Metodología utilizada en campo	25
CAPITULO V.....	27
RESULTADOS Y ANÁLISIS	27
5.1 Distribución de equipos de acarreo.	27
5.2 Descripción de los equipos de perforación, arranque, carga, acarreo, apoyo.	29
5.2.1 Equipo de perforación	29
5.2.2 Equipos de arranque.	29
5.2.3 Equipos de carga.....	29
5.2.4 Equipos de acarreo.....	30
5.2.5 Equipos de apoyo y auxiliares.....	30
5.3 Beneficio mineral	31
5.3.1 Planta de procesamiento mineral.....	31
5.3.2 Capacidad de producción.....	32
5.3.3 Porcentaje de recuperación.....	33
5.4 Plan de perforación y voladura para el año 2014.....	34
5.4.1 Descripción del cálculo y parámetros utilizados	34
5.4.2 Patrón de perforación y voladura.....	35
5.4.3 Cronograma de perforación y voladura	35
5.4.4 Consumo de explosivos y accesorios	36
5.4.6 Esquema de distribución de los explosivos y sus accesorios.	36
5.5 Comercialización.....	37
5.5.1 Forma de comercialización del producto.....	37
5.5.2 Volumen y valor de ventas	38
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 tiempos de carga y acarreo de material para un camión.	27
Tabla 2. Producción horaria de un camión.	28
Tabla 3. Equipos de perforación	29
Tabla 4. Equipos de arranque.....	29
Tabla 5. Equipos de carga.....	29
Tabla 6. Equipos de acarreo.....	30
Tabla 7. Equipos de desarrollo y auxiliares.....	30
Tabla 8. Producción de planta (Alimentada por un camión).	33
Tabla 9. Producción de planta (Alimentada por dos camiones).	33
Tabla 10. Plan de perforación según los metros lineales y # de barrenos para el año 2014.	36
Tabla 11. Plan de voladura (consumo de explosivos y accesorios para el año 2014.....	36
Tabla 12. Comercialización de la cantera Tacagua 2013. La parte en color azul representa lo que se debe comercializar de cada material o producto en los últimos 4 meses del año 2013.....	38
Tabla 13. Producción total de la planta Tacagua en el año 2013.....	38
Tabla 14. Comercialización de la planta Tacagua (trabajando dos camiones en el acarreo y alimentación de la planta).	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. “Ubicación geográfica de los frentes de explotación cantera Tacagua. Fuente google”.	14
Figura 2. Representación de un circuito de acarreo.....	21
Figura 4. Representación grafica. Capacidad de producción de un camión por hora.....	28
Figura 8. Representación grafica. Porcentaje de recuperación y pérdidas.	34
Figura 9. Patrón de perforación. Fuente propia.	35
Figura 10. Distribución y configuración del barreno. Fuente propia.....	37
Figura 11. Secuencia de detonación por barreno. Fuente informe Cantera Carayaca 2011	37
Figura 13. Representación grafica. Producción real de la cantera Tacagua.	39
Figura 14. Representación grafica. Producción esperada el año 2013.	39

INTRODUCCION

La cantera Tacagua, adscrita a la Empresa de Desarrollo Estructural y Minero del estado Vargas, se encarga de la extracción, clasificación y comercialización de roca caliza metamórfica y mármoles, dicho mineral es utilizado como material de construcción. La explotación mineral se realiza mediante voladuras de roca, luego el material volado es cargado en camiones y llevado a la planta de trituración y clasificación donde se obtiene como resultado diferentes tipos de tamaño de roca como: piedra, polvillo, arrocillo y ripio.

El presente informe se enfoca en la planificación minera de la cantera Tacagua, con la finalidad de implementar una metodología que permita a la empresa conocer la producción efectiva de la cantera y establecer metas de producción construidas a partir de un plan de mina, donde este a su vez permita organizar todas las actividades mineras en la cantera.

En el capítulo I, se describe el problema y justificación enunciando los objetivos de la investigación. El capítulo II, corresponde a la información referente a la cantera Tacagua, como: ubicación de la cantera, proceso de explotación y producción, reservas mineral entre otros. El capítulo III, presenta las bases teóricas que sustentan la investigación. El capítulo IV, metodología de la investigación, indica la población, muestra y tipo de investigación realizada en el presente informe. El capítulo V muestra mediante resultados y análisis, las conclusiones de la investigación, empezando por la distribución de los equipos de carga y acarreo de mineral, así como también, el estado de toda la maquinaria presente en la cantera, la producción de la planta de trituración y calcificación y el proceso de perforación y voladura de la cantera tacagua.

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACION

En este capítulo encontramos las generalidades de la investigación, como son el planteamiento del problema, objetivos, limitaciones y justificación de la investigación.

1.1 Planteamiento del problema

Los proyectos mineros se sustentan en base a la elaboración de un plan minero, el se encarga de definir las reservas mineras, la vida de la mina, y la capacidad de producción con el fin de permitir la evaluación económica del proyecto.

La cantera Tacagua carece de una planificación minera, esto produce que en la cantera el grado de incertidumbre asociado al cumplimiento de un plan minero sea elevado, por qué se ve afectado el futuro económico de la empresa.

Es probable que las causas de no tener una planificación minera, sea debido que la extracción de mineral se ejecuta de manera empírica, sin seguir un patrón o guía de cómo realizar la explotación del mineral lo más óptima posible, teniendo un funcionamiento efectivo de todos los equipos mineros de la cantera.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Establecer la metodología de planificación minera, en el periodo agosto y septiembre del año 2013 de la cantera Tacagua, perteneciente a la empresa Desarrollo Estructural y Minero del Estado Vargas.

1.2.2Objetivos específicos

- Describir el ciclo operacional realizado para la extracción del mineral.
- Estimar los tiempos de carga y acarreo, y la disponibilidad física de los equipos.
- Describir el proceso de trituración y clasificación de la planta de beneficio mineral.
- Realizar un plan de voladura en función de la producción de la planta de beneficio mineral.
- Evaluar las ventas de mineral en función de la producción de planta.
- Establecer metas de producción en la cantera “Tacagua”

1.3 Justificación de la investigación

La planificación minera, es una herramienta vital para el desarrollo exitoso de una explotación mineral, permitiendo la distribución de labores en torno a un plan de perforación y voladura, plan de producción, mantenimientos de equipos, entre otros; teniendo en cuenta variables que se afectan y determinan dicha explotación como la geología, topografía, método de explotación, planta de trituración y clasificación de roca y distribución de equipos de carga y acarreo.

La cantera Tacagua, necesita de un cronograma de actividades, así como de fijar metas de producción en función de un plan de mina dando importancia a la relación entre ventas de mineral y la producción actual de la planta de la cantera. La cantera al establecer una planificación minera no solo aumentaría la producción y el ingreso económico de la cantera Tacagua como de la empresa DEMIVARGA, sino que también se incrementaría el abastecimiento de material de construcción en el estado Vargas.

1.4 Limitaciones de la investigación

Durante la recopilación de información de la cantera Tacagua en el mes de agosto-septiembre del año 2013, se determinó que los cálculos de reservas están basados en un estudio de topografía realizado en 2011, dando como resultado una estimación del material a extraer para los primeros cinco (5) años y luego una para los siete (7) restantes.

Por otra parte, se puede destacar que al momento de medir los tiempos de carga y acarreo, así como los volúmenes producidos por la planta de beneficio mineral, estos se vieron afectados por eventos imprevistos que ocasionaban la interrupción inmediata del proceso de producción de la cantera. Cabe destacar que, las causas de la mayoría de estos eventos es el cumplimiento del tiempo de vida útil de los equipos de trituración y clasificación de mineral.

CAPITULO II

CANTERA TACAGUA

Capítulo II, abarca las especificaciones de la cantera Tacagua, encontrando la ubicación de la cantera, proceso de explotación, capacidad de producción, reservas entre otras.

2.1 Aspectos generales

La cantera Tacagua, está adscrita a La Empresa Desarrollo Estructurales y Minero del estado Vargas (DEMIVARGAS).

La compañía tiene como objeto y propósito; exploración, explotación, almacenamiento, transporte, y comercialización de minerales no metálicos

2.2 Visión y misión de la empresa DEMIVARGAS

Desarrollar proyectos que maximicen el valor social y económico de la empresa mediante la exploración, extracción, procesamiento y comercialización eficaz y eficiente a partir del valioso esfuerzo individual de cada uno de los trabajadores de nuestra organización asegurando una mejor distribución de los ingresos y el logro de nuestras metas.

Ser la empresa de explotación y comercialización de minerales no metálicos, capaz de posesionarse en el mercado productivo e interactuar con las comunidades procurando un mejor estándar de vida a través de la cooperación solidaria y la responsabilidad social, logrando a su vez ser el modelo exitoso de empresa mixta para toda la economía nacional. Mostrando que el sector privado y el sector publico pueden alcanzar altos niveles de excelencia

2.3 Ubicación General, Acceso y características del área de explotación.

La cantera Tacagua, se encuentra ubicada en la localidad de la Hacienda Boca de Topo, Parroquia Sucre, perteneciente a la jurisdicción del municipio Libertador, Distrito Capital. Cuyo acceso es desde el km. 11 de la Autopista Caracas-La Guaira, cruzando a la derecha en el Sector El Limón, después de la pasarela, pasando por el túnel (alcantarilla) que pasa justo debajo de la autopista mencionada y atraviesa la quebrada Tacagua, haciéndose un recorrido de aproximadamente de dos (2) km hasta llegar al portón de las instalaciones de la empresa.

La extracción del mineral se realiza en el área conocida como el Frente #2 cuyas dimensiones aproximadas son de 93000 m². Existe otra área llamada Frente #4 (inactivo para el momento de la actividad), que ha sido objeto de explotación y posee reservas de material para agregado. El área total de La Hacienda Boca de Topo es de 202,00 Ha las cuales están dentro de las coordenadas UTM: N1.165.000 a N1.163.400 y E718.540 a E720.230. El área de extracción de mineral es de 93 hectáreas, en el cual se encuentra en el Frente #2, y dentro del perímetro de las coordenadas UTM, sistema REGVEN, huso19, poligonal de seis (6) puntos.



Figura 1. “Ubicación geográfica de los frentes de explotación cantera Tacagua. Fuente google”.

2.4 Proceso de producción de la cantera Tacagua.

El desarrollo de la explotación de la cantera Tacagua se da como un proceso a cielo abierto, donde actualmente se labora con una planificación a corto plazo, en el cual se trabaja en la explotación de un solo banco y se realizan solo voladuras horizontales.

2.5 Fases de explotación

La fase explotación de mineral en la cantera Tacagua se basa en el arranque de material, el cual comienza con la conformación de pisos y áreas casi horizontales, dando pase a la etapa de perforación en los diferentes bancos de producción dentro del patrón de explotación.

Al culminar las perforaciones, se procede a la ejecución de la voladura controlada, generando el menor ruido posible y ondas de expansión bajas. Después de efectuada la voladura se da ingreso al frente de trabajo, a los equipos de carga y acarreo de mineral. Luego que el material es cargado a los camiones es acarreado a la planta de trituración. Estando el material en planta, se procede a la fase de trituración y clasificación del mineral, este sistema cerrado da

como resultado 4 tipos de producto, comenzado con el ripio o fino de tierra, seguido de los materiales comerciales que son la piedra 1, arrocillo ½", y polvillo ¼", cabe destacar que bajo pedidos especiales esta plata puede producir piedra desde 1" hasta 3".

Para culminar el proceso, los productos salidos de planta son cargados en los camiones de despacho de material. Hay otros productos como la piedra bruta, núcleo de roca, coraza entre otros, que son despachados de los frentes de trabajos. El ripio también es aprovechado, como arena, una vez que es lavado en una planta anexa.

Como en toda voladura, existe material de sobre tamaño que no se puede ingresar directamente a la trituradora, este material es apartado y acumulado para luego ser fragmentado por martillos hidráulicos para también ser despacharlos como piedra buta y coraza.

2.6 Capacidad de producción instalada.

La planta de trituración y clasificación, utilizada en la cantera de Tacagua, con todos sus equipos operativos, tanto móviles como los equipos de trituración, se estima una capacidad de producción de unos 20000 m³ mensuales de producto final.

2.7 Reservas

En la cantera de Tacagua, se han realizado estudios topográficos de las aéreas en las cuales se puede encontrar material (mineral) de interés para la empresa. De acuerdo a dichos estudios se ha logrado obtener un estudio del volumen que se encuentra en el lugar. De este estudio topográfico se logra sacar un estimado de volumen de excavación con intervalos de tiempos en los diferentes frentes de trabajo. Cabe destacar que el principal frente al cual se le practicaron los estudios es el del frente numero 2.

En el frente #2 los volúmenes de excavación para noviembre del 2012, fueron 1.443.248,37 m³; y en estimación para un intervalo de tiempo de 5 años es de 542.590,80 m³ para las cotas 714 y 653. Para un intervalo de 12 años el volumen de excavación es de 1.443.248,37 m³, es decir que se habrá acabado el material. El frente #4 posee un volumen de excavación de 93.690,92 m³ totales. En este punto se planean hacer cambios para comenzar con las operaciones correspondientes.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

En el capítulo III, encontramos las bases teóricas que sustentan la investigación.

3.1 Geología del depósito

3.1.1 Geología regional.

Las características geológicas de la zona de estudio pertenecen al complejo La Costa, específicamente a la Fase Tacagua y la Fase Antimano. Según el léxico estratigráfico de Venezuela.

Complejo La Costa (Mesozoico)

Según M, Ostos. E, Navarro. Y F, Yoris, 1987, p.71. Está constituida principalmente por esquistos de mucha variedad mineralógica, mármol, anfibolitas, eclogita, rocas metavolcánicas, entre otros tipos de rocas que se encuentran en las fases Antimano, Tacagua, y Nirgua. Este complejo aparece como una franja desde Nirgua estado Yaracuy, hasta Cabo Codera, estado Miranda. La mayoría de los contactos se le interpretan como tectónicos y en otros como fallas de corrimientos.

Las rocas que componen este complejo representan una gran variedad de ambientes geológicos, esto como consecuencia de la tectónica, en este caso colisión entre las placas Caribe y la de Sur América.

Fase Tacagua (Jurásico – Cretácico)

Según G.Denco, 1951, p .91. La localidad tipo de esta fase es en la quebrada Tacagua, al norte de la intersección con la quebrada topo, distrito federal. Donde se encuentran una asociación de esquistos albitico - calcítico – cuarzo – micáceo – grafitoso, intercalados con esquistos verde claro, también se le ha descrito que contiene cantidades menores y franjas de hematitas, calcita, piritita y granate. Denco menciona que el espesor varía de unos 150 a 200 (m); también hace énfasis en que la localidad tipo entra en contacto con la formación Las Mercedes, mientras que Urbani y Oscos (1991) indican contacto con los esquistos de san Julián y con las fases Antimano y Nirgua.

Los afloramientos se extienden paralelamente al valle de la quebrada Tacagua. Se considera correlacionable con la formación de Paracotos, y con la formación de Copey, en la península de Araya – paria, esta última por las rocas verdes de Tacagua.

Fase Antimano (cretácico).

Según Denco, 1951, p .63 y 64. Los afloramientos de esta formación hoy en día están totalmente cubiertos por la urbanización de la ciudad de Caracas, pero todavía se pueden observar algunos en las canteras de la Quebrada Mamera, se describe dicha formación como un mármol masivo de grano medio de color gris, constituido de un 85 – 95 % de calcita, y alternado con capas de esquistos cuarzo micáceo. También describe las anfibolitas glaucofánicas, e indica que los mármoles son rocas estructurales competentes en relación a los esquistos que lo rodean, y incompetente a las rocas anfífolas, formando así la estructura geológica “boudinaje”. Urbani y Oscos a la zona de Puerto Cruz-Mamo, la denominan parte de la Fase Antimano, ya que allí también se encuentran anfibolita, mármol, esquistos calcáreos-moscovíticos-grafitosos.

El espesor según Denco, (1951), disminuye del este al oeste, donde en la localidad tipo tiene unos 40 m de espesor. Presenta contactos con las formaciones Brisas y Las Mercedes.

Con un estudio químico Oscos 1990, interpreta que las anfibolitas provienen de basaltos metamórficos, que fueron formados en el ambiente de la cordillera de la costa.

3.1.2 Geología local

La geología del área (frente #2 y #4) pertenece parcialmente a la formación Antimano y Tacagua, pero la presencia de rocas calizas metamórficas o mármoles grises en masas lenticulares asociados a rocas anfibolíticas, dan a interpretar pertenecen en su mayoría a la formación Antimano. Teniendo en cuenta la formaciones de “boudinaje” en el frente #4.

En el frente #4, la secuencia litológica es concordante y transicional la cual consiste de rocas metamórficas, conformadas de base a tope: esquistos grafitosos- granatíferos, esquistos cuarzos- calcareos- grafitosos, mármol gris oscuros laminado con intercalaciones delgadas de esquistos grafitosos, mármol gris oscuro compacto, anfibolitas muy compacta con extrutura de “boudinaje” y al final en el tope un esquistos cuarcítico con niveles delgados de esquistos

anfibolíticos y de mármol intercalados. El rumbo promedios E-W y buzamiento de 45 grados al norte, la altura del talud es de unos 130(m).

El frente #2 la secuencia es muy parecida a la del frente #4; concordante y transicional. Empezando de base a tope con esquistos granatíferos- grafitosos, intercalaciones de esquistos cuarcíticos- grafitoso - anfibolíticos, esquistos cuarcíticos- calcareos- grafitosos, mármol gris oscuro compacto y bandeado, cuarcita bandeada color crema con niveles delgados intercalados de esquistos grafitosos (foto#2). El rumbo general E-W y buzamiento varía de 35 a 65 grados al norte.

La secuencia geológica se presenta tanto en los frentes #2 y #4, en forma lenticular y acunándose hacia el oeste. En el frente #2 el mármol tiene un espesor de 50 (m) donde aflora en forma masiva y compacta con algunas vetas de calcita. La cuarcita supra yace al mármol y está muy compactada, bandeada hacia el contacto con el mármol, se intercala con esquistos grafitosos, en su totalidad el espesor de la secuencia aflorante en el frente #2 es de unos 230 (m).

3.2 Definición Estructural del Yacimiento.

La estructura geológica del yacimiento está muy afectada por el fuerte movimiento tectónico que sufrió la cordillera de la costa venezolana, como consecuencia del choque de la placa del Caribe y la placa sur americana, afectando el área de estudio por diferentes fallas geológicas, siendo la más importante la falla de Tacagua, siendo esta dextral- normal con dirección NO- SE, se logra observar y evidenciar, con las fallas medidas efectuadas en los frentes de explotación de la cantera, ya que están muy próximas a la falla geológica de Tacagua.

Las fallas medidas en los frentes de explotación son fallas normales con estrías indicando el movimiento de los bloques hacia la derecha, las medidas de las fallas locales son: Plano de Falla local (N80W40E).

Estructuralmente el área de estudio se encuentra fracturada, teniendo en cuenta el tipo de material afectado, que en este caso son los esquistos granatíferos- grafitosos y esquistos cuarzo-grafitosos, que se pueden observar en láminas y que también por los procesos de la voladura sufren fracturas en dimensiones pequeñas. El mármol y la cuarcita que se encuentran en la parte superior

de la secuencia, al contrario de los esquistos, son más competentes y propenso a generar bloques grandes y macizos con el patrón de voladura adecuado.

Por las características físicas de las rocas presentes en el frente #2, están muy fracturadas, ya que son muy compactas por su composición mineralógica, tendiendo a a fracturarse en bloques grandes este sería el caso de los esquistos grafitosos presentes en este frente de explotación.

En el frente #2, también se encuentran familias de diaclasas debido a la tectónica que ha sufrido la zona y las características mineralógicas de las rocas presentes en los afloramientos. Las diaclasas están en diferentes direcciones y inclinaciones, hay diaclasas abiertas siendo visibles sus grietas, también hay antiguas grietas las cuales son rellenadas de calizas cristalizadas.

La tendencia y direcciones de las diferentes familias de diaclasas q se pueden observar en el área son:

- Rb: N 10 E – Bz: 70 SE;
- Rb: E-W – Bz: 35S;
- Rb: N 80 W – Bz: 36 NE;
- Rb: N 30 W – Bz: 75 SW.

3.3 Planificación Minera

La planificación minera es la disciplina que se encarga de la gestión de los procesos involucrados en la explotación de recursos mineros. Su desarrollo se ha visto favorecido por las tecnologías de la información, que han potenciado la convergencia de la administración estratégica y la optimización minera. Se debe notar que para valorar un determinado yacimiento no basta con establecer la riqueza de los minerales presentes, se debe elaborar un plan de extracción a través del cual se evalúa la factibilidad técnica y económica de explotarlo.

En términos prácticos, el principal desafío que se enfrenta es establecer el plan de extracción óptimo para un determinado yacimiento, considerando restricciones de carácter técnico, económico y estratégico. La gran cantidad de variables involucradas, algunas de las cuales varían en tiempo de acuerdo al comportamiento de los mercados o debido a cambios

tecnológicos, y sus interrelaciones generan un sistema complejo. Estos factores dificultan el diseño del plan minero, el cual se rige por dos objetivos primordiales: maximizar el valor actual neto (VAN) de las utilidades y controlar el riesgo del proyecto de explotación. El objetivo de la planificación es optimizar la secuencia en que son extraídos el mineral de la mina, maximizando los beneficios y limitando el riesgo.

3.3 Factores que afectan la planificación minera

Son muchos los factores que intervienen en el diseño y planificación de las explotaciones mineras, lo que hace de ésta, una formidable y complicada tarea, tal vez sólo superada, por la propia operación minera.

Es así como se puede resaltar como elementos determinantes a la geología, la extensión y morfología del yacimiento, la distribución espacial de la calidad y cantidad de los diferentes materiales, las reservas, las características geomecánicas de los materiales, la topografía y su relación con el depósito, los taludes finales de la excavación, los límites de la concesión minera; las leyes de corte, las horas anuales de trabajo, las productividades, los factores de eficiencia, la dilución, el tamaño y el número de equipos a emplear, sus necesidades operativas: altura de los bancos, necesidades de espacio en los frentes de trabajo, pendientes y dimensiones de las pistas; las infraestructuras necesarias, las inversiones y los costos, entre otros.

3.4 Distribución de equipos de acarreo

En toda explotación mineral es necesario tomar en cuenta el tiempo que le toma al equipo de acarreo en ser cargado, transportar y descargar la cantidad de material que se le encomienda transportar, ya que esto repercute en los planes de explotación de forma directa (y a su vez en los costos).

Las velocidades que un equipo de acarreo puede generar en una vía en específica dependen de, las condiciones de dicha vía (seca, húmeda, constituida por material grueso o fino, asfaltada o no, etc.), la cantidad de material que transporte y por supuesto la velocidad máxima permitida (por razones de seguridad), es así como un camión puede alcanzar una mayor velocidad en tramos horizontales, pero en tramos inclinados dependiendo si va a favor o en contra de la pendiente la velocidad puede ser mayor o menor (uno con respecto a la otra). En la

figura 2 se representa un tramo cualquiera de acarreo, indicando velocidades promedio típicos en minería.

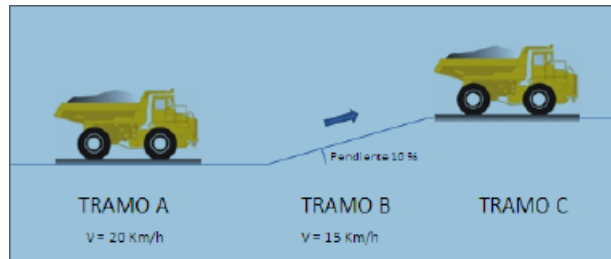


Figura 2. Representación de un circuito de acarreo.

Para determinar el tiempo de ciclo de un equipo se puede hacer uso de la ecuación (1), y para calcular el número de equipos necesarios para transportar una carga determinada, se puede hacer uso de las ecuaciones (2), (3) y (4), todas surgen de la conjunción de relaciones de proporcionalidad entre valores, o comúnmente denominadas “regla de tres”.

$$\text{Tiempo de acarreo} = \frac{\text{Longitud del Tramo (Km)}}{\text{Velocidad } \left(\frac{\text{Km}}{\text{h}}\right)}$$

Ecuación (1)

El valor del tiempo de ciclo promedio se puede estimar con tablas o con valores previamente medidos en campo, ambos pueden ser bastante confiables. Usando la ecuación (2) se calcula el número de ciclos que este equipo puede realizar en una hora efectiva.

$$\text{N}^\circ \text{ de } \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} = \frac{60 \text{ minutos/hora} \times \% \text{ Eficiencia horaria}}{100\% \times \text{Tiempo de ciclo Total (min/ciclo)}}$$

Ecuación (2)

Usando el tiempo de ciclo total del equipo de acarreo y la eficiencia horaria del operador, por medio de la ecuación (2) es posible calcular el número de ciclos por hora, que un equipo de carga bajo las condiciones antes presentadas puede realizar.

$$\text{Numero de } \frac{\text{ciclos}}{\text{hora}} \text{ del camión} = \frac{60 \text{ min/hora} \times \% \text{ Eficiencia horaria}}{100\% \times \text{Tiempo de ciclo total (min/ciclo)}}$$

Ecuación (3)

Asumiendo la capacidad máxima de transporte de los equipos de acarreo y multiplicada por el número de ciclos por hora, se puede obtener la producción horaria del camión. Una vez calculado este valor y con la producción horaria requerida (cantidad de material a extraer por cada nivel dividido en el número de días y horas disponibles para ello) se puede calcular el número de camiones que se necesitan para cumplir con dicha meta de producción a través de la ecuación (4).

$$N^{\circ} \text{ de Camiones} = \frac{\text{Producción horaria} \left(\frac{\text{Ton}}{\text{hora}} \right)}{N^{\circ} \text{ de ciclos/hora} \times \text{Ton de material/ciclo}}$$

Ecuación (4)

3.5 Características y función de los explosivos y accesorios en voladura.

Anfo

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

Las cantidades de nitrato de amonio y combustible varían según la longitud de la cadena hidrocarbonada del combustible utilizado. Los porcentajes van del 90% al 97% de nitrato de amonio y del 3% al 10% de combustible. El ANFO tiene como principal problema su gran facilidad para disolverse en agua dado su gran tendencia a la absorción (higroscopia). Cuando al Anfo se le añade polvo de aluminio, el ANFO se convierte en una variedad aún más potente llamada AIANFO. La explosión del ANFO es sin destello, y la onda expansiva es muy poderosa en relación al poco monto que se ha de usar.

Se utiliza ampliamente en las voladuras de suelos rocosos de tipo medio a blando, bien sea introduciendo en los barrenos el granulado mediante aire comprimido o bien en su otra forma de presentación que es encartuchado. Es necesario cebar fuertemente el barreno con detonador y cartucho de goma en fondo para producir su correcto funcionamiento, además su uso está contraindicado en barrenos con presencia de agua, a no ser que se use encartuchado.

El ANFO también se suele mezclar con otros explosivos tales como hidrogeles o emulsiones para formar, en función del porcentaje de ANFO o ANFO Pesado (aproximadamente un 70% emulsión o hidrogel y 30% ANFO).

Sus características más importantes son:

- Es un explosivo muy seguro en su manejo y requiere de un explosivo primario para iniciarse.
- Arde al fuego no se inicia ni se detona.

- Puede usarse directamente en el barreno por libre escurrimiento.
- Adsorción de diesel entre un 5 y 7 %.
- Sensible al booster de Pentolita y emulsiones con características especiales de sensibilidad.
- Debe usarse en barrenos secos.

Booester de pentolita.

Es un explosivo de vanguardia tecnológica en el mercado minero por sus excelentes propiedades y rendimientos. Su función principal es iniciar toda la columna ocupada por el anfo y la emulsión. Sus características más importantes son:

- Producto de larga vida.
- Resistente al agua.
- Densidad de 1.6 gr/cc, velocidad de detonación de 8000 m/seg, y presión de detonación de 250 kilobars.
- Su composición es de 60% PENT y 40 % TNT.
- Sensible a los detonadores potencia 8.

Emulsiones explosivas

Las emulsiones explosivas son del tipo denominado <agua en aceite> en las que la fase acuosa está compuesta por sales inorgánicas oxidantes disueltas en agua y la fase aceitosa por un combustible líquido inmiscible con el agua del tipo hidrocarbonado.

Este grupo mantiene las propiedades de los hidrogeles, pero a su vez, mejora dos características fundamentales como son la potencia y la resistencia al agua. Están hechas a base de nitrato de amonio, en la pequeña y mediana minería se usa en presentación encartuchada, en labores subterránea y en la gran minería se utiliza a granel, en sus diferentes composiciones y mezclas. Su función principal es general el impacto suficiente para fracturar la roca y reducir el nivel de empuje para minimizar el mezclado entre el estéril y el mineral de interés. Sus características son:

- Alta resistencia al agua.
- 1 año de vida útil.

- Permite ampliar y optimizar el patrón de perforación.
- Velocidad de detonación entre 3.900 y 5.000 m/ seg.
- Producto sensible al detonador potencia 8.

Detonador / conector hadidet.

Es un accesorio que consta de un tubo de choque, que en su interior posee un núcleo explosivo (polvillo o película) de HMX y PETN que lleva la transmisión de energía tanto al detonador de fondo como al conector en superficie, su función básica es iniciar la columna explosiva en secuencia (booster, emulsión, y anfo). Desde el fondo hacia arriba. Así permitiendo sacar primero el pie del banco y dejarlo más fácil y expuesto el materia volado.

Sus características más importantes son:

- Silenciosos.
- Seguros, no se activan fácilmente.
- Ergonómicos, son de rápida utilización al momento se cebar las cargas explosivas en cada barreno.
- Bien almacenado el fabricante da una vida útil de 5 años.

CAPITULO IV

MARCO METODOLOGICO.

El medio para realizar la investigación, radicó en la recopilación de información previa sobre las situaciones operacionales de la explotación mineral realizada en la cantera Tacagua, de modo que aprobase las condiciones para establecer las metas.

4.1 Tipo de investigación

La investigación desarrollada es de campo y de tipo descriptiva. De campo al fundamenta de información obtenida directamente a la realidad permitiendo cerciorarnos de las condiciones reales en que encuentra la explotación mineral. Es de tipo descriptiva ya que en esta se describen los elementos básicos para establecer metas en la explotación mineral a corto plazo.

4.2 Diseño de la investigación

Es de tipo no experimental ya que los procedimientos para establecer las metas de producción, constituyen actividades lógicas y de rutina para establecer los parámetros necesarios para dar inicio a las actividades de arranque de mineral.

4.3 Población y Muestra

La población la constituyen las cuatro(4) canteras adscritas a La Empresa de Desarrollos Estructurales y Mineros del estado Vargas.

La muestra la representara la cantera Tacagua donde se realizo el estudio.

4.4 Metodología utilizada en campo

Para establecer metas de producción es necesario realizar estudios referentes a las condiciones en las que se encuentra la cantera Tacagua. La metodología utilizada se expresa a continuación:

- La distribución de los equipos, así como los tiempos de carga y acarreo de mineral se establecen mediante la realización de tablas en las cuales se calculan los tiempos de carga, acarreo y descarga, al sumarlos y calculando un promedio dan como resultados el tiempo que transcurre para que el camión pueda completar el ciclo de producción.

- La producción de la planta de clasificación se basó en el cálculo de volumen de las pilas de producción (mineral triturado y clasificado). Los volúmenes de las pilas se calculan mediante formulas empíricas y indicando la producción (m^3) por día, semana, mes y año.
- Se relacionan la producción de planta con los datos recopilados de las ventas efectuadas en los meses de enero hasta septiembre, con el fin de generar y predecir las metas de producción para los meses siguientes del año 2013 (metas a corto plazo).

CAPITULO V

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este capítulo, se generan y analizan los resultados de los objetivos específicos de la investigación.

5.1 Distribución de equipos de acarreo.

Como en toda explotación minera, es determinante estimar el tiempo que transcurre para que los equipos de carga y acarreo desarrollen el ciclo de producción, es decir en cargar, transportar y descargar el material. Los tiempos de carga y acarreo pueden afectar directamente la planificación y producción de la cantera. En la tabla 1 se observan los tiempos calculados en campo.

TIEMPO DE CARGA Y ACARREO							
ESPERA (min)	LLENADO (min)	(#)PASES	ACARREO (min)	ESPERA (min)	DESCARGA (min)	RETORNO (min)	CICLO TOTAL (min)
0.00	1.53	3	3.08	0.00	0.29	1.52	9.42
0.00	1.59	3	3.01	0.00	0.31	2.07	9.98
0.00	1.52	3	2.35	0.00	0.32	2.21	9.40
0.00	1.45	3	3.15	0.00	0.44	2.12	10.16
0.00	1.39	3	2.56	0.00	0.46	2.17	9.58
0.00	1.51	3	3.31	0.00	0.36	2.18	10.36
0.00	2.19	3	3.12	0.00	0.31	2.42	11.04
0.00	1.48	3	3.07	0.00	0.32	2.26	10.13
0.00	2.11	3	3.20	0.00	0.54	2.35	11.20
0.00	1.42	3	2.46	0.00	0.40	2.11	9.39
0.00	1.46	3	3.01	0.00	0.40	2.06	9.93
0.00	1.55	3	3.06	0.00	0.38	2.05	10.04
PROMEDIO	0.00	1.6	2.95	0.00	0.38	2.13	10.05

Tabla 1 tiempos de carga y acarreo de material para un camión.

El promedio de las 12 medidas de tiempo del ciclo, es de 10,05 minutos; donde estos tiempos suman la duración que se produce al desarrollar la carga y acarreo del mineral. Con este resultado se puede aproximar a realizar 5- 6 ciclos por hora.

La distancia de acarreo se puede obtener con la formula de distancia,

$$d = v * t:$$

- La velocidad del camión varía entre 30 a 40 km/h.
- Tiempo de acarreo = 2,95 min
- $D = [35 \text{ (km/ h)} * 0,049 \text{ h}; D = 1,72 \text{ km.}$

El camión es cargado por un cargador frontal (capacidad 4,5 m³), el cual realiza tres (3) pases para efectuar la carga, equivalente a 13,5 m³. El camión descarga en patio de planta con una producción por hora de 80,58 m³. Ver figura 4.

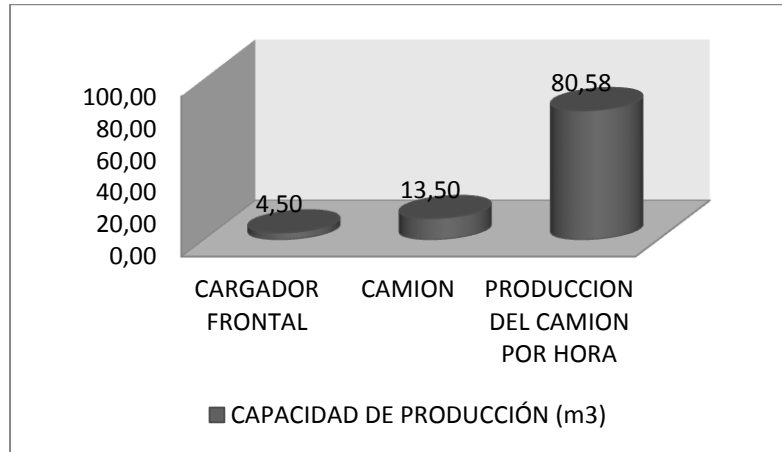


Figura 3. Representación grafica. Capacidad de producción de un camión por hora.

Los ciclos realizados en una hora por un camión son aproximadamente 6, teniendo una producción de 81 m³, con estos datos se logra estimar la producción efectiva en un día de trabajo. Ver tabla 2

PRODUCCIÓN HORARIA DE UN CAMIÓN			
	HORAS	(#) CICLOS	PRODUCCIÓN (M ³)
	1	6	81
HR DIARIAS	8	48	648
HR EFECTIVAS DIARIAS	6	39	526,5
HR SEMANALES	40	240	3240
HR EFECTIVAS SEMANALES	32	195	2632,5

Tabla 2. Producción horaria de un camión.

5.2 Inventarios de los equipos de perforación, arranque, carga, acarreo y apoyo.

5.2.1 Equipo de perforación

EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIAL	ESTATUS
PERFORADOR A (WAGON DRILL)	GARDNER DENVER	ATD3800	381512	INOPERATIVO
PERFORADOR A (WAGON DRILL)	XCMG	KT11S-87737224	120106	OPERATIVO
COMPRESOR D825	GARDNER DENVER	DO825CATA2A	8259828	OPERATIVO
COMPRESOR D825	GARDNER DENVER	DO825CATA2A	8259827	INOPERATIVO
COMPRESOR	INGERSOR L RAND		34750040L	OPERATIVO

Tabla 3. Equipos de perforación

5.2.2 Equipos de arranque.

EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIAL	ESTATUS
EXCAVADORA	CATERPILLAR	320BL	6CR03623	OPERATIVO
EXCAVADORA	CATERPILLAR	324D		OPERATIVO
EXCAVADORA	XCMG	XE230	XCMGGG102308BBQ0316	OPERATIVO
EXCAVADORA	XCMG	XE230	XCMGG1022300BBLO587	OPERATIVO

Tabla 4. Equipos de arranque.

5.2.3 Equipos de carga.

EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIAL	ESTATUS
CARGADOR FRONTAL	XCMG	1800K	1800K0120053	OPERATIVO
CARGADOR FRONTAL	XCMG	1800K	1800K0120016	OPERATIVO

Tabla 5. Equipos de carga

5.2.4 Equipos de acarreo

EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIAL	ESTATÚS
CAMION ARTICULADO	CATERPILLAR	D50C	7Jr00781	INOPERATIVO
CAMION ARTICULADO	CATERPILLAR	D50D	GN00178	INOPERATIVO
CAMION VOLTEO	XCMG	XCMGGN X3251D3K C	50KFW11- 03320	OPERATIVO

Tabla 6. Equipos de acarreo.

5.2.5 Equipos de apoyo y auxiliares.

EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIAL	ESTATU
CAMION CISTERNA	FORD	750	214- MAZ	INOPERATIVO
CAMION DE LUBRICACION	GMC7000			OPERATIVO

Tabla 7. Equipos de desarrollo y auxiliares.

5.3 Beneficio mineral

5.3.1 Planta de procesamiento mineral

La infraestructura de esta planta, está construida para aprovechar el 100% del material. Tiene una demanda eléctrica promedio de 1000 kw. Dicha planta consta de una tolva de admisión del material proveniente de cantera, con capacidad de 70 m³; el todo en uno es recibido por un alimentador vibratorio marca Norberg serial 3616-46G-147, Detoel 1975, Modelo 36 x 16, alimentando la mandíbula cuyo serial es B3187 de 42" de ancho. El material es triturado y llevado a tamaños máximos de 7"; luego este es transportado por una cinta de 1,1 metros de ancho con una longitud de 24 metros, la cual posee 25 estaciones, de tres rodillos de carga cada una, sus dimensiones son 4 pulgadas de diámetro y 32 cm de largos. Los tambores de cola de esta cinta son de 44 cm, con un reductor Bonfiglioli con motor de 17 HP sin serial. Esta cinta alimenta a la primera criba, la cual tiene unas dimensiones de 2,5 metros de ancho por 6 metros de largo, esta posee dos (2) mallas, una de 1¼" y otra inferior a 3/8", teniendo como finalidad clasificar el material útil grueso, y separarlo del material considerado ripio, su motor es marca WEG de 55 HP, la criba es marca Rexnord sin serial, USA, sin correa de tracción C-135.

El material considerado ripio que sale de la criba antes mencionada, tiene su salida, por una cinta denominada "cinta de ripio". Esta tiene 17 metros de longitud con inclinación de 7 grados, posee 11 estaciones, con 33 rodillos de 30 cm de largo y 4 pulgadas de diámetro. El material intermedio es llevado por medio de una cinta hacia la criba secundaria donde se clasifican a el tamaño requerid, el material grueso superior a 1¼" es dirigido a un cono triturador marca Norberg de aproximadamente 1 m³ de capacidad, accionado por un motor de 150 HP con poleas de 8 canales tipo C. El cono es de marca Symmons, Crusher serial 42.006, modelo 5.100 STD.

Debajo del cono se encuentra una cinta, que transporta todo el material saliente de la primera criba, casi horizontal con una longitud de 12 metros, con 11 estaciones y 33 rodillos de carga de 30 cm de largo y 4 pulgadas de diámetro. Esta es accionada por un moto-reductor de cadena, dicha cinta es de 32 pulgadas de ancho de 3 lonas.

La cinta que sale del cono alimenta a otra; esta ultima de 22 metros de longitud, consta de 21 estaciones, 63 rodillos de carga de 30 cm de largo y 4 pulgadas de ancho y 11 rodillos de

retorno de 80 cm de largo. El ancho de esta cinta es de 30 pulgadas y de 4 lonas. El motor que acciona esta cinta es Eberlee de 25 HP de 1750 RPM. La cinta mencionada anteriormente alimenta la segunda criba marca Menso, la cual clasifica los siguientes productos: piedra 1", arrocillo ½" y polvillo material de 3/8". El serial de la criba es 123.469, año 2.004 marca CBS7X20TD número de parte 88000720803, 10.640 kg. La criba es activada por un motor marca Weg, de 30 HP.

El material con tamaño superior a los agregados antes clasificados son regresados al cono triturador, con la finalidad de hacer un sistema cerrado. El material que rechaza la criba Metso va a una cinta de 26 metros de longitud, con una goma de tres (3) lonas y 24 pulgadas de ancho; esta cinta es accionada por un motor de 15 HP de 3000 RPM; esta cinta tiene 23 estaciones de carga de 78 rodillos de 24 cm de largos con 4" de diámetro, 8 rodillos de retorno de 70 cm de largo con 4" de ancho.

Las tres (3) cintas de productos finales, tienen características similares con la diferencia de sus longitudes: la de arrocillo 18 metros, polvillo 27 metros y piedra picada, 25 metros de longitud. Los motores que accionan a cada una son de 8 HP y tambores de cola y motriz de 48 cm.

5.3.2 Capacidad de producción

Los camiones descargan directamente en el alimentador de la planta, es decir, depende de la cantidad de camiones operativos. Esto lo causa la falta de camiones para transportar el mineral y el sobre tamaño de la planta de trituración.

La planta de trituración y clasificación alimentada por un camión, tiene una producción aproximada de 9108,38 m³ al mes (ver tabla 8), siendo esta cifra la suma del total de los productos o material saliente de dicha planta.

PRODUCCIÓN DE PLANTA (ALIMENTADO POR UN CAMIÓN)				
	POR HORA	POR DÍA	POR MES	POR AÑO
MATERIAL	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN (m ³)
PIEDRA	13,66	88,79	1953,38	23.440,56
ARROCILLO	4,095	26,62	585,585	7.027,02
POLVILLO	5,535	35,98	791,505	9.498,06
RIPIO	38,965	253,27	5.571,995	66.863,94
TOTAL	63,70	414,02	9.108,385	10.9300,62

Tabla 8. Producción de planta (Alimentada por un camión).

En los meses de agosto y septiembre solo trabajaba un camión en el acarreo de mineral, pero al comienzo del mes de octubre es colocado un segundo camión. Se logra observar que al colocar dos camiones en operación, la producción de la planta aumenta el doble, es decir se ve favorecida la alimentación de la planta. Ver tabla 9.

PRODUCCIÓN DE PLANTA (ALIMENTADA POR DOS CAMIONES)				
	POR HORA	POR DÍA	POR MES	POR AÑO
MATERIAL	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN (m ³)	VOLUMEN (m ³)
PIEDRA	27,32	177,58	3.906,76	46.881,12
ARROCILLO	8,19	53,24	1.171,17	14.054,04
POLVILLO	11,07	71,96	15.83,01	18.996,12
RIPIO	77,93	506,55	11.143,99	13.3727,88
TOTAL	127,39	828,04	18.216,77	218.601,24

Tabla 9. Producción de planta (Alimentada por dos camiones).

Cabe destacar que al colocar los dos camiones, la planta no se satisface debido al sobre tamaño de la misma.

5.3.3 Porcentaje de recuperación

El porcentaje de recuperación está relacionado a la entrada y salida de material en la planta de procesamiento de mineral. En el caso de esta investigación se toman: el saliente es 63,70 m³/h siendo esta la producción de la planta calculado en la tabla 8 y la alimentación de 80,58 m³/h este último dato se toma de la descarga del camión a planta. Haciendo el cálculo correspondiente tenemos:

$$\%R=63,70/80,58*100= 79,05\%$$

El material procesado en la planta tiene una recuperación de 79.05% y una pérdida de 20.95% (ver figura 8).

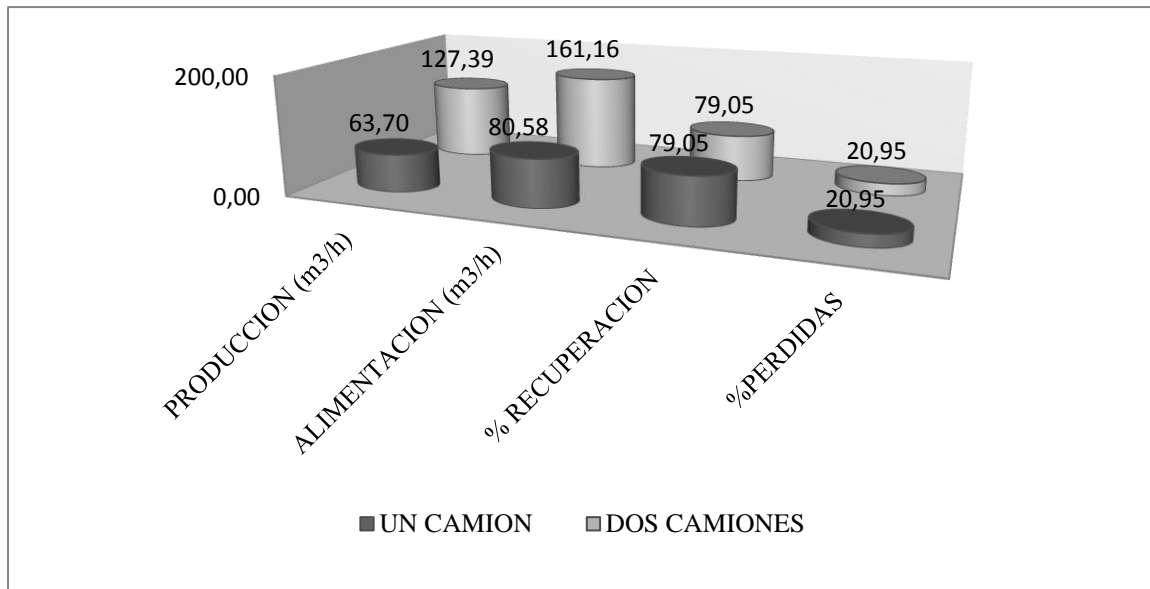


Figura 4. Representación grafica. Porcentaje de recuperación y pérdidas.

5.4 Plan de perforación y voladura para el año 2014.

5.4.1 Descripción del cálculo y parámetros utilizados

De acuerdo con un diámetro de perforación 3½", y teniendo que por metro lineal hay una carga de 5 Kg m.

Para tener una producción de 24.000 m³ al mes.

Tenemos:

- 223 barrenos de 12 metros por mes.
- Total de metros lineales = 2.676 metros lineales.
- Cantidad de explosivo a utilizar:
 - ✓ 9 metros lineales a cargar y 3 metros lineales como taco.
 - ✓ Por barreno 9*5 = 45 Kg de explosivo para 223 barrenos = 10035Kg.
- Para 200 barrenos
 - ✓ 2 cartuchos de emulsión = 1,36 Kg * 223 barrenos = 303,28 Kg.
 - ✓ 1 booster = 0.34 Kg * 223 barrenos = 76 Kg = 223 piezas booster.

- ✓ ANFO = 10.035 Kg.

Es decir que la voladura se estima.

- ✓ 13 cajas de emulsión encartuchada.
- ✓ 502 sacos de ANFO de 20 Kg.
- ✓ 200 piezas de *booster*.
- Accesorios a utilizar para la voladura.
 - ✓ 4 fulminantes detonadores # 08 = 4 piezas.
 - ✓ Mecha de seguridad = 8 metros.
 - ✓ Detonadores *exed handidat* 17/350 60` 1.4 B = 100.
 - ✓ Detonadores *exed handidat* 17/350 50` 1.4 B = 60.
 - ✓ Detonadores *exed handidat* 17/350 30` 1.4 B = 40.
 - ✓ *Conect exed conectadet* 42 MS 20` 1.4 B = 200 B.

5.4.2 Patrón de perforación y voladura.

La perforación a realizar se basa en una cuadrilla de 3m x 3m, formando un triángulo equilátero entre las perforaciones, diámetro de perforación de 3½". (Ver figura 9)

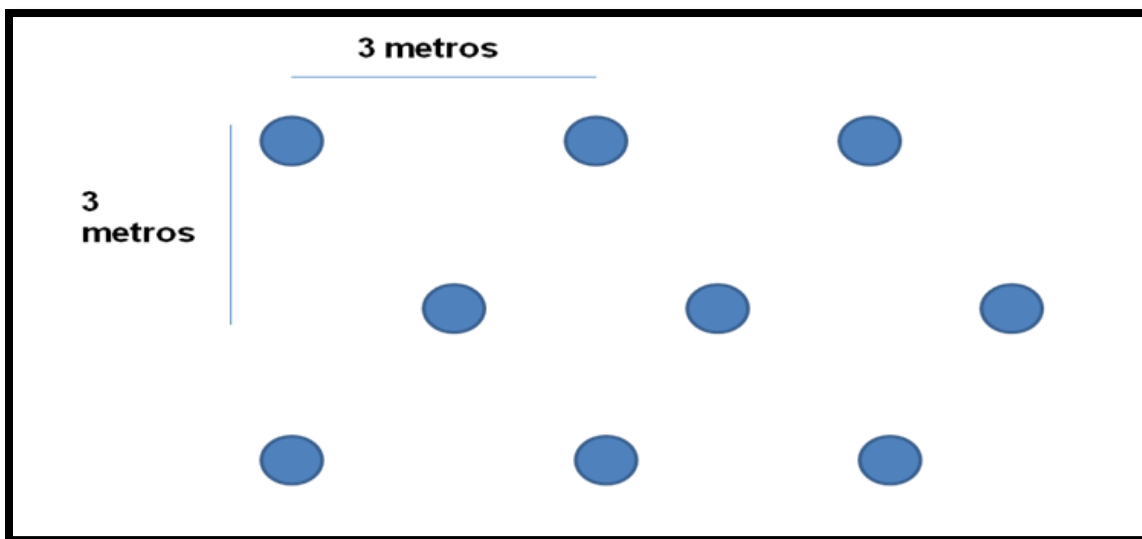


Figura 5. Patrón de perforación. Fuente propia.

5.4.3 Cronograma de perforación y voladura

En las siguientes tablas (10 y 11) se puede observar la planificación de voladura para el año 2014, teniendo en cuenta la producción de 24.000 m³ de material al mes.

Plan de Perforación

	AÑOS	MES	SEMANA	DÍA	HORA
METROS LINEALES	28.800	2.400	550	110	17
# BARRENOS	2.400	200	46	9	2

Tabla 10. Plan de perforación según los metros lineales y # de barrenos para el año 2014.

5.4.4 Consumo de explosivos y accesorios

MATERIAL	BARRENO	DÍA	MES	AÑO
ANFO (KG)	50,71	461,08	10.143,76	121.725,12
EMULSIÓN (KG)	2,941	26,736	588,2	7.058,4
BOOSTER (KG)	0,34	3,09	68	816
FULMINANTES DETONADORES			4	48
MECHA DE SEGURIDAD (M)			8	96
DETONADORES EXED HANDIDAT 17/350 60` 1.4 B			100	1.200
DETONADORES EXED HANDIDAT 17/350 50` 1.4 B			60	720
DETONADORES EXED HANDIDAT 17/350 30` 1.4 B			40	480
CONECT EXED CONECTADET 42 MS 20` 1.4			40	2.400

Tabla 11. Plan de voladura (consumo de explosivos y accesorios para el año 2014).

5.4.6 Esquema de distribución de explosivos y sus accesorios.

El esquema utilizado para realizar la voladura, consiste en realizar barrenos de 12 metros de altura, y diámetro de perforación de 3 ½ ``. La columna del barreno es llenada y distribuida con 9 metros de carga y los otros 3 metros de taco. (Ver figura 10)

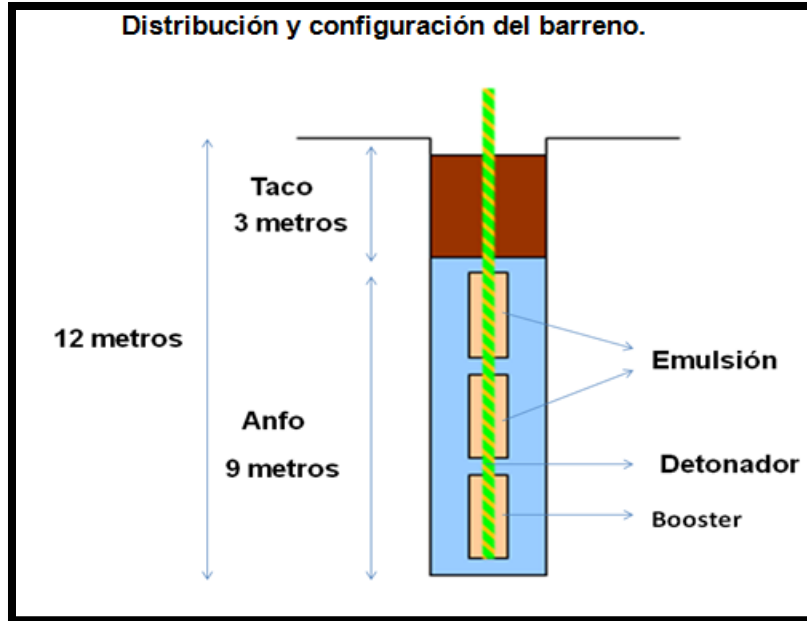


Figura 6. Distribución y configuración del barreno. Fuente propia

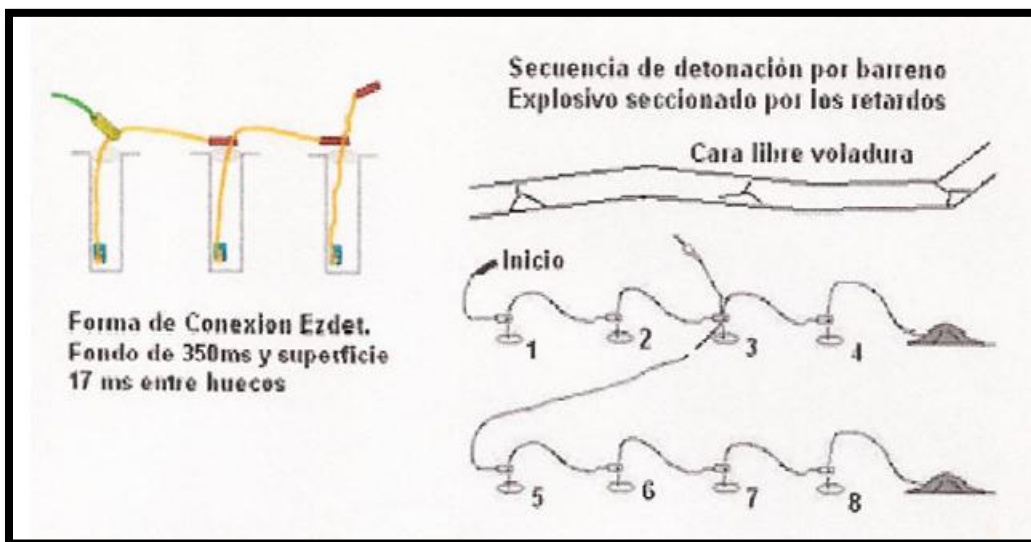


Figura 7. Secuencia de detonación por barreno. Fuente informe Cantera Carayaca 2011

5.5 Comercialización

5.5.1 Forma de comercialización del producto.

Los productos que comercializa la cantera Tacagua son:

- Polvillo (polvo de piedra)
- Piedra #1

- Arrocillo
- Ripio
- Integral

5.5.2 Volumen y valor de ventas

En el presente año, hasta el mes de agosto las ventas del material o producto para comercializar en la cantera Tacagua fue de 56.005,03 m³ (ver tabla 12). La tabla se basa en registro de las ventas de material efectuadas:

	COMERCIALIZACIÓN TACAGUA 2013 (m ³)			
	PIEDRA	POLVO	ARROCILLO	RIPIO
ENERO	3.049,5	814,3	1.989,5	3.116,6
FEBRERO	3.261,26	1.199,19	2.109,52	1.834,08
MARZO	1.709,3	924,7	1.178,7	929,5
ABRIL	2.159	936,9	2.543,7	1.447
MAYO	2.506,96	886,33	1.402,23	4.626,95
JUNIO	1.823,87	1.276,71	1.188,56	2.098,68
JULIO	1.938,22	366,1	1.846,95	3.693,72
AGOSTO	1.122	436,5	355	1.233,5
SEPTIEMBRE	2.205,04	899,88	1.525,89	2.291,54
OCTUBRE	2.205,04	899,88	1.525,89	2.291,54
NOVIEMBRE	2.205,04	899,88	1.525,89	2.291,54
DICIEMBRE	2.205,04	899,88	1.525,89	2.291,54
TOTAL	17.570,11	6.840,73	12.614,16	18.980,03
			VENT.TOTALES	56.005,03

Tabla 12. Comercialización de la cantera Tacagua 2013. La parte en color azul representa lo que se debe comercializar de cada material o producto en los últimos 4 meses del año 2013.

Teniendo en cuenta que la producción de la planta al año, con su respectivo factor de pérdida y climático es de 83.068,47 m³ (ver tabla 13), se puede estimar que para producir el volumen esperado, la comercialización del material para los meses restante del año tiene que ser de 27.689,49 m³.

Comercialización total (m ³)		
8 MESES	4 MESES	12 MESES
56.005,03	27.689,49	83.694,52

Tabla 13. Producción total de la planta Tacagua en el año 2013.

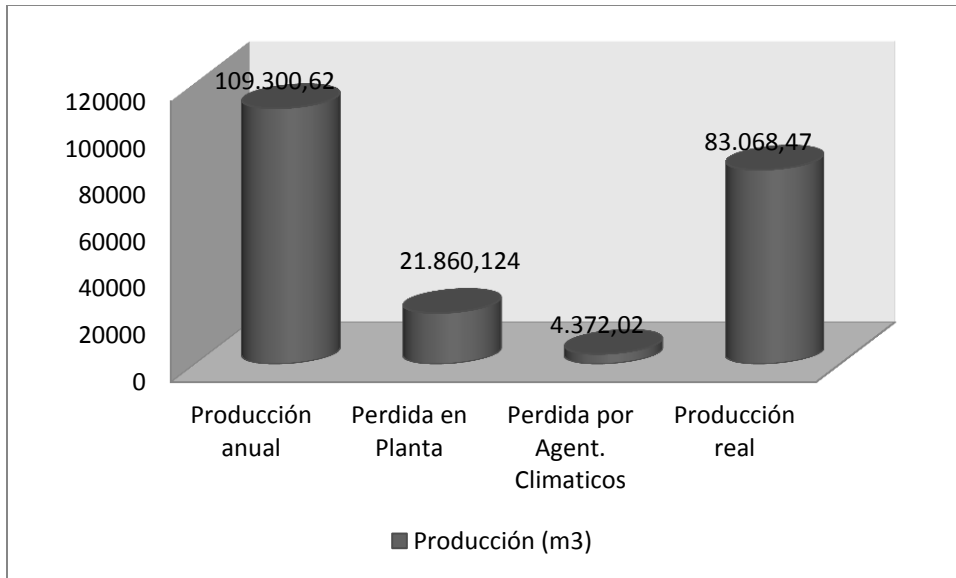


Figura 8. Representación grafica. Producción real de la cantera Tacagua.

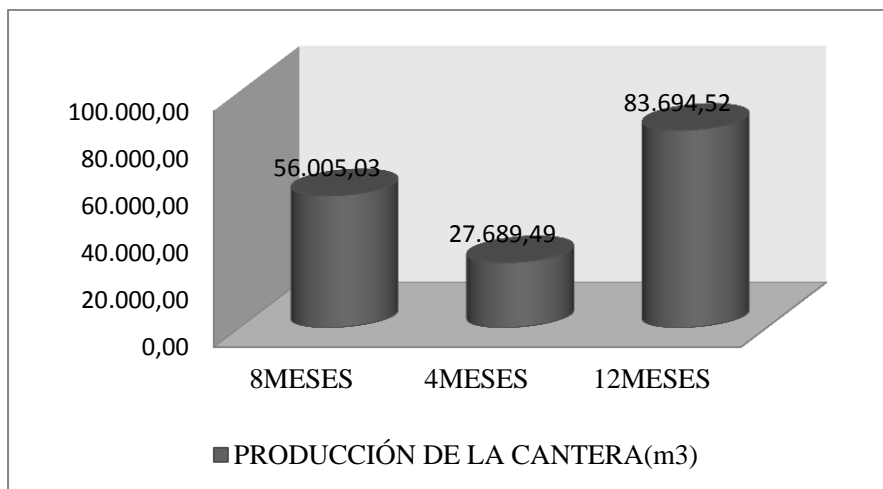


Figura 9. Representación grafica. Producción esperada el año 2013.

Los cálculos antes realizados se basan en el caso que hay un solo camión. Como se dijo anteriormente al utilizar dos camiones, mejoraría la producción actual, en este caso, para los 4 meses siguientes la producción sería de 55.378,98 m³. Para el año 2014 se espera tener en operación dos camiones, la producción se estima en 166.136,94 esta cifra es quitando el factor de pérdida y factor climático al cual está sometida la planta. (Ver tabla 14).

	PRODUCCIÓN X PERDIDA (ANUAL)			PROD. REAL (ANUAL)
EN PLANTA	218.601	22%	43.720,24	174.880,99
AGENTE. CLIMÁTICOS	174.881	5%	8.744,05	166.136,94

PRODUCCIÓN. REAL AL (AÑO)	166.136,94
------------------------------	------------

Lo que se debe comercializar en lo que resta del año 2013
55.378,99

Tabla 14. Comercialización de la planta Tacagua (trabajando dos camiones en el acarreo y alimentación de la planta).

CONCLUSIONES

- Como resultado a la descripción del ciclo operacional de la cantera Tacagua, cuenta con una explotación a cielo abierto, donde en arranque de mineral se hace mediante voladuras y cargado en camiones para ser transportado a la planta de trituración y clasificación. El ciclo de un camión, es de 10,05 minutos, dando como resultado, seis (6) ciclos por hora y en función de la capacidad del camión su producción horaria es 81 m³.
- La trituración y clasificación mineral es por vía seca, teniendo una producción instalada de 20.000 (m³), se basa en trituración primaria y secundaria, clasificando el producto (piedra, arrocillo, polvillo y ripio), la planta tiene una pérdida de 21%.
- La voladura se hacen en función de la producción instalada, teniendo una aproximación de 200 barrenos al mes con altura de 12 m. Con retiro y espaciado de 3 m ambos para tener una producción por encima de 20.000 m³.
- Las ventas del producto final de la planta, hasta el mes de agosto es de 56.005 m³, al ser la producción de planta de 109.300,62 m³ al año, la producción para el resto de año es de 27.689,49 m³.
- La producción de la planta se ve afectada favorablemente al tener un segundo camión en el acarreo de mineral, teniendo en cuenta que la planta es alimentada por la descarga de los camiones ya que tiene un sobre tamaño y un camión no satisface la alimentación de la misma.

RECOMENDACIONES

Mediante los resultados obtenidos en la investigación, se proporcionan algunas recomendaciones:

- Realizar un estudio a gran profundidad de perforación y voladura. Esto ayudaría a mantener material de interés para satisfacer la planta, teniendo en cuenta la falta de material a triturar
- Mantener el segundo camión en operación, con el fin de mantener la alimentación de la planta constante y satisfecha.
- Efectuar un estudio de la capacidad de producción de la planta de trituración para así conocer la cantidad de material que se satisfaga la alimentación de la misma.
- Mantenimiento de los equipos de la planta de trituración y clasificación.
- Para los meses restantes del año 2013, plantearse como principal meta cumplir con la producción de 83.068 m³ al año teniendo en cuenta que solo labora un solo camión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INGEOMIN, (2012). “Informe Sobre la Visita Técnica de Carácter Previo”.
- Informe Cantera Carayaca 2011. (s/a)
- Recalde, E, (2007). “Metodología de Planificación Minera a Corto Plazo y Diseño Minero a Mediano Plazo en la Cantera Pifo”. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Ciencias de La Tierra. Guayaquil – Ecuador.
<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/planificacion-minera-diseno-cantera-pifo/planificacion-minera-diseno-cantera-pifo.pdf>.
- Reyes, R, (2011). “Planificación de la Explotación Mineral para la Conformación de la pila 186-A, en Minera Loma de Níquel, estado Miranda”. Universidad Central de Venezuela. Inédito.
- López J. (1995). “Manual de Arranque, Carga y Transporte en Minería a Cielo Abierto”. Instituto Tecnológico Geominero de España.