



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

T E S I S

“DISEÑO DE UN NUEVO SISTEMA DE EXPLOTACIÓN Y LAMINACIÓN DE ROCAS DIMENSIONABLES DEL EJIDO DE CHAPANTONGO, HGO.”

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA

PRESENTA:

SANCHEZ MARTÍNEZ MARCOS

DIRECTOR DE TESIS:

ING. MAURICIO MAZARI HIRIART



ENERO 2015

ÍNDICE

Lista de Figuras	V
Lista de Tablas	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
RESUMEN.....	VIII
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO II GENERALIDADES	2
2.1 Ubicación del fundo minero.	2
2.2 Historia del Ejido de Chapantongo	3
2.3 Aspectos legales.....	4
2.4 Descripción geológica (López, 1997).....	4
2.5 Infraestructura del Ejido	6
2.6 Características del entorno biológico.....	7
Flora	7
Fauna	7
2.7 Características del entorno social.....	7
Agricultura	7
Ganadería.....	7
Industria y Comercio	7
Turismo.....	8
Población económicamente activa por sector	8
CAPÍTULO III ESTIMACIÓN DE RESERVAS.....	9
3.1 Análisis de los datos disponibles	10
3.2 Medición de reservas con Google Earth	11
3.3 Medición de reservas mediante figuras geométricas	13
3.4 Determinación del mineral explotable y recuperación.....	18
CAPÍTULO IV DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE EXPLOTACIÓN.....	19
4.1 Condiciones actuales de minado	19

Tumbe de la roca cantera	20
Labrado de la roca cantera	24
Cargado de la roca cantera labrada	26
Manejo de los residuos.	27
4.2 Diseño del sistema de explotación.....	27
Técnicas de corte de bloques por perforación de barrenos próximos, con y sin voladura.	27
Corte con hilo diamantado.	27
4.3 Selección del método de minado.....	29
4.4 Procedimiento de explotación.....	30
Descapote.....	30
Fase 1.....	30
Fase 2.....	31
Fase 3.....	32
4.5 Adaptación del método de explotación a la cantera del Ejido de Chapantongo.....	34
4.6 Ritmo de producción	39
4.7 Seguridad	40
4.8 Capacidad de operación	41
4.8.1 Obras de desarrollo	41
4.8.2 Determinación preliminar del equipo a utilizar	41
4.9 Personal	43
4.9.1 Organigrama general de la cantera	43
4.9.2 Distribución de personal por turno	44
4.9.3 Actividades específicas del personal	44
4.10 Inversión y costos de operación en la mina.....	45
4.10.1 Estimación de la inversión requerida para la operación de la mina.....	45
4.10.2 Estimación de costos de producción.....	45

CAPÍTULO V DISEÑO DE LA PLANTA DE LAMINACIÓN	47
5.1 Ubicación de la planta laminadora	48
5.2 Diseño del proceso de obtención de losetas a partir de bloques de canteras.....	50
5.3 Selección de equipo de planta de laminación	52
5.4 Ritmo de producción	53
5.5 Personal	53
5.6 Costos de inversión y operación de la planta laminadora	54
CAPÍTULO VI ANÁLISIS FINANCIERO.....	56
6.1 Análisis preliminar de pre factibilidad.....	57
6.2 Costo de los equipos principales	58
6.3 Mano de obra	59
6.4 Depreciación del equipo principal	60
6.5 Ingresos	61
6.6 Costos de producción	61
6.7 Comparativa de estados resultados (con y sin proyecto)	62
6.7.1 Cantera en la actualidad.	62
6.7.2 Cantera aplicando el proyecto	64
6.8 Tabla comparativa entre operación actual y el proyecto calculado.	66
6.9 Índices de proyecto	67
6.10 Situación financiera actual.	68
6.11 Fuentes de financiamiento	68
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
7.1 Conclusiones.....	69
7.2 Recomendaciones.	70
BIBLIOGRAFÍA.....	71

Lista de Figuras

Figura 2. 1 Localización del municipio de Chapantongo, Hidalgo. _____	2
Figura 2. 2 Ubicación del ejido de Chapantongo (Inegi 2002.) _____	3
Figura 2. 3 Plano geológico de la región de Chapantongo (INEGI, 2002) _____	5
Figura 3. 1 Vista panorámica del banco de explotación, Cantera Chapantongo. _____	9
Figura 3. 2 Distancia total del banco en explotación, por Google Earth. _____	11
Figura 3. 3 Espesor del terreno de cantera rosa. _____	12
Figura 3. 4 Curvas de nivel y secciones obtenidos con Google Earth PLUS y Earth-CAD. _____	13
Figura 3. 5 Representación en 3D del terreno en Autocad. _____	14
Figura 3. 6 Secciones en AutoCAD. _____	14
Figura 3. 7 Área total de sección longitudinal A-A' . _____	15
Figura 3. 8 Área total de sección longitudinal B-B' . _____	15
Figura 3. 9 Área total de sección longitudinal C-C' _____	16
Figura 4. 1 Banco de trabajo Cantera Ejido Chapantongo. _____	19
Figura 4. 2 Barrenos utilizados para producir fracturamiento en la roca. _____	20
Figura 4. 3 Cargado del barreno con pólvora negra. _____	21
Figura 4. 4 Compresión con atacador de madera. _____	22
Figura 4. 5 Relleno con arena y grava del barreno. _____	22
Figura 4. 6 Encendido de la mecha. _____	23
Figura 4. 7 Fracturamiento de la roca. _____	24
Figura 4. 8 Cuñas para el proceso de labrado. _____	25
Figura 4. 9 Burros labrados en la cantera de Chapantongo. _____	25
Figura 4. 10 Tiendas de trabajo donde se labra la roca junto al banco de la cantera. _____	26
Figura 4. 11 Método de corte con hilo diamantado. _____	28
Figura 4. 12 Corte del primer bloque en la fase 1. _____	31
Figura 4. 13 Corte secundario del bloque en la fase 2 del sistema. _____	32
Figura 4. 14 Tumba del bloque ya para ponerse vendible y perfilado. _____	33
Figura 4. 15 Zona de explotación. _____	34
Figura 4. 16 Ubicación de las frentes de trabajo. _____	35
Figura 4. 17 Avance de la explotación. _____	36
Figura 4. 18 Fase 1 división del gran bloque _____	37
Figura 4. 19 Fase 2 Subdivisión del gran bloque. _____	38
Figura 4. 20 Fase 3 tumba en cama de arena (bloques de 10 m ³) y división manual por parte de los artesanos para obtener bloques de 1 m ³ . _____	39
Figura 5. 1 Condiciones actuales del equipo adquirido previamente _____	48
Figura 5. 2 Distancia de la cantera a la ubicación de la planta. _____	49
Figura 5. 3 Proceso de obtención de losetas. _____	50
Figura 5. 4 Sueldo del personal de la planta. _____	53

Lista de Tablas

Tabla 2. 1 Topografía de la zona.	4
Tabla 2. 2 PAE en Chapantongo, 2010.	8
Tabla 3. 1 Volumen total de m ³ del terreno partiendo del nivel más bajo.	17
Tabla 4. 1 Trabajadores de la cantera propuestos.	43
Tabla 4. 2 Costos de la inversión para la adquisición del equipo principal de mina.	45
Tabla 4. 3 Sueldos propuestos para el personal de la cantera.	45
Tabla 4. 4 Costo anual estimado en insumos.	46
Tabla 5. 1 Precios a abril del 2014 en MXN.	54
Tabla 5. 2 Cálculo de energía eléctrica.	54
Tabla 5. 3 Costos de energía eléctrica.	54
Tabla 5. 4 Sueldos quincenales del personal.	55
Tabla 6. 1 Costo nivelado en condiciones actuales de la mina.	57
Tabla 6. 2 Cotizaciones a abril del 2014 en MXN.	58
Tabla 6. 3 Sueldos propuestos para los trabajadores de la cantera salarios en MXN.	59
Tabla 6. 4 Depreciación del equipo principal de la mina. Precios y costos en MXN.	60
Tabla 6. 5 Producción anual estimada e Ingresos calculados.	61
Tabla 6. 6 Costos anuales de la producción para el nuevo proyecto.	61
Tabla 6. 7 Costo nivelado de la cantera en la actualidad.	62
Tabla 6. 8 Estado de resultados de la cantera en la actualidad.	62
Tabla 6. 9 Costo nivelado aplicando el proyecto.	64
Tabla 6. 10 Estado de resultados estimado aplicando nuevos proyectos.	65
Tabla 6. 11 Comparación entre operación actual y proyecto calculado.	66
Tabla 6. 12 Índices económicos	67

AGRADECIMIENTOS

Para mis padres, Joel Sánchez Ángeles y Mariela Martínez Trejo, que siempre me apoyaron, esto es todo gracias a ustedes.

Para mis hermanos Alonso y Jahel que siempre me apoyaron.

A mis tías Julieta y Carla que me dejaron un lugar donde vivir.

A mis amigos, compañeros durante todo este viaje.

A los Profesores de la carrera por toda la dedicación y lo aprendido.

Al Ejido de Chapantongo por las facilidades brindadas.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo prestar asesoría a la pequeña minería, de manera más específica a un grupo de ejidatarios de la comunidad de Chapantongo Hidalgo, los cuales dedican parte de sus actividades a la extracción de roca ornamental, esto actualmente lo realizan sin asesoría alguna, por lo cual sus utilidades son pocas, además de tener un gran desperdicio de la roca, y darle un tratamiento artesanal que no aumenta mucho el valor del producto y demanda gran esfuerzo por parte de los trabajadores. Por esto se realiza una descripción detallada de la situación actual, un cálculo de reservas que funciona para respaldar la inversión, además de proponer un sistema de explotación nuevo y el diseño de una planta de laminación, que tienen como finalidad aumentar la producción y el valor del producto final, esto respaldado por un análisis financiero en el cual se demuestra que estas propuestas tienen un respaldo económico, y proponer formas de financiamiento. También se dan conclusiones y sugerencias para mejorar la condición actual del minado.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La explotación de roca ornamental en el estado de Hidalgo, especialmente en la región de Huichapan es una gran fuente de empleos y un motor de la economía local, sin embargo este tipo de roca también se encuentra en otras partes del estado, en donde no es aprovechada al máximo, como lo es el municipio de Chapantongo, Hidalgo.

Dicho municipio presenta una zona en la cual aflora este tipo de formación de roca cantera, la cual cuenta en su mayoría con un característico color rosa. Esta roca es extraída de manera artesanal, haciendo uso de herramientas de lo más rudimentarias, en algunos casos con cantidades mínimas de explosivos. Esto para elaborar diversos productos como loseta, burros y adoquín. Que son vendidos sólo bajo pedido, pues no se tiene un mercado establecido.

Debido a las necesidades de la región, es necesario el diseño de un nuevo sistema de explotación que pueda llegar a mejorar la calidad y el ritmo de trabajo, como también el diseño de una planta de laminación para que esta empresa sea competitiva en el mercado de las rocas ornamentales.

Además, se busca que la presente tesis pueda ser usada por los ejidatarios como medio para poder hacerse acreedores a un préstamo para que puedan llegar a implementar este trabajo.

Esto traerá como beneficios mayor derrama económica, generación de empleos, mejora en los sueldos y la seguridad que se percibe en los trabajadores.

CAPÍTULO II GENERALIDADES

2.1 Ubicación del fondo minero.

El fondo minero se localiza en el municipio de Chapantongo en el estado de Hidalgo (Figura 1.1). Dicho municipio se encuentra entre los paralelos 20° 17' de latitud norte, 99° 24' longitud oeste con una altitud de 2,120 metros sobre el nivel del mar.



Figura 2. 1 Localización del municipio de Chapantongo, Hidalgo (INEGI 2002).

Chapantongo es uno de los 84 municipios del estado de Hidalgo, contando con una población de 11, 450 habitantes según el censo de población realizado en el 2005. Está localizado aproximadamente a 2 horas de distancia del DF.

La zona de estudio se localiza a una latitud norte de 20°17' y de longitud oeste a 99°23' (Figura 1.2).



Figura 2. 2 Ubicación del ejido de Chapantongo (Google earth 2014).

2.2 Historia del Ejido de Chapantongo

La historia del Ejido de Chapantongo data de la repartición de estas tierras en la Revolución Mexicana.

El 22 de mayo del año de 1929 se tomó posesión oficialmente después de ser recuperado, ya que las tierras habían sido invadidas por personas de la comunidad vecina de Pino Suarez.

La zona quedó registrada con el número 788 en el Diario Oficial de la Federación con fecha del 14 de abril de 1942.

La roca predominante está constituida por rocas dimensionables designadas como cantera rosa, cuya explotación comienza algunos años después, cuando a Chapantongo llegó un grupo de maestros de cantera queretanos, los cuales comenzaron a explotar esta roca en terrenos cercanos. Esto es rápidamente visto y al notar que este tipo de roca también se encontraba en los terrenos que les pertenecían, decidieron comenzar a extraerla para su comercialización.

La explotación de ésta, continúa a la fecha.

2.3 Aspectos legales.

El ejido se encuentra conformado por una superficie de 1,275 Has. 73 As. 50 Cas. con plano catastral F14C78Y006AM, y un total de 267 ejidatarios registrados y con número 788.

De acuerdo con la ley minera, la explotación de roca cantera no es concesible, y los ejidatarios pueden explotarla por estar constituidos legalmente en el Registro Nacional Agrario.

2.4 Descripción geológica (López, 1997).

La cantera rosa se encuentra ubicada en la parte central del estado de Hidalgo; en su porción sur.

Fisiográficamente se localiza en la subprovincia denominada Sierras Altas de la Sierra Madre Oriental a la provincia del Eje neovolcánico (Tabla 2.1); la llanura costera del Golfo, y a la provincia de la mesa centro.

Tabla 2. 1 Topografía de la zona (INEGI 2010)

Provincia	Eje neovolcánico (100.0%)
Subprovincia	Llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo (100.0%)
Sistema de topoformas	Lomerío (63.0%), escudo volcanes (23.0%) y sierra (14.0%)

De manera general la cantera se encuentra ubicada sobre una formación de tobas riolíticas y dacíticas, de la era cenozoica, periodo terciario neógeno plioceno (Figura 2.3).

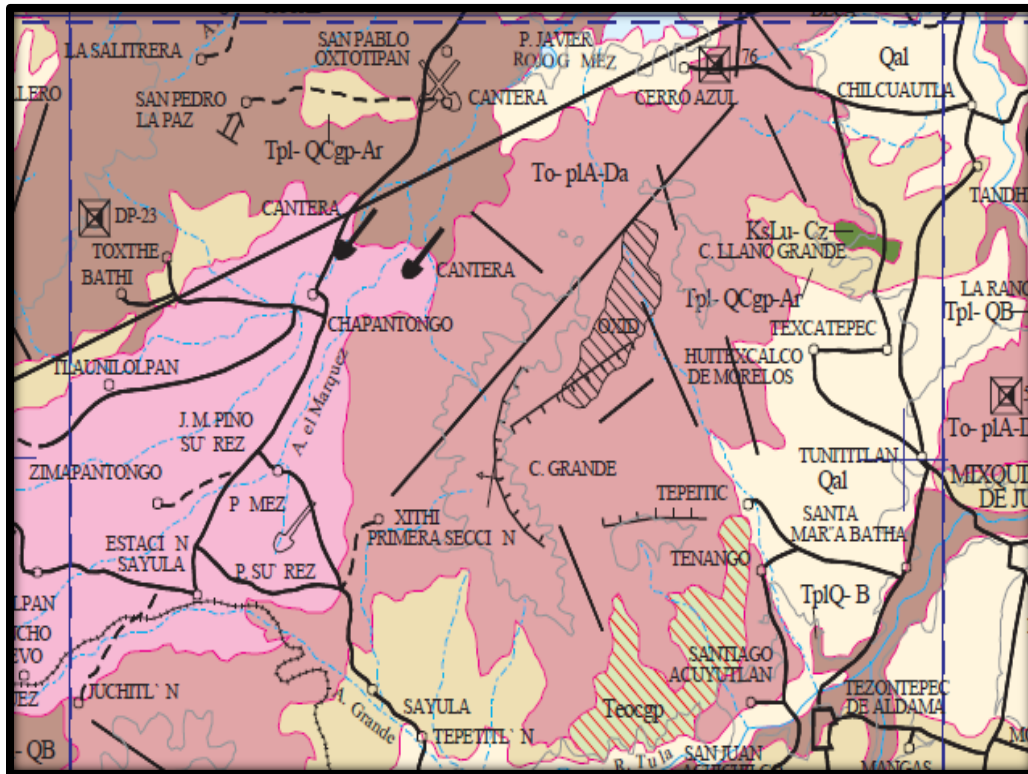


Figura 2. 3 Plano geológico de la región de Chapantongo (López 1997).

Las formaciones geológicas del entorno corresponden al periodo neógeno (93.0%) y del cuaternario (6.21%).

Las rocas predominantes de la zona son:

- Ígnea extrusiva: toba ácida (4.0%)
- Basalto (32.0%)
- Andesita-brecha volcánica intermedia (13.0%)
- Volcanoclástico (8.0%)
- Andesita (6.0%)
- Brecha volcánica básica (1.0%)

2.5 Infraestructura del Ejido

La comunidad de Chapantongo cuenta con los servicios básicos de agua potable, drenaje, servicio postal, escuelas hasta nivel medio superior y centro de salud.

El ejido se beneficia de estos servicios, además cuenta con un camino de acceso a la cantera que es fácilmente transitable todo el año, incluso en temporada de lluvias.

El suministro de agua es de fácil acceso al ser una comunidad con numerosos manantiales.

La energía eléctrica aunque no se encuentra en la zona de la cantera, sí está muy cercana, a tan sólo 1 km de distancia.

2.6 Características del entorno biológico

Flora

La flora está formada principalmente por nopal tunero, garambullo, durazno y una variedad de plantas características del territorio semidesértico; además, cuenta con una pequeña área de bosque donde se encuentran árboles como el encino prieto y el oyamel.

Fauna

Las especies que predominan en este territorio son las víboras de diferentes especies, gato montés, liebre, conejo, coyote y ratón de campo.

2.7 Características del entorno social.

Agricultura

Los principales cultivos (INEGI, 2010) son de maíz con una producción de 2529 hectáreas, frijol 623 hectáreas, avena forraje 975 hectáreas y alfalfa verde 8 hectáreas. La mayoría de las personas que cultivan y cosechan estos productos reciben apoyos económicos por medio del programa Procampo.

Ganadería

En el municipio existe una población ganadera de 29,902 cabezas de las cuales 6,041 son cabezas de ganado bovino, 4,892 de ganado porcino, 7,050 de caprino, 6,479 de ovino, 3,271 de aves, 1,949 de guajolotes y 59 colmenas.

Industria y Comercio

Cuenta con tiendas rurales, urbanas, campesinas, 2 tianguis semanales en los cuales se expenden productos de la región, cuenta además con dos lecherías Liconsa y 9 tiendas Diconsa, en estas últimas se exhiben y venden una gran cantidad de productos de primera necesidad.

Turismo

Para la población turística ofrece la belleza de la Parroquia de Santiago del siglo XVI, así como el balneario “El Tanque” que ofrece tranquilidad a la sombra de sus frondosos árboles y a la vez reflejarse en sus cristalinas aguas.

Población económicamente activa por sector

De acuerdo con cifras al año 2010 presentadas por el INEGI, la población económicamente activa de 12 años y más del municipio asciende a 3377 de las cuales 3356 personas se encuentran ocupadas como se presenta en la tabla 2.2

Tabla 2. 2 PAE en Chapantongo, 2010.

SECTOR	PEA Ocupada	%
Primario	1,244	37.1
Secundario	1,100	32.8
Terciario	1,012	30.2
Total Municipal	3,356	100%

CAPÍTULO III

ESTIMACIÓN DE RESERVAS

Actualmente el Ejido de Chapantongo no cuenta con documentos o estudios geológicos que cuantifiquen el volumen de roca presente en la zona, por lo que, a través del uso de diferentes softwares y de toma directa de mediciones en campo, se realizó una estimación de reservas. Las razones para esta cuantificación son saber el volumen de la cantera rosa explotable (Figura 2.1), además conocer la vida útil de la mina, y así justificar la inversión propuesta.



Figura 3. 1 Vista panorámica del banco de explotación, Cantera Chapantongo.

La estimación se analizó por dos métodos distintos:

- Mediante el análisis trigonométrico del cuerpo tomando las mediciones proporcionadas por Google Earth.
- Por medio de figuras geométricas.

Si bien el cálculo no es del todo exacto, es un acercamiento útil para evaluar las dimensiones y volúmenes de cantera que podrían ser explotados.

3.1 Análisis de los datos disponibles

La zona de explotación está constituida por un sólo banco, del cual se puede conocer su volumen al considerar las dimensiones de longitud, altura y espesor, mediante cálculos geométricos.

De acuerdo con el personal, se tiene aproximadamente una longitud de 300 metros, una altura de banco de 10 metros y un espesor no definido, ya que el ejido está constituido de varias tierras que son propiedad de los mismos ejidatarios y de las cuales se desconocen sus dimensiones.

Los trabajadores mencionan que en algunas partes del banco, la altura puede ser mayor a 10 metros, pero sólo se toman estos 10 metros debido a que al aumentar la profundidad del cuerpo, la coloración característica de la roca cambia de un color rosado a un color café claro, además de que ésta presenta una dureza menor, lo que resulta poco atractivo en el mercado y en la manipulación de ésta.

Los datos proporcionados por los ejidatarios no son suficientes, por lo que a continuación se muestra el desarrollo de las estimaciones, de acuerdo con cada método que se utilizó.

3.2 Medición de reservas con Google Earth

Mediante las herramientas de Google Earth se conocieron las dimensiones del cuerpo usando una imagen satelital sobre la cual se trazó una línea que tocara los extremos de la zona que ha sido explotada para conocer el largo del banco, por otra parte se trazó el contorno de las tierras que pertenecen al ejido y que de acuerdo con los propietarios tienen la presencia de cantera rosa, por lo que es la zona posible a explotar (Figura 3.2).

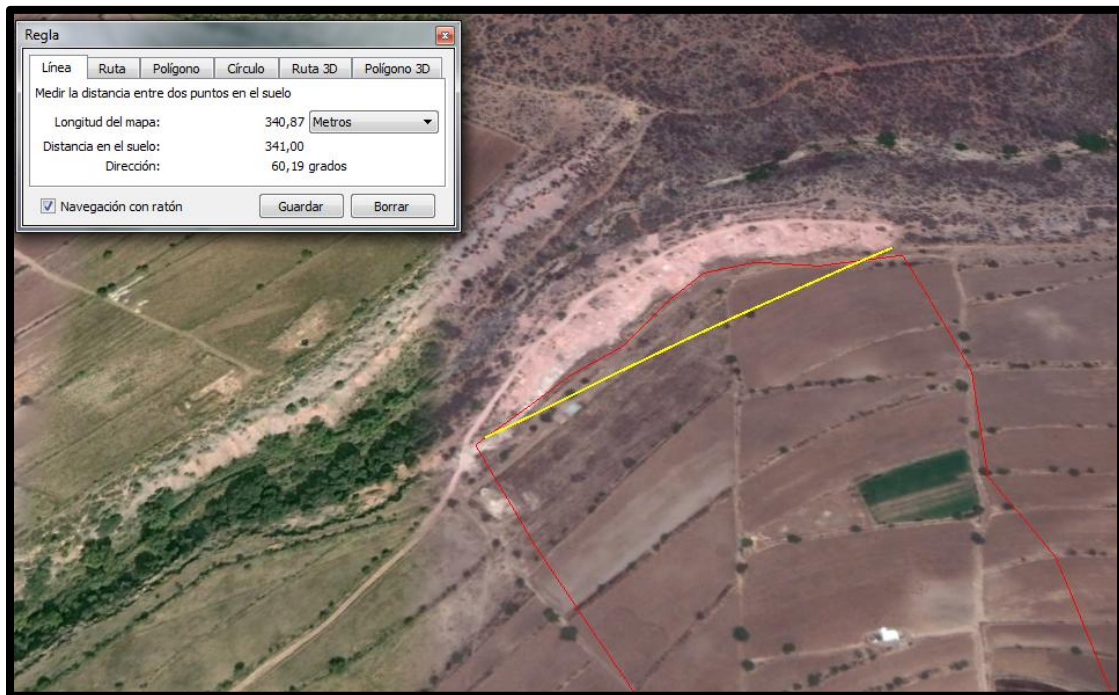


Figura 3. 2 Distancia total del banco en explotación, por Google Earth.

También se trazó una línea perpendicular a la longitud del banco para conocer el espesor que representan los terrenos del ejido (Figura 3.3).

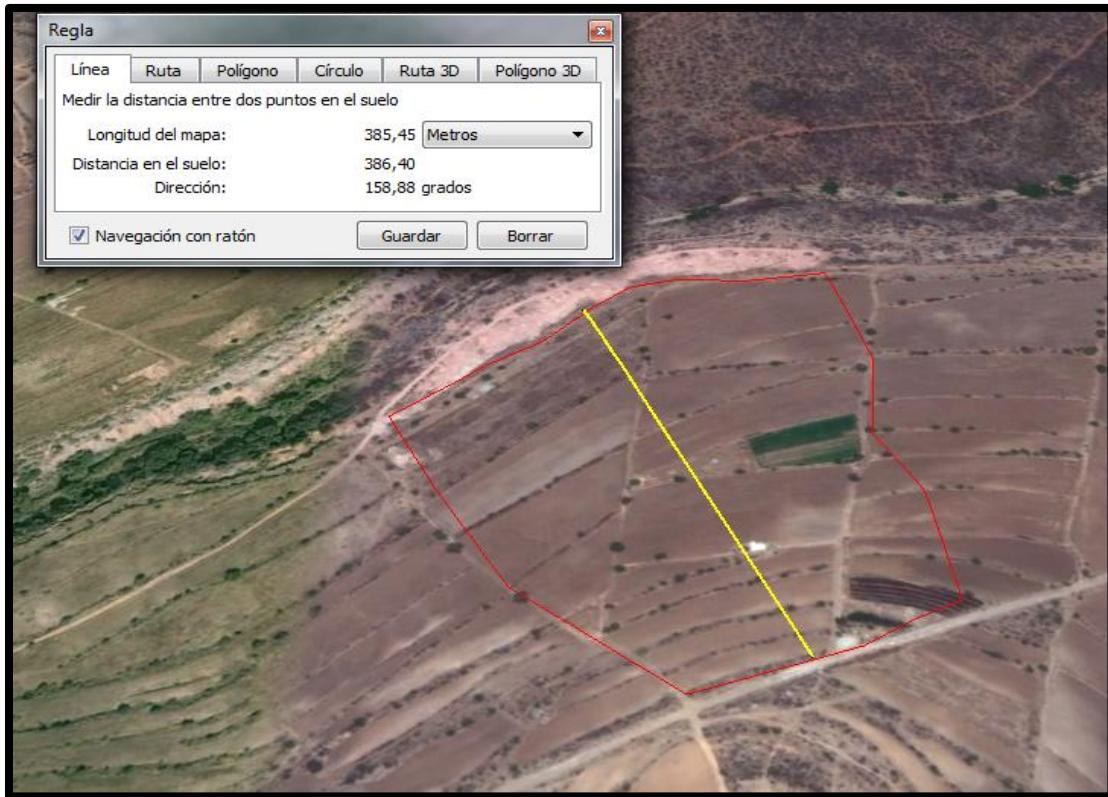


Figura 3. 3 Espesor del terreno de cantera rosa.

Las dimensiones obtenidas con estos trazos arrojaron que se tienen 340 metros de longitud, 386 metros de espesor y 10 metros de altura en el banco.

Por lo tanto, realizando una aproximación rápida sobre el volumen del cuerpo considerándolo un cuerpo regular sería de:

$$340 \text{ m} \times 386 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 1'312,400 \text{ m}^3$$

Esto tomando en cuenta que el área del terreno se tomó como si fuera un prisma rectangular, lo cual no es así, por eso se realizó otra estimación mediante secciones transversales con el uso de AutoCAD y Google Earth para tener un menor grado de error.

3.3 Medición de reservas mediante figuras geométricas

Para llevar a cabo este método se tomaron como base las secciones transversales, las cuales ayudaran a calcular un volumen irregular como sucede con las tierras del ejido.

Para llevarlo a cabo, se tomaron 3 secciones utilizando las curvas de nivel proporcionadas por el programa Google Earth PLUS y el complemento para AutoCAD "Earth-CAD" (figura 3.4).

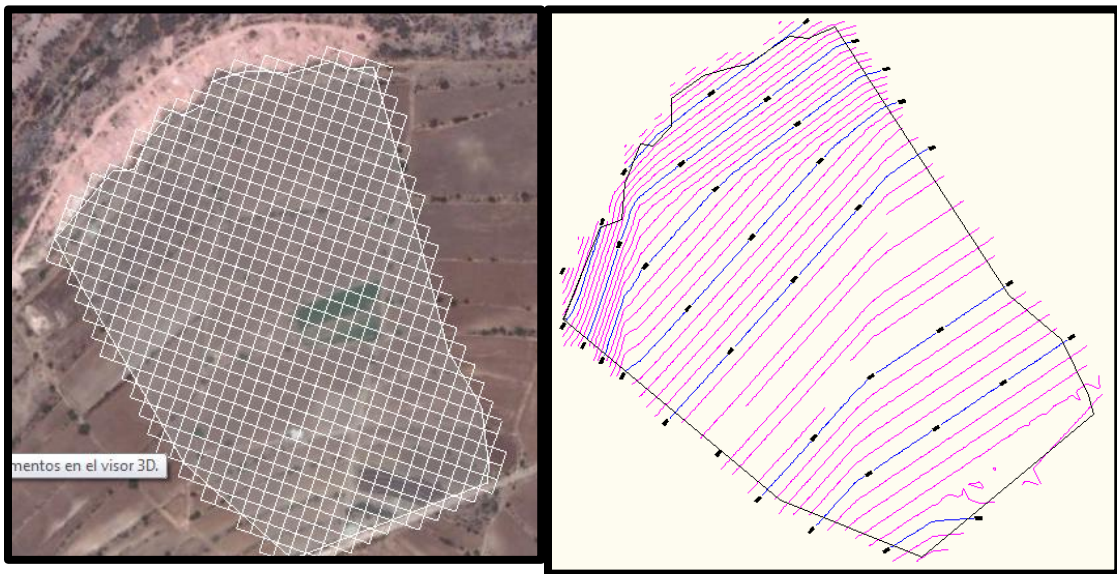


Figura 3. 4 Curvas de nivel y secciones obtenidos con Google Earth PLUS y Earth-CAD.

Con la ayuda de Earth-CAD que es un software que interactúa con AutoCAD y Google Earth, se pudo conocer la topografía del terreno (Figura 3.5) y determinar de manera más detallada la manera el área de influencia de las 3 secciones (Figura 3.6-Figura 3.9), para calcular posteriormente su volumen.

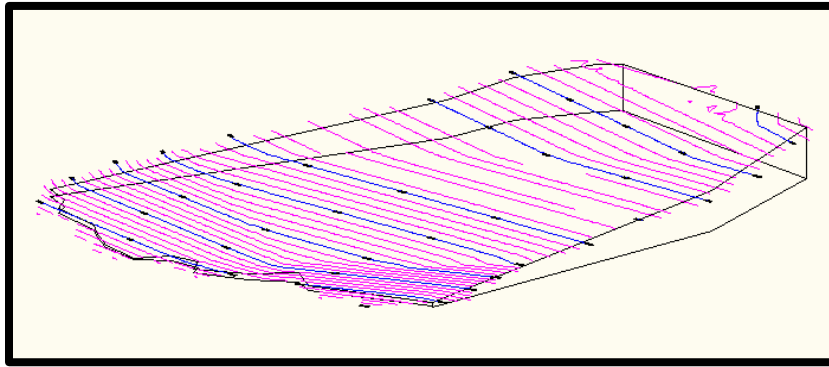


Figura 3. 5 Representación en 3D del terreno en AutoCAD.

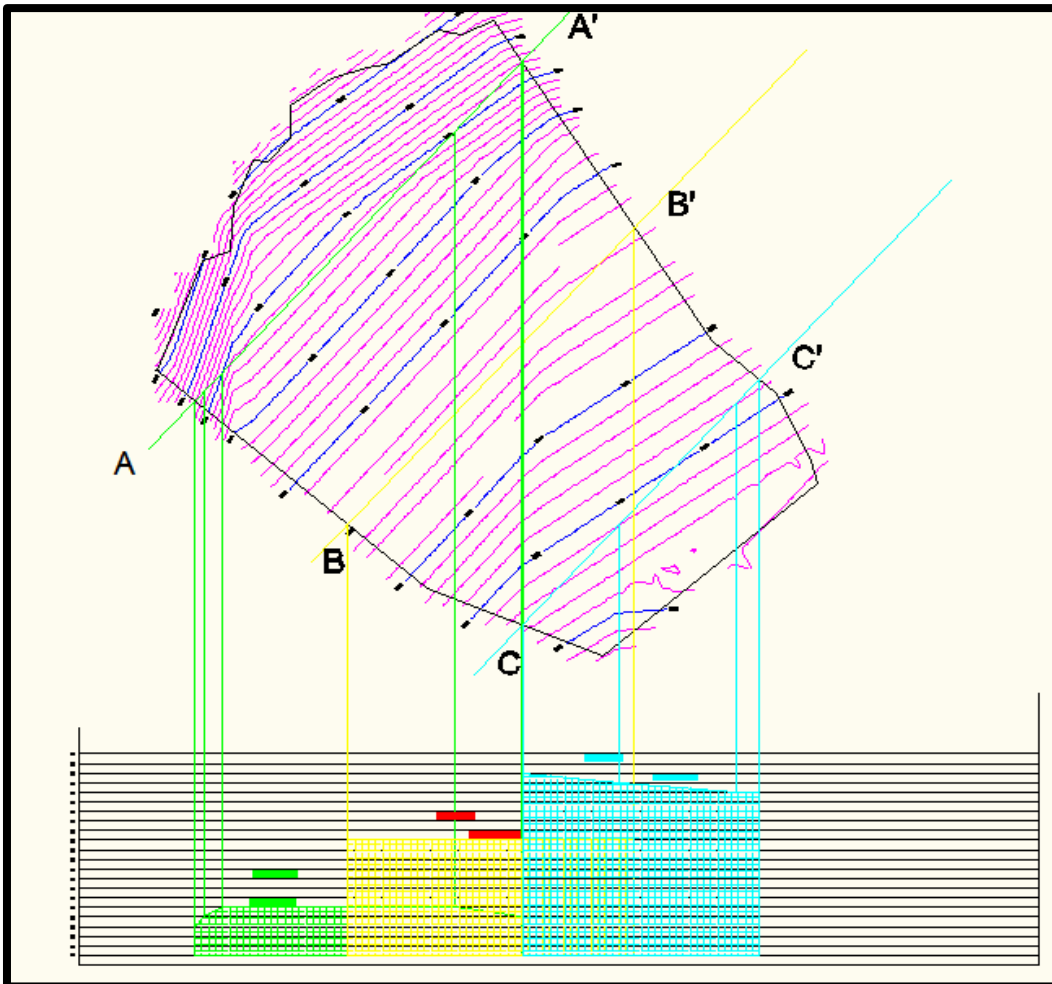


Figura 3. 6 Secciones en AutoCAD.

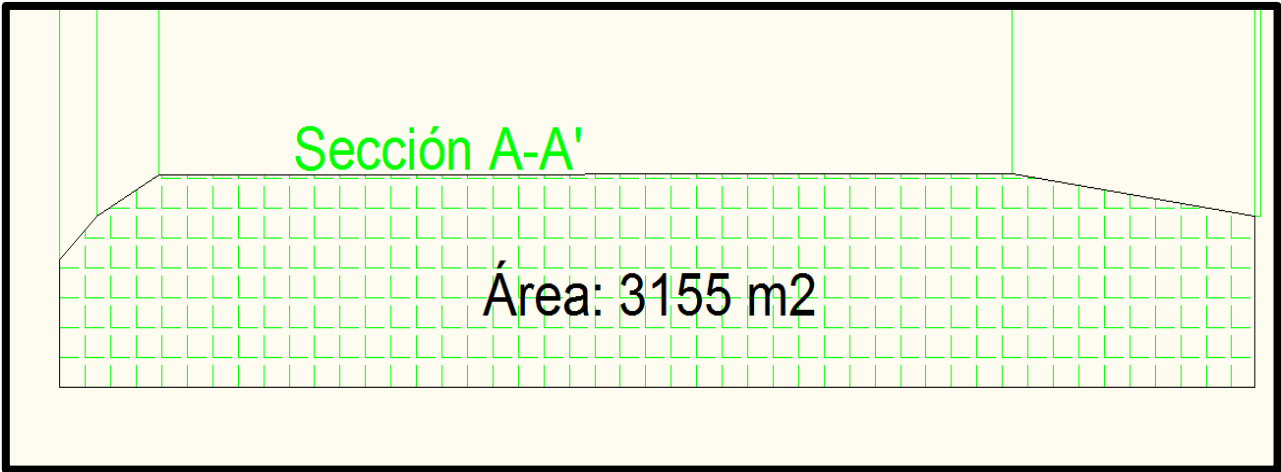


Figura 3. 7 Área total de sección longitudinal A-A'.

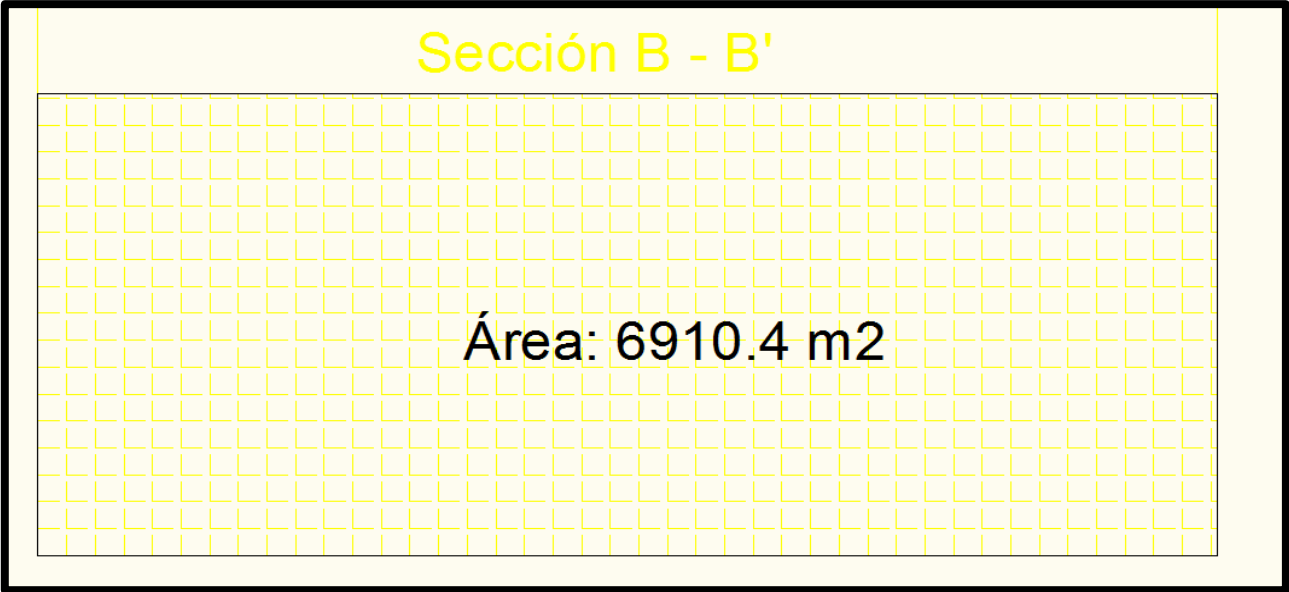


Figura 3. 8 Área total de sección longitudinal B-B'.

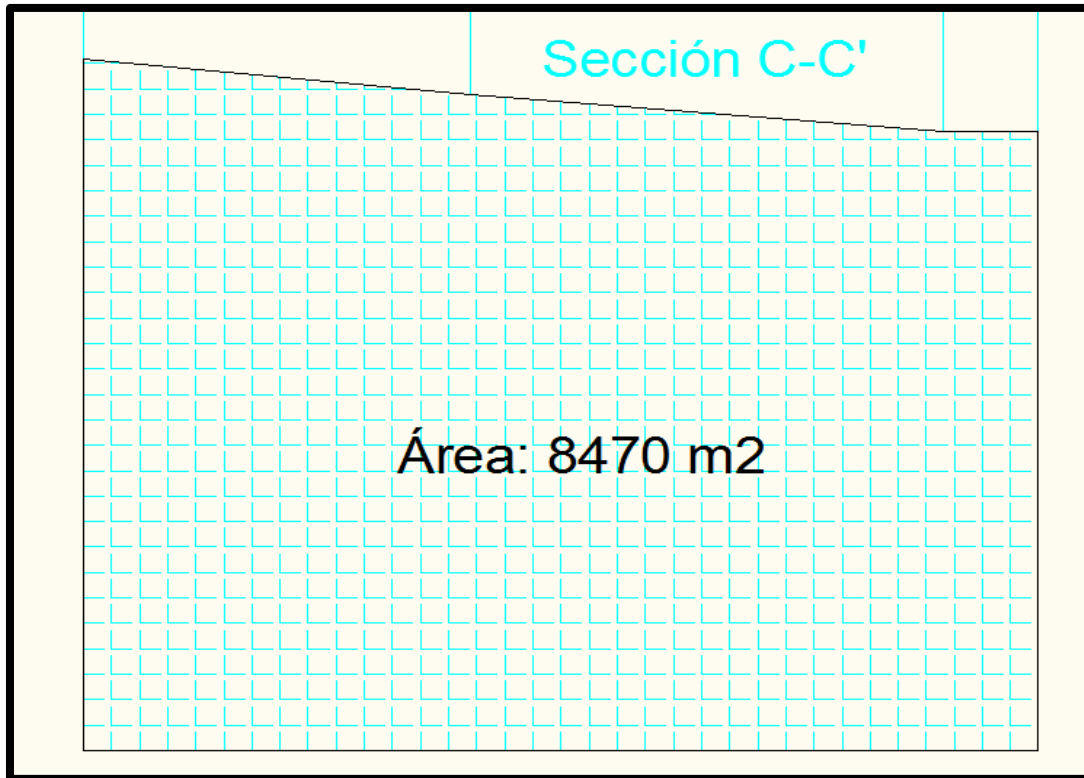


Figura 3. 9 Área total de sección longitudinal C-C'.

Conocidas las áreas de las secciones y la distancia entre ellas de 130 m, se determinó la influencia de 65 m de cada lado y se procedió a calcular el volumen utilizando para esto la siguiente fórmula.

$$V = (A1 + A2) * \left(\frac{D}{2}\right)$$

Donde:

A = Área

V = Volumen

D = Distancia entre secciones

Tabla 3. 1 Volumen total de m³ del terreno partiendo del nivel más bajo.

Calculo de reservas				
Sección	Área m²	A₁ + A₂	D/2	Volumen (m³)
A-A'	3,155			
B-B'	6,910	10,065	65 m	654,225
C-C'	8,470	15,380	65 m	999,700
Volumen total				1'653,925

Como se muestra en la Tabla 3.1, se obtiene un total de 1'653,925 m³ extras a los 1'228,590 m³ que se calcularon sólo con el área del terreno sin tomar en cuenta la elevación del terreno, por lo cual el volumen total de m³ proyectados será de:

$$1'653,925 \text{ m}^3 + 1'228,590 \text{ m}^3 = \underline{\underline{2'882,515 \text{ m}^3}}$$

Esto ayuda a proyectar que esta cantera aún tiene una vida muy larga pues con el ritmo actual de producción tomaría más 300 años agotarla incluso aumentando el ritmo de explotación con el nuevo sistema propuesto se estiman más de 100 años.

3.4 Determinación del mineral explotable y recuperación

Se considera como mineral explotable a todo el conjunto de roca que forma el yacimiento, pues esta es una roca dimensionable, y de haber un sistema adecuado de explotación y de beneficio es posible obtener rendimientos óptimos del macizo rocoso, por lo cual se considera que el aprovechamiento puede llegar a ser del 100% en un escenario ideal, pero tomando en cuentas las posibles fallas en el sistema.

Actualmente sólo se recupera un 40 % de cada m³ tumbado, esto con base en los datos obtenidos en campo, pues existe una gran pérdida de material tanto en el tumbado como en el labrado de las piezas por lo que se pierde en promedio el 60 % del material.

Con el nuevo sistema que se propone, se espera elevar la recuperación hasta un 90 % pues como se explica en el capítulo V solo se esperaría perder el 10 % de cada m³ durante el proceso de laminación, pues en condiciones ideales en la cantera no debería de haber pérdidas durante la explotación.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEL NUEVO SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

En la actualidad, la mina no cuenta con un sistema de explotación adecuado, ya que de manera artesanal se extraen y elaboran los diferentes productos de la mina, lo que pone en riesgo la integridad física de los trabajadores y hace que la producción de la roca sea limitada.

Por esto se propone un rediseño en el sistema de explotación, evaluando los métodos y equipos que mejor se ajusten a las necesidades de los ejidatarios.

Para comprender las limitaciones de la cantera del ejido de Chapantongo, a continuación se describe de manera más detallada la situación actual de la mina.

4.1 Condiciones actuales de minado

En la cantera del Ejido de Chapantongo, se lleva a cabo un método de minado artesanal de cantera rosa (Figura 4.1), el cual está constituido por un sólo banco y en el cual laboran alrededor de 30 trabajadores, aunque hace algunos años atrás llegó a tener casi 80 trabajadores.



Figura 4. 1 Banco de trabajo Cantera Ejido Chapantongo.

Para la explotación, el banco se divide en partes más o menos iguales en las que cada trabajador obtendrá su propia roca cantera, por medio de métodos de arranque artesanales con cincel, barra, y en casos en los cuales la roca no cede pólvora, la cantera tendrá que ser labrada para ser vendida por docena de piezas, ya que ésta es la manera en que se les paga a los trabajadores, por docena entregada.

El método de trabajo que se utiliza para obtener la materia prima se describe a continuación:

Tumbe de la roca cantera

En esta parte, los trabajadores buscan roca que ya se encuentre fracturada o a punto de caer, para poder desprenderla sin hacer uso de explosivos con el uso de una barra de acero facilitando el proceso mediante la fuerza de gravedad.

Cuando no se puede obtener la roca mediante desprendimiento, se somete el banco a la realización de barrenos muy cercanos entre sí para producir la fractura y lograr que la roca precipite. Los barrenos se hacen golpeando una barra con un marro (figura 4.2).

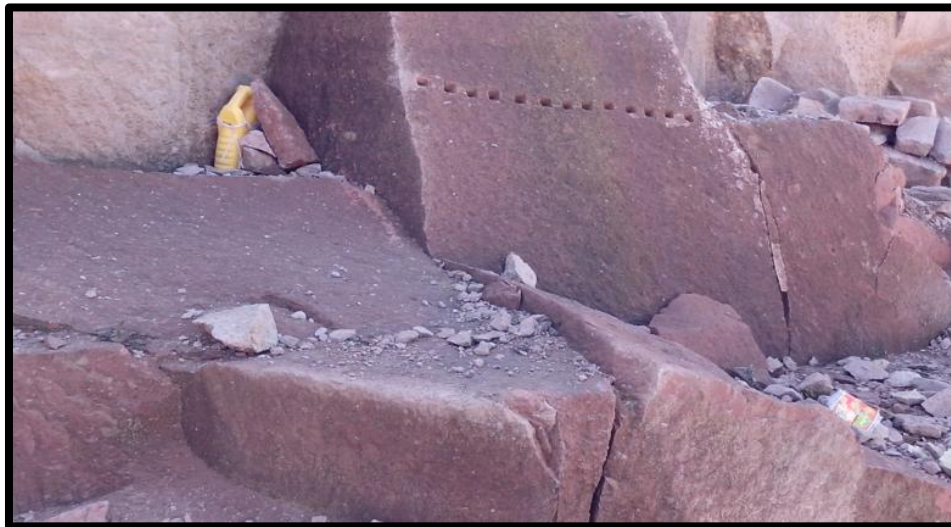


Figura 4. 2 Barrenos utilizados para producir fracturamiento en la roca.

Si después de hacer los barrenos la roca aún no muestra signos de debilidad, se realiza un nuevo barreno que es más profundo nuevamente

con uso de la barra y marro, pero con la diferencia de que el barreno se llena con pólvora negra (Figura 4.3), a medida que se introduce la pólvora, ésta se va comprimiendo con un atacador de madera (Figura 4.4) y por último se le agrega un tapón de arena y grava (Figura 4.5).



Figura 4. 3 Cargado del barreno con pólvora negra.



Figura 4. 4 Compresión con atacador de madera.



Figura 4. 5 Relleno con arena y grava del barreno.

Posterior a la preparación del barreno se procede a encender la mecha del barreno (Figura 4.6).



Figura 4. 6 Encendido de la mecha.

Después de la explosión se espera que la roca caiga (Figura 4.7), o bien, que se fracture lo suficiente para tumbarla con la barra, y empezar con la siguiente parte del proceso.



Figura 4.7 Fracturamiento de la roca.

Labrado de la roca cantera

Se procede a dimensionar el bloque pues normalmente se desprenden de un tamaño que no son manejables.

Una vez que se tiene un bloque de las dimensiones adecuadas para su labrado se procede a cuadrarlo y a dimensionarlo, para esto se utilizan una serie de cuñas y un marro (Figura 4.8), cada trabajador cuenta con sus propias herramientas para ejecutar las labores de labrado.



Figura 4. 8 Cuñas para el proceso de labrado.

Aprovechando la foliación natural de la roca resulta ser más sencillo el realizar los cortes hasta obtener una pieza cuadrada, la cual será moldeada de acuerdo a las especificaciones del cliente. En la fecha en que se realizó la visita a la mina, los trabajadores se encontraban labrando unas piezas conocidas como “burros” (Figura 4.9), aunque también se fabrican losetas, molduras y ripio (ésta es la sobra de las rocas cantera que no pudieron ser reducidas por ser demasiado angulosas y se venden por camión y no por docena como las rocas labradas).



Figura 4. 9 Burros labrados en la cantera de Chapantongo.

Los trabajadores montan pequeñas tiendas de trabajo (Figura 4.10) a base de palos de madera y lonas o telas, como medio de refugio a las condiciones climáticas y como medio de identificación de la producción de cada uno de los trabajadores.



Figura 4. 10 Tiendas de trabajo donde se labra la roca junto al banco de la cantera.

Cuando se cuenta con la producción necesaria se procede a su transporte, esto normalmente ocurre una vez por semana.

Cargado de la roca cantera labrada

La roca cantera una vez que ha llegado a labrarse, ya sea en forma de burro o loseta, se carga en un camión para llevarlo al punto donde fue comprado.

La mina no cuenta con maquinaria especial para realizar el cargado del camión, por lo que lo realizan los trabajadores de manera manual.

Manejo de los residuos.

Los desperdicios producto de esta operación reciben el nombre coloquial de "ripio" el cual no se desperdicia, pues éste es vendido por camión a un costo de \$800.00 MXN, pero presenta la desventaja de no tener un comprador constante por lo cual este material tiende a acumularse.

4.2 Diseño del sistema de explotación.

Retomando lo anterior, es necesario implementar un método de explotación que permita sacar más provecho en tiempo, calidad y seguridad para los trabajadores, por lo que de acuerdo con investigaciones de campo, para este tipo de yacimientos, se pueden utilizar varios métodos, siendo dos de ellos los más adaptables a la cantera, los métodos son:

Técnicas de corte de bloques por perforación de barrenos próximos, con y sin voladura.

Esta técnica consiste en la apertura de unos barrenos muy próximos y paralelos de un pequeño diámetro para poder producir un corte a través del plano constituido por los mismos, mediante la acción de una presión hidráulica, mecánica o por la acción de la pólvora o del cordón detonante. Este sistema se debe aplicar fundamentalmente sobre las rocas de mayor dureza y abrasividad, grupo de los granitos, aunque coexiste con los otros sistemas, para el resto de las rocas ornamentales, en donde se debería utilizar o abusar menos de él, para mejorar el grado de recuperación y la calidad de la roca vendible.

Corte con hilo diamantado.

Esta técnica consiste en la extracción de bloques de roca por medio de la acción abrasiva del hilo diamantado, el cual consiste en realizar primeramente una zanja en la parte posterior del banco mediante

barrenos perpendiculares. Sobre la zanja se hace pasar el hilo diamantado hasta realizar el corte. Además de la zanja se hacen 2 barrenos verticales por cada una de las 3 caras verticales y 2 barrenos horizontales para el corte de piso, el cual se lleva a cabo después de ya tener el corte trasero del bloque.

El proceso anterior se muestra en la Figura 4.11

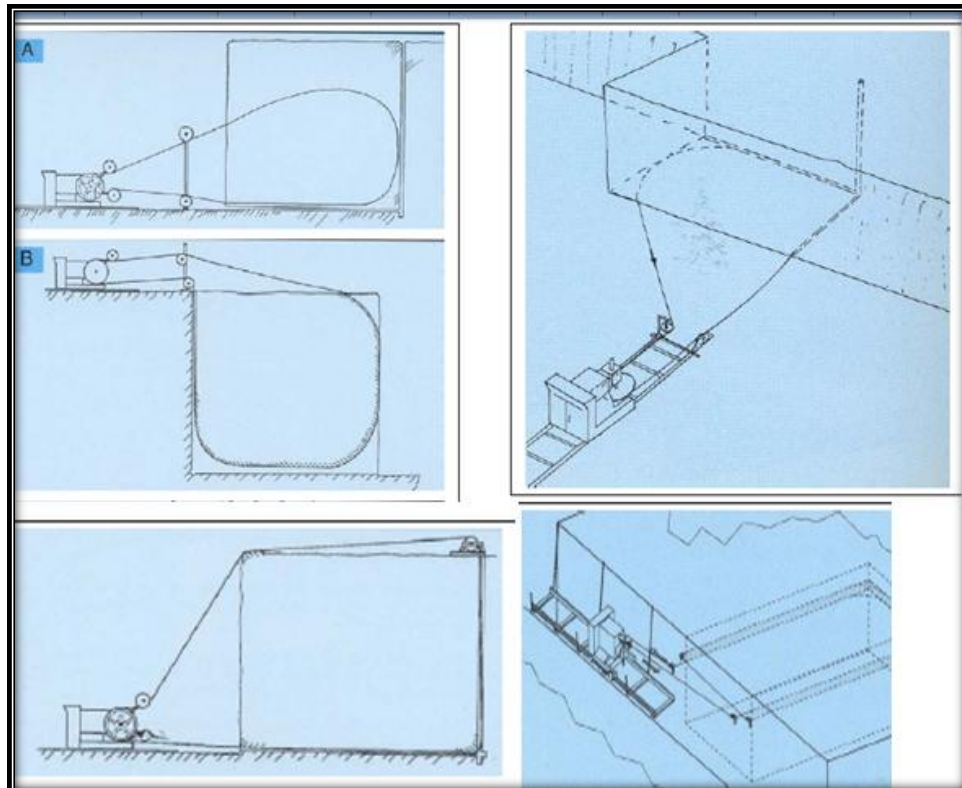


Figura 4. 11 Método de corte con hilo diamantado (Herrera 2010).

4.3 Selección del método de minado

El mejor método para la explotación de la cantera debe ser un método de arranque por medio de barrenos próximos usando explosivos, dado que si se emplea el método de corte por hilo diamantado, se presentan mayores dificultades técnicas y económicas; aunque los recursos a obtener podrán ser menores, será más fácil empezar con este tipo de producción.

El método seleccionado se adapta mejor a las condiciones presentes en la cantera, y el equipo a adquirir es más sencillo en comparación con una máquina de corte con hilo diamantado, además la implementación del hilo diamantado significaría la reducción del personal, que si bien siempre es el objetivo de una empresa, aquí se busca preservar la mayor cantidad de empleos, pues es una fuente importante de ingresos de los ejidatarios de la región que han trabajado toda su vida en la cantera.

4.4 Procedimiento de explotación

El procedimiento de explotación, a llevar a cabo en la cantera de rocas dimensionables de Chapantongo, será el descrito a continuación:

Descapote

Esta etapa consiste en retirar la capa de material orgánica y suelo para poder empezar con los trabajos de explotación que requiere este método.

Esta capa se puede retirar con facilidad e inclusive colocarse en zonas cercanas o en las partes ya explotadas, esto atendiendo siempre las normas de la SEMARNAP.

Esto se realizará en algunas zonas de manera manual, y en caso de ser necesario se utilizará un bulldozer propiedad del ejido por lo que el costo será mínimo.

Fase 1

La etapa inicial consiste en la independización de un gran bloque de cantera (Figura 4.12). Esta operación comienza con la creación de dos caras libres en los extremos, aprovechando la presencia de zonas de fractura de la roca o bien mediante la perforación de barrenos casi secantes entre sí.

Posterior a esto se procede a realizar la perforación vertical sobre el plano posterior. Los barrenos tendrán separaciones variables de acuerdo a la resistencia a la fragmentación de la cantera.

Para realizar el rompimiento entre barrenos se pueden emplear algunos explosivos débiles (pólvora y/o cordón detonante) con cargas conformadas por cordón detonante, cuñas hidráulicas, o incluso el uso de cal viva que al ser hidratada con agua y sellada con arena produce empuje en la roca debido a la presión provocada por la expansión que se produce en la cal.

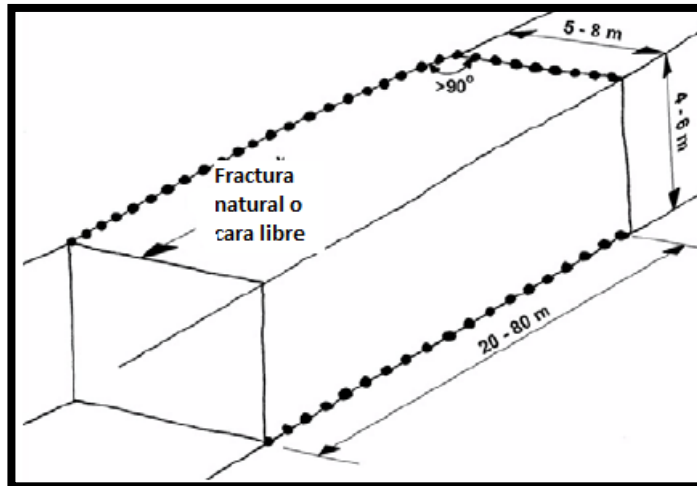


Figura 4. 12 Corte del primer bloque en la fase 1 (Herrera 2010).

Fase 2

En esta segunda etapa, se ejecutará la división del gran bloque de la fase 1 en unos de menor tamaño de manera "in situ" (Figura 4.13) haciendo uso nuevamente de barrenos con menor diámetro para evitar que los cortes dañen las caras o los vértices del nuevo bloque.

La rotura entre los barrenos se puede realizar, al igual que en la fase anterior, mediante explosivos débiles como la pólvora, el cordón detonante, cuñas hidráulicas, o bien con el sistema de cal viva. Esta etapa es la segunda separación que recibirá el bloque antes de ser tumbado en la fase 3, en la que ya el corte de bloques esta en su tamaño definitivo.

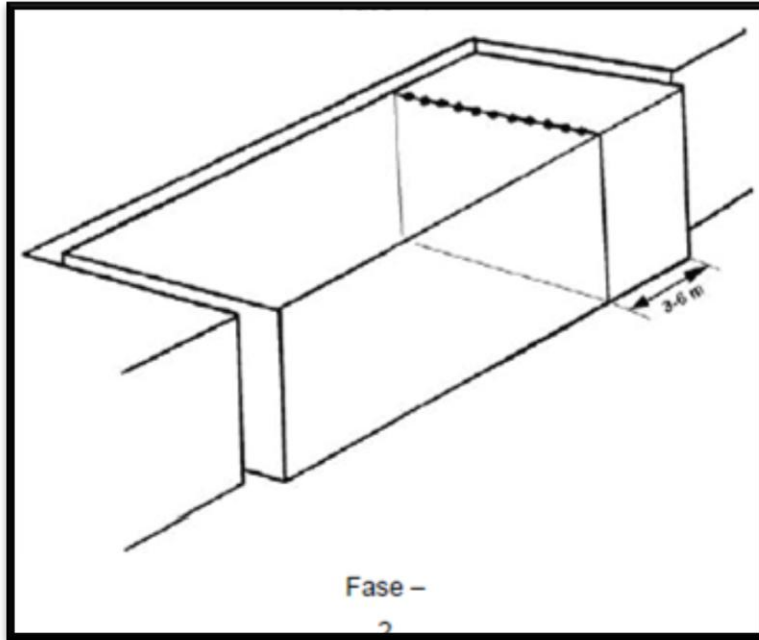


Figura 4. 13 Corte secundario del bloque en la fase 2 del sistema (Herrera 2010).

Fase 3

En esta fase, el bloque extraído en la fase 2 debe subdividirse en unas dimensiones más manipulables por los equipos de la cantera, con unos volúmenes máximos de hasta 10 m³ para su fácil manejo y labrado posterior.

Para dividir el bloque, se realizan barrenos en el bloque para obtener finalmente el tamaño de la pieza a trabajar. La fase de rotura de los barrenos (Figura 4.14) será mediante el empleo de cuñas, accionadas manual o hidráulicamente o bien con el uso de cal viva para minimizar las pérdidas; buscando tener un escuadrado tal que permita la comercialización directa de estos.

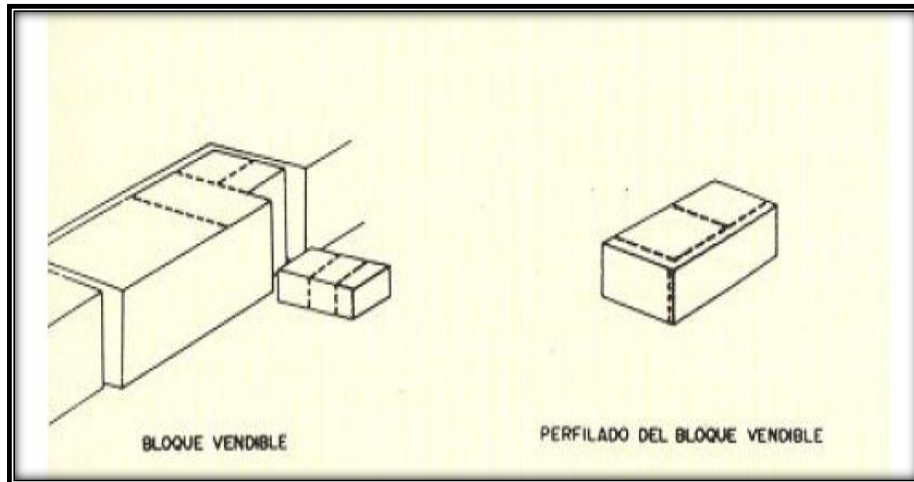


Figura 4. 14 Tumbado del bloque ya para ponerse vendible y perfilado (Herrera 2010).

Cuando el bloque ha sido individualizado debe volcarse sobre el piso de la cantera, donde se deberá colocar un “colchón” de arena que logre amortiguar la caída y evitar que éste sufra daños.

Los sistemas más empleados para volcar el bloque una vez que éste ya fue separado del bloque principal pueden ser: el uso de una grúa torre, empujadores hidráulicos, o el uso de cargas de pólvora en el plano posterior para provocar su volcadura.

Durante el proceso del corte es difícil tener un cuerpo en el que los lados y los vértices no se vean afectados por el proceso de corte, por lo que es importante alinear la perforación, así como tener una separación y diámetro de los barrenos óptimos.

Una vez en la cama de arena se procederá a labrar y cortar este bloque en unos de menor tamaño por parte de los trabajadores utilizando sus herramientas de labrado para perfilarlos y hacerlos.

4.5 Adaptación del método de explotación a la cantera del Ejido de Chapantongo

Para fines prácticos, la zona de explotación (Figura 4.15) se ha dividido en dos partes, una de ellas corresponde a la zona que se designó como Frente 1 con una orientación NE-SW, y la Frente 2 se encuentra de manera horizontal orientándose hacia el Este (Figura 4.16).



Figura 4. 15 Zona de explotación (Google earth).

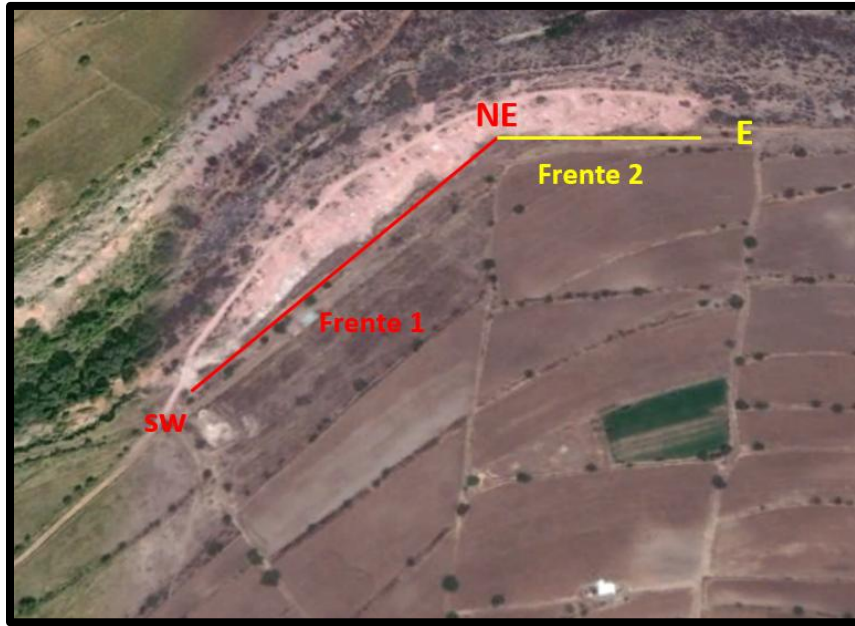


Figura 4. 16 Ubicación de las frentes de trabajo.

Debido a las condiciones actuales del banco, es posible empezar a implementar este método directamente en la Frente 1, esto por ser la zona en la que más se ha trabajado, además de presentar una forma más regular que la frente 2, por lo que se propone que mientras se encuentra en explotación la frente 1, de manera simultánea se lleven a cabo labores de preparación para la Frente 2 la cual presenta riesgos potenciales de seguridad.

La explotación se llevará a cabo comenzando por la parte SW de la frente 1 hasta el límite de la misma y se continuará con la explotación de la frente 2 que ha sido preparada previamente (Figura 4.17).

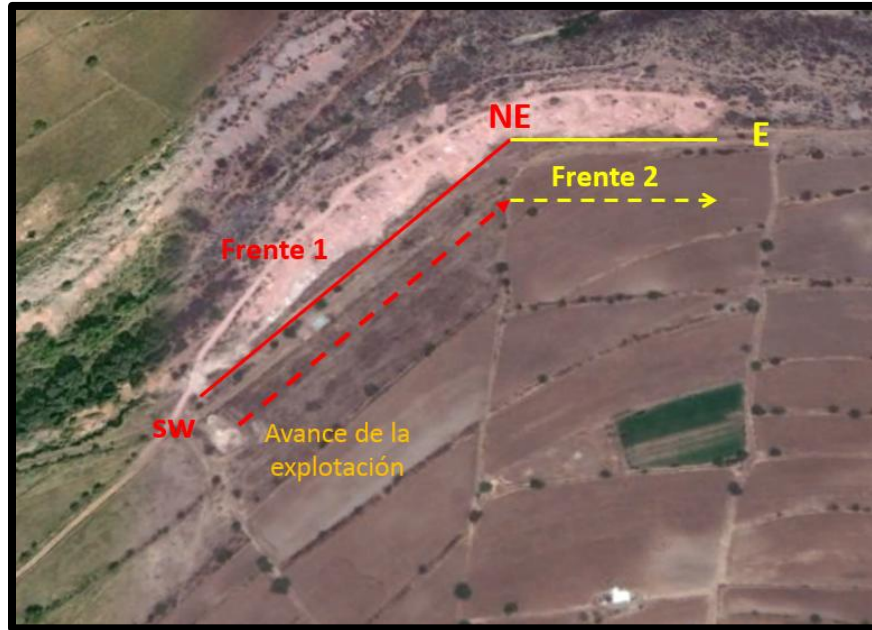


Figura 4. 17 Avance de la explotación.

Al terminar con la explotación de las dos frentes se comienza a explotar nuevamente la frente 1, puesto que ésta ya estará preparada.

La explotación se llevará a cabo comenzando con la fase 1 (figura 4.18), la independización de un gran bloque por medio de barrenos muy cercanos entre ellos en 3 metros lineales por 3 metros de profundidad, lo que da un total de 27 barrenos de los cuales la mitad serán cargados en un 30 % con pólvora negra.

Después de eso se procede a comenzar con la fase 2 (figura 4.19), dividiendo el bloque inicial en 3 de 1 metros de largo realizando para esto 18 barrenos y cargando la mitad de la misma manera que en la fase 1 con sólo el 30 %, esto para tener bloques más manejables.

En la fase 3 (figura 4.20) los bloques de 3 metros de profundidad serán divididos en bloques de 1 metro de profundidad, barrenado 18 barrenos más, y cargando la mitad con pólvora negra como se hizo anteriormente. Para después ser tumbados por medio de gatos hidráulicos o cuñas de madera para obtener los bloques de 10 m³ que caerán en la cama de arena y que serán perfilados por los artesanos en bloques de 1 m³ de tamaño para ser fácilmente cargados y enviados a la planta laminadora para la obtención de losetas.

También hay que mencionar que aunque en el método se pretende tener el mínimo de desperdicio, siempre existirán, por lo cual se pretende vender de la misma manera que se hace actualmente en camiones como ripio.

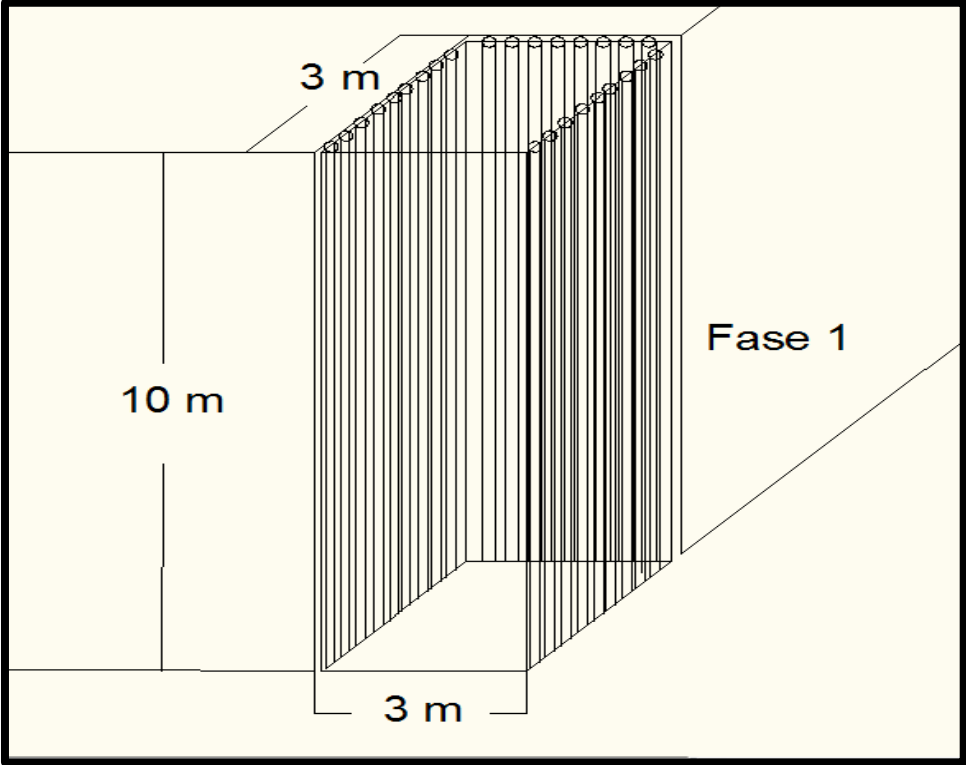


Figura 4. 18 Fase 1 división del gran bloque.

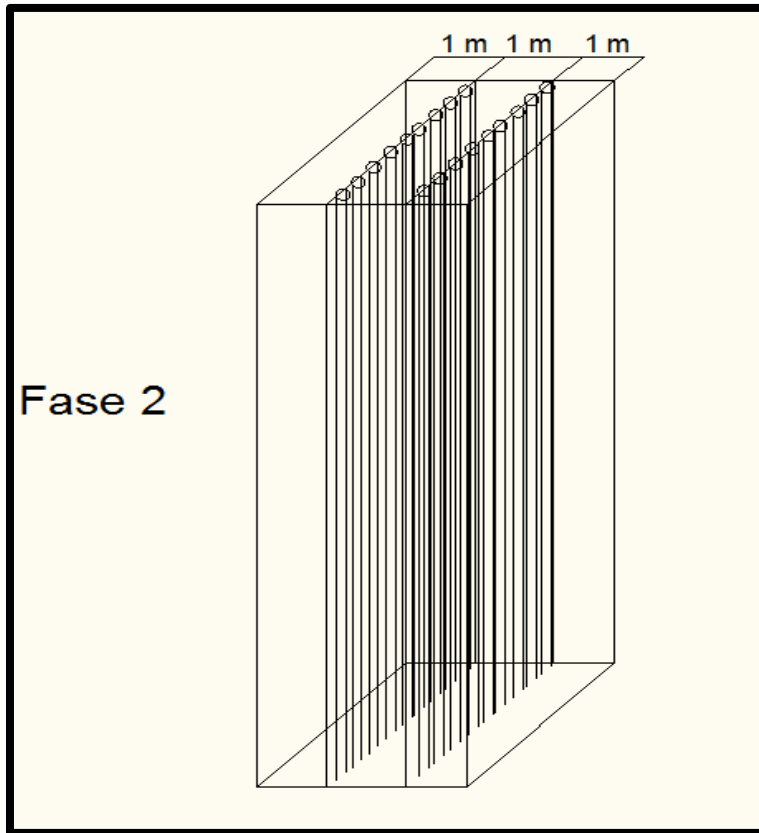


Figura 4. 19 Fase 2 Subdivisión del gran bloque(AutoCAD).

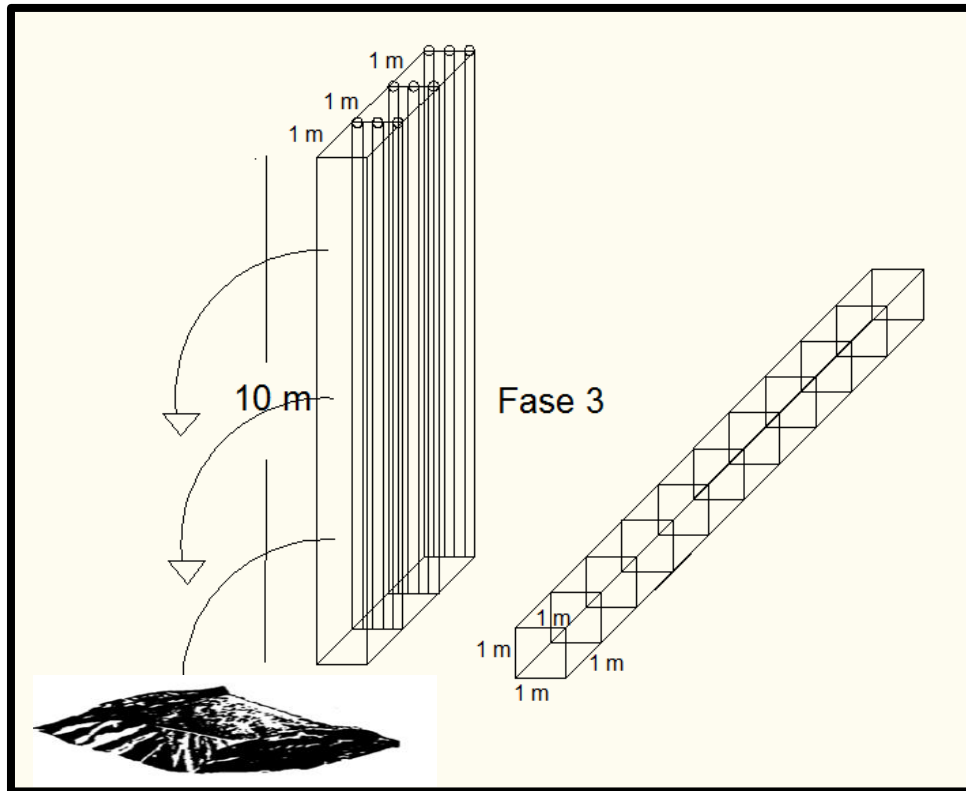


Figura 4. 20 Fase 3 tumba en cama de arena (bloques de 10 m³) y división manual por parte de los artesanos para obtener bloques de 1 m³(AutoCAD).

4.6 Ritmo de producción

Dado que en la planta se pretende laminar en promedio 4.5 m³ diarios para tener 1,080 m³ equivalentes de producción anual, ésta será la cantidad diaria que se deberá de producir en mina, para que sean procesados en la planta, también se deberá de considerar que en la mina los bloques serán reducidos y perfilados para que sea más fácil su laminación en la planta, así como su transporte de la cantera a la planta.

4.7 Seguridad

La seguridad en la minería es muy importante ya que la integridad física del personal, que se encuentra laborando en las distintas actividades mineras, depende en gran medida de los procedimientos y programas de seguridad implementados en las empresas.

La situación actual en el Ejido de Chapantongo resulta ser desfavorable en cuestiones de seguridad, ya que los trabajadores no cuentan con un programa de seguridad, así como de un EPP (Equipo de Protección Personal) y que debido a la manera artesanal en el que los trabajadores se encuentran laborando, resulta ser importante. Es por eso que se debe adquirir equipo como guantes, lentes, zapato con casquillo, tapones auditivos, cascos y ropa especial como medio de protección solar y de material volátil.

También se debe implementar un programa de pláticas en el que los trabajadores conozcan los riesgos a los cuales se someten, así como saber cómo actuar en dichas situaciones.

Sin duda alguna la implementación de reglas de seguridad e higiene mantendrá al personal consciente y capaz de tomar decisiones en pro de los trabajadores.

4.8 Capacidad de operación

4.8.1 Obras de desarrollo

La mina no necesita de nuevas obras de desarrollo puesto que ya cuenta con los caminos para poder acceder al banco de explotación.

4.8.2 Determinación preliminar del equipo a utilizar

Este equipo será el necesario para arrancar con la explotación de la cantera, así como el equipo que se tendrá en depósito siempre para tener un inventario funcional.

-Track Drill

Se comprará un (Track Drill ECM350, año 2000, percusión: 2100 golpes/min, con un requerimiento de aire: 21.2 m³/min.

Éste además tendrá costos de barra cada 4 meses de \$3,310.00 MXN y 4 brocas anuales a \$615.00 MXN cada una. La duración depende mucho de pruebas de campo que aún no se realizan por ser un proyecto, por lo cual inicialmente se tomarán estos datos para después utilizar los medidos en el proyecto.

-Compresor

Se utilizará un compresor neumático XP750 Ingersoll Rand, Detroit Diesel 8V92 1985, año 1995. El cual en concepto de combustible se estiman \$7,000.00 MXN mientras que de lubricantes y filtros se estima un costo mensual de \$ 2,100.00 MXN.

-Camión de carga

Se comprará un camión de carga de 6 m³ de volteo, Ford F450 2001. Además éste necesitará de un juego de 6 llantas cada 8 meses con un costo total de \$13,800.00 MXN. Además de los costos por combustible de \$6,510.00, lubricantes y filtros que se estiman en \$ 2,790.00 MXN mensuales.

-Cañuela

Se calculó que para iniciar la pólvora negra se necesitarán 4070 m anuales a \$4.00 MXN (0.31USD) el metro.

-Fulminante

Con un consumo de 400 piezas anuales con un costo unitario de \$3.50 MXN (0.25 USD).

-Conectores

Con un consumo de 400 piezas anuales con un costo unitario de \$2.80 MXN (0.21USD).

-Pólvora negra por cada barreno cargado al 30 %

$$d = 10.1 \text{ Cm (4 in)}$$

$$A = [(\pi)d^2]/4 = 0.008 \text{ m}^2$$

$$\text{Profundidad (h)} = 3.0 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = A \cdot h = 0.024 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad de la pólvora } (\rho) = 680 \text{ kg /m}^3$$

$$\text{Consumo de pólvora por cada barreno cargado} = V \cdot \rho = 16.32 \text{ kg}$$

Si se necesita cargar por cada 90 m³ alrededor de 32 barrenos por lo que para los 1080 m³ anuales propuestos será de 384 barrenos cargados al 30 % con un total de 6266.88 kg anuales con un precio de \$200.00 MXN por lo cual se estima un costo anual de 1'190,540.00 MXN.

4.9 Personal

4.9.1 Organigrama general de la cantera

Este será el personal que trabajará en la cantera en las labores de explotación, así como el administrativo requerido para los controles propios de una empresa.

Tabla 4. 1 Trabajadores de la cantera propuestos.

DE CANTERA		ADMINISTRATIVO	
Personal	Número	Personal	Número
Perforistas	2	Encargado de ventas	1
Operador de Camión	1	Secretaria	1
Ayudantes	22		
Capataz	1		

A continuación se muestra el organigrama con los sueldos propuestos (MXN) para los trabajadores de la cantera.

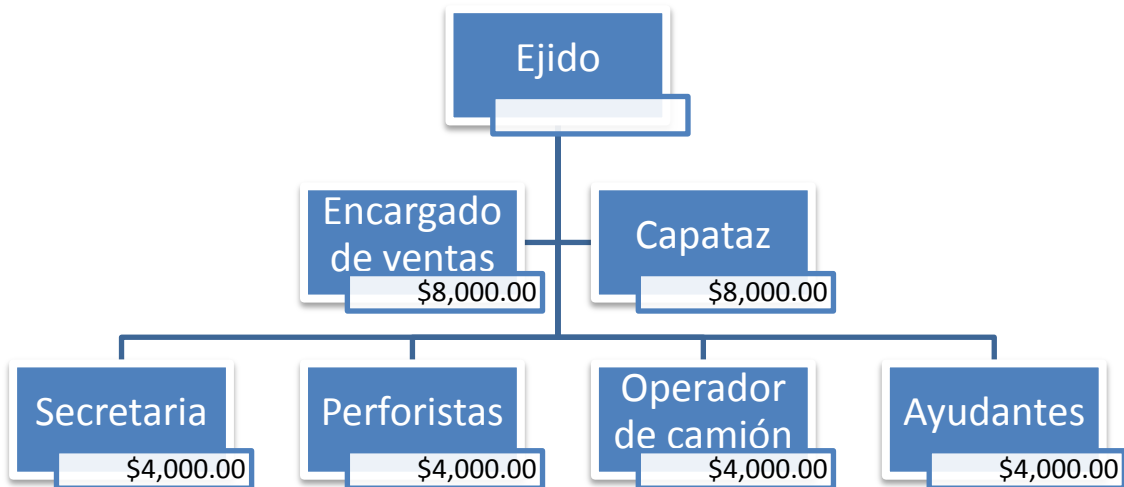


Figura 4. 21 Organigrama de sueldos propuestos para los trabajadores.

4.9.2 Distribución de personal por turno

Dadas las condiciones actuales de la mina se opta por manejar solamente un turno.

4.9.3 Actividades específicas del personal

El personal que labora dentro de la mina tiene definido un plan de trabajo pero los ayudantes que son referidos en la tabla del personal estarán encargados tanto de labrar la roca, como de cargar los camiones además de operar los equipos.

4.10 Inversión y costos de operación en la mina

4.10.1 Estimación de la inversión requerida para la operación de la mina

Estos son los costos de los equipos que se necesitan adquirir para poder iniciar con el sistema de explotación.

(Precios a julio del 2014, tomados de www.promin.mx y www.vehiculo.mercadolibre.com.mx/MLM-468439611-volteo-ford-f450-2001-a-gas-JM).

Tabla 4. 2 Costos de la inversión para la adquisición del equipo principal de mina.

EQUIPO	COSTO MXN
Track Drill	\$450,000.00
Compresor	\$250,000.00
Camión de carga 6 m3	\$150,000.00

4.10.2 Estimación de costos de producción.

En las siguientes tablas se detallan los sueldos estimados que percibirán los empleados de la cantera así como los costos por el consumo de insumos mensual para el ritmo de producción propuesto.

Tabla 4. 3 Sueldos propuestos para el personal de la cantera.

PERSONAL	SUELDOS MENSUALES MXN
Encargado de ventas	\$8,000.00
Capataz	\$8,000.00
Secretaria	\$4,000.00
Perforista	\$4,000.00
Chofer	\$4,000.00
Ayudantes	\$4,000.00

Tabla 4. 4 Costo anual estimado en insumos.

INSUMOS	COSTO ANUAL MXN
Diesel	\$162,120.00
Pólvora negra	\$1'190,540.00
Cañuela	\$16,280.00
Conectores	\$1,120.00
Fulminantes	\$1,400.00
Barras	\$9,930.00
Brocas	\$2,460.00
Lubricantes y filtros	\$58,680.00
Llantas	\$13,800.00

CAPÍTULO V

DISEÑO DE LA PLANTA DE LAMINACIÓN

En el Ejido de Chapantongo ya se contaba anteriormente con una planta de laminación para la producción de losetas, pero un mal manejo del equipo, y del transporte de los bloques, terminó por llevar al fracaso este proyecto, al punto que las máquinas fueron vendidas como fierro viejo hace ya 6 años (figura 5.1).

Actualmente los productos se elaboran de manera artesanal por parte de los trabajadores, pero con la propuesta y el posible financiamiento por parte del INAES (Instituto Nacional de la Economía Social) se puede pensar en volver en reactivar una producción más grande en la cantera y también en la instalación y manejo de la una planta de laminación, que ayudaría a tener un producto más competitivo en el mercado, además de la posibilidad de satisfacer la demanda de otros productores de la región de Chapantongo independientes del ejido. Además de producir una cantidad mayor de empleos y una derrama económica más grande que con la simple operación de la cantera.

Dado el mercado potencial que existe en la región sobre todo en Huichapan e Ixmiquilpan donde se tienen gran número de canteras, esta opción es sumamente viable pues incluso algunas empresas exportan la totalidad de su producción a Estados Unidos. Esto hace que la implementación de una planta sea sumamente atractiva y que se incluya como parte del proyecto.



Figura 5. 1 Condiciones actuales del equipo adquirido previamente.

5.1 Ubicación de la planta laminadora

La planta estará ubicada dentro de las instalaciones del ejido que ya fueron previamente usadas para este fin, ubicadas en la carretera Chapantongo-Tula, a una distancia de 2 km del banco principal de producción (Figura 5.2). Esto para poder aprovechar las instalaciones ya construidas, además del acceso a electricidad y agua, necesario en el proceso, los cuales no se encuentran cerca de la cantera y sí en estas instalaciones, aunque la distancia de acarreo es larga esto se resolverá con la compra del camión con lo cual funcionaría correctamente y que sería sumamente viable. Además de poner la producción de las losetas en un punto más cercano al mercado cerca de una carretera más transitada que si el producto estuviera cerca de la cantera.

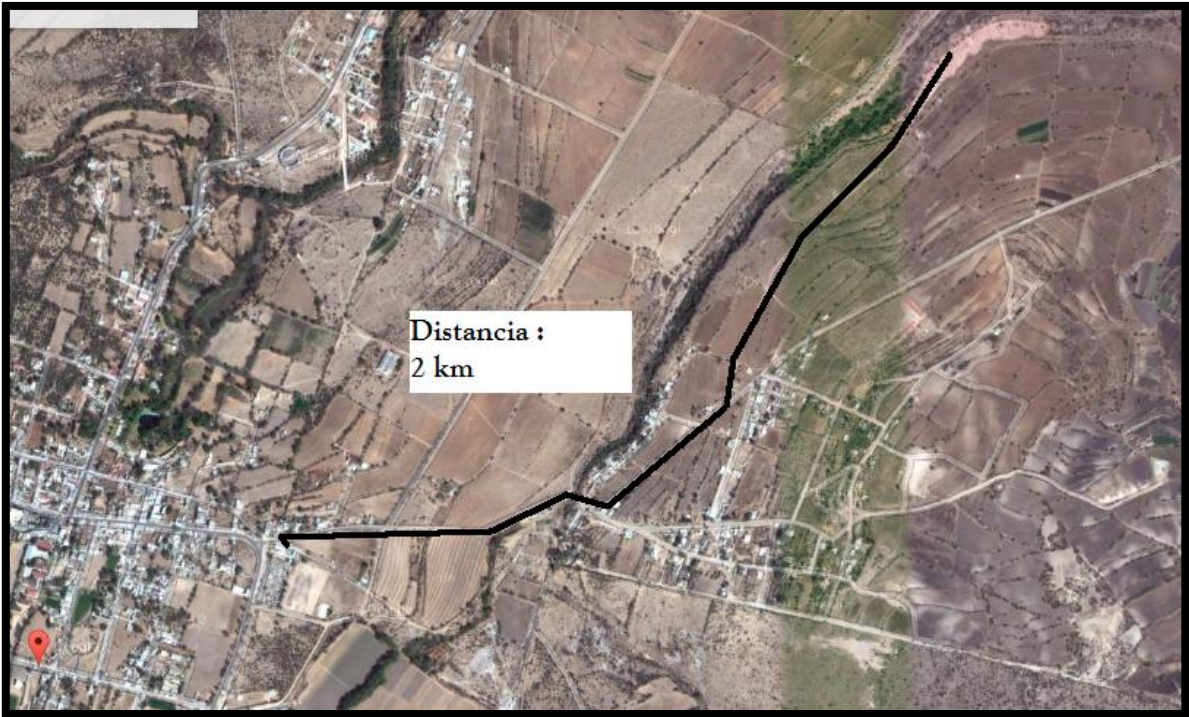


Figura 5. 2 Distancia de la cantera a la ubicación de la planta.

5.2 Diseño del proceso de obtención de losetas a partir de bloques de canteras.

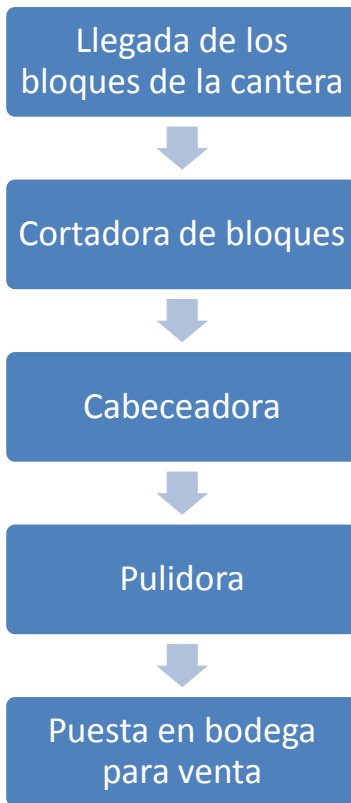


Figura 5. 3 Proceso de obtención de losetas.

Este proceso es más simple que el que se maneja en otras plantas donde existe una máquina calibradora. El proceso se plantea considerando una posible expansión y compra de una máquina de biselado, aunque presentan algunas ventajas, su costo inicial no se justifica en un proyecto incipiente como este, el cual puede funcionar adecuadamente con la maquinaria disponible pues el mercado no es tan exigente. En palabras de los distribuidores, se podría obtener un buen resultado, siempre y cuando se controle el trabajo realizado en planta, incluso se podría lograr alcanzar niveles de exportación.

El proceso de obtención de losetas se describe a continuación:

- El primer paso es el corte de los bloques en distancias de 20 mm aproximadamente entre cada corte, a un bloque previamente dimensionado por los trabajadores de la cantera de manera que resulte más fácil sacar láminas y reducir el desperdicio.
- Se procede a lo que se conoce como el "cuadreo", es decir, mediante la máquina cabeceadora se dimensionan las losetas de forma regular con las medidas establecidas previamente, esto al cortar la lámina por los extremos por medio de un disco diamantado, para después de ser cortada, seguir avanzando por los rodillos a la siguiente fase del proceso.
- Después, de manera manual son colocados en la cama de rodillos para que pasen a la cabeceadora en donde tomarán las dimensiones comerciales de las losetas que son regularmente 300 mm x 300 mm x 20 mm.
- A continuación, se procede a la calibración y pulido, en las cuales lo que se busca es que cada loseta tenga de manera exacta el espesor pedido. Esta parte del proceso puede ser o no llevada a cabo, ya que las variaciones rondan de 1-2 mm, si se realizan de manera correcta las fases de corte y cuadreo la loseta tendrá la calidad de venta sin necesidad de pasar por esta fase de calibrado, esto nos indica que tanto esta etapa como la compra del equipo deberá ser analizada, o bien pensada en una segunda etapa del proyecto.
- Ya con las losetas obtenidas, se procederá a su almacenamiento en la bodega, para su puesta en venta, o bien para ser llevadas al comprador.

5.3 Selección de equipo de planta de laminación

El proceso de la planta laminadora parte de la cortadora de bloques, pues ésta definirá las demás partes del proceso, este equipo se escoge en función del tamaño del disco diamantado. Su velocidad depende del mandril, esto en función de la dureza media de la roca.

Dichas características se determinaron en función del tamaño de lámina de bloque para obtener las losetas de más o menos 20 mm de espesor y de un tamaño de bloque máximo de 600 mm de altura para cada corte. Este tamaño no representa un problema pues se puede utilizar a los trabajadores para mandar bloques ya dimensionados de manera correcta por lo cual esto resulta sumamente simple.

Para el corte de cantera los distribuidores recomiendan una velocidad de 60 revoluciones por minuto para el giro de disco.

La maquinaria tiene un promedio de corte de $0.5 \text{ m}^2 / \text{min}$ por lo tanto en el turno de 8 horas se cortarán $240 \text{ m}^2 / \text{min}$ pero aplicando una efectividad del 90% se cortarán en promedio 216 m^2 , esto será la producción en la cantera que mínimo se deberá de suministrar a la planta para ser cortado.

La máquina cabeceadora trabaja en promedio con una velocidad de 0.75 m/min para las láminas con espesor de 20 mm, por tanto se podrán cortar hasta 360 m el cual tendrá una efectividad del 90% 324 m lo cual es más que suficiente para cubrir el material que se produce en la cortadora.

Este material ira a la máquina calibradora, ésta tiene una velocidad promedio de $38 \text{ m}^2 / \text{hora}$ y tomando en cuenta que no todas las losetas necesitan un calibrado es más que suficiente para el trabajo.

5.4 Ritmo de producción

Se deberán de procesar 1080 m³ anuales, por lo cual en promedio diario con 313 días laborados se pretenden laminar un promedio de 3.5 m³ diarios, con un turno de 8 horas.

5.5 Personal

Para la operación de la planta sólo se necesitará un capataz, además de un operador para cada máquina del proceso, y de dos personas encargadas de los servicios y ayudantes, además de dos almacenistas para recibir la cantera y otro para tener un control sobre las refacciones y el almacén que se tendrá.

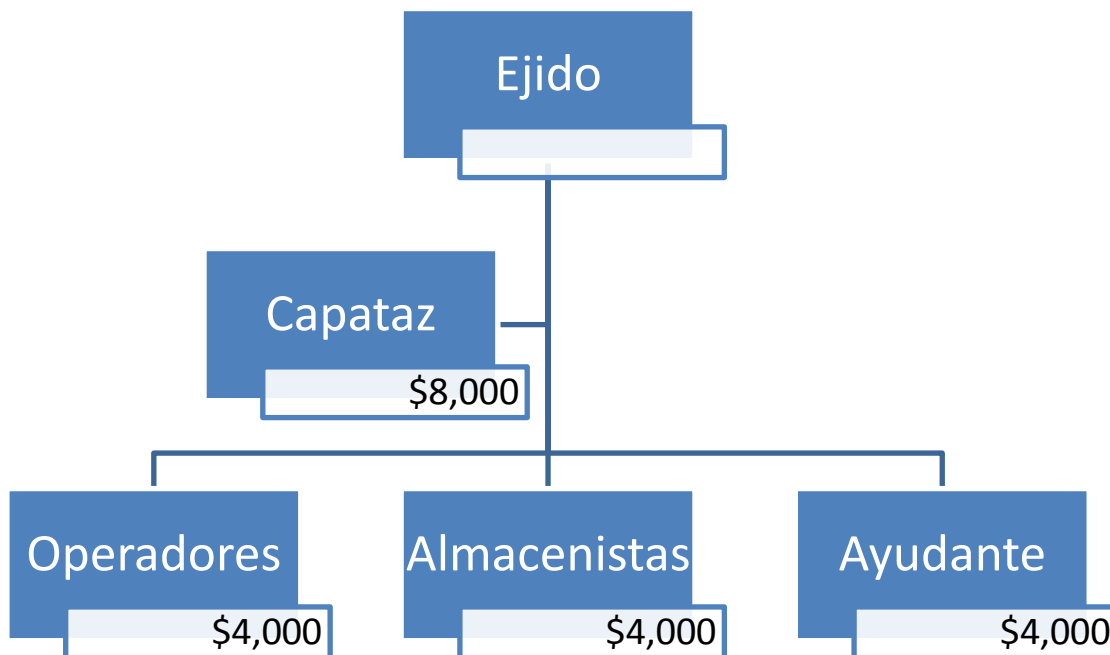


Figura 5. 4 Sueldo del personal de la planta.

5.6 Costos de inversión y operación de la planta laminadora

La inversión a realizarse para la instalación de la planta laminadora se describe en la tabla 4.1, en el precio está incluido la instalación por parte del proveedor.

Tabla 5. 1 Precios a abril del 2014 en MXN.

Equipo	Precio
Máquina cortadora	\$189,000.00
Cabeceadora	\$63,000.00
Pulidora	\$78,000.00
TOTAL	\$330,000.00

En las siguientes tablas se muestra un cálculo del gasto eléctrico, realizado con datos de la CFE a abril de 2014.

Tabla 5. 2 Cálculo de energía eléctrica.

Componente	Potencia en KW	Uso Diario (horas)	Energía consumida KW
Máquina Cortadora	17	8	136
Cabeceadora	0.625	8	5
Pulidora	18	8	144
Total de energía consumida diaria KW			285

Por lo tanto 285 Kw por 25 días de trabajo efectivo al mes da una cantidad de 7125 Kw mensuales.

Utilizando los precios de CFE que marcan los costos de energía eléctrica por mes se tienen los siguientes rangos:

Tabla 5. 3 Costos de energía eléctrica.

Rango kw	Costo / kw [MXN]	Costo / día [MXN]
Fijo – 0 kw	51.87	51.87
1 – 50 kw	2.272	113.60
51 – 100 kw	2.743	137.15
101 ó más	3.020	
Costo diario		\$860.7
Costo mensual		\$21,517.5

Mensualmente se tendrá que comprar un disco diamantado cada tres meses para la cortadora y para la cabeceadora, esto representará un costo de \$23,000 MXN.

Además se proponen los siguientes sueldos de manera quincenal para el personal que labore en las instalaciones de la planta.

Tabla 5. 4 Sueldos quincenales del personal.

Personal	Sueldo en MXN
Capataz	\$8,000
Operador Cortadora	\$4,000
Operador Cabeceadora	\$4,000
Operador Pulidora	\$4,000
Ayudante	\$4,000
Almacenista	\$4,000

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS FINANCIERO

En este capítulo por medio de los cálculos financieros realizados se muestra la viabilidad de un nuevo sistema de minado así como de la instalación de una planta laminadora en el Ejido de Chapantongo, en el estado de Hidalgo.

Se comienza con un análisis de pre factibilidad, en el cual se realizó un análisis para determinar el costo nivelado actual para la producción de manera artesanal que se realiza en el Ejido de Chapantongo.

A partir de esto se presentan los costos de inversión necesarios por los equipos principales que se necesitan adquirir, tanto en la explotación como en la planta de laminación que se pretende instalar para tener un producto que reditúe mayores utilidades.

Con el capital de trabajo para el que se proponen los salarios de los trabajadores y la depreciación de los equipos principales a 5 años.

Además se calculan los ingresos por una producción estimada anual para la producción de losetas a un precio de \$130.00 el m², el cual es el precio base manejado en la región. Así también se proponen unos gastos estimados en insumos que se necesitarán para la producción de manera anual tanto en la cantera como en la planta de laminación.

Ahora con todos estos datos se calculó un estado de resultados y se comparó con el estado actual de resultados manejado en el ejido y se muestran las claras ventajas de la implementación de este proyecto. Además se estiman los diferentes índices económicos para determinar la viabilidad del proyecto y los efectos que tendría la implementación del mismo en los costos y las utilidades.

6.1 Análisis preliminar de pre factibilidad.

Se realizó un análisis para obtener el costo nivelado actual de la operación de la cantera, obteniéndose una utilidad por m³ equivalente de \$ 87.00 MXN (tabla 2.2).

Cabe mencionar que en el método solamente se toman en cuenta como costos de producción, el pago a los trabajadores y la pólvora (20 kg mensuales), pues no existe ningún tipo de mecanización como ya se explicó en el capítulo IV pues es una cantera meramente artesanal.

Tabla 6. 1 Costo nivelado en condiciones actuales de la mina.

AÑO	PRODUCCIÓN (m ³ eq/año)	INVERSIÓN	COSTO PRODUCCIÓN	INGRESOS
0				
1	2620.8	0	\$ 784,666.60	\$ 1,011,628.80
2	2620.8		\$ 784,666.60	\$ 1,011,628.80
3	2620.8		\$ 784,666.60	\$ 1,011,628.80
4	2620.8		\$ 784,666.60	\$ 1,011,628.80
5	2620.8		\$ 784,666.60	\$ 1,011,628.80
Total	13104		\$ 3,923,328.00	\$ 5,058,144.00
		Utilidades	\$	1,134,816.00
		CN	\$	299.40
		Utilidad	\$	87.60

6.2 Costo de los equipos principales

En los capítulos anteriores se mostraron los equipos que se proponen adquirir para llevar a cabo el proyecto, a continuación se engloban los costos totales de inversión de todos los equipos tanto de la cantera como los de la planta laminadora.

Tabla 6. 2 Cotizaciones a abril del 2014 en MXN.

Equipo	Precio
Camión de carga 6 m3	\$ 150,000.00
Track Drill	\$ 450,000.00
Compresor	\$ 250,000.00
Máquina cortadora	\$ 189,000.00
Cabeceadora	\$ 63,000.00
Pulidora	\$ 78,000.00
Total	\$ 1,180,000.00

6.3 Mano de obra

Para empezar a operar se necesita de un capital humano, el cual será el mismo que ya labora en el ejido, pero con un reacomodo en sus actividades, para esto tendrán que capacitarse, en el caso del proceso de la planta laminadora viene incluido en el costo del equipo la capacitación para usarlo, por lo cual no se considera costo extra.

Tabla 6. 3 Sueldos propuestos para los trabajadores de la cantera salarios en MXN.

Puesto	Salario mensual	Numero	Costo anual
Obrero	\$ 4,000.00	25	\$ 1,200,000.00
Encargado	\$ 8,000.00	1	\$ 96,000.00
Capataz	\$ 8,000.00	1	\$ 96,000.00
Secretaria	\$ 4,000.00	1	\$ 48,000.00
Operador de camión	\$ 4,000.00	2	\$ 96,000.00
Total			\$ 1,536,000.00

6.4 Depreciación del equipo principal

Esta es la pérdida de valor experimentada por los elementos de activo fijo o inmovilizado de la empresa o de cualquier otra institución al prestar la función que le es propia, por el transcurso del tiempo o a causa del progreso tecnológico.

A esto se le considera una pérdida por lo cual, se maneja como un egreso extra de las operaciones.

Para el caso del proyecto se utilizó una depreciación por el método de línea recta, para 5 años en todo el equipo tanto mina como planta.

Tabla 6. 4 Depreciación del equipo principal de la mina. Precios y costos en MXN.

Depreciación					
Equipo		Precio	Años		Depreciación anual
Camión de carga 6 m3	\$	150,000.00	5	\$	30,000.00
Track Drill	\$	450,000.00	5	\$	90,000.00
Compresor	\$	250,000.00	5	\$	50,000.00
Máquina cortadora	\$	189,000.00	5	\$	37,800.00
Cabeceadora	\$	63,000.00	5	\$	12,600.00
Pulidora	\$	78,000.00	5	\$	15,600.00
Total	\$	1,130,000.00	Total	\$	236,000.00

6.5 Ingresos

Estas serán las ganancias esperadas por la venta de losetas como producto principal, tomando como precio de partida \$130.00 x m², este precio con base en los precios actuales del mercado, para la venta de la loseta rosa se obtiene un ingreso anual estimado de:

Tabla 6. 5 Producción anual estimada e Ingresos calculados.

	PRODUCCION	PRODUCCIÓN m ³	PRECIO DE VENTA x m ²	Ingresos
LOZA	540000	1080	\$130.00	\$7,020,000.00

Esto estimando que en cada m³ se esperan obtener 50 losetas de m² y teniendo un ritmo de producción óptimo de 6-7 m³ diarios de corte. Y considerando las pérdidas propias de la operación.

6.6 Costos de producción

A continuación se detallan los costos de producción esperados en el proyecto.

Tabla 6. 6 Costos anuales de la producción para el nuevo proyecto.

Costos de producción nuevo proyecto	
Concepto	Total anual MXN
Mano de obra	\$ 1,536,000.00
Energía eléctrica	\$ 258,210.00
Discos diamantados	\$ 276,000.00
Diesel	\$ 162,120.00
Mantenimiento *	\$ 59,000.00
Agua	\$ 1,200.00
Explosivos	\$ 1,190,540.00
Llantas	\$ 13,800.00
Lubricantes y filtros	\$ 58,680.00
Total	\$ 3,555,550.00

*Se calculó como el 5% del costo total de los equipos principales.

6.7 Comparativa de estados resultados (con y sin proyecto)

A continuación se muestran los estados de resultados calculados para el proyecto, con y sin la aplicación del mismo, notando que en la aplicación si bien se dispara el costo nivelado, también el precio de venta, además de que los desperdicios producidos en esta etapa se minimizan por lo cual y con base en lo calculado se aprecian los beneficios de la aplicación del mismo.

6.7.1 Cantera en la actualidad.

Tabla 6.7 Costo nivelado de la cantera en la actualidad.

AÑO	PRODUCCIÓN (m ³ eq/año)	INVERSIÓN	COSTO PRODUCCIÓN	INGRESOS
0				
1	1080	0	\$ 3,555,550.00	\$ 7,020,000.00
2	1080	0	\$ 3,555,550.00	\$ 7,020,000.00
3	1080	0	\$ 3,555,550.00	\$ 7,020,000.00
4	1080	0	\$ 3,555,550.00	\$ 7,020,000.00
5	1080	0	\$ 3,555,550.00	\$ 7,020,000.00
Total	5400	0	\$ 17,777,750.00	\$ 35,100,000.00
		Utilidades	\$	17,322,250.00
		CN	\$	3,292.18
		Utilidad	\$	3,207.82

Tabla 6. 8 Estado de resultados de la cantera en la actualidad.

Año	1	2	3	4	5
1. Ingresos	\$ 1,011,628.80	\$ 1,011,628.80	\$ 1,011,628.80	\$ 1,011,628.80	\$ 1,011,628.80
2. Costos de operación	\$ 784,665.60	\$ 784,665.60	\$ 784,665.60	\$ 784,665.60	\$ 784,665.60
3. Utilidad de operación	\$ 226,963.20	\$ 226,963.20	\$ 226,963.20	\$ 226,963.20	\$ 226,963.20
4. Gastos de administración	\$ 78,466.56	\$ 78,466.56	\$ 78,466.56	\$ 78,466.56	\$ 78,466.56
5. Utilidades antes de impuestos	\$ 148,496.64	\$ 148,496.64	\$ 148,496.64	\$ 148,496.64	\$ 148,496.64
6. ISR 30%	\$ 44,548.99	\$ 44,548.99	\$ 44,548.99	\$ 44,548.99	\$ 44,548.99
7. RUT 10%	\$ 14,849.66	\$ 14,849.66	\$ 14,849.66	\$ 14,849.66	\$ 14,849.66
8. Utilidad Despues de impuestos	\$ 89,097.98	\$ 89,097.98	\$ 89,097.98	\$ 89,097.98	\$ 89,097.98

6.7.2 Cantera aplicando el proyecto

Tabla 6.9 Costo nivelado aplicando el proyecto.

AÑO	PRODUCCION (m ³ eq/año)	INVERSION	COSTO PRODUCCION	INGRESOS
0				
1	1080	0	\$ 4,104,600.00	\$ 7,020,000.00
2	1080	0	\$ 4,104,600.00	\$ 7,020,000.00
3	1080	0	\$ 4,104,600.00	\$ 7,020,000.00
4	1080	0	\$ 4,104,600.00	\$ 7,020,000.00
5	1080	0	\$ 4,104,600.00	\$ 7,020,000.00
Total	5400	0	\$ 20,523,000.00	\$ 35,100,000.00
		Utilidades	\$	14,577,000.00
		CN	\$	3,800.56
		Utilidad	\$	2,699.44

Tabla 6. 10 Estado de resultados estimado aplicando nuevo proyecto.

Año	1	2	3	4	5
1. Ingresos	\$ 7,020,000.00	\$ 7,020,000.00	\$ 7,020,000.00	\$ 7,020,000.00	\$ 7,020,000.00
2. Costos de operación	\$ 3,555,550.00	\$ 3,555,550.00	\$ 3,555,550.00	\$ 3,555,550.00	\$ 3,555,550.00
3. Utilidad de operación	\$ 3,464,450.00	\$ 3,464,450.00	\$ 3,464,450.00	\$ 3,464,450.00	\$ 3,464,450.00
4. Gastos de administración	\$ 355,555.00	\$ 355,555.00	\$ 355,555.00	\$ 355,555.00	\$ 355,555.00
5. Depreciacion	\$ 236,000.00	\$ 236,000.00	\$ 236,000.00	\$ 236,000.00	\$ 236,000.00
6. Utilidades antes de impuestos	\$ 2,872,895.00	\$ 2,872,895.00	\$ 2,872,895.00	\$ 2,872,895.00	\$ 2,872,895.00
7. ISR 30%	\$ 861,868.50	\$ 861,868.50	\$ 861,868.50	\$ 861,868.50	\$ 861,868.50
8. RUT 10%	\$ 287,289.50	\$ 287,289.50	\$ 287,289.50	\$ 287,289.50	\$ 287,289.50
9. Utilidad Neta	\$ 1,723,737.00	\$ 1,723,737.00	\$ 1,723,737.00	\$ 1,723,737.00	\$ 1,723,737.00

6.8 Tabla comparativa entre operación actual y el proyecto calculado.

En la tabla siguiente se muestra de manera clara la comparación entre la operación actual y los beneficios que traería la aplicación del proyecto.

Tabla 6. 11 Comparación entre operación actual y proyecto calculado.

	Operación actual	Proyecto
Costos de producción	\$ 784,665.60	\$ 3,555,550.00
Ingresos	\$ 1,011,628.80	\$ 7,020,000.00
CN	\$ 299.40	\$ 3,292.81
Precio de venta m3	\$ 386.00	\$ 6,500.63
Utilidad	\$ 86.60	\$ 3,207.82
Utilidad neta anual	\$ 89,097.98	\$ 1,793,337.00

6.9 Índices de proyecto

En la siguiente tabla se muestran los índices económicos calculados para este proyecto, con un TMAR (Tasa mínima aceptable de rendimiento) del 12 % anual a 5 años.

En los cuales se observa que aunque el costo nivelado es alto, también lo son las ganancias, además el SAUE es positivo por lo cual la inversión es redituable, además el equivalente capitalizado es mayor a 1 por lo cual la inversión es aceptable y los porcentajes de ganancias son altos, por lo cual son muchos los indicadores que nos muestran que este proyecto resulta sumamente atractivo para el Ejido de Chapantongo.

Tabla 6. 12 Índices económicos.

Valor presente neto	\$ 11'309,367.17
Costo nivelado	3,292.00
VPN (VP-Inv)	\$10'129367
Beneficio/Costo (VP/Inv+cosproducción)	1
Serie Anual Uniforme Equivalente	3'137,328.51
Valor Futuro	24'667,429.62
Costo Anual Equivalente	4'104,000
Equivalente Capitalizado	41'040,000
Tasa Interna de Retorno	79.53 %
Porcentaje de Ganancia Sobre la Inversión	958.42 %
Porcentaje de Ganancia Anual sobre la Inversión	265.87 %

6.10 Situación financiera actual.

De acuerdo a datos proporcionados por el personal de la mina de Chapantongo, el ejido tiene una deuda de un \$1'000,000.00 MXN de los cuales \$800,000.00 MXN corresponden a un préstamo por parte del INAES y \$200,000.00 a CFE, por el uso de energía en un anterior intento de establecer una planta de laminado.

Por esta razón el ejido descartó la posibilidad de pedir un nuevo préstamo para invertir en equipo y servicios , pero gracias a que llevé a cabo una investigación sobre la situación de la mina, pude constatar de voz propia de la directora del jurídico del INAES que dicha deuda corresponde únicamente a la figura jurídica anterior, por lo que es posible que con la formación de un nuevo grupo social el préstamo pueda ser pedido, mientras que la deuda con CFE se negocie para cubrirla en plazos que sean cómodos para el ejido.

6.11 Fuentes de financiamiento

Dado que la cantera es propiedad del ejido, no se cuentan con los recursos suficientes para poder autofinanciar este proyecto, por lo cual se necesitarán considerar varias alternativas.

Uno de estas es la de un préstamo bancario para obtener el capital necesario, pero ésta no se cuenta como opción pues no existen garantías para poder respaldar el crédito.

Financiamiento otorgado por INAES, se piensa en este como la mejor opción pues no exige el pago del préstamo, solamente el correcto uso y comprobación del dinero prestado, lo cual facilita mucho la operación.

Para esto se creará un nuevo grupo social conformado por los actuales miembros del ejido, el cual se deslindará de las personas que quedaron marcadas en el INAES.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones.

- Las reservas proyectadas en el cálculo preliminar le dan una gran proyección a largo plazo.
- En la comunidad se cuenta con otras canteras que también podrían verse beneficiadas con la instalación de una planta laminadora que comprará su material.
- El sistema de explotación llevado actualmente puede ser mejorado ampliamente, con el fin de reducir ampliamente los desperdicios, además de aumentar el valor de la cantera producida.
- Aunque la inversión requerida se puede considerar alta para un grupo de ejidatarios, ésta puede ser cubierta con un préstamo de parte de INAES, el cual es un instituto encargado de legislar, controlar y promover la economía social, por lo cual al dar un préstamo no necesita ser pagado en el caso de los grupos sociales sino solamente pide el correcto aprovechamiento de los recursos.
- Es necesario que más trabajos como este sean llevados a cabo, pues es claro que existe minería más allá de las grandes empresas y que si es bien aprovechada y planeada, puede ser una buena fuente de recursos, como lo es en este caso para un grupo de ejidatarios.

7.2 Recomendaciones.

- Se recomienda realizar un estudio geológico más detallado para tener más certeza en el avance de la explotación, así como explorar si existen en la zona más colores de la cantera, para aumentar la diversidad del producto.
- Debe de conformarse un nuevo grupo social, para poder ser acreedores a un nuevo préstamo o tal vez pensar en formar una cooperativa.
- Debido a que la mayoría de los trabajadores siempre han trabajado la cantera de manera artesanal, se recomienda la implementación de un programa de capacitación, para que se trabaje de manera correcta la maquinaria que va ser adquirida.
- Debería de considerarse a mediano plazo ya con las ganancias producidas por la planta laminadora, el reinvertir en la cantera y en la planta para poder aumentar la producción y tener una empresa estable a largo plazo.
- Con la puesta en marcha del proyecto y la aprobación por parte de INAES del préstamo, el Ejido de Chapantongo Hidalgo obtendría un gran beneficio social y económico por lo cual se recomienda la puesta en marcha inmediata del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- BATEMAN, Alan M, Jensen, Mead L. ECONOMIC MINERAL DEPOSIT. John Wiley and sons, Estados Unidos 1981.
- BOLIVAR, Villagomez Héctor. ELEMENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN. 2ª ed. México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 2005, 516p.
- COSS, Bu Raul, ANALISIS Y EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION. Limusa, Noriega Editores, México 2º ed, 1995.
- HERRERA, Herbert Juan. METODOS DE MINERIA A CIELO ABIERTO. 1º ed, España, UPM, Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Minas, 2010.
- HISTRULID, William Kuchta M. OPEN PIT PLANNING AND DESIGN VOLUME 1 FUNDAMENTALS. A.A Balkema/Rotterdam/ Brookfield 1996.
- INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2010.
- LABRA, Armando, EL SECTOR SOCIAL DE LA ECONOMIA UNA OPCION ANTE LA CRISIS. 1º ed, Siglo Veintiuno, UNAM, México, 1988.
- LOPEZ, Reyes Julian, CARTA GEOLOGICA-MINERA PACHUCA F14-11 HGO., QRO., EDO.MEX., VER. Y PUE. 1º ed, SGM, México, 1997.
- PONCELIS, Gómez José de Jesús. EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DEL MÁRMOL DE IXMIQUILPAN EDO. HGO. Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Ingeniería, 1987.
- ROSAS, Frías María del Carmen. EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO DE MÁRMOL BLANCO PACIFICO Y CALCULO DE PLANTA LAMINADORA DEL EJIDO CARRIZAL DE BRAVO, MUNICIPIO DE LEONARDO DE BRAVO, GRO. Tesis de Licenciatura, UNAM, Facultad de Ingeniería, 2001.

