

5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EXPLOTACION DEL YACIMIENTO DE MARMOL BLANCO PACIFICO Y CALCULO DE PLANTA LAMINADORA DEL EJIDO DE CARRIZAL DE BRAVO, MUNICIPIO DE LEONARDO BRAVO, GRO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA
P R E S E N T A :
MARIA DEL CARMEN , ROSAS FRIAS

DIRECTOR DE TESIS: ING. MAURICIO MAZARI H.



MEXICO, D. F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE INGENIERIA
 DIRECCION
 60-I-1089

SRITA. MARIA DEL CARMEN ROSAS FRIAS
 Presente

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor Ing. Mauricio Mazari Hiriart y que aprobó esta Dirección para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de Ingeniero de Minas y Metalurgista

EXPLOTACION DEL YACIMIENTO DE MARMOL BLANCO PACIFICO Y CALCULO DE PLANTA LAMINADORA DEL EJIDO DE CARRIZAL DE BRAVO, MUNICIPIO DE LEONARDO BRAVO, GRO.

- I GENERALIDADES
- II GEOLOGIA Y CALCULO DE RESERVAS
- III DISEÑO DE LA EXPLOTACION
- IV CALCULO DE LA PLANTA DE LAMINACION
- V ANALISIS FINANCIERO
- VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo, le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que se deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar examen profesional.

Atentamente
 "POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
 Cd. Universitaria, a 7 de septiembre de 2000
 EL DIRECTOR

ING. GERARDO FERRANDO BRAVO

GFB*RLI.R*gtg

ÍNDICE

CAPÍTULO I GENERALIDADES.....	4
I.1 INTRODUCCIÓN.....	4
I.2 LOCALIZACIÓN.....	4
I.2.1 Acceso.....	4
I.3 CLIMA Y VEGETACIÓN.....	5
I.4 INFRAESTRUCTURA.....	5
I.5 SITUACIÓN LEGAL.....	6
I.6 USOS DEL MÁRMOL.....	6
CAPÍTULO II GEOLOGÍA Y CÁLCULO DE RESERVAS	8
II.1 CARACTERÍSTICAS DEL MÁRMOL.....	8
II.2 GEOLOGÍA REGIONAL.....	12
II.2.1 Rocas sedimentarias.....	13
II.2.2 Rocas ígneas intrusivas.....	13
II.2.3 Rocas metamórficas de contacto.....	14
II.3 GEOLOGÍA LOCAL.....	14
II.3.1 Formación morelos.....	14
II.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	16
II.5 GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	17

II.5.1 Origen del yacimiento.....	17
II.5.2 Forma y dimensiones.....	17
II.6 RESERVAS.....	18
CAPÍTULO III DISEÑO DE LA EXPLOTACIÓN.....	23
III.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	25
III.2 DESCAPOTE.....	26
III.2.1 Preparación de bancos.....	26
III.3 DIMENSIONES DE LOS BLOQUES.....	27
III.4 RITMO DE PRODUCCIÓN.....	28
III.4.1 Equipo de producción.....	28
III.5 PROCEDIMIENTO PARA LA EXPLOTACIÓN DE MÁRMOL CON HILO DIAMANTADO.....	29
III.6 ADAPTACIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN AL YACIMIENTO DE CARRIZAL DE BRAVO.....	33
III.7 APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS.....	34
CAPÍTULO IV CÁLCULO DE LA PLANTA DE LAMINACIÓN..	35
IV.1 INTRODUCCIÓN.....	35
IV.2 UBICACIÓN DE LA PLANTA LAMINADORA.....	35
IV.2.1 Obra civil.....	36
IV.3 CAPACIDAD DE LA PLANTA LAMINADORA.....	37
IV.3.1 Proceso para obtener losetas de mármol a partir de los bloques.....	38

IV.4 PRINCIPALES EQUIPOS DE LA PLANTA.....	40
IV.4.1 Cálculo de los equipos principales de la planta..	40
IV.5 PERSONAL.....	42
CAPÍTULO V ANÁLISIS FINANCIERO.....	43
V.1 INTRODUCCIÓN.....	43
V.2 COSTO DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES.....	44
V.3 CAPITAL DE TRABAJO.....	45
V.4 DEPRECIACIÓN DEL EQUIPO PRINCIPAL.....	47
V.5 INGRESOS POR VENTA DEL PRODUCTO TERMINADO.....	47
V.6 COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	48
V.6.1 Costos de la cantera.....	48
V.6.2 Costos de la planta laminadora.....	48
V.7 FLUJO DE EFECTIVO.....	49
V.8 FUENTES DE FINANCIAMIENTO.....	50
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
VI.1 CONCLUSIONES.....	51
VI.2 RECOMENDACIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	53

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

I.1 INTRODUCCIÓN

La presente tesis se realizó con la finalidad de dar a los ejidatarios de "Carrizal de Bravo" otra propuesta para la explotación del yacimiento de mármol con que cuentan. Esta Región fue explorada y estudiada a detalle por el Consejo de Recursos Minerales, y la información que se obtuvo fue puesta a consideración del Fondo Nacional de Empresas Sociales (FONAES) para la elaboración de un proyecto, que permitiera analizar la posibilidad de un crédito con el cual los ejidatarios pudieran comenzar la explotación del mármol.

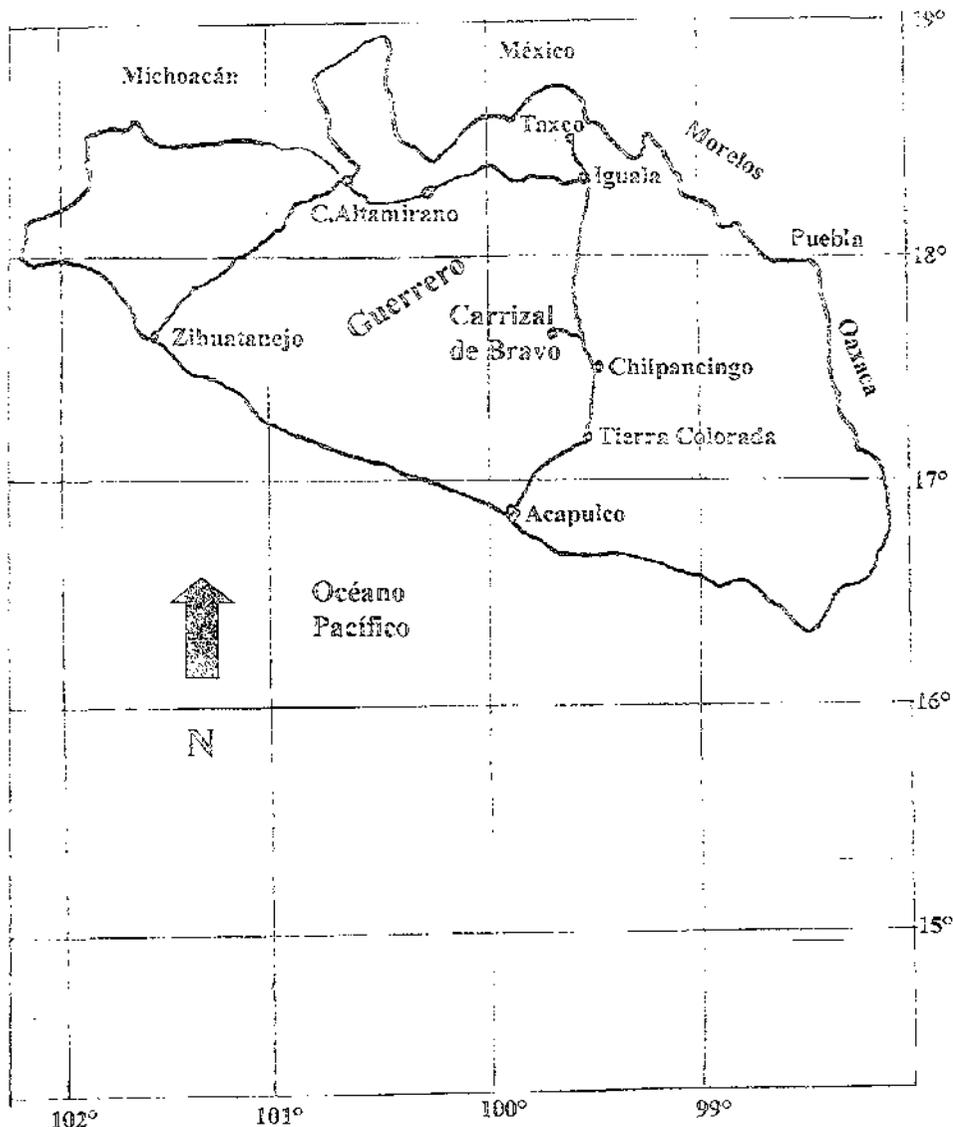
FONAES realizó el primer proyecto para "Carrizal de Bravo", pero esta Tesis pretende mostrar otra opción en la que se plantea la explotación con hilo diamantado, y la posibilidad de un mayor aprovechamiento de las reservas, además la alternativa -contrario a lo que se pensaba en un principio- de la instalación de una planta laminadora en el lugar de la explotación.

I.2 LOCALIZACIÓN

El yacimiento de mármol se ubica en terrenos pertenecientes al Ejido de Carrizal de Bravo, Municipio de Leonardo Bravo, Estado de Guerrero, que se encuentra localizado a N 65° W y 35 Km en línea recta de la Ciudad de Chilpancingo, Guerrero (ver plano de localización).

I.2.1 ACCESO

El acceso es por la carretera federal Chilpancingo Iguala, y a 35 Km desde Chilpancingo se encuentra la desviación a Filo de Caballos, por esta carretera se llega al poblado de Carrizal de Bravo, desde la



UNAM	
Facultad de Ingeniería	
Tesis Profesional	María del Carmen Rosas Ffías
Plano de localización	

desviación hasta Carrizal de Bravo hay una distancia de 50 Km, con los últimos 6 Km de terracería.

1.3 CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima de la región es templado, subhúmedo con lluvias en el verano.

La temperatura media anual es variable entre 12° y 18° C.

La precipitación media anual es de 1,724 mm y los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre.

La vegetación es del tipo boscosa y selva mediana (INEGI, 1989), consta de matorrales y abundantes coníferas y encinas.

La zona del yacimiento queda comprendida dentro de la cuenca hidrológica del Río Balsas. Los arroyos son tanto de carácter intermitente como permanente, constituyendo un avenamiento del tipo dendrítico caracterizado por la ramificación irregular con los arroyos tributarios en varias direcciones.

1.4 INFRAESTRUCTURA

En el área de interés la infraestructura es regular. Cuenta con camino de acceso en regular estado hasta la zona del yacimiento, transitable la mayor parte del año; durante la temporada de lluvias es necesario darle mantenimiento.

Existe agua en abundancia y la energía eléctrica se tiene a 5 km al NW en línea recta, en el poblado de Carrizal de Bravo, que también cuenta con agua potable, servicio postal, jardín de niños y escuela primaria así como con un centro de salud.

Con respecto a la mano de obra existente en la región; ésta no es especializada en virtud de que la población se dedica principalmente a la agricultura y explotación forestal y en menor proporción a la ganadería.

Por otra parte en la región no se cuenta con una planta laminadora;

la más cercana se encuentra en Iguala, Gro.

1.5 SITUACIÓN LEGAL

Los afloramientos del yacimiento de mármol se localizan en terrenos pertenecientes al ejido de Carrizal de Bravo. De acuerdo con la Ley Minera, esta roca no es concesible; los ejidatarios pueden explotarla por estar constituidos legalmente ante el Registro Nacional Agrario.

1.6 USOS DEL MÁRMOL

El mármol tiene diferentes usos de acuerdo a sus dimensiones:

- Mayor a un metro se pueden cortar y pulir en placas y losetas
- Mayor a 0.30 m Se utiliza como roca de construcción
- Si tiene un tamaño entre uno y 20 cm se usa como agregados para el concreto, balastro, estuco
- En la industria química se utiliza de una granulometría que varía entre 0.2 y 5 cm
- Entre 3 y 8 mm se usa como gravilla para gallineros
- Tamaño menor a 3 cm se utiliza en la fundición
- El mármol menor a 0.2 mm se utiliza como relleno en plásticos, papel, asfaltos y abrasivos.

Debido a los muy variados usos del mármol, su mercado es muy amplio; desde tiempos inmemoriales, el mármol se utiliza como materia prima para esculturas y monumentos funerarios; en la industria de la construcción en pisos y fachadas; en la industria química. Cuando el contenido de carbonato de calcio es superior a 97.0 % se considera casi puro y puede ser usado también en la

industria alimenticia para aves o como complemento al forraje.

El mármol para la escultura es seleccionado por expertos que determinen si las vetas, manchas y otras características del mármol son apropiadas para el fin que se persigue.

El mármol en pedacería se vende para la fabricación de rocas artificiales.

El mármol en polvo es usado como relleno o abrasivo.

La marmolita es una roca hecha con potasio al que se le agrega marmolina.

También es posible fabricar ónix sintético en láminas de 0.60 x 0.90 m y un espesor de 7.6 cm. Se fabrica por la fusión de sílice pura con colores minerales incorporados a altas temperaturas.

CAPÍTULO II

GEOLOGÍA Y CÁLCULO DE RESERVAS

II.1 CARACTERÍSTICAS DEL MÁRMOL

La denominación comercial del "mármol" comprende cualquier roca carbonatada que admite un proceso de corte y pulido por medios mecánicos, para uso ornamental o decorativo. Por tanto abarca no sólo a los mármoles en sentido estricto, sino incluso algunas calizas, travertinos y dolomitas.

La denominación del mármol, aplicada en su más estricto sentido geológico petrográfico, queda limitada exclusivamente a las rocas calizas que han sufrido una ulterior transformación en la profundidad de la corteza terrestre a consecuencia de altas temperaturas y presiones, es decir, han sufrido un metamorfismo que ha conferido a la caliza un alto grado de cristalización. En este sentido sólo son mármoles aquellas rocas calizas que presentan una estructura cristalina y granular con granos macroscópicos, apreciables a simple vista.

COMPOSICIÓN DEL MÁRMOL

Los mármoles están compuestos, fundamentalmente por carbonato de calcio cuyo contenido suele variar entre el 90 y el 100% según la pureza del material. Los mármoles dolomíticos contienen aproximadamente el 54 % de carbonato de calcio y el 46% de carbonato magnésico.

Acompañando al carbonato de calcio aparecen también otros minerales secundarios que siempre hay que considerar como impurezas, y que dan lugar a las innumerables variedades de mármoles.

Los más comunes de estos minerales accesorios son, la sílice libre o en silicatos; óxidos de hierro, que se presentan en distintas formas, hematitas, limonitas; óxidos de manganeso, alúmina en forma de silicatos; sulfuro de hierro, generalmente pirita.

Otros minerales que también suelen estar presentes en los mármoles son la mica, clorita, hornblenda, turmalina, calcopirita.

Estas impurezas, además de influir en las condiciones de durabilidad y resistencia del mármol, le comunican distintas coloraciones y según su concentración o dispersión determinan coloraciones uniformes, veteadas, o dibujos de aspecto más o menos abigarrado. Incluso los mármoles blancos que son los más puros, contienen siempre algunas de estas impurezas.

Los mármoles pueden clasificarse en cinco grupos:

- El primer grupo comprende los derivados de la piedra caliza por recristalización resultante de la temperatura, presión y fuerza tectónica a que fue sometido.
- El segundo grupo considera aquellas piedras calizas que son lo suficientemente homogéneas y masivas para ser pulidas, adquiriendo así una presentación atractiva.
- El tercer grupo abarca los llamados ónix Mexicanos y los ónix Caverna. Estos son precipitaciones químicas de carbonato de calcio. Existe una estrecha afinidad entre estos mármoles y la clase travertino que también se obtiene como un producto de la precipitación. El mármol travertino se caracteriza por la presencia de numerosas cavidades irregulares. Ambos mármoles, ónix y travertino, pueden ser altamente asociados ornamentalmente.
- El cuarto grupo consiste en el óxido antiguo o mármol serpentino. Su color común es verde, pero puede ser blanco.
- Al quinto grupo pertenecen los granitos, que a pesar de la dureza de sus constituyentes, actualmente se puede laminar y

pulir. Las coloraciones que presenta la roca granítica varían entre blanco, negro, rosa, rojo, gris, etc, en donde resaltan notablemente los feldespatos.

Desde el punto de vista práctico de su utilización la primera cualidad que distingue a los mármoles es el color, que es una de las principales características para su valoración comercial.

Atendiendo a ella, los mármoles pueden clasificarse en **mármoles blancos** y **mármoles de color**, y estos últimos en **monocromos** y **policromos**, según ofrezcan una o varias tonalidades.

La coloración de los mármoles es debida a la presencia en la masa de carbonato de calcio, de pigmentos o materias colorantes más o menos dispersas en ella. Generalmente se trata de compuestos químicos minerales que fueron arrastrados por fenómenos exógenos, sobre todo por el agua, durante la formación del yacimiento y cuando la masa estaba todavía en estado incoherente.

MÁRMOLES DE COLOR

En los mármoles de color, el blanco original del carbonato de calcio ha sido modificado por materias de distinta naturaleza. La presencia de una única materia colorante da lugar a los mármoles monocromos.

Se llama mármoles policromos a aquellos que presentan más de una tonalidad diferente a la del fondo, es decir a los que contienen dos o más variedades de pigmentación.

Los mármoles amarillos deben su color a la presencia de arcillas hasta en un 10%; si sobrepasa este contenido ya no es posible su pulimento. También se le conoce como mármol de pigmentación limonítica, y su uso en exteriores es muy adecuado debido a su resistencia a los agentes atmosféricos. Un caso particular es el del mármol que presenta una coloración rosa debido a la deshidratación del hidróxido de hierro durante su formación. A diferencia de los anteriores, no deben colocarse en exteriores debido a que su coloración se irá perdiendo.

Los mármoles rojos deben su coloración a la presencia de hematitas, y según su grado de dispersión el mármol pasa del color rosa pálido al rojo más intenso, y son ideales para usarse tanto en interiores como en exteriores. La presencia de materia carbonosa da lugar a tonalidades marrón y, la presencia de manganeso, origina mármoles de coloración violeta.

Los mármoles negros están contaminados por materias de naturaleza carbonosa, variando su coloración desde el gris, hasta el negro. Algunos mármoles con este tipo de pigmentación, presentan tonalidades que varían desde el crema hasta el cenizo terroso, debido a que son de formación geológica muy reciente y en ellos la carbonización de los residuos orgánicos no ha tenido lugar aun.

Los mármoles verdes no entran dentro de la definición estricta de un mármol ya que tienen orígenes variados y su pigmentación es de tipo ferroso, clorítico y serpentinoso. En esta variedad se encuentran los mármoles cipolinos, el ónix de México y las serpentinas.

MÁRMOLES BLANCOS.

Los mármoles blancos carecen prácticamente de pigmentación y son considerados como carbonatos cálcicos puros. En realidad ninguna piedra caliza es científicamente pura y puede decirse que no existe ningún mármol sin ninguna pigmentación. Estas pigmentaciones de gran dispersión suelen dar lugar a la aparición de vetas de mayor o menor intensidad, o a alteraciones mas o menos perceptibles y uniformes de color, ya que la clasificación de mármoles blancos comprende todos los mármoles de fondo blanco, aunque tenga manchas o vetas de distintas coloraciones. La pureza que más se acerca a la teórica se encuentra en los mármoles ónicos de México, en los blancos de Vermont y Alabama de Estados Unidos y, principalmente en los estatuarios de Musso y Carrara en Italia, que están formados por un 99.9 % de carbonato de calcio y están considerados como los más puros del mundo.

DENOMINACIÓN DE LOS MÁRMOLAS.

Desde la antigüedad los mármoles han sido denominados según su tonalidad cromática, que es su característica más acusada, así han sido llamados: blancos, rojos, negros, etc; para los policromos o bien se ha utilizado el nombre del color dominante o bien se ha recurrido a denominaciones más o menos descriptivas de su naturaleza como: arabescato, petit granit.

Generalmente para facilitar más su identificación se une casi siempre al nombre del color el del lugar de procedencia.

En el yacimiento que se tiene en el Ejido se trata de un mármol de color blanco grisáceo con vetillas rellenas de calcita o sílice: según el Libro Mármoles de México del Consejo de Recursos Minerales el color se conoce como blanco Guerrero, pero en el mercado se vende como mármol blanco Pacífico; tiene en promedio el 87% de carbonato de calcio, y las pruebas que se practicaron en el laboratorio del Centro Experimental Oaxaca del Consejo de Recursos Minerales arrojaron los siguientes resultados:

Peso volumétrico 1.40 g/cm³

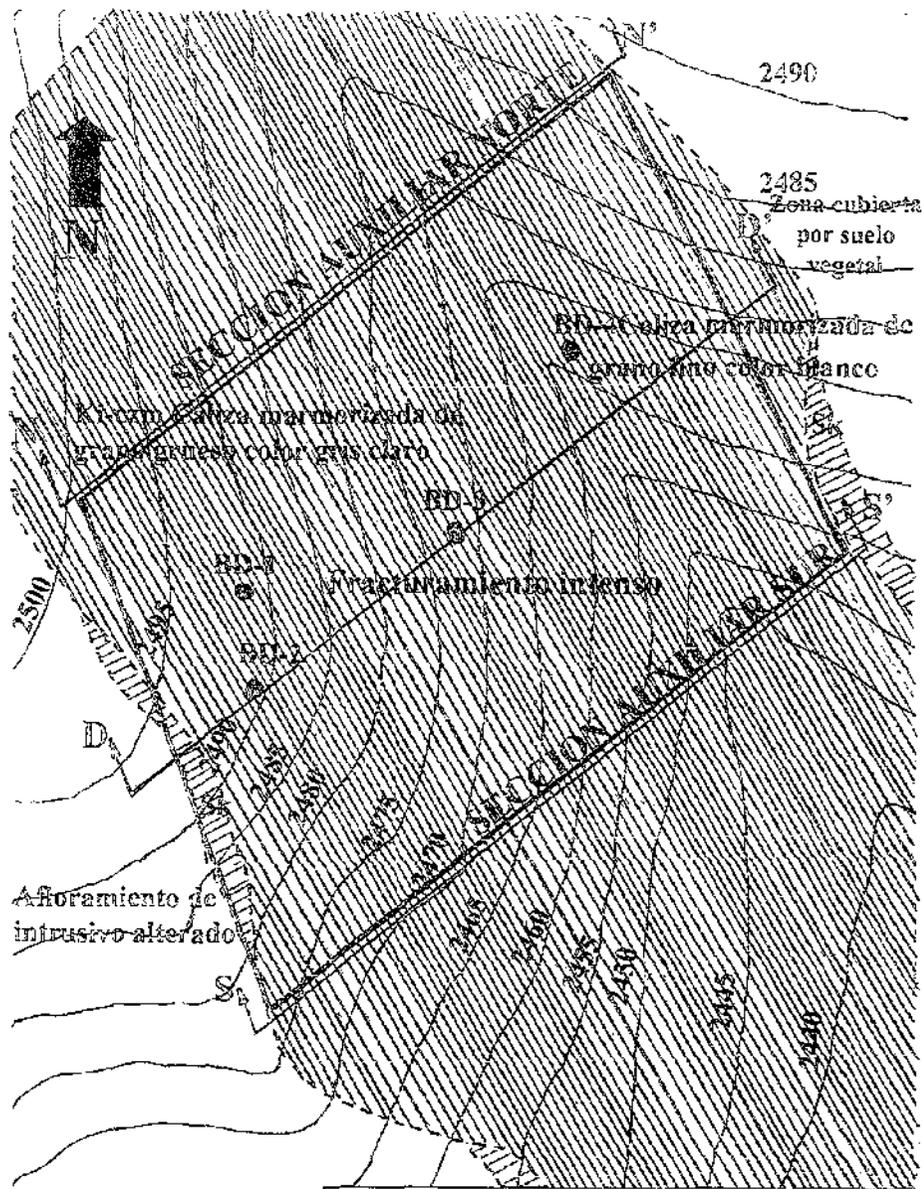
Porosidad 47.16%

Resistencia a la compresión 687kg/ cm²

Además, se practicaron pruebas de corte y pulido dando como resultado una excelente calidad de corte y pulido al espejo, estas características determinan la aceptación del mármol en el mercado.

II.2 GEOLOGÍA REGIONAL

La zona estudiada se encuentra enclavada en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre del Sur.



 Caliza marmorizada parcialmente KI-czm

UNAM	
Facultad de Ingeniería	Sin escala
Tesis Profesional	María del Carmen Rosas Frías
Plano geológico topográfico	Carrizal de Bravo, Gro.

II.2.1 ROCAS SEDIMENTARIAS

FORMACIÓN MORELOS

Consiste en una sucesión de calizas y dolomitas de edad Albiano-Cenomaniano. Regionalmente consta de calizas de color gris a beige en ocasiones con lentes y nódulos de pedernal negro y blanco con fragmentos de fósiles silicificados, generalmente masiva a pobremente estratificada, pero puede también presentarse bien estratificada en capas de 20 – 50 cm, aunque no con mucha frecuencia.

La textura de las calizas varía desde calcilutitas a calciduritas siendo la textura más común la calcarenita en algunas ocasiones con horizontes fosilíferos.

FORMACIÓN MEZCALA

En la región se encuentra descansando concordantemente sobre la Formación Morelos. Está constituida por una sucesión de capas interestratificadas de areniscas, limolitas y lutitas calcáreas con escasas lentes de calizas clásticas.

El color más común de esta formación es el gris verdoso oscuro, aunque en algunas localidades se encuentran capas rojizas verdosas y algunas casi negras.

II.2.2 ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

INTRUSIVO

En la región, las rocas intrusivas varían en composición que va desde monzonítica- granodiorítica- latítica, manifestándose a través de varias apófisis relativamente aisladas entre si, pero posiblemente provenientes de la misma cámara magmática y la variación en su composición se debe principalmente a fenómenos de diferenciación magmática.

La textura de estas rocas varía desde holocristalina porfídica a microcristalina afanítica.

Por las características de emplazamiento y alteración de las rocas intrusivas de las formaciones Morelos y Mezcala, se le considera de edad Maestríchiaco-Eoceno.

II.2.3 ROCAS METAMÓRFICAS DE CONTACTO

Por efectos de las intrusiones de las rocas ígneas en las rocas calcáreas de la Formación Morelos, se originó una aureola de metamorfismo de contacto que alteró las calizas, recristalizándolas y marmorizándolas.

Dichas rocas son de color blanco a gris, pasando gradualmente a calizas sanas. La textura que presentan es sacaróide y varía de fina a gruesa en función de la cercanía a los contactos con las rocas intrusivas.

CUATERNARIO

Constituido por aluvión, suelo, materiales residuales, gravas y arenas de río en los valles y los cauces de los ríos y arroyos.

II.3 GEOLOGÍA LOCAL

II.3.1 FORMACIÓN MORELOS

Localmente, la geología está constituida por calizas de la formación Morelos del Cretácico Inferior que fueron marmorizadas por efectos del emplazamiento de un intrusivo tipo pórfido cuarzo-latítico del Terciario.

CALIZA MARMORIZADA PARCIALMENTE.

En la porción SW del área estudiada, estas calizas se encuentran parcialmente marmorizadas, presentando color gris claro que varía a crema por efectos del intemperismo.

Son de grano medio y tienen una textura compacta con cristales aliotromorfos de calcita y/o dolomita. Los afloramientos se presentan generalmente en capas con espesores variables entre 0.20 m y 1.00 m.

CALIZA MARMORIZADA

En la porción NW del área estudiada, la marmorización de las calizas es más completa y uniforme y prácticamente constituyen la roca dimensionable.

Los afloramientos se presentan en capas de espesores variables entre 0.20 m y 1.00 m llegando ocasionalmente a tener espesores de 1.20 m como máximo.

Presentan estas rocas, una coloración blanca, en ocasiones con bandeamiento gris que varía a crema cuando están intemperizadas, tienen textura sacaroides, de grano fino y uniforme, ocasionalmente surcadas por vetillas de calcita de 0.5 mm a 1.00 mm de espesor.

ROCAS METAMÓRFICAS

En los contactos de las calizas con el intrusivo, se han desarrollado zonas de skarn, presentando una textura de grano medio color gris claro, bastante compacto; el espesor máximo observado fue de 3.00 m.

INTRUSIVO PÓRFIDO CUARZO-LATÍTICO

Esta roca constituye aproximadamente el 50 % de las rocas existentes en el área estudiada. La mayoría de los afloramientos presentan color ocre amarillento debido al alto grado de alteración, siendo sumamente deleznable.

Cuando esta roca se encuentra sana, presenta una coloración gris-oscuro amarillenta con textura porfídica; se le atribuye una edad terciaria y es la responsable de la marmorización de las calizas existentes.

II.4. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Estructuralmente el área estudiada queda incluida dentro de la zona de influencia de los intrusivos emplazados durante los eventos de magmatismo Cretácico Terciario entre los meridianos $99^{\circ}00'$ y $104^{\circ}00'$ de longitud al oeste de Greenwich, que sugieren la formación de la Sierra Madre del Sur como una continuación del arco Magmático Surcordillerano, al SE del Eje Neovolcánico.

A fines del Albiano, aparece un evento intrusivo que termina en el Coniaciano, dando origen al emplazamiento de los batolitos de Acapulco, Xaltianguis, Ocotitlán y Placeres del Oro. Los análisis químicos indican un carácter calco-alcálico con alto contenido de potasio y una composición variable de sienita, cuarzomonzonita y granodiorita.

El alto contenido de potasio de estos magmas, sugiere su formación a profundidad entre los 210 y 280 Km, y su baja relación de estroncio isotópico sugiere un origen ígneo con poca contaminación de la corteza, es decir, se supone que pequeñas apófisis en el área, intrusieron a las calizas de la Formación Morelos, provocando en ellas la marmorización.

Salvo una fractura de rumbo $N 45^{\circ} W$ localizada cerca del contacto de la caliza con el intrusivo y representada por un arroyo, localmente no existen estructuras de relevancia que afecten al yacimiento de caliza marmorizada.

Las estructuras restantes, consisten en su mayoría en un fracturamiento intenso de las calizas de rumbo $NE 45^{\circ} SW$ y $NW 50^{\circ} SE$, que no profundiza según lo reportado por la barrenación y que se encuentran rellenas principalmente de calcita, pirita y ocasionalmente sílice.

Los afloramientos de la caliza dan la apariencia de estar conformados en capas de 0.20 m a 1.00 m de espesor en la caliza gris, con un buzamiento de $50^{\circ} - 87^{\circ}$ hacia el SW que cambian paulatinamente su dirección hacia el NE pasando por la verticalidad; sin embargo, en la zona considerada para el cálculo

de reservas, se aprecian entre la sección D-D' y N-N' capas de 0.40 m – 0.60 m de espesor, observándose masivos en el resto del área.

Durante la barrenación realizada no se detectaron zonas que pudieran indicar la existencia de estratificación, por lo cual, se ha considerado al área de interés como un colgante de caliza masiva con estratificación en superficie. Posiblemente esto se debe a que durante el depósito de las calizas, no existieron interrupciones que dieran lugar a la formación de capas o estratos, ocurriendo estas solamente durante la etapa final de dicha depositación.

II.5 GEOLOGÍA ECONÓMICA

II.5.1 ORIGEN DEL YACIMIENTO

El yacimiento se formó por metamorfismo de contacto al ser intrusionadas las calizas de la Formación Morelos del Cretácico Inferior, por una roca del tipo pórfido cuarzo – latítico del Terciario, en donde los factores que influyeron son calor, fluidos, en gran parte de descenso magmático y presión hidrostática.

Los procesos que dieron origen a la marmorización de la caliza fueron: recristalización de la roca madre, reacción entre minerales o entre minerales y fluidos, con o sin eliminación y/o adición de otros materiales.

II.5.2 FORMA Y DIMENSIONES

El cuerpo de caliza marmorizada es de forma alargada con orientación NW - SE. Tiene su eje mayor (NW-SE) una longitud aproximada de 300 m y en su eje menor (NE-SW) 50 m en la porción sur y 70 m en la porción norte.

Desde el afloramiento topográficamente mas alto conocido (2500 m.s.n.m.) hasta el mas bajo (2400 m.s.n.m.) existe un desnivel de 100 m aproximadamente.

11.5 RESERVAS

El cálculo de reservas de interés económico, se llevó a cabo por el método de figuras geométricas, considerando como base la barrenación a diamante realizada.

Se eligió el área correspondiente a la Sección D – D' y se le dio una influencia de 25 m a cada lado.

La profundidad considerada para el cálculo de reservas coincide con la curva de nivel 2440.

Para efectuar el cálculo, se obtuvieron por medio de planímetro, las áreas de las secciones auxiliares Norte y Sur (plano 2) que delimitan el bloque, así como también el área de la sección de los barrenos perforados, multiplicando posteriormente dichas áreas por la media de la distancia entre secciones, utilizando la fórmula siguiente:

$$V=(A1 + A2)/2$$

Siendo

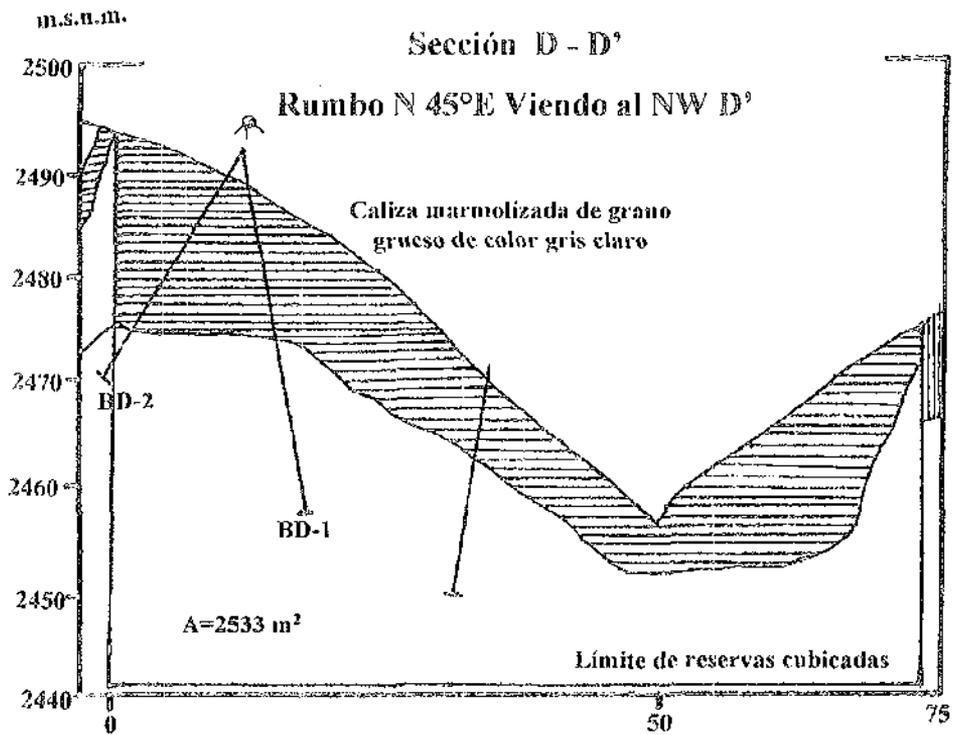
V= Volumen

A= Area

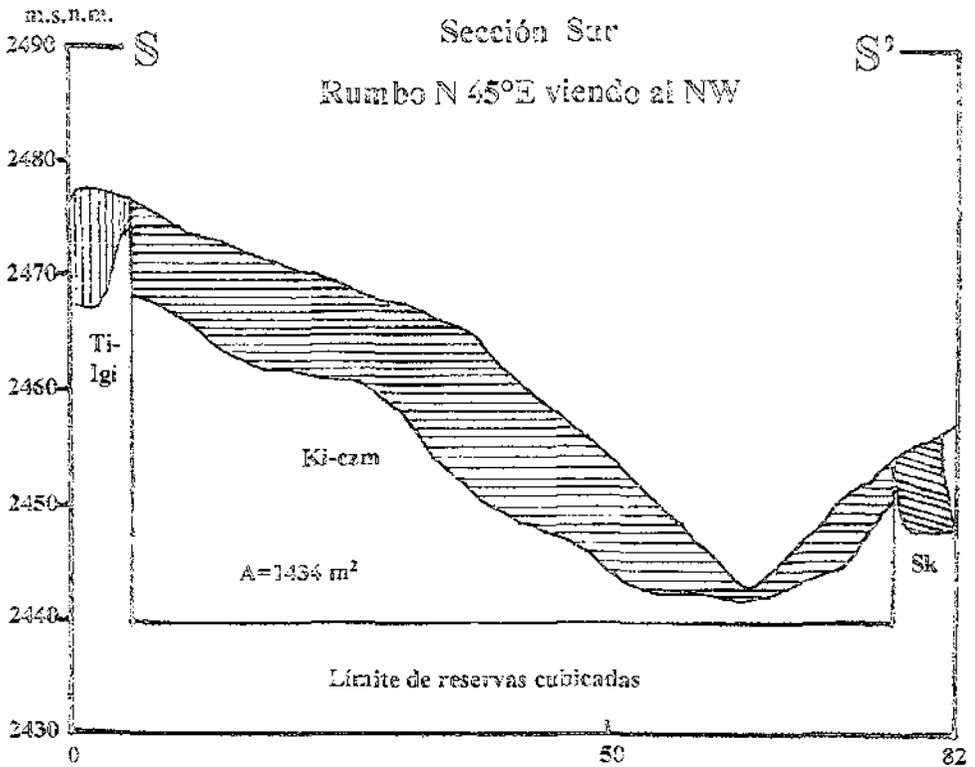
Los cálculos realizados son los siguientes:

Areas de Sección	Areas (m ²)	A ₁ +A ₂	D/2	Reservas indicadas con barrenación In- Situ (m ³)
N	3,056			
D – D'	2,533	5,589	12.5	69,862.5
S	1,434	3,967	12.5	49,587.5

VOLUMEN TOTAL	119,450
----------------------	----------------



UNAM	
Facultad de Ingeniería	
Tesis Profesional	María del Carmen Rosas Frías
Sección Auxiliar D - D'	Escala: 1:500



UNAM	
Facultad de Ingeniería	
Tesis Profesional	María del Carmen Rosas Frías
Sección Auxiliar Sur	Escala: 1:500

Del total de reservas cubicadas solo el 60 % son recuperables, debido a que el 40 % restante se pierde en el descapote y en la preparación de los bancos.

En el plano se muestra la localización de los 4 barrenos que se dieron con el objeto de conocer a profundidad la existencia de la caliza marmorizada y su comportamiento físico, a continuación se presenta la descripción de cada uno.

Barreno BD-1

Profundidad (m)	Intervalo (m)	Descripción
0.00 – 11.00	11.00	Caliza marmorizada de color blanco, textura sacaroide de grano medio con vetillas de calcita y fracturas rellenas de óxidos de fierro. A partir de 6.80 m la textura es más compacta y el grano más fino, observándose pirita diseminada solamente con la lupa.
11.00 – 13.90	2.90	Caliza marmorizada con bandeamiento color gris.
13.90 – 22.60	11.60	Caliza blanca limpia. A los 21.80 m aparecen fracturas rellenas de pirita.
22.60 – 24.05	1.45	Caliza marmorizada gris claro sin llegar a blanca con fracturas rellenas de óxido de fierro y trazas de pirita.
24.05 – 27.00	2.95	Caliza marmorizada presentando bandeamiento color gris con pirita diseminada.
27.00 – 35.00	8.00	Caliza de color blanco de grano medio hasta los 30.75 m con fracturas rellenas de clorita y epidota cambiando a esta profundidad a textura de grano fino compacto.

El objetivo de este barreno fue cortar el intrusivo a 30 m de profundidad, como siguió corriendo caliza se suspendió a los 35.00 m quedando en caliza marmorizada.

Barreno BD-2

Profundidad (m)	Intervalo (m)	Descripción
0.00 – 0.80	0.80	Suelo
0.80 – 5.00	4.20	Caliza marmorizada de color blanco, textura sacaroide de grano medio con chispas de pirita.
5.00 – 7.40	2.40	Caliza marmorizada de color gris claro, textura sacaroide de grano medio con fracturas rellenas de óxido de fierro y pirita.
7.40 – 12.60	5.20	Caliza marmorizada de color blanco textura sacaroide de grano medio, con fracturas rellenas de óxido de fierro y manchas de clorita y epidota.
12.60 – 13.40	0.80	Caliza marmorizada de color blanco con bandeamiento verde de textura sacaroide de grano fino.
13.40 – 25.05	11.65	Caliza de color blanco de textura sacaroide de grano medio con chispas de pirita muy aisladas solamente visibles con la lupa con un tramo de fracturamiento de los 17.80 m a los 18.60 m.

Barreno BD-3

Profundidad (m)	Intervalo (m)	Descripción
0.00 – 2.00	2.00	Caliza marmorizada de color blanco, textura sacaroide de grano medio a fino.
2.00 – 5.10	3.10	Caliza marmorizada gris claro de textura sacaroide de grano fino con fracturas de 1 – 2 mm y abras de disolución.
5.10 – 6.95	1.85	Caliza marmorizada color gris medio de textura sacaroide, de grano medio con testigos de oxidación de la pirita.
6.95 – 10.40	3.45	Caliza marmorizada de textura sacaroide de grano medio color gris claro con bandeamiento color gris y verde. Con fracturas rellenas de calcita y esporádicos puntos de pirita visibles solo con la lupa.
10.40 – 20.20	9.80	Caliza marmorizada de color blanco, de textura sacaroide de grano medio compacto, con fracturas rellenas de calcita, óxidos de fierro y ocasionalmente sílice.

Barreno BD-4

Profundidad (m)	Intervalo (m)	Descripción
0.00 – 4.80	4.80	Caliza marmorizada de color blanco, textura sacaroide de grano fino compacto con pequeñas fracturas rellenas de calcita, óxidos de fierro pirita con algunos bandeamientos grises, apareciendo una falla rellena de salvanda a los 1.80 m.
4.80 – 7.30	2.50	Caliza marmorizada de color gris claro con textura sacaroide de grano medio y sulfuros diseminados finamente.
7.30 – 10.90	3.60	Caliza color gris medio con fracturas rellenas de sulfuros y marmorización incipiente.
10.90 – 15.60	4.70	Caliza marmorizada color blanco de textura sacaroide, grano fino compacto, con bandeamiento color gris de 10.90 a 12.60 m.
15.60 – 20.80	5.20	Caliza marmorizada color blanco uniforme, de textura sacaroide de grano fino compacto aspecto de ligero bandeamiento gris claro.

Es necesario resaltar que la zona donde se evaluaron las reservas comprende la localización de los 4 barrenos descritos.

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA EXPLOTACIÓN

Básicamente existen dos formas de explotación de un yacimiento de mármol,

1. Convencional
2. Con hilo diamantado

1. La forma convencional es utilizando barrenos cargados con pólvora negra a muy corta distancia uno de otro (varía de 15 a 20 cm de separación entre barrenos). La profundidad de estos barrenos depende de las dimensiones que tenga el bloque que se desee obtener, ya que con los barrenos se delimita el largo, ancho y alto del bloque. Se usa pólvora negra en lugar de otro explosivo, con el fin de dañar lo menos posible a la roca y los barrenos se cargan alternadamente, de tal forma que entre cada dos barrenos con pólvora hay uno vacío, pues se trata de que éstos hagan las veces de planos de debilidad para la salida de los gases (figura 1). Una vez que los barrenos han sido detonados, el bloque se desprende utilizando cuñas que se colocan en la fractura creada por los barrenos al ser detonados y después se traslada por medio de gatos o a veces incluso solamente rodándolo sobre tubos.

2. Para utilizar el hilo diamantado se requiere que el banco de donde se va a extraer el bloque tenga un espacio abierto delimitado con dos cortes verticales y paralelos (ver figura 2). El método con hilo diamantado consiste en hacer dos barrenos perpendiculares (ver figura 4) e introducir el hilo diamantado por ellos, de esta forma se obtiene el corte de la primera cara del bloque y se procede a hacer lo mismo con cada una de las caras

restantes tal como se muestra en las figuras. El hilo diamantado requiere de poleas que lo hagan deslizarse y muy importante necesita ser enfriado constantemente con agua. Cuando el bloque ha sido cortado para desprenderlo del macizo rocoso se utilizan gatos hidráulicos o se desprende por medio de cojines inflables.

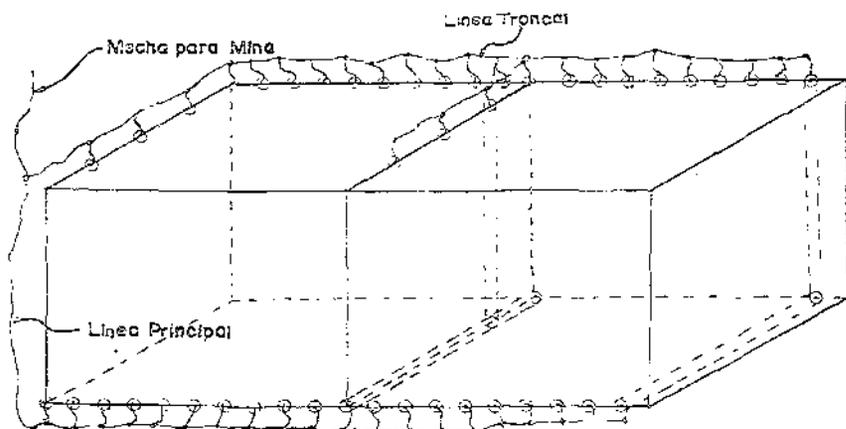


Figura 1

Para ambos casos es necesario que al desprender el bloque y voltearlo se procure amortiguar la caída para que el bloque no se rompa o se fracture, esto se logra colocando, en el lugar donde caerá el bloque, una cama de grava.

Haciendo una comparación de los métodos se tiene que:

CONVENCIONAL	HILO DIAMANTADO
No requiere mano de obra calificada	Se requiere una mayor pericia en el uso de la maquinaria
No se necesita ni agua ni electricidad	Se requiere de abundante agua y de energía eléctrica
Se debe cuadrar el bloque con marro y cincel	El bloque así cortado no necesita un cuadro adicional
Se puede dañar el bloque con la detonación	Tiene menor posibilidad de fracturas
Grandes cantidades de desperdicio de material	Mínimo desperdicio
La demanda es menor y lo mismo el precio por m ³	Mayor demanda y mayor precio por m ³

Por lo anteriormente expuesto, el método seleccionado es el de hilo diamantado dadas las grandes ventajas que presenta con respecto al método tradicional.

Existen variantes del método convencional, como por ejemplo en lugar de pólvora usar agua que reduce el uso de explosivos, o usando oxígeno pero, aunque mejora la extracción del bloque eleva los costos.

III.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO

Para tener acceso a la zona del yacimiento será necesario hacer un camino de terracería de 1 km que comunique el camino ya existente con el área de explotación (al punto donde se inicien los bancos) y la zona donde se instalará la planta laminadora y, dadas las abundantes lluvias que se presentan durante el verano darle mantenimiento para que sea transitable todo el año. El camino deberá tener el ancho mínimo necesario para que por el transite un camión de carga.

La línea de electricidad se traerá desde el poblado de Carrizal de Bravo que es el poblado mas cercano y se encuentra a 5 km en línea recta de la zona del yacimiento.

La región cuenta con abundante agua proveniente de ríos y arroyos que será suficiente para cubrir las necesidades –el gasto para el hilo diamantado es de aproximadamente 8 m³ por un turno de 8 horas- que puede ser parcialmente reciclada si se puede hacer llegar a un depósito, donde se asienten los lodos y el agua pueda ser bombeada nuevamente a la zona de trabajo; además se deberán obtener los permisos correspondientes para usar el agua existente.

III.2 DESCAPOTE

Como se mencionó en el capítulo II, la región donde se localiza el yacimiento posee una vegetación abundante y boscosa que se tiene que eliminar para la explotación del yacimiento; para realizar esta tarea se deberá alquilar un talador forestal CAT FB 518 para cortar los árboles y la remoción del suelo se llevará a cabo con un bulldozer también alquilado. Según el barreno BD-2, se tiene una capa de suelo de 0.80 m, pero los afloramientos se pueden limpiar manualmente.

Se tendrá que hacer un estudio de impacto ecológico para que se autorice la tala de árboles en la zona, ya que se pretende deforestar aproximadamente 15 has además de obtener los permisos correspondientes de la Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca, de la Secretaría de Agricultura y Ganadería y del Instituto Nacional de Ecología.

Esta explotación forestal será aprovechada en su totalidad por los ejidatarios.

III.2.1 PREPARACIÓN DE BANCOS

Los bancos se empezarán desde la parte del yacimiento que tenga la cota más alta (ver plano topográfico) y la explotación continuará en forma descendente. Las caras de los bancos se harán a la

manera tradicional, es decir, con barrenación y explosivos. Se deberá dejar una plataforma de trabajo horizontal para la polea del hilo diamantado.

La altura de los bancos dependerá de la orientación de los bloques, es decir, que los bloques se cortarán de acuerdo a las estructuras de la roca, guiándose principalmente por las fracturas que se presenten; tendrán una altura final de 20 m que es la profundidad considerada al hacer el cálculo de reservas.

Con la preparación del terreno se perderá el 40 % de las reservas calculadas, por lo que en el análisis financiero no se tomará en cuenta el total de reservas. Se usará la pedacería de mármol obtenida en la preparación de los bancos para la fabricación de marmolina.

Para cortar bloques con hilo diamantado se necesitan tres caras libres, por lo que una vez que el banco está listo, se deberá por la parte media del banco abrir un espacio con dos cortes verticales y paralelos de forma que además de tener las tres caras libres necesarias se tengan dos frentes de trabajo disponibles.

III.3 DIMENSIONES DE LOS BLOQUES

El tamaño de los bloques que se desean se determinó con base en lo que se menciona en el estudio de mercado que hizo el Consejo de Recursos Minerales donde se obtuvo que las dimensiones ideales para un bloque de mármol, según las plantas laminadoras que se consultaron, son de:

2.70 m de largo
1.70 m de ancho
1.30 m de alto

lo que da un volumen de 5.967 m^3 , de los cuales se obtienen 208 m^2 de láminas con un espesor de 2.00 cm, sin embargo y dependiendo

de cómo se vaya presentando el mármol en el transcurso de la explotación, se puede variar el tamaño de los bloques en beneficio de la calidad del producto.

III.4 RITMO DE PRODUCCIÓN

Se propone cortar el equivalente a dos bloques de las dimensiones ideales antes mencionadas por turno y se trabajarán dos turnos, o sea, que se producirán aproximadamente 24 m³ por día en dos turnos de 8 horas; trabajando un total de 300 días por año entonces se producirán 7,200 m³ en un año.

Si se considera que las reservas recuperables son 64,503 m³ (60 % de las reservas cubicadas) la vida del proyecto será de 9 años.

III.4.1 EQUIPO DE PRODUCCIÓN.

Los equipos principales para producir 12 m³ por turno son:

En cantera

- 1 Máquina de hilo diamantado de 40 HP
- 2 perforadoras de 85 mm de diámetro
- 1 perforadora horizontal de 85 mm de diámetro
- 1 gato hidráulico
- 1 compresor
- 1 Línea de energía eléctrica de 220 V
- 1 camión de carga de 9 toneladas
- 1 camioneta para transporte de personal
- 1 grúa
- 3 gatos de escalera o tipo ferrocarrilero
- 1 máquina de hilo diamantado para cortar bloques de 25 HP

En almacén:

- 3 Hilos diamantados
- 4 brocas

- Diesel
- 1 perforadora de 85 mm de diámetro
- llantas para refacción

En el almacén se considerarán, estas cantidades suficientes para un mínimo de 6 meses, con excepción de las brocas y el combustible, para los cuales se deberá observar su consumo para determinar el tiempo y cantidad de compra.

III.5 PROCEDIMIENTO PARA LA EXPLOTACIÓN DE MÁRMOL CON HILO DIAMANTADO

El primer paso para la obtención de un bloque por la técnica de hilo diamantado consiste en hacer una zanja en el banco, con el fin de crear caras libres para barrenar y obtener los bloques completos.

La figura 2 muestra que en este primer paso ya se puede usar el hilo diamantado, pero la cara posterior de dicha zanja se tendrá que delimitar con barrenos y pólvora. Para esta operación se requieren 3 personas, un operador para la máquina de hilo diamantado, otro para la perforadora y un tercero como ayudante.

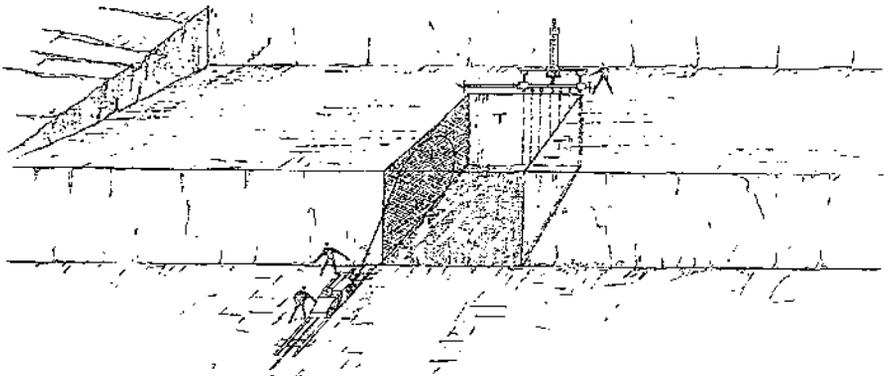


Figura 2 Zanja

La figura tres, presenta la forma en que se extrae el mármol de la

zanja haciendo varias líneas de barrenos, de manera que el mármol se obtiene en varios bloques más pequeños:

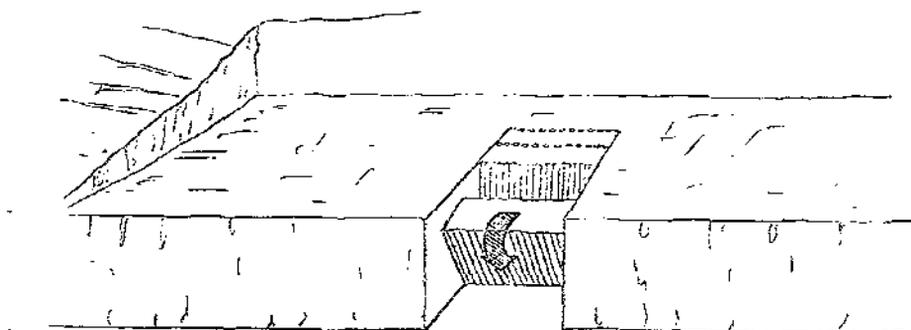


Figura 3

El siguiente paso consiste en hacer barrenos perpendiculares entre sí en los extremos de los bloques de manera que por ellos pueda pasar el hilo. Para obtener un bloque se requieren dos barrenos horizontales y uno vertical (figura 4). Para esta tarea se necesitan un operador de perforadora horizontal, uno para la perforadora vertical y dos ayudantes.

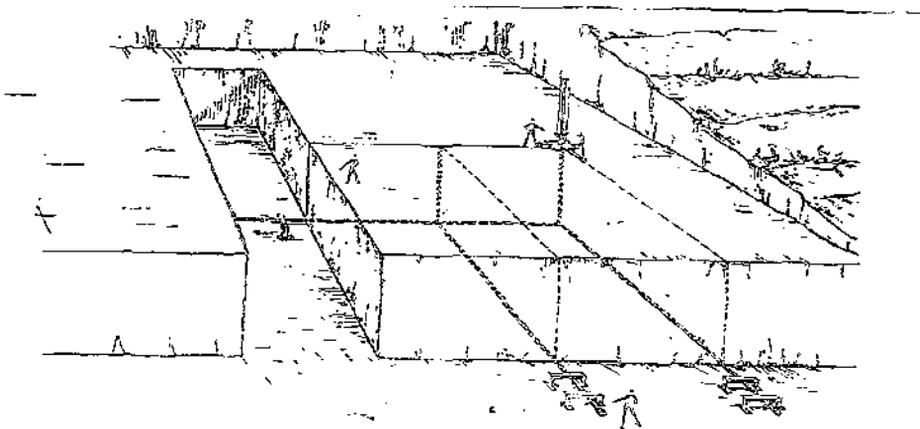


Figura 4

El hilo diamantado se hace pasar a través de dos barrenos perpendiculares, ya sea uno horizontal y uno vertical o dos

horizontales, esta operación la realizará un ayudante, y el operador de la máquina de hilo diamantado como se muestra en la siguiente figura.

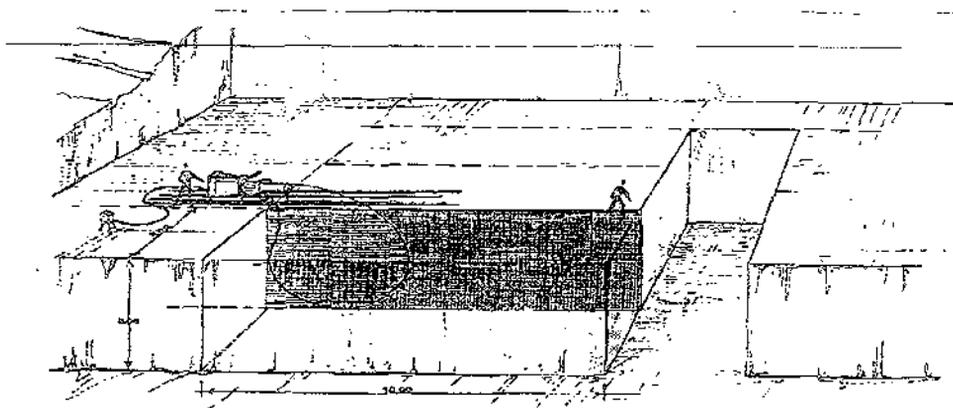


Figura 5

Para que el bloque cortado sea volteado, se necesitará un gato hidráulico y por lo tanto una persona que se encargue de su manejo, además de los operadores y ayudantes ya mencionados, un operador para el trasegado que prepare la cama de grava que amortiguará la caída.

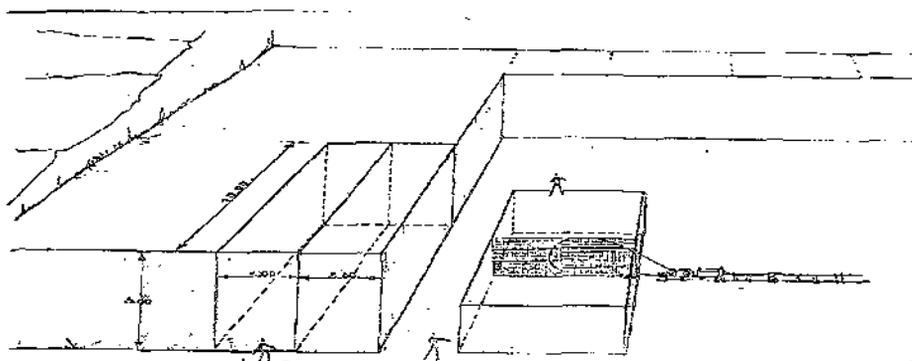


Figura 6 el bloque obtenido se corta para facilitar su manejo

Una vez que el bloque ha sido cortado y volteado, con una máquina de hilo diamantado se procederá a cortar el bloque en dos o más partes con el fin de facilitar su traslado al camión.

El personal necesario por turno para obtener la producción es el siguiente:

- 2 perforistas
- 2 operadores de máquina de hilo diamantado
- 4 ayudantes generales
- 2 operadores de vehículo
- 1 operador de trascavo
- 1 operador de grúa
- 1 encargado de almacén

Además se contará con personal administrativo que sólo labore un turno:

- 1 encargado de ventas
- 1 secretaria
- 1 administrador

En total la cantera será operada por 25 personas

El personal deberá ser elegido entre miembros del mismo Ejido para dar empleo a la comunidad y que además obtengan la mayor parte de los beneficios; por lo tanto, tendrán que ser capacitados para los trabajos que se les asignen ya que estas personas no se dedican a la explotación del mármol, por lo que desconocen el manejo de la maquinaria; así mismo se les deberá capacitar para que puedan llevar la administración incluyendo la contabilidad, y de esta manera dar empleo a más ejidatarios.

Los bloques serán trasladados de la cantera al lugar donde se encuentre el camión por medio de los gatos tipo ferrocarrilero, y para colocarlos en el camión se usará una grúa. Se llevarán los bloques hasta la planta laminadora, cuyas características se mencionan en el siguiente capítulo.

III.6 ADAPTACIÓN DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN AL YACIMIENTO DE CARRIZAL DE BRAVO.

Debido a la topografía que presenta el lugar, se delimitarán los bancos con las curvas de nivel que se observan en el plano geológico topográfico del capítulo anterior, para de ésta forma aprovechar la pendiente.

La explotación comenzará a partir de la cota más alta, de la parte norte del yacimiento, y continuará hacia abajo; una vez que se alcance la cota inferior, se empezarán los bancos de la parte superior del área sur del yacimiento.

El tramo de camino que ya se mencionó inicialmente partirá del camino de terracería ya existente, a la parte más cercana del yacimiento, (extremo norte del yacimiento), posteriormente deberá rodear la zona de explotación para tener acceso al extremo sur de la cantera.

Existe al Noroeste del yacimiento una zona de intenso fracturamiento, la cual deberá ser explotada en la dirección contraria al rumbo de las principales fracturas, a fin de aprovechar lo mejor posible el material de esta zona.

La grúa que servirá para mover los bloques y depositarlos en el camión, deberá ser ubicada de forma tal que tenga el mayor alcance, esto servirá para evitar cambiarla de lugar.

Para utilizar el agua de la región se obtendrá el permiso correspondiente, y será necesaria la instalación de bombas que a partir de un depósito reciclen el agua hacia la cantera.

Se deberá construir un almacén para guardar los insumos y refacciones ya mencionados.

III.7 APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS

Con el mármol que por su tamaño o sus características no se pueda cortar en bloques o no se pueda laminar se obtendrá

- marmolina

- granito

La marmolina es la pedacería del mármol que se muele y se utiliza en la construcción en acabados de fachadas, en suelos, reparaciones.

El granito artificial es una roca fabricada con los fragmentos de mármol cementados y vaciados en moldes; se usa para lápidas, monumentos, o en losetas para pisos y fachadas.

Será necesario, por lo tanto, instalar un molino y una pulidora para obtener el tamaño adecuado y pulir el granito.

Con esto se disminuirán pérdidas al incrementar el aprovechamiento del mármol, y se aumentan también los empleos generados con esta explotación

CAPÍTULO IV

CÁLCULO DE LA PLANTA DE LAMINACIÓN

IV.1 INTRODUCCIÓN

El proyecto previo que hizo FONAES para este yacimiento no contemplaba la posibilidad de la instalación de una planta laminadora de mármol. Sin embargo las reservas y el precio del mármol justifican la inversión para dicha planta, con las características que aquí se presentan, y como se demuestra en el Capítulo V.

Actualmente el mármol de la región se extrae en bloques y se transporta a San Luis Potosí, a una planta laminadora, para el corte en láminas y el pulido de las mismas; El precio que paga esta laminadora por los bloques se reparte entre los transportistas y los ejidatarios.

Con la instalación de la planta en las cercanías del yacimiento, operada por los mismos ejidatarios, se disminuye el costo del transporte de los bloques a la laminadora, se aumenta el número de empleos en la región y al disminuir los intermediarios entre productores y consumidores, las ganancias se incrementan para los ejidatarios. Por otra parte y dado que en el Estado de Guerrero existen otros yacimientos de mármol, en el futuro la planta laminadora podría satisfacer la demanda de otros productores de la región.

IV.2 UBICACIÓN DE LA PLANTA LAMINADORA

La planta deberá ubicarse entre el poblado de Carrizal de Bravo y la zona del yacimiento, de tal forma que tenga un acceso directo por un camino transitable todo el año, con el fin de disminuir en lo

posible el traslado de los bloques de la cantera a la planta. Además de contar con la superficie necesaria y el acceso a la energía eléctrica y al abastecimiento de agua requeridos para el proceso.

IV.2.1 OBRA CIVIL

La planta laminadora deberá tener las características de una nave industrial de 2000 m² necesarios para la correcta colocación de la maquinaria a utilizar.

- **CIMIENOTOS:** La base de la construcción de la obra consiste en los cimientos que deberán ser de mampostería de 0.80 m de altura por 0.50 m de espesor en la base y 0.30 m en la corona. Los cimientos se colocarán en el perímetro de la planta así como en el del almacén de producto terminado. Además de los cimientos que requieran cada una de las máquinas a instalar.
- **PAREDES:** Los muros de la planta deberán ser levantados con tabicón, intercalando un castillo a cada tres metros, hecho con concreto reforzado, y una trabe a cada 2.5 m de altura, con ventilas en la parte superior de los muros; la planta tendrá una altura máxima de 7 m al centro de la nave, y una mínima de 5m para los muros.
- **TECHO:** La parte superior de la planta será lámina de asbesto y contará también con ventiladores. La nave deberá contar con un entre piso, cuyo uso será el de oficina de proceso, que contará con una superficie de 24 m², además de una caseta para la herramienta. Se instalará también una grúa aérea para el manejo de los bloques.
- **INSTALACIÓN SANITARIA:** Dentro de la planta deberá instalarse un servicio de baños con regaderas con un lugar para vestidores. Así mismo se contará con un comedor para los empleados. El agua de dicho comedor y la de los lavabos de los baños será el único gasto de agua potable dentro de la

planta. El agua que se usará en el proceso de laminación será agua reciclada, por lo que será necesaria la creación de una sistema de reciclado, con tanques contenedores y bombas de suministro. La alimentación de agua al proceso es de 1,200 litros por minuto, es decir, $1.2 \text{ m}^3 / \text{min}$.

- **INSTALACIÓN ELÉCTRICA:** La corriente eléctrica necesaria para la planta es de dos tipos,
 - a. Para el proceso: La instalación deberá ser de corriente trifásica de 220 V de embestida
 - b. Para el resto de las instalaciones: Será una instalación de tipo doméstica, monofásica de 110 V de embestida.

IV.3 CAPACIDAD DE LA PLANTA LAMINADORA

Dado que la cantera producirá un volumen equivalente a 24 m^3 diarios de mármol en bloques, la planta deberá procesar esta misma cantidad en el mismo intervalo de tiempo, de forma que se evite el almacenaje de los bloques por más de dos días en la bodega de la cantera.

El proceso de laminación de los bloques de mármol terminará cuando se obtengan losetas de $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ con acabado brillante, lo que significa que deberán salir pulidas de la planta, esta será el producto principal, aunque la maquinaria instalada tendrá la capacidad de producir láminas desde $150 \text{ mm} \times 150 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ hasta placas de $610 \text{ mm} \times 610 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$, lo que le dará mayor versatilidad, al poder cambiar el tamaño del producto.

Se colocará la maquinaria en línea, con el propósito de tener continuidad en el proceso.

Para obtener una lámina de las dimensiones antes mencionadas se sigue el proceso que a continuación se menciona y que será necesario instalar en la planta:

IV.3.1 PROCESO PARA OBTENER LOSETAS DE MÁRMOL A PARTIR DE LOS BLOQUES

- El bloque de mármol, proveniente de la cantera, se colocará por medio de una grúa en el carro porta - bloques de la máquina cortadora de bloques, la cual con un disco diamantado, cortará el bloque en sentido vertical, hasta una profundidad máxima de 600 mm, y con un espesor aproximado de 20 mm, mientras que con otro disco diamantado pero horizontal hará otro corte en ésta dirección, de tal forma que se obtenga una lámina de mármol. La acción de la cortadora permanece mientras haya bloque para cortar. Las láminas cortadas se retiran de la cortadora con un brazo mecánico con ventosa que las coloca sobre una mesa de rodillos, que la transportará hacia una cabeceadora.

Potencia total instalada 136 KW
Consumo de agua 150 l/min

- El siguiente paso consiste en hacer regulares los bordes de la lámina, a esta acción se le conoce como cuadreo, para lograrlo se requiere de una máquina cabeceadora que corta la lámina por los extremos con un disco diamantado, de esta manera queda con lados regulares y perpendiculares entre sí. El material llega hasta aquí por medio de una mesa de rodillos y sale de la misma forma para ser llevada al siguiente paso.

Potencia total instalada 5 KW
Consumo de agua 30 l/min

- Una vez que se tiene hecho el cuadreo de la lámina, se procede a calibrarla y pulirla, para lo cual se necesita una máquina calibradora – pulidora lineal. La operación de calibración consiste en usar abrasivos para devastarla hasta

dejar la placa del mismo espesor en cada punto mientras pasa sobre una cinta transportadora. Esta operación se realiza con la ayuda de discos de abrasión independientes con calibrador electrónico.

La operación de pulido consiste en dejar lisa y brillante una de las caras, también se realiza con abrasivos pero de tipo diferente al del devastado. En el mármol de Carrizal de Bravo se observó una excelente respuesta al pulido al espejo.

Potencia total instalada 144 KW

Consumo de agua 170 l/min

- Por medio de una mesa de rodillos, la placa de mármol llega hasta otra cortadora, esta máquina se calibra al tamaño de loseta que se desea obtener, que para este caso será de 300 x 300 mm y se corta el mármol con discos diamantados. Para poder cortar las placas en dos direcciones, esta máquina cuenta con discos en sentido longitudinal y transversal.
- El último paso antes de empacar las losetas, es del biselado, que tiene como finalidad dar otro acabado a la loseta. Dependiendo de cómo lo pida el consumidor y el uso que se le vaya a dar, el biselado consiste en dar alguna forma a los bordes de la loseta como, por ejemplo, redondearlos. Esta máquina cuenta con un dispositivo para girar las losetas para que sea posible el biselado en todos los lados.

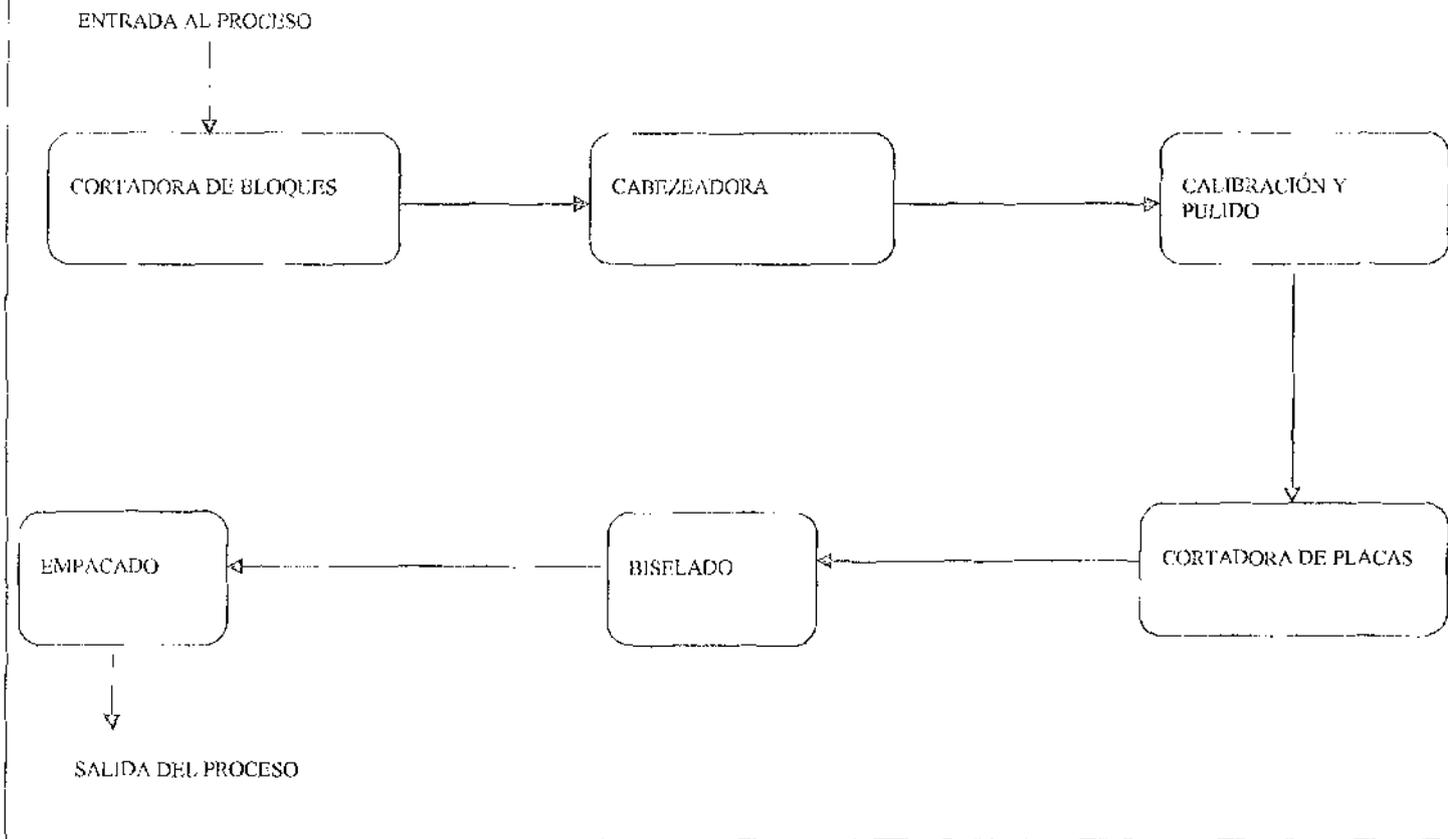
Potencia total instalada 15 KW

Consumo de agua 80 l/min

- Las losetas terminadas se separan una a una con papel y se meten en cajas o en huacales para su traslado a los centros de comercialización.

Existe un paso optativo antes de empacar las losetas que es el encerado, pero este es más común que se realice una vez instalada la loseta de mármol.

DIAGRAMA DE SECUENCIA DEL PROCESO DE LAMINACIÓN DE MÁRMOL



Todas las herramientas de corte y los abrasivos utilizados en el proceso requieren una sustitución periódica, por lo que será conveniente contar con partes de repuesto en el almacén.

IV.4 PRINCIPALES EQUIPOS DE LA PLANTA

IV.4.1 CÁLCULO DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES DE LA PLANTA

El proceso de laminación del mármol, se inicia con el corte de los bloques, y es este equipo el que determinará el ritmo de producción de la planta; para este caso, como se mencionó anteriormente, se desea que la planta procese diariamente la producción de la cantera.

Para determinar el equipo se parte de que un cortabloques, tiene una velocidad de corte que depende del diámetro del disco y de las revoluciones por minuto del mandril, que serán en función de la dureza media de la roca.

El diámetro del disco se determinó con dos criterios: el tamaño del bloque que se introducirá y el tamaño de placa que se desea obtener.

En el capítulo precedente se mencionó el tamaño ideal de los bloques en cantera, sin embargo, al entrar al proceso, tendrán un tamaño máximo de 0.9 m x 1.70 m x 1.30 m; por otra parte, se desea tener un producto final de 0.3 m x 0.3 m x 0.02 m, pero con el equipo se tendrá la posibilidad de obtener otros tamaños.

De esta forma se determinó que el diámetro ideal del disco será de 1,600 mm.

La velocidad de giro del mandril está recomendada por los proveedores y se relaciona con la dureza del material y con el diámetro interior del disco, para este caso el número de revoluciones por minuto será de 70.

Con estos datos se tiene que la relación de corte del disco es de $0.50 \text{ m}^2 / \text{min}$; por lo tanto en 24 horas se cortarían 720 m^2 ; por otra

parte, de cada bloque extraído de la cantera se obtienen 208 m², si se planea obtener 4 bloques por día, sería necesario cortar 832 m², por lo tanto se requiere de dos cortadores de bloques, que funcionen dos turnos de 8 horas cada uno, la capacidad ociosa resultante se cubrirá con material comprado a otras canteras de la zona de influencia del proyecto.

La máquina cabeceadora trabaja con una velocidad de 0.75 m/min, en láminas con un espesor promedio de 0.02 m, y se requiere cortar 4.200 m, entonces se contará con dos cabeceadoras, de tal forma que se procese la producción en 24 horas.

Para el equipo de calibrado y pulido se tiene que: tratándose de mármol, se determinó que ambas operaciones se realizarán a una razón de 38 m² /por hora, por lo tanto se contempla la adquisición de solamente un equipo.

En cuanto a las características técnicas de los equipos, incluyendo el del corte de losetas y biseado se determinaron con base en folletos y catálogos, además de la experiencia técnica de los proveedores en operaciones similares.

Para el proceso de obtención de losetas de mármol se requiere del equipo que a continuación se describe:

- Dos cortabloques (parqueteadoras) automáticas, con capacidad de disco de un diámetro de 1,600 mm equivalente a una posibilidad de corte de 600 mm de ancho en el corte del material. Con motor principal y otro para el disco horizontal. Con cuadro eléctrico de todas las funciones que realiza. Carro portabloques motorizado de 2 x 3 m.
- Dos mecanismos manuales con ventosas para descarga del material.
- Una mesa de rodillos de entrada a la línea del proceso.

- Dos máquinas cabeceadoras, con capacidad de corte de hasta 600 mm de ancho, con su correspondiente central de mando.
- Una máquina calibradora pulidora lineal automática, para losa de mármol con posibilidad de calibrado de hasta 650 mm, con dos cabezales calibradores y ocho cabezales pulidores para abrasivo convencional con posibilidad de pulido de hasta 650 mm. Cuadro eléctrico de control con paneles independientes para cada cabezal.
- Una cortadora múltiple para plaqueta de mármol, con cabezales independientes.
- Una máquina calibradora y biseladora, con presión de trabajo neumática, con capacidad de trabajo de 150 mm x 150 mm a 600 mm x 600 mm; equipada con un dispositivo para girar plaquetas, banco de control y selección de producto terminado.

IV.5 PERSONAL

Cada uno de los equipos principales ya mencionados cuenta con un panel de control, que es operado por una sola persona, además se requiere de un operador de grúa y de dos personas para empacar.

Dos almacenistas, uno para recibir bloques de cantera y despachar producto terminado y otro para llevar el control del almacén de partes, refacciones y herramientas.

Se requiere también de personal administrativo.

- 1 encargado de ventas
- 1 secretaria
- 1 administrador

CAPÍTULO V

ANÁLISIS FINANCIERO

V.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se demuestra la viabilidad financiera de la instalación de la planta laminadora para el proyecto de explotación del yacimiento de mármol del Ejido de Carrizal de Bravo en el Estado de Guerrero.

En primer orden aparece el capital necesario para la inversión inicial, tomando como base el costo de los equipos principales y su instalación, además el de los trabajos iniciales, como son, la limpieza del terreno y la construcción de la obra civil para la planta.

Se considera también el capital de trabajo, que comprende los salarios de los trabajadores y los costos por insumos, antes de que se tengan ingresos por la venta del producto.

Se mencionan también las diferentes posibilidades de las fuentes de financiamiento.

La viabilidad del proyecto se podrá observar fácilmente en los flujos de efectivo calculados para tal efecto y que a su vez se utilizaron para obtener la tasa interna de retorno (TIR), y el Periodo de retorno de la Inversión (PRI)

Finalmente se realizó un análisis de sensibilidad, para el cual se calcularon los flujos de efectivo con variaciones en los ingresos y los costos, variando solo un factor a la vez. Para estos cambios se obtuvieron la TIR y el PRI para cada uno de ellos y así poder observar los efectos que las variaciones en estos factores provocarían.

V.2 COSTO DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES

En el capítulo V se mencionan los principales equipos para la explotación en la cantera, a continuación se presenta la cotización para cada uno de ellos:

Equipo	unidades	costo por unidad	costo total
perforadora neumática vertical	3	\$ 9,116.44	\$ 27,349.32
perforadora neumática horizontal	1	\$ 4,558.22	\$ 4,558.22
máquina de hilo diamantado	1	\$ 14,285.65	\$ 14,285.65
máquina de hilo diamantado	1	\$ 11,651.09	\$ 11,651.09
hilo diamantado sinterizado	600	\$ 300.00	\$ 180,000.00
trascavo	1	\$ 200,000.00	\$ 200,000.00
grúa	1	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00
camión	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00
camioneta	1	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
compresor	1	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00
gatos ferrocarrileros	3	\$ 1,795.66	\$ 5,386.98
gatos hidráulicos	3	\$ 600.00	\$ 1,800.00
corta bloques	2	\$ 73,063.02	\$ 146,126.04
mecanismos de descarga	2	\$ 10,282.94	\$ 20,565.88
máquina cabeceadora	2	\$ 9,200.53	\$ 18,401.06
máquina calibradora	1	\$ 81,181.13	\$ 81,181.13
cortadora de parquet	1	\$ 55,203.17	\$ 55,203.17
calibradora biseladora	1	\$ 81,181.13	\$ 81,181.13
grúa	1	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00
total			\$ 1,082,689.67

Todas las cotizaciones están en dólares de octubre de 2000

Por otra parte se debe incluir el costo de la limpieza del terreno, por \$12,135 USD.

También hay que añadir el costo de la obra civil de la planta, así como de la construcción de un tramo de camino de 1 Km por un total de \$1'500,000 USD

V.3 CAPITAL DE TRABAJO

Se requiere de un capital que en el inicio de la operación, antes de que se obtengan ganancias, cubra los gastos de salarios e insumos por lo menos de tres meses, a éste se le conoce como capital de trabajo.

De acuerdo con lo expuesto en los capítulos anteriores, se tendrán los siguientes salarios en moneda nacional para cada categoría de empleo:

PUESTO	SALARIO DIARIO	SALARIO MENSUAL
Perforista	\$ 100	\$ 3,000
Operador de máquina	\$ 100	\$ 3,000
Ayudantes generales	\$ 80	\$ 2,400
Operadores de vehículos	\$ 100	\$ 3,000
Almacenista	\$ 100	\$ 3,000
Encargado de ventas	\$ 100	\$ 3,000
Secretaria	\$ 100	\$ 3,000
Administrador	\$ 150	\$ 4,500

La siguiente tabla muestra el número de personas que ocupan cada puesto:

PUESTO	NÚMERO DE PERSONAS
Perforista	4
Operador de máquina	20
Ayudantes generales	12
Operadores de vehículos	4
Almacenista	6
Encargado de ventas	2
Secretaria	2
Administrador	2

Por lo tanto se tienen tres tipos de salario a saber de \$80.00, \$100.00 y \$150.00 con un número de personas de 12, 38 y 2₄₅

respectivamente, por lo tanto en un mes en salarios se gastará: \$ 148,800.00; por lo que en tres meses que es lo que se requiere para el capital de trabajo será de; \$ 446,400.00.

Otro uso para el capital de trabajo es el de compra de insumos y pago de servicios. En este aspecto se tiene:

- a. Consumo de energía eléctrica
 - b. Consumo de agua potable
 - c. Consumo de Diesel
 - d. Hilo diamantado
 - e. Discos diamantados
- a) En cuanto al consumo de energía se refiere, se calculó que en la cantera y en la planta el consumo será de 100 KW/h, que al mes sumarán 576 horas, con un precio de \$0.53 por KW, el costo por día será de \$ 1,272.00, por mes se considera un total de \$38,160.00, por tres meses es de \$114,480.00.
- b) El consumo de agua potable no se tomará de la red, ya que la región cuenta con abundante agua, y además se tiene previsto un proceso de reciclaje, por lo que el costo de agua no es importante.
- c) Los vehículos de transporte tendrán un consumo de combustible de aproximadamente 50 l/día a \$ 12,600 al mes y \$ 37,800 en tres meses.
- d) La vida de un hilo diamantado es de 20 m² por metro lineal, si se planea cortar 41.24 m² al día, y se tiene un tramo de 300 m lineales, entonces se tendrá el hilo necesario para cubrir un total de 140 días lo que significa que; puesto que en la inversión inicial se considera la compra de 2 tramos de hilo diamantado se cubren perfectamente los tres meses de inicio de operaciones. Por otra parte al año se consumirán 2 de estos tramos de 300 m por lo que al año se gastarán en este rubro \$ 90,000.00 USD, por cada uno.
- e) En cuanto a la planta laminadora se refiere también se deberá tomar en cuenta el consumo de los discos diamantados, los

cuales se consumirán a razón de dos por mes, por lo tanto en tres meses se consumirán 6 discos de un precio de \$1,200.00 serán \$7,200.00 (pesos) para el capital de trabajo.

Las cotizaciones en pesos se convierten a dólares a un tipo de cambio de \$9.50 (octubre 2000)

De ésta forma se tiene que la inversión total del proyecto será de \$2'919,469 USD, incluyendo el capital de trabajo.

V.4 DEPRECIACIÓN DEL EQUIPO PRINCIPAL

La depreciación es la pérdida de valor monetario que sufre un bien a través del tiempo y en relación con el uso y mantenimiento que se le haya proporcionado.

En el flujo de efectivo esta característica se manifiesta como una pérdida, es decir, como un egreso extra en las operaciones,

Para el caso que nos ocupa, la depreciación se calculó por el método de la línea recta y se consideró el tiempo de depreciación igual al tiempo de vida del proyecto; además no se consideró ningún valor de rescate para ninguno de los equipos.

Por lo tanto el valor de la depreciación será constante en el flujo de efectivo, y por un total de \$100,298.85 USD.

V.5 INGRESOS POR VENTA DEL PRODUCTO TERMINADO

Se consideró como ingresos únicamente los generados por la venta de las losetas obtenidas en la planta, cuyo costo actual es de \$307.00 por metro cuadrado en la planta laminadora.

Si se considera que la planta procesará cuatro bloques de 5.97 m^3 al día de los cuales aproximadamente se obtienen 208 m^2 de cada uno, entonces la planta producirá 832 m^2 de losetas al día.

TABLA DE DEPRECIACIÓN DE
EQUIPO

Equipo	unidades	costo por unidad	costo total	Depreciación anual
corta bloques	2	\$ 73,063.02	\$ 146,126.04	\$ 16,236.23
mecanismos de descarga	2	\$ 10,282.94	\$ 20,565.88	\$ 2,285.10
máquina cabeceadora	2	\$ 9,200.53	\$ 18,401.06	\$ 2,044.56
máquina calibradora	1	\$ 81,181.13	\$ 81,181.13	\$ 9,020.13
cortadora de plaqueta	1	\$ 55,203.17	\$ 55,203.17	\$ 6,133.69
calibradora biseladora	1	\$ 81,181.13	\$ 81,181.13	\$ 9,020.13
grúa	1	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 11,111.11
perforadora neumática vertical	3	\$ 9,116.44	\$ 27,349.32	\$ 3,038.81
perforadora neumática horizontal	1	\$ 4,558.22	\$ 4,558.22	\$ 506.47
máquina de hilo diamantado	1	\$ 14,285.65	\$ 14,285.65	\$ 1,587.29
máquina de hilo diamantado	1	\$ 11,651.09	\$ 11,651.09	\$ 1,294.57
trascavo	1	\$ 200,000.00	\$ 200,000.00	\$ 22,222.22
grúa	1	\$ 100,000.00	\$ 100,000.00	\$ 11,111.11
camión	1	\$ 15,000.00	\$ 15,000.00	\$ 1,666.67
camioneta	1	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 1,111.11
compresor	1	\$ 10,000.00	\$ 10,000.00	\$ 1,111.11
gatos ferrocarrileros	3	\$ 1,795.66	\$ 5,386.98	\$ 598.55
gatos hidráulicos	3	\$ 600.00	\$ 1,800.00	\$ 200.00
total		\$ 787,118.98	\$ 902,689.67	\$ 100,298.85

Tomando un año como un total de 300 días laborables se obtendrán al año 249,600 m² de losetas, al precio antes mencionado se tendrá un ingreso de \$76'627,200.00.

V.6 COSTOS DE PRODUCCIÓN

V.6.1 COSTOS DE LA CANTERA

En el área de explotación de la cantera se deben tomar en cuenta los siguientes factores

MANO DE OBRA

- Obreros
- Administrativos

INSUMOS

- Energía Eléctrica
- Combustible
- Agua
- Refacciones

Como se puede apreciar en los incisos anteriores, el costo de producir 1 m³ de mármol es equivalente a \$260.32.

V.6.2 COSTOS DE LA PLANTA LAMINADORA

En la planta laminadora también deberá considerarse la mano de obra, pero también el consumo de energía eléctrica, y las refacciones de partes consumibles, básicamente los discos diamantados usados en las máquinas como herramientas de corte.

Ahora bien, si de 1 m³ de mármol se obtienen 34 m² de losetas con las características ya descritas, entonces el costo de procesar 1 m³ será igual \$513.00.

De esta forma, considerando cantera y planta como un todo, se tiene que el costo por m³ extraído, laminado, cortado y pulido, es de \$773.00

En la siguiente tabla se muestran los costos anuales incluídas cantera y planta.

Concepto	Total anual (en pesos)
Mano de obra	1,731,600
Energía eléctrica	457,920
Hilo diamantado	1,800,000
Discos diamantados	288,000
Combustible y lubricantes	1,260,000
Refacciones y otros	553,752
Total	6,091,272

V.7 FLUJO DE EFECTIVO

Con los datos obtenidos anteriormente, se calculó el flujo de efectivo para los nueve años que se planea sea la vida del proyecto.

De aquí se obtienen los parámetros que decidirán si el proyecto es redituable.

Como se observa en el flujo de efectivo la Tasa Interna de Retorno obtenida es de 137.69 % sin considerar un crédito, lo que significa que el proyecto es viable pues su tasa es alta, además el Período de Retorno de la Inversión es de un año, que para una inversión tan alta es muy corto. Por otra parte, tomando en cuenta, que el financiamiento lo otorgará el Fideicomiso de Fomento Minero con un interés igual a la tasa Libbor más cuatro puntos, se elaboró un nuevo flujo de efectivo en el que se observó, que la tasa Interna de Retorno disminuía hasta llegar a 110.86%, sin embargo el período de recuperación de la inversión se mantiene en un año.

FLUJO NETO DE EFECTIVO CON CRÉDITO

concepto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
inversión	2,924,462								
ingresos	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021
costos y gastos de operación	641,187	641,187	641,187	641,187	641,187	641,187	641,187	641,187	641,187
costos financieros	332,571	282,293	134,060	86,897					
depreciación	100,299	100,299	100,299	100,299	100,299	100,299	100,299	100,299	100,299
utilidad antes de impuestos	6,992,024	7,062,242	7,140,445	7,227,536	7,324,536	7,324,536	7,324,536	7,324,536	7,324,536
impuestos (ISR, PTU)	3,146,411	3,178,009	3,213,200	3,252,392	3,296,041	3,296,041	3,296,041	3,296,041	3,296,041
utilidad neta	3,845,613	3,884,233	3,927,245	3,975,145	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494
pago de capital	617,577	687,795	765,998	853,092					
flujó neto en efectivo	(2,924,462)	3,228,036	3,196,438	3,161,247	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494

T-R 110.86%

FLUJO NETO DE EFECTIVO SIN CRÉDITO

concepto	-	1	2	3	4	5	6	7	8	9
inversión	2,924,462									
ingresos		8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021	8,066,021
costos y gastos de operación		641,187	641,187	641,187	641,187	641,187	641,187	641,187	641,187	641,187
costos financieros		-	-	-	-	-	-	-	-	-
depreciación		100,299	100,299	100,299	100,299	100,299	100,299	100,299	100,299	100,299
utilidad antes de impuestos		7,324,535	7,324,535	7,324,535	7,324,535	7,324,535	7,324,535	7,324,535	7,324,535	7,324,535
impuestos (ISR, PTU)		3,296,041	3,296,041	3,296,041	3,296,041	3,296,041	3,296,041	3,296,041	3,296,041	3,296,041
utilidad neta		4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494
pago de capital		-	-	-	-	-	-	-	-	-
flujo neto de efectivo	(2,924,462)	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494	4,028,494

IRR 137.69%

Además se realizaron análisis de sensibilidad donde se hizo variar los ingresos y los costos hasta en un 20 %, y se observó que el proyecto es más vulnerable a los cambios en los ingresos que en cuanto a las variaciones de los costos.

Tabla de Amortización de la deuda.

NO. DE PAGO	CAPITAL INSOLUTO	INTERÉS (11.37)	PAGO DE CAPITAL	PAGO TOTAL
0	2,924,462			
1	2,306,885	332511	617577	950088
2	1,619,090	262293	687795	950088
3	853,092	184090	765998	950088
4	0	96997	853092	950088

V.8 FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Debido a que los propietarios del yacimiento son ejidatarios y no cuentan con los recursos para autofinanciar la explotación, se consideraron las siguientes alternativas:

Financiamiento por préstamo de instituciones bancarias. Esta fuente no se considera como una opción ya que se requiere contar con garantías que respalden el crédito.

Financiamiento por crédito de FONAES. Los créditos otorgados por este Fondo no son superiores a un millón de pesos por lo que resulta insuficiente para el proyecto.

Financiamiento por crédito del Fideicomiso de Fomento Minero. Los créditos directos que otorga el Fideicomiso, son hasta por 10 millones de dólares o su equivalente en moneda nacional, además ofrece algunas ventajas para empresas sociales, en cuanto a intereses y garantías se refiere.

Por último se presenta la opción de que capital extranjero se invierta en el proyecto.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1 CONCLUSIONES

- La cantidad de reservas del yacimiento así como las características del mármol (color, compacidad, y brillo), hacen que sea atractiva su introducción al mercado.
- Por la facilidad del acceso al yacimiento y su ubicación, la exportación del mármol resulta atractiva, porque los costos de transporte comparativamente con otros yacimientos son menores.
- El sistema de explotación con hilo diamantado mejora las características del bloque extraído, ya que se obtiene con caras regulares, se aprovecha mejor el yacimiento y se disminuyen los desperdicios.
- En el área de interés, la infraestructura deberá aumentarse construyendo un tramo de camino y llevando una línea de energía eléctrica hacia la zona del yacimiento. Por otra parte, la capacitación es nula.
- El Estado de Guerrero cuenta con otros yacimientos de mármol, mismos que podrán verse beneficiados con la instalación de una planta laminadora dentro de la Entidad.
- La inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto es de \$2'924,462 USD, que se considera alta para los ejidatarios; sin embargo, el proyecto es viable como se puede comprobar al observar el flujo de efectivo donde se obtuvo una tasa interna

de retorno de 110.86 %.

Por lo anterior se ha buscado la participación de capital extranjero en el proyecto.

VI.2 RECOMENDACIONES

- La zona considerada para este proyecto es únicamente la porción norte del cuerpo metamórfico, por lo que se recomienda explorar y hacer un estudio geológico a detalle de la parte sur del cuerpo.
- Debido a que la principal actividad económica de los habitantes de la región es la agricultura, es fundamental se les capacite en el manejo de la maquinaria y los equipos, así como en los fundamentos de la administración y comercialización. Para lo cual se deberá desarrollar un programa completo de capacitación.
- Como se menciona en el Capítulo III, se sugiere utilizar la pedacería de mármol en la fabricación de granito artificial.
- El Ejido de Carrizal de Bravo obtendría un gran beneficio social con la puesta en marcha de éste proyecto, por lo que se recomienda llevarlo a cabo.

BIBLIOGRAFÍA

1. BATEMAN, Alan M, Jensen, Mead L. ECONOMIC MINERAL DEPOSITS. John Wiley and sons Estados Unidos 1981.
2. BRADY, George S., Clauser Henry R., Vaccari John A.; MATERIALS HANDBOOK Cuarta Edición Mc Graw Hill 1997.
3. COSS, Bu Raúl, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN. Limusa, Noriega Editores, México 2ª Edición 1995.
4. COSTES, Jean; EQUIPOS DE EXTRACCIÓN Y DE PREPARACIÓN DE MINERALES, CANTERAS, GRAVERAS, MINAS. Editores Técnicos Asociados, S.A. Barcelona, España 1972
5. FERNÁNDEZ, Caliani Juan Carlos, Requena Abujeta Ana Ángeles; MINERALES Y ROCAS INDUSTRIALES DE HUELVA. Universidad de Sevilla, Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Huelva, 1992.
6. HARBEN, Peter W. Kuzvart Milos INDUSTRIAL MINERALS A GLOBAL GEOLOGY. bpc Wheatons Ltd. Exeter, Devon Inglaterra 1996.
7. HUSTRULID, William Kuchta M. OPEN PIT PLANNING AND DESIGN VOLUME 1 FUNDAMENTALS, A.A. Balkema/ Rotterdam/ Brookfield 1995.
8. KESLER, Stephen E. MINERAL RESOURCES, ECONOMICS AND ENVIROMENT. Mcmillan College Publishing Company, Inc.

9. MEDINA, Valenzuela Mario, Pineda Ramírez Álvaro, Trejo Repetta Alejandro EXPLORACIÓN, METALURGIA Y COMERCIALIZACIÓN DE MINERALES NO METÁLICOS EN MÉXICO, 1ª PARTE Consejo de Recursos Minerales, México 1990
10. SAMSÓ, López Eduardo; PIEDRAS GRANITOS Y MÁRMOLES Ediciones Ceac Barcelona España 1964.