

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
INFORME FINAL
ÁREA DE ESTUDIO PACHALUM - JOYABAJ



Estudio De Factibilidad
APROVECHAMIENTO DE GRANATE EN JOYERÍA



Guatemala, agosto de 2003

**MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO MINERO**



**INFORME FINAL DEL ÁREA DE ESTUDIO
PACHALUM-JOYABAJ
Y
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL
APROVECHAMIENTO DE GRANATE EN JOYERÍA**

GUATEMALA, AGOSTO DEL 2003.

DIRECTORIO

ING. RAUL EDMUNDO ARCHILA SERRANO
Ministro de Energía y Minas

Lic. JORGE GUILLERMO ARÁUZ AGUILAR
ING. RODOLFO FRANCISCO SANTIZO RUIZ
Viceministros de Energía y Minas

ING. PHILIP JUÁREZ PAZ
Director General de Minería

RODOLFO ERNESTO CALZIA RODRÍGUEZ
Sub - Director General de Minería

SR. MARIO ENRIQUE RODRÍGUEZ MARROQUÍN
Departamento Financiero de Minería

ING. OSCAR MALBERTO PINZÓN URIZAR
Jefe del Departamento de Control Minero

SRA. IDA KELLER
Coordinadora Unidad Administrativa Legal

ING. CARLOS HUMBERTO ALVARADO CARÍAS
Coordinador del Departamento de
Desarrollo Minero

Bs. GUILLERMO FERNANDO SCHEEL ALVAREZ
Coordinador del Departamento Derechos
Mineros

CRÉDITOS

Ing. Carlos Humberto Alvarado Carías
COORDINACIÓN DEL PROYECTO

Tec. Luis Carlos Andrino González
ESTRUCTURACIÓN DE CONTENIDO

Ing. Carlos Humberto Alvarado Carías
CONTENIDO GENERAL

Ing. Carlos Humberto Alvarado Carías
Ing. José Manuel Chavarría Iglesias
GEOLOGÍA, EXPLORACIÓN Y HALLAZGOS
MINERALES

Ing. Oscar Pinzón
APOYO EN EXPLORACIÓN DE CAMPO

Ing. Oscar Rosal
Ing. Estuardo Hernández
Ing. Carlos Humberto Alvarado Carías
PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

Lic. Mario Jocón Hernández
ESTUDIO DE MERCADO, ECONÓMICO Y
FINANCIERO

Ing. Alex Ricardo Vaidés Delgado
Rene fabricio izeppi Oliva
DIGITALIZACIÓN DE MAPAS

Liz Girón
Josue Higueros
Martín López
Danilo Jeréz Cuellar
Ing. Eversson Ordoñez
APOYO TÉCNICO

CONTENIDO

	DESCRIPCIÓN DEL TEMA	PAGINA
	PRESENTACIÓN	1
	SUMARIO	2
	ESTUDIO TÉCNICO	
	CAPITULO I - GENERALIDADES	
1	Definición del proyecto	4
2	Objetivos	4
3	Antecedentes	5
4	Localización	6
5	Extensión y descripción del área	6
6	Vías de acceso	7
7	Clima, vegetación y fauna	8
	CAPITULO II – ESTUDIO GEOLÓGICO – MINERO	
8	Geología regional	9
9	Geología local	10
10	Minerales y rocas identificados	12
11	Descripción y ubicación de yacimientos	13
	CAPITULO III – ESTUDIO SOBRE EL GRANATE	
12	Propiedades	16
13	Usos y aplicaciones	23
14	Análisis del granate de Guatemala	42
15	Resultados	45
	CAPITULO IV – ESTUDIO DE MINADO	
16	Generalidades	63
17	Descripción de los frentes de minado	64
18	Descripción del proceso de minado	65
19	Descripción de equipo y herramienta	69
	CAPITULO V – TALLER ARTESANAL	
	Generalidades	70
	Localización del taller	71
	Descripción del taller y especificaciones	72
	Descripción del equipo	74
24	Recurso humano	77
25	Proceso de producción	78
26	Control de calidad	82
27	Plan de producción	83
28	Transporte del producto final	83
	CAPITULO VI – MARCO LEGAL	
29	Ley de Minería	84
30	Otras disposiciones de la legislación nacional	88
	ESTUDIO DE MERCADO	
1	Definición del mercado	93
2	Descripción del mercado	93
3	Mercado del granate en Guatemala	94
4	Descripción del producto	95
5	Análisis de la demanda	97
6	Análisis de la oferta	98
7	Análisis de precios	100
8	Comercialización	101
9	Canales de distribución	101
	ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO	
1	Determinación de costos	103
2	Plan de inversiones	108
3	Proyección de ingresos	110
4	Análisis de sensibilidad con variaciones en el volumen de ventas y en la capacidad instalada	110
5	Punto de equilibrio	111
6	Evaluación económica	114
7	Análisis de resultados	115
	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍA	
	BIBLIOGRAFÍA	119
	ANEXOS	124

PRESENTACIÓN

El presente trabajo corresponde al informe final de un área estudiada por la Dirección General de Minería, la cual se ubica entre las poblaciones de Pachalum y Joyabaj, ambas del departamento de Quiché, por lo que al área se le denominó con el nombre de estas dos poblaciones. Además, el mismo se centra como un estudio de factibilidad para el desarrollo de un taller para la elaboración de piezas de granate para joyería, según el proyecto marco y denominado “Minería para el desarrollo de comunidades rurales”, el que tiene como objetivo desarrollar este tipo de estudios para aquellos recursos mineros que sean susceptibles de ser utilizados por las mismas comunidades mediante procesos de bajo costo.

Para su desarrollo, el informe se divide en tres partes básicas: el estudio técnico, el estudio de mercado y el estudio económico – financiero. En el primero se analiza el recurso minero y se establecen los procesos necesarios para la extracción y transformación, así como los recursos necesarios para hacerlo. En el segundo, se analiza el mercado actual de joyería para establecer y proyectar como será recibido este nuevo producto. En la última parte, se realizan los análisis económicos y financieros necesarios para establecer la factibilidad del proyecto.

El desarrollo de joyería basada en jade fue promovido por la empresa Jades S A, la que inició operaciones en 1974 a raíz del descubrimiento de un importante yacimiento de este tipo de roca en el departamento de Zacapa. La industria de joyería se ha establecido en Antigua Guatemala, cabecera del departamento de Sacatepéquez, lugar en el que se han desarrollado nuevas tiendas de joyería ofreciendo una amplia variedad de joyas (aretes, collares, pulseras, broches, entre otros), en las que se usa el jade en diferentes tamaños y colores.

Se considera que es factible poder diversificar el mercado nacional de joyería, agregando a la oferta, joyería basada en granate. Por lo anterior, este estudio tratará de establecer la factibilidad de que el granate pueda ser bien recibido por el mercado, la cual en su mayor parte tiene como consumidor final a los turistas que visitan nuestro país, dado el prestigio que goza nuestra joyería.

SUMARIO

Se realizó exploración en una región de 156 km², en un área comprendida entre las poblaciones de los municipios de Pachalum y Joyabaj, con el objetivo de establecer su potencial en la ocurrencia de minerales y rocas, así como identificar aquellos recursos que pudieran ser aprovechados mediante técnicas artesanales.

De los 156 km² prospectados, se realizó cartografía geológica en un área seleccionada de 96 km², con lo cual se pudo obtener un mapa geológico del área en estudio. A través de estos trabajos, se lograron identificar ocho afloramientos importantes de granate, el cual se determinó, es el recurso más abundante en la zona y que puede utilizarse para los fines del proyecto. Del trabajo realizado en campo y de los análisis realizados en laboratorio, se concluyó que sólo cinco de los ocho afloramientos, reunían condiciones suficientes para considerarse un depósito explotable.

De los trabajos de caracterización realizados en laboratorio, se concluyó que el granate existente en la zona es del tipo Almandino, el cual es muy apreciado en el ámbito internacional como una piedra preciosa para joyería, aunque también puede ser utilizada para la producción de abrasivos, principalmente por su dureza que es del orden de 7.5 de acuerdo a la escala de Mohs. Según pruebas realizadas de pulido y lustrado, se estableció que el granate de Guatemala puede ser utilizado para la fabricación de piezas de joyería, puesto que alcanza un brillo y lustre aceptable.

Se realizó una encuesta para el desarrollo del estudio de mercado y la determinación de costos, tanto de inversión como de operación. Pudo establecerse que actualmente existe una demanda por granate en las principales joyerías del país, las cuales deben importar el mismo de países como: México, España, India y varias ciudades de Estados Unidos. La demanda promedio de piezas de granate está alrededor de las 87,000 piezas anuales. Para establecer la oferta y el precio del producto a producir, se analizó el actual mercado de la joyería del jade, la cual tiene una operación similar a la que se plantea con el presente proyecto. Se pudo establecer que era posible producir granate en tres tamaños de: 5 mm, 8 mm y 10 mm y otros tamaños en formas diversas.

El documento contiene el detalle de los trabajos de extracción y procesamiento de granate, así como todo lo relacionado con los procesos y funcionamiento del proyecto. El trabajo termina con una evaluación económica y financiera del proyecto, la cual estableció que el proyecto es rentable y que es posible establecer un mercado que pueda tener un crecimiento constante en el futuro.

ESTUDIO TÉCNICO

ESTUDIO TÉCNICO

CAPITULO I GENERALIDADES

1. DEFINICIÓN DEL PROYECTO

Realizar trabajos de exploración en la región comprendida entre los municipios de Pachalum y Joyabaj, con el objetivo de evaluar su potencial en la ocurrencia de minerales y rocas. De estos estudios preliminares, identificar el o los minerales o rocas que puedan ser aprovechados mediante técnicas artesanales y realizar los trabajos que fueran necesarios para desarrollar un estudio de factibilidad para su aprovechamiento, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el proyecto marco denominado “Minería para el Desarrollo de Comunidades Rurales”.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Generales

- ◆ Conocer el potencial minero del área en estudio.
- ◆ Identificar los minerales o rocas que pueden ser aprovechados mediante técnicas artesanales.
- ◆ Elaborar un estudio de factibilidad para el aprovechamiento del o los minerales o rocas que hayan sido identificados y que puedan ser trabajados mediante procesos artesanales.
- ◆ Entregar el estudio de factibilidad a las comunidades de la región, a fin de que éstas puedan buscar las fuentes financieras para desarrollar el proyecto.
- ◆ Con acciones como las anteriores, el Ministerio de Energía y Minas, así como la Dirección General de Minería esperan:
 - ◆ Promover nuevas fuentes de trabajo.
 - ◆ Apoyar el desarrollo económico de la región.
 - ◆ Diversificar la producción en la región.

2.2 Objetivos específicos

- ◆ Realizar trabajos de exploración minera en la región, para la identificación, evaluación y cuantificación de yacimientos de minerales y rocas que puedan ser aprovechadas por las comunidades mediante técnicas artesanales.

- ◆ Realizar pruebas de laboratorio para la determinación de las características físicas y químicas de los minerales y/o rocas de los yacimientos en estudio, para el establecimiento de su calidad, así como para la identificación de las aplicaciones posibles.
- ◆ Seleccionar una o varias aplicaciones, de acuerdo a las características y necesidades de la población y diseñar los procesos de transformación.
- ◆ Diseñar técnicas de extracción y realizar pruebas de campo.
- ◆ Apoyar a requerimiento, a las comunidades con capacitación y soporte técnico para la puesta en marcha del proyecto.

3. ANTECEDENTES

El área nombrada en este estudio como Pachalum – Joyabaj, en el departamento de Quiché, ha sido poco estudiada desde el punto de vista geológico o minero. Se sabe que el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y la Misión Geológica Alemana en Guatemala (MGA), realizaron investigaciones geológicas en un área que comprende los departamentos de Baja Verapaz y Alta Verapaz (situadas al norte del país), a solicitud del gobierno de la República de Guatemala, en los años 1966 - 1969. Entre los resultados de esas investigaciones, se encuentran el cartografiado de 9 hojas geológicas a escala 1:50,000, de las cuales solo 6 fueron editadas por el IGN. Así mismo, se realizó inventario de los recursos minerales que se encontraban en la región, así como una prospección de yacimientos posibles. Los trabajos llegaron a la comprobación de yacimientos aprovechables económicamente de granate y distena, así como de capas extensas de yeso.

En 1999, el Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Minería, realizó trabajos de reconocimiento en el área como parte del desarrollo de una serie de documentos denominados “Oportunidades de Inversión en Minerales y Rocas Industriales”, trabajo a cargo del Ing. Carlos Humberto Alvarado Carías, quien visitó el área y encontró interesantes afloramientos de granate. Luego de varias visitas, propuso realizar un trabajo más formal en el área. El trabajo se intensifica en el año 2000, cuando el Ing. Alvarado es nombrado Director General de Minería. Se realizó exploración en la región y se ubicaron algunos yacimientos de granate al noreste de El Chol y al sur de Salamá, ambos municipios de Baja Verapaz; también al suroeste de Morazán, municipio de El Progreso, así como en las cercanías de Joyabaj y Pachalum, ambos municipios de Quiché.

El área con mayor potencial en granate, se ubicó en la región comprendida entre los municipios de Pachalum y Joyabaj, en la cual se realizaron trabajos de prospección, cartografiado geológico y se ubicaron yacimientos importantes de granate. También se realizó una prueba de perforación, la cual por la limitación de recursos técnicos y financieros, no alcanzó el éxito esperado. En el Anexo 2 se presenta la metodología empleada para la realización de los trabajos de exploración y cartografiado geológico.

Basado en los estudios realizados, mediante el Acuerdo Ministerial número AG-132-2001, fueron declarados 156 km² de la región, como Área Especial de Interés Minero. El trabajo de cartografiado geológico se limitó a un área de 96 Km².

Existe también el trabajo de tesis del ingeniero Herman Estuardo Hernández Girón, titulado “Estudio Preliminar a Nivel Planta Piloto para la Concentración y Separación del Gránate Almandino de un Esquisto Micáceo procedente de Pachalum, Municipio de Quiché Aplicando el Método de Separación por Gravedad en una Mesa Vibratoria Marca Denver y Diseño Wilfley No. 13”.

4. LOCALIZACIÓN

El área de estudio se encuentra comprendida dentro de las jurisdicciones de los municipios de Pachalum y Joyabaj, en el departamento de Quiché. El acceso principal es por la cabecera municipal de Pachalum, la cual se encuentra ubicada en la parte sureste del departamento de Quiché, cuyas coordenadas UTM son N=1651230; E=751300 a una altura de 1350 msnm.

Geográficamente Pachalum colinda al norte con el municipio de Cubulco, Baja Verapaz, al sur con el municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala, al sudeste con el municipio de San Raymundo del departamento de Guatemala y al noroeste con el municipio de Joyabaj del departamento de Quiché. Anexo No.1.

5. EXTENSIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El Área Especial de Interés Minero Pachalum – Joyabaj abarca una extensión superficial de ciento cincuenta y seis kilómetros cuadrados (156 km²). Está delimitada por las coordenadas UTM indicadas en la siguiente tabla.

Tabla No.1: Coordenadas UTM de los vértices que limitan el Área Especial de Interés Minero Pachalum Joyabaj.

VERTICE	NORTE	ESTE
1	1,663,000	742,000
2	1,663,000	754,000
3	1,650,000	754,000
4	1,650,000	742,000

Sin embargo la región estudiada abarca 96 Km² en el flanco sur del área antes indicada. La misma se encuentra delimitada por el polígono conformado por las coordenadas UTM indicadas en la Tabla No. 2 y como se muestra en el Anexo No. 1.

Tabla No. 2: Coordenadas UTM de los vértices que limitan el área de estudio de 96 km².

VERTICE	NORTE	ESTE
1	1,658,000	742,000
2	1,658,000	754,000
3	1,650,000	754,000
4	1,650,000	742,000

En general, el área estudiada forma parte de la prolongación longitudinal de la sierra de Chuacús, compuesta principalmente por rocas metasedimentarias. Dentro de los principales cuerpos geológicos cartografiados se encuentran: esquistos y gneises granatíferos, esquistos y gneises de biotita, serpentinitas y algunos depósitos pomáceos eólicos.

6. VÍAS DE ACCESO

Vías de acceso a la cabecera municipal de Pachalum:

- ◆ Saliendo de la ciudad Capital, por la calzada San Juan, conduciéndose por la ruta nacional No. 5, pasando por San Pedro y San Juan Sacatepéquez ambos municipios del departamento de Guatemala, se llega a pachalum; en total la distancia de la ciudad Capital hasta esta población es de 83 Km.
- ◆ Saliendo de la ciudad Capital, por la calzada San Juan, luego de pasar la colonia La Florida, zona 19, puede tomarse por el bulevar El Caminero, pasando por las colonias San Francisco, Carolingia y Lo de Bran, se toma la ruta que pasa por Ciudad Quetzal hasta llegar a la cabecera municipal de San Raymundo, carretera departamental No. 5. Luego se retoma la ruta departamental No. 4, para arribar a Pachalum por la ruta nacional No. 5.
- ◆ También es posible salir de la capital por la calzada Roosevelt, ruta nacional CA-1, llegar hasta la altura de San Lucas Sacatepéquez, virar hacia la derecha hacia la carretera que conduce a la población de Santiago Sacatepéquez, para continuar hasta arribar a la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez. De aquí en adelante, se continúa por la ruta nacional No. 5 hasta llegar a Pachalum.

Una vez se ha arribado a la cabecera municipal de Pachalum, existen dos rutas para acceder a los principales afloramientos de granate, siendo estas:

- ◆ Partiendo en dirección noroeste de Pachalum y conduciéndose por la ruta nacional No. 5, en dirección a la población de Joyabaj, se pasa por las siguientes zonas de muestreo: Palibatz y Suchipup. Esta ruta se encuentra asfaltada desde la ciudad de Guatemala hasta Pachalum, continua hacia Joyabaj con 10 km asfaltados y 20 km de carretera de terracería en buenas condiciones.

- ◆ Partiendo de Pachalum en dirección noreste, por carretera de terracería, transitable en verano y en invierno con vehículos de doble tracción, aproximadamente a 5 km, se localiza la zona denominada Pozas de Saltán; la zona Moritas se localiza al norte de Pachalum a unos 5.8 km en línea recta.

7. CLIMA, VEGETACIÓN Y FAUNA

7.1 Clima

En el área especial de interés minero, el clima del área se clasifica como “Aw” (Húmedo-Seco Tropical) predominando una temperatura semicálida, con invierno benigno. La temperatura del área se mantiene aproximadamente entre 18.7° a 27° Celsius. La precipitación media durante la estación húmeda es menos de 1,500 mm de lluvia. La temperatura promedio anual es de 22.5° Celsius. Las temperaturas extremas presentadas son: la máxima de 29° y la mínima de 18° Celsius.

7.2 Vegetación

Los productos agrícolas del área incluyen los cultivos de maíz, café, frijol, tomate y caña de azúcar, que cultivan para la fabricación de la panela y aguardiente clandestino. Además se cultiva en menores cantidades productos como el sorgo, cítricos, banano y plátano.

Debido a las características climáticas, edáficas y topográficas, las partes más elevadas y no cultivables de la zona de estudio, están cubiertas por flora silvestre dentro de la cual puede mencionarse pajales, predominando la cola de zorro, *chichicaste amarantus espinosus*, *mozote Cenchrus echinatus* y *escobillo*. Las plantas medicinales que pueden encontrarse son: yerbabuena, té de limón, salvia santa, verbena, y el apazote. Las especies usadas en la construcción son: *tecoma estands*, *gliricida septium*, *pinus sp.*

7.3 Fauna

La fauna doméstica esta constituida principalmente por aves de corral, cerdos, perros, gatos, ganado caballar (mulas, caballos, burros y yeguas) y ganado vacuno (bueyes, vacas lecheras, novillos y toretes).

La fauna silvestre esta integrada por ardillas, gatos de monte, serpientes de cascabel, bejuquillo, cantil, masacuata y diversidad de batracios. Existen especies en vías de extinción: los mapaches, tepezcuintles y pizotes.

En las aguas del río Saltán y Quebrada Grande existen crustáceos de agua dulce y peces conocidos como: tilapia, guapote y bagre, que son un complemento de la dieta alimentaria de los pobladores de esta región.