

2ej
10

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



PROSPECCION MINERA EN EL AREA DEL
MINERAL DE DOLORES, MUNICIPIO DE
MADERA, CHIH.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A N :

SEBASTIAN GALINDO ARGUETA
EDGAR ALEJANDRO MEJIA MONTIEL
MARCO ANTONIO MENDEZ GARZA
LUIS PACHECO MUJICA



MEXICO, D. F.

1989

1719 CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

I N D I C E

I.-	INTRODUCCION	
	I.1. Objetivo del trabajo.....	1
	I.2. Método de trabajo.....	2
	I.3. Antecedentes Históricos.....	7
II.-	GEOGRAFIA	
	II.1. Localización y Extensión del Area.....	11
	II.2. Acceso y Vías de comunicación.....	11
	II.3. Economía de la Región.....	12
III.-	FISIOGRAFIA	
	III.1. Situación Fisiográfica.....	16
	III.2. Orografía.....	17
	III.3. Hidrografía.....	18
IV.-	GEOLOGIA	
	IV.1. Introducción.....	20
	IV.2. Litología y Estratigrafía.....	21
	IV.2.1. Rocas Sedimentarias.....	21
	IV.2.2. Rocas Volcánicas.....	25
	IV.2.3. Rocas Subvolcánicas.....	28
	IV.3. Geología Estructural.....	30
	IV.4. Geología Histórica.....	32
V.-	YACIMIENTOS MINERALES	
	V.1. Paragénesis, Guías Mineralógicas.....	38
	V.1.1. Mineralogía.....	38
	V.1.2. Alteraciones Hipogénicas.....	39
	V.2. Alteración Supergénica.....	39
	V.3. Aspectos Económicos.....	40
	V.3.1. Descripción de Obras.....	42
	V.3.2. Muestreo.....	42
	V.3.3. Leyes y Tonelaje.....	45
	V.4. Roca Encajonante.....	51
	V.5. Estructura de la Mineralización.....	52
	V.6. Hipótesis Genética.....	54
VI.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
	VI.1. Conclusiones.....	57
	VI.2. Recomendaciones.....	60
	APENDICE PETROGRAFICO.....	61
	BIBLIOGRAFIA.....	72
	ANEXOS	

C A P I T U L O I

I N T R O D U C C I O N

I.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

I.2 METODO DE TRABAJO

I.3 ANTECEDENTES HISTORICOS

I.1. OBJETIVO DEL TRABAJO.

El estudio Geológico-minero de un yacimiento tiene como finalidad encontrar nuevos cuerpos de mineral o ampliar los ya conocidos para incrementar sus reservas, y de esta forma, prolongar su periodo de explotación. Asimismo, es importante, en el estudio de un distrito, determinar de una manera concreta, las guías de mineralización que puedan ser útiles en la prospección minera de áreas vecinas.

El mineral de Dolores se encuentra enclavado en una zona del País donde existe una multitud de distritos mineros cuya explotación ha sido incipiente; por tanto, el objeto del presente trabajo es por una parte, incrementar las reservas del mineral de Dolores y por otra, fijar las normas de la prospección minera que podrán servir de guía en el poniente del estado de Chihuahua.

Dadas las condiciones geológico - mineras de la región de estudio, es perfectamente factible integrar una zona minera formada por varios distritos entre los que se encuentran: Huaynopita, y Moris en Chihuahua, así como Tarachi y Mulatos en Sonora, por mencionar solo algunos de ellos. Si se inicia la explotación formal del área de estudio, se podrán tener las bases económicas para llevar a cabo una explotación integral de los distritos mineros citados. De esta manera se estará en condiciones de crear una poderosa industria minera en esa región del país.

Si se tiene en cuenta el estado actual de la economía de México es necesario hacer hincapié en que solo si se llevan a la

realidad proyectos mineros como el descrito, la Minería Mexicana estará en condiciones de contribuir de forma positiva a resolver en parte los problemas del momento. Tal es la intención del trabajo que ahora se presenta.

I.2 METODO DE TRABAJO

Para hallar yacimientos minerales o encontrar otras estructuras mineralizadas en los distritos mineros ya conocidos, se sigue una determinada secuencia de estudios y técnicas que ha sido afinada a través de los años por los exploradores geólogo - mineros; hoy día se resume como las "FASES DE LA PROSPECCION MINERA";

FASE I.- Infraestructura (Bibliografía y teledetección).

Documentación: Recopilación de la información existente.

Cartografía: Establecimiento de planos topográficos, Geofísicos, etc. de base.

FASE II.- Investigación estratégica (Martillo, aluvionar, aerogeofísica, etc.).

Exploración regional: Indicios directos e indirectos. Métodos geológicos, geofísicos, geoquímicos y de laboratorio.

FASE III.- Prospección de indicios (Cartografía, geoquímicas detalladas, aluvionar, geofísica detallada).

Prospección minera: Trabajos directos para poner en evidencia nuevos depósitos o ampliar los ya

conocidos: Barrenación, muestreos, laboratorio, etc.

FASE IV.- Evaluación (interpretación geológica, control geoestadística).

Geometrización, cubicación, cuantificación.

Estudio sistemático: Barrenación, muestreo.

Ensayos industriales de tratamiento. Cuando la prospección ha llegado hasta esta fase, se toman decisiones definitivas si se continúa o no el desarrollo del depósito mineral.

FASE V.- Explotación.

Métodos de explotación: Conjunto de técnicas características de las industrias de extracción de minerales.

FASE VI.- Beneficio.

Flotación, metalúrgia, etc.: tareas dirigidas al procesamiento mineral, desde el momento que es extraído de la mina hasta la elaboración del producto final.

FASE VII.- Mercadotecnia.

Política internacional. Sujeta a oferta y demanda.

Para el mineral de Dolores, Chih. fueron desarrolladas únicamente las tres primeras fases, las cuales se enumeran y desglosan a continuación.

FASE I.- INFRAESTRUCTURA

a. Documentación: debido a que los estudios existentes en el área son escasos, se procedió a hacer un análisis de los estudios geológicos que circundan a la localidad; éstos, son los siguientes:

a.1. Interpretación de la imagen de satélite G-3 "MADERA" (Archivo Técnico. del C.R.M.). Con este estudio se lograron seleccionar zonas que de acuerdo a la mineralogía empleada, son las de mayor potencial para contener mineralización de tipo metálico, además de contener un estudio geológico a semidetalle del área cubierta por la imagen.

a.2. Geología de México, Vol. II, López Ramos, 1979, el cual proporciona una noción general sobre la geología y eventos tectónicos que han sucedido para la formación de la Sierra Madre Occidental, así como nociones sobre la formación de sus yacimientos minerales.

a.3. Reconnaissance Geology of the Yécora - Ocampo área, Sonora y Chihuahua, México - Nel Thomas Bockeven, Ph. D. The University of Texas at Austin, 1980, Supervising Professor Fred W. Mc. Dowell; este estudio consiste en un reconocimiento geológico de casi 2500 Km² en la Sierra Madre Occidental, donde trata el autor de exponer la relación que existe entre la formación de calderas, el emplazamiento de intrusivos riolíticos y la formación de estructuras mineralizadas, así como una breve historia de los eventos

geológicos más importantes en esta parte de la Sierra. Estos corresponden a la formación de las secuencias volcánicas Superior e Inferior y la importancia de su basamento (que en la parte de Ocampo muestra rocas sedimentarias). Así mismo, en el área de Ocampo se manifiesta una relación entre la ubicación de las minas de oro y plata con estructuras de caldera e intrusiones; los depósitos son generalmente de tipo veta y están especialmente bien desarrollados, donde coinciden la caldera, la cuenca y lineamientos estructurales. Estos informes entre otros, permitieron definir una visión más amplia del marco geológico minero del área estudiada.

a.4 En la región se realizaron los trabajos de González Reyna, (Memoria Geológica Minera del Estado de Chihuahua, XX Congreso Geológico Internacional, 1956).

a.5. El de los ingenieros Roberto Chávez G y Guillermo García H. (Informe Preliminar de Reconocimiento, Mineral de Dolores, Municipio de Ciudad Madera, Chih., 1980); en éste informe hacen un estudio geológico - minero preliminar enfocado a las leyes de las muestras tomadas en las estructuras, así como la descripción del desarrollo minero del Mineral de Dolores desde su inicio hasta la actualidad. Este trabajo tuvo como propósito conocer las posibilidades de rehabilitar el Distrito Minero en cuestión.

b. Cartografía: El levantamiento se llevó a cabo en tres etapas que se describen a continuación:

b.1. Conectar topográficamente las obras mineras por el método de estadia con elaboración de planos a escala 1:2000.

b.2. Con la colaboración del Departamento de Cartografía del Consejo de Recursos Minerales, se elaboró el plano de restitución fotogramétrica a escala 1:5000.

b.3. Levantamiento topográfico de interior de mina con brújula colgante y cinta de lienzo. Se hicieron planos escala 1:500.

FASE II. INVESTIGACION ESTRATEGICA

a. Exploración regional: Para llevar a cabo esta prospección se hicieron treinta secciones transversales a las estructuras con rumbo E-W, con una longitud de 3000 m cada una y una separación de 100 m entre cada línea. Los datos obtenidos fueron pasados al plano de restitución fotogramétrica escala 1:5000 (plano No.2).

FASE III. PROSPECCION DE INDICIOS

a. Prospección Minera. Se iniciaron estos trabajos de exploración con caminamientos con muestreo sobre las principales vetas con brújula Brunton y cinta de lienzo de 50 m. Para el desarrollo del mismo se colocaron estacas en las obras mineras existentes y se tomaron éstas como punto de referencia para vaciar la información obtenida al plano topográfico y así conectar las obras a escala 1:2000 (plano No.3).

El muestreo no pudo ser sistemático debido a que las estructuras

como vetas ciegas y en otras, lo abrupto del terreno hace imposible su mapeo. Sin embargo, la parte de las estructuras como las de El Macho, Alma de Maria y San Francisco se desarrolló un muestreo que se hizo por secciones y se tomó en cuenta además de las vetas, la tabla al alto y al bajo de las estructuras.

b. Con base a los planos de interior de mina se hizo un levantamiento geológico (escala 1:500) y un muestreo sistemático a cada 2 m. Se tomaron un gran total de 873 muestras.

c. Finalmente, con base a los datos recabados, tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa, se desarrolló su análisis e interpretación en forma integral y detallada, de donde se derivaron toda una serie de posibilidades económico - mineras de la zona de estudio.

I.3. ANTECEDENTES HISTORICOS

Se sabe de la explotación del mineral de Dolores desde la mitad del siglo pasado (1860 aproximadamente), cuando gambusinos provenientes de Mulatos, Son., descubrieron oro de placer en el Arroyo San Francisco; más tarde, fueron descubiertas las vetas de donde provenia el oro.

Posteriormente dos Particulares, llamados Casavantes y Tracy denunciaron la zona, éstos a su vez, en 1898, vendieron los intereses de ambos en 50,000.00 dólares a una compañía que operó formalmente (se desconoce el nombre de esta). En esa época se localizaron clavos en vetas con potencias que variaban de 12 a 30 cm; se explotó mineral al alto de la veta con valor de 750

dólares la tonelada. Dicha compañía vendió los derechos de la mina a Dolores Mining Company, de capital inglés y norteamericano. El monto de la operación fué de 1'250,000.00 dólares.

Por último la Dolores Mining Company abandonó los trabajos por disturbios en el año de 1920 y por haberse incendiado las instalaciones de la planta.

Posteriormente se creó una compañía por dos ex-empleados quienes la denominaron Chávez y Aguayo. De datos bibliográficos se sabe que de 1922 a 1930 extrajeron 368,386 ton de mineral que dieron 3387 kg de oro y 178,274 kg de plata.

Las últimas actividades fueron llevadas a cabo primordialmente en las minas Alma de María y la Central, donde gambusinos del lugar extrajeron algunos lotes de mineral escogido, sacado de los pilares de la mina Alma de María; ésto ocurrió en la época de los 60's aproximadamente.

Actualmente el Sr. Lic. Saenz Ortiz es concesionario de los fundos mineros siguientes:

Nombre	Título	Superficie
San Judas Tadeo	19400	150 has.
Real de Cananea	19412	594 has.
Ampliación Real de Cananea	19528	Desconocida
Alma de María	19557	Desconocida

Los últimos dos, envuelven a los dos primeros, los cuales suman una superficie de 744 has.

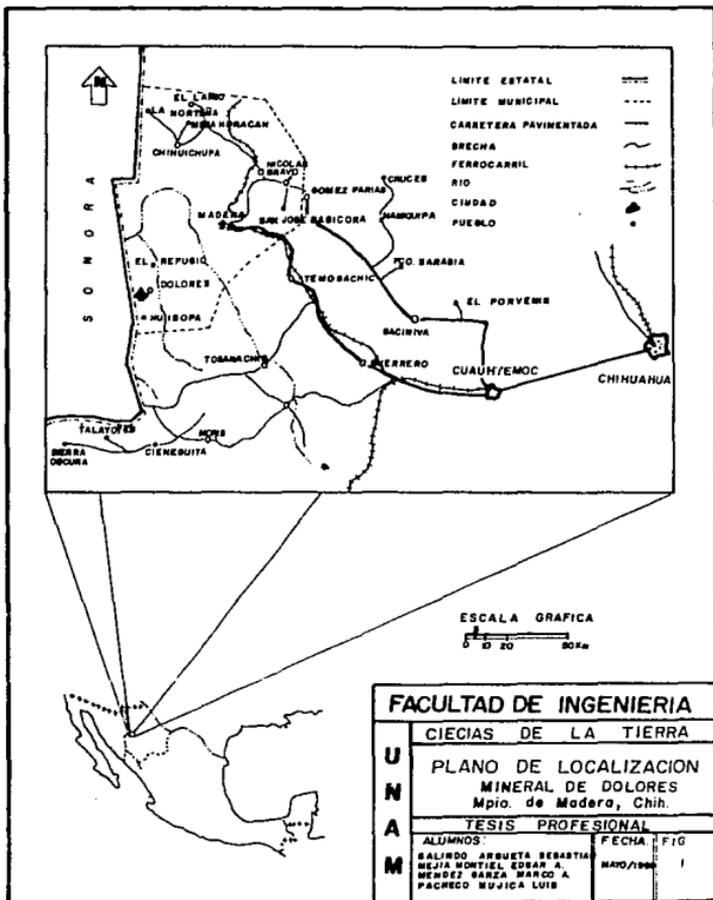
C A P I T U L O I I

G E O G R A F I A

II.1 LOCALIZACION Y EXTENSION DEL AREA

II.2 ACCESO Y VIAS DE COMUNICACION

II.3 ECONOMIA DE LA REGION



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	CIECIAS DE LA TIERRA	
	PLANO DE LOCALIZACION MINERAL DE DOLORES Mpio. de Madera, Chih.	
	TESIS PROFESIONAL	
	ALUMNOS:	FECHA: FIG
SALVINO ARBUETA SEBASTIAN NEJIA MONTIEL EDGAR A. MENDOZ GARCIA MARCO A. PACRECO MUJICA LUIS	MAYO/1996	1

II.1. LOCALIZACION Y EXTENSION DEL AREA.

La zona de estudio se encuentra localizada en la parte occidental del estado de Chihuahua, hacia la porción central.

Desde el punto de vista político, colinda con los límites del estado de Sonora, dentro del Municipio de Madera, cuya cabecera lleva el mismo nombre. El mineral de Dolores está ubicado a 48 Kms. en línea recta de Ciudad Madera, con rumbo S 58°W.

Las coordenadas geográficas de los límites del área son las siguientes:

28°58'57" y 29°00'30" de latitud norte.

108° 30'23" y 108°32'12" de longitud al oeste del meridiano de Greenwich.

Las coordenadas mencionadas abarcan un área de 744 hectáreas. (plano 3).

II.2. ACCESO Y VIAS DE COMUNICACION.

El acceso al área de estudio, presenta bastantes dificultades pues no existe hasta la actualidad ninguna carretera o camino que la conecte con el exterior; por otra parte, el relieve intrincado, también entorpece el arribo a la región.

En estas condiciones, las vías de acceso son:

a) Aérea.

El mineral de Dolores cuenta con una pista de aterrizaje para aviones pequeños; está ubicada a 3 Kms. en línea recta al SSW de la mina. Existen servicios de taxis aéreos desde: Sahuaripa, Son.; Hidalgo del Parral y Chihuahua, Chih..

b) Terrestre.

De la Ciudad de Chihuahua parte la carretera estatal No. 16 que pasa por las siguientes ciudades y poblados: Cuauhtémoc, Guerrero, Temósachic, Estación Yepómera y finalmente Ciudad Madera; este trayecto tiene un recorrido de 290 Kms.. De Ciudad Madera existe un camino de terracería que llega al aserradero del ejido de Huisopa; a los 48 Kms. de Ciudad Madera se continúa a pie o en bestia un trayecto aproximado de 40 Kms..

II.3. ECONOMÍA DE LA REGION.

El poblado llamado Mineral de Dolores tiene una cantidad muy reducida de habitantes (en 1982 no llegaban a 500) y carece de cualquier tipo de infraestructura. La mayoría de las casas están construidas de adobe con techos de lámina o madera.

Las fuentes principales de ingresos de todo el Municipio de

Madera son: explotación forestal y la cria de los ganados tanto bovino como caprino.

El agua para la población de Dolores es aportada por un ducto (manguera) desde un manantial que brota a unos 500 m del poblado; con la ayuda de la topografía del terreno, el agua se transporta por gravedad. por otra parte existe una pequeña represa construida en el auge de la explotación minera (fines del siglo XIX y principios del siglo XX) en la Mesa del Pinal; esta represa tiene una capacidad de 75 000 m y su objetivo es almacenar agua para la época de sequía. Desde el punto de vista educacional, en el Mineral de Dolores existe una escuela primaria completa y en la cabecera del municipio también existen secundaria y preparatoria

C A P I T U L O III

F I S I O G R A F I A

III.1 SITUACION FISIOGRAFICA

III.2 OROGRAFIA

III.3 HIDROGRAFIA



III.1 SITUACION FISIOGRAFICA

De acuerdo con Raisz (1964), quien dividió la República Mexicana en una serie de provincias fisiográficas, el área de estudio se encuentra localizada en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental. (fig. No. 2).

La provincia se extiende en dirección NW-SE desde Alaska (Sierra de las Rocallosas), hasta el paralelo 21, donde se encuentra con la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico. La Sierra Madre Occidental esta limitada al oriente por la provincia de la Mesa Central y al poniente por la Llanura Costera de Sinaloa y el Desierto de Sonora; tiene una longitud aproximada de 1500 Km. por 300 Km. de ancho.

Geológicamente esta Sierra es de contextura variable; de acuerdo con su fisiografía consiste en una gran elevación sobre el nivel del mar; tiene desniveles promedio sobre la Planicie Costera de 1500 a 3000 m. La erosión ha modelado gruesas secuencias volcánicas de edad Cenozoica, tales como: riolitas, tobas, ignimbritas y andesitas intercaladas, que en una actitud casi horizontal, forman una gran mesa o plateau que es el rasgo dominante en toda la provincia. La secuencia volcánica descansa sobre un basamento más antiguo compuesto por rocas metamórficas, sedimentarias e igneas intrusivas.

III.2. OROGRAFIA

Los rasgos orográficos de la Sierra Madre Occidental son el resultado directo tanto de la tectónica como de la actividad ígnea de la región; por otra parte el relieve topográfico actual es el resultado de la actividad erosiva de los agentes de intemperismo, entre los que destacan los arroyos que fluyen hacia el SW y que han modelado a las rocas de un modo diferencial. Las elevaciones se presentan seccionadas por barrancas de cierta importancia, algunas de ellas con paredes acantiladas resultado de fracturamientos y fallamiento.

El área de estudio se caracteriza por la presencia de sierras alargadas con orientación NW-SE; se observa un relieve accidentado que a veces remata en escarpes muy abruptos.

Las eminencias más prominentes que se localizan dentro del área se conocen con el nombre de El Mayito, La Mesa del Pinal, Cerro Blanco, Agua Hedionda, Cerro de Calaveras, Jacales, Zapote, Mesa de la Cebadilla y La Mesa de San Agustín, constituidas principalmente por derrames volcánicos, con elevaciones que oscilan entre 1300 y 2000 M.S.N.M..

III.3 HIDROGRAFIA

El sistema fluvial de la región pertenece a la vertiente del Pacífico. Según Terrones Langone (1940), las corrientes de agua que forma la vertiente del Pacífico escurren en estrechos valles de gran profundidad llamados "quebradas" los que se amplían al penetrar en la angosta Llanura Costera del Pacífico.

Hidrográficamente el área pertenece a la cuenca del Río Yaqui que vierte sus aguas en el Océano Pacífico, cuyo sistema hidrográfico está compuesto principalmente por los ríos Papigochic, Aros, Tutuaca, Mulatos, Sahuaripa, Bacanora, Moctezuma y los arroyos San Francisco y Dolores; en general, el área presenta un drenaje con arreglo de tipo dendrítico bien integrado y controlado por las características tectónicas y litogeomorfológicas.

Unidos el Río Aros y el Moctezuma, la corriente toma una dirección N-S, ya con el nombre de Río Yaqui. Al sur de la confluencia de estos ríos se encuentra la Presa del Novillo (Plutarco Elías Calles) con capacidad de 2925 millones de metros cúbicos que permite el riego de los cultivos por medio de canales de irrigación.

C A P I T U L O I V

G E O L O G I A

IV.1 INTRODUCCION

IV.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

IV.2.1 ROCAS SEDIMENTARIAS

IV.2.2 ROCAS VOLCANICAS

IV.2.3 ROCAS SUBVOLCANICAS

IV.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

IV.4 GEOLOGIA HISTORICA

IV.1 INTRODUCCION

La geología de la región dónde se encuentra el mineral de Dolores se caracteriza por estar constituida por rocas ígneas volcánicas y subvolcánicas que descansan en discordancia angular sobre rocas sedimentarias preterciarias. Según el Dr. Genaro González Reyna (1), sobreyacen a un basamento cristalino formado por esquistos cloríticos, los cuales afloran en el arroyo de Dolores; sin embargo, éste afloramiento no fue observado durante el desarrollo del presente trabajo.

Por otra parte se considera importante dar una descripción detallada de la litología sedimentaria mesozoica pues en la región existen afloramientos de estas rocas en las inmediaciones de los Distritos Mineros vecinos. También se describirán las rocas ígneas por su íntima relación con la mineralización.

(1) Memoria Geológico - Minera del Estado de Chihuahua XX Congreso Geológico Int. (1956).

IV.2 LITOLOGIA Y ESTRATIGRAFIA

IV.2.1. ROCAS SEDIMENTARIAS

Las rocas más antiguas de la región, consisten en una sucesión de areniscas cuarcíticas con intercalaciones delgadas de lutitas y conglomerados, así como areniscas y lutitas con intercalaciones de carbón; a esta secuencia se le conoce como Grupo Barranca. Este nombre se propuso para definir las formaciones del Mesozoico Inferior (Triásico Superior -Jurásico Inferior), que afloran en la región del Río Yaqui en las cercanías de Tónichi y San Marcial en la parte central del Estado de Sonora. En razón de las diferencias litológicas que existen entre la parte superior e inferior del Grupo Barranca, las cuales están separadas por una unidad fosilífera, cada parte de dicho grupo fue considerada como formación.

Como se puede observar en la sección generalizada de la imagen de satélite (con clasificación de la NASA E 1262-17175 con coordenadas del centro de la imagen 28° 58' de latitud Norte y 108° 50' de longitud Oeste de Greenwich), con nominación del C.R.M. como G-3 "MADERA", es muy factible que las andesitas estén sobrepuestas a las rocas sedimentarias. Estas podrían corresponder a las lutitas negras de la Formación Barranca (Triásico-Jurásico), localizado a 20km al W en línea recta sobre el Río Nátorá, Son; no obstante es posible considerar también a las calizas cretácicas que afloran en el mineral de Guaynopita, Chih., a 20km al N en línea recta del mineral de Dolores, dentro del municipio de Madera, Chih.

FORMACION ARRAYANES

Se da el nombre de Formación Arrayanes, a la sucesión de areniscas cuarcíticas con intercalaciones delgadas de lutitas y conglomerados que afloran en el Arroyo de los Arrayanes, 3Km al NE del Rancho de la Barranca, que se encuentra sobre el camino que liga Tecoripa con Tónichi, Son.

Litología y espesor:

Las areniscas cuarcíticas se encuentran cementadas por sílice y la mayoría son de color gris claro. Las lutitas presentes en la parte inferior de ésta formación son de color rojizo y verdoso, mientras que las lutitas de la parte superior son algo arenosas y tienen un color gris claro. Dentro de las areniscas se encuentran frecuentemente en forma de lentes, capas de conglomerados compuestos de cantos y guijas de pedernal negro y blanco.

La Formación Arrayanes descansa en discordancia angular sobre caliza probablemente de edad Paleozoica y está cubierta por la Formación Santa Clara a través de un contacto transicional. En la Sierra de San Javier, esta formación tiene un espesor de 100 metros.

Edad y Correlación: la edad de la formación es post-paleozoica y precárnica, ya que las capas fosilíferas que la sobreyacen son del Cárnico. Esta unidad litoestratigráfica fué cartografiada geológicamente por Wilson y Rocha (1946) y por Avila (1960) quienes la consideraron como miembro inferior de la "FORMACION BARRANCA".

FORMACION SANTA CLARA

Definición:

Con este nombre se denomina la sucesión de estratos compuestos de areniscas y lutitas con intercalaciones de carbón, que aflora en las cercanías de la estación de Santa Clara, de donde toma su nombre. La localidad tipo se encuentra en los arroyos de Pié de la Cuesta y Tarahumara, situados inmediatamente frente a la estación de Santa Clara, sobre el camino que liga Tecoripa con Tónichi, Son.

Litología y Espesor:

La sección tipo, fue medida por Wilson y Rocha (1946, p. 26-27), de la siguiente manera: areniscas grises, lutitas arenosas, lutitas carbonosas y capas de carbón con un espesor de 370.5 metros. La Formación Santa Clara descansa sobre la formación Arrayanes y está cubierta por la Formación Coyotes, ambos contactos son de tipo transicional. El espesor total de esta formación es de aproximadamente 400 metros. En esta formación la fauna es muy abundante ya que cada especie está representada por muchos ejemplares pertenecientes a un corto número de géneros. Está constituida exclusivamente por pelecípodos, braquiópodos, cefalópodos y escafópodos.

Edad y Correlación:

La edad cárnica de esta formación se establece por primera vez y se basa sobre todo en el estudio de invertebrados marinos y en

datos paleobotánicos presentados en la parte dos y tres de la Paleontología Mexicana.

FORMACION COYOTES

Definición:

Se denomina Formación Coyotes a las areniscas cuarcíticas con intercalaciones delgadas de lutitas y conglomerados que afloran a lo largo del camino que liga Tecoripa con Tónichi, entre la Mina Santa Fé y Tarahumara.

Litología y Espesor:

Las areniscas cuarcíticas están bien cementadas, varían desde grano fino a grueso y son de color gris claro, las lutitas son de color gris claro y las capas de conglomerados están compuestas por cantos gruesos de pedernal negro y blanco, por lo que esta formación es muy parecida a la Formación Arrayanes.

Un rasgo que sirve para distinguir las formaciones, según Avila (1960) es la diferencia de color de las capas de lutitas presentes en ambas formaciones, son de color rojizo y verdusco en la Formación Arrayanes y gris en la Formación Coyotes. El espesor aproximado de esta formación es de 650 metros y descansa sobre la Formación Santa Clara mediante contacto transicional; está cubierta en discordancia angular, con rocas volcánicas de composición andesítica o riolítica de la Formación Tarahumara.

Edad y Correlación:

La edad probable de la Formación Coyotes es Postcárnica-precretácica, ya que la Formación Tarahumara es de edad cretácica.

IV.2.2. ROCAS VOLCANICAS

Rocas volcánicas en derrames y piroclastos terciarios de composición andesítica y riolítica descansan sobre basamento preterciario del Distrito Minero; subyacen a la secuencia volcánica de basalto y conglomerados contemporáneos.

a) Andesitas

Son las rocas más antiguas que se observan en el Distrito, existen pequeños afloramientos sobre el Arroyo de Dolores así como en el socavón GM-AM 37; dichos afloramientos no han sido mapeados sobre el plano geológico regional debido a que son muy pequeños.

Las andesitas tienen un color gris verdoso con estructura compacta y textura porfídica; presentan fenocristales de plagioclasas subhedrales que llegan a medir hasta dos milímetros de diámetro en una matriz afanítica. El espesor de estas rocas es de 90 a 300 metros en el municipio de Cusiuhuiriacich.

La edad por correlación con las andesitas de la porción NW del Distrito de Santa Bárbara de éste mismo estado es Oligoceno. Por su posición estratigráfica y litológica se le puede correlacionar

con las formaciones Andesita Cusi y Buenos Aires del Municipio de Cusiuhuirachic, así como también con las andesitas de principios del oligoceno del Distrito de Santa Bárbara, todos del mismo estado de Chihuahua.

b) Tobas Andesíticas

Tres paquetes de materiales piroclásticos de composición andesítica sobreyacen a las andesitas descritas en el inciso inmediato anterior, las cuales se mencionan a continuación de acuerdo a su orden de depósito:

b.1. Inician los depósitos con capas de materiales piroclásticos con cenizas volcánicas, las que presentan una pseudoestratificación con matriz de grano fino y de color gris oscuro.

b.2. Se presenta posteriormente un aglomerado andesítico de color verde oscuro, el cual exhibe una estructura de exfoliación con un diámetro promedio de 10 a 15 cm., y las láminas que se desprenden tienen de 2 a 5 mm. de espesor.

b.3. Las últimas emanaciones de material piroclástico son de tobas de grano fino pseudoestratificadas de color gris oscuro.

Toda la secuencia andesítica volcánica como piroclástica es más antigua que las ignimbritas de composición riolítica y en conjunto tienen un espesor del orden de los 100 metros (Geomimet, 1979).

c) Toba Riolitica

Sobreyacen a las tobas andesiticas, unas tobas de naturaleza riolitica. Se reconocen dos paquetes diferentes de esta roca.

c.1. El primero que constituye la base consiste en una toba litica de color rosa, con pseudoestratificación, con cláston de hasta 0.5 cm. de diámetro; presenta textura compacta masiva y afanítica. Como minerales esenciales presenta cuarzo y feldspatos, como secundarios óxidos y alteracion de sus plagioclasas (caolinización); esta roca se encuentra cementada por cenizas volcánicas.

c.2. La segunda es una brecha riolitica con clastos de 1 a 5 cm. de diámetro, la cual se encuentra cementada con cuarzo y vidrio en una textura muy compacta. Los minerales esenciales que se pueden observar a nivel megascópico son cuarzo y mica.

Estos dos paquetes de tobas pueden ser las mismas que la Riolita Divisadero de 200 m. de espesor, del municipio de Cusiuhuiriac hic de este estado.

d) Basalto

Como último evento de la serie ignea se observaron basaltos, los cuales se encuentran expuestos en las partes altas de la zona de estudio, como es la Mesa del Pinal, en donde toda su superficie afloran basaltos con estructura amigdaloides. Estas rocas presentan un color gris oscuro a negro y manifiestan una estruc-

c) Toba Riolitica

Sobreyacen a las tobas andesíticas, unas tobas de naturaleza riolitica. Se reconocen dos paquetes diferentes de esta roca.

c.1. El primero que constituye la base consiste en una toba litica de color rosa, con pseudoestratificación, con clastos de hasta 0.5 cm. de diámetro; presenta textura compacta masiva y afanítica. Como minerales esenciales presenta cuarzo y feldespatos, como secundarios óxidos y alteracion de sus plagioclasas (caolinización); esta roca se encuentra cementada por cenizas volcánicas.

c.2. La segunda es una brecha riolitica con clastos de 1 a 5 cm. de diámetro, la cual se encuentra cementada con cuarzo y vidrio en una textura muy compacta. Los minerales esenciales que se pueden observar a nivel megascópico son cuarzo y mica.

Estos dos paquetes de tobas pueden ser las mismas que la Riolita Divisadero de 200 m. de espesor, del municipio de Cuzihuiriachic de este estado.

d) Basalto

Como último evento de la serie ignea se observaron basaltos, los cuales se encuentran expuestos en las partes altas de la zona de estudio, como es la Mesa del Pinal, en donde toda su superficie afloran basaltos con estructura amigdaloides. Estas rocas presentan un color gris oscuro a negro y manifiestan una estruc-

tura compacta con textura afanítica. El espesor promedio de las lavas es del orden de los 60 m. y de las rocas ígneas, ésta es la más joven, la cual cubre a toda la secuencia estratigráfica y es considerada de finales del período terciario, (1).

e) Conglomerado Volcánico.

Cabe señalar que sobre el río Tutuaca se observan conglomerados de edad similar a los basaltos, los cuales presentan clastos de composición andesítica y riolítica.

IV.2.3 ROCAS SUBVOLCANICAS

En el Area existen numerosos diques de composición granítica y diorítica.

a) Microgranito (Pórfido Riolítico)

Estas rocas intrusionan a la secuencia volcánica hasta las tobas andesíticas por lo que se consideran posteriores a estas y en relación a la génesis de la toba riolítica. Presentan una típica silicificación, poseen un color de crema a rosado; estructura compacta y masiva, textura holocristalina, porfídica; los minerales esenciales cuarzo, feldespato potásico y pequeñas cantidades de plagioclasa de composición media. Los accesorios comunes son ferromagnesianos alterados, probablemente biotita y algo de magnetita; entre los secundarios se presentan: hematita, limonita, sericita y minerales arcillosos.

(1) Nofrieta Daniel Tesis Profesional (1968)

El espesor de los diques es sumamente variable; se encuentran estructuras desde 7 m. pero pueden alcanzar hasta los 100 metros.

b) Microdioritas (Pórfidos Andesíticos)

La microdiorita se presenta asimismo, alojada en diques que cortan las rocas andesíticas; no están emplazadas en las rocas riolíticas.

La microdiorita presenta un color gris verdoso, con una textura porfídica; está constituida por algunos fenocristales de plagioclasas de composición media, disseminadas en un agregado de finos cristales de igual composición. Las plagioclasas presentan alteraciones a minerales arcillosos y sericita; los ferromagnesianos accesorios ocurren alterados a clorita. Los espesores comunes de estos diques oscilan entre los 7 y los 12 m.

IV.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Regionalmente la zona objeto de estudio se ubica en un marco general de rocas ígneas extrusivas; se caracteriza por poseer un sistema estructural constituido por fallas y fracturas que controlan en parte el escurrimiento de ríos y arroyos. Un buen ejemplo de esto se tiene en el río Tutuaca el cual presenta un curso sinuoso debido a la presencia de un sistema combinado de lineamientos que siguen las direcciones de NW-SE, NE-SW y casi -- E-W.

La abundancia de los lineamientos permite que la región adquiera características muy particulares; en algunos casos llega a desarrollar estructuras curvadas de grandes dimensiones compuestas de lineamientos muy próximos como sucede hacia el SW de la zona objeto de estudio.

En la zona de referencia, los lineamientos curvos parecen adoptar formas elípticas alargadas en dirección NW-SE o bien, grandes lineamientos con la misma dirección promedio NW-SE.

Puede pensarse que las estructuras antes mencionadas, se deben al emplazamiento de cuerpos a una cierta profundidad que reflejan su presencia en las fracturas y fallas que adoptan las formas elípticas; o bien, a esfuerzos distensivos producto del empuje continental sobre la placa oceánica que hace que esta región se levante; como consecuencia, la manera de liberarse de esos esfuerzos comprensivos es mediante una distensión.

Con las otras direcciones, como son las NE-SW o E-W no son más que lineamientos producidos como consecuencia de los esfuerzos antes mencionados. En el capítulo de Yacimientos Minerales se hará referencia a estas zonas de debilidad que han servido de conducto para las soluciones mineralizantes sobre las cuales se han desarrollado minas que abundan en esa región.

Estos lineamientos no se perciben con claridad en la región oriental de la Sierra Madre Occidental y solamente se localizan en la sierra constituida por rocas de composición calcoalcalina.

En la zona objeto de estudio se puede observar que el sistema de fracturamiento forma un modelo de enrejado en ángulo agudo (1), que posiblemente se debe a que después de haberse producido el primer episodio de tectonismo que sería el más importante; hubo un segundo periodo de reactivación tectónica que produce otro sistema que probablemente está relacionado con los fenómenos que dieron origen a la mineralización; por tanto, ésta se aloja en ambos sistemas.

(1) McKinstry H.E. Geología de Minas pp. 322 (1970) Ed. Omega.

IV.4. GEOLOGIA HISTORICA

Mediante correlaciones indirectas con unidades litoestratigráficas conocidas en localidades de la región se ha interpretado la secuencia de eventos geológicos que tuvieron lugar en el área.

Las rocas del Precámbrico se encuentran en la región de Cabullona, 20 km. al sur de Agua Prieta, Son. representadas por los esquistos Pinal del Precámbrico Inferior (Taliafierro, 1933). Dentro del área, afloran en el Arroyo de Dolores, esquistos cloríticos, cuya foliación tiene un rumbo general de NE-SW (1). Por lo anterior, se puede afirmar que la gran mayoría de las rocas sedimentarias e ígneas que existieron fueron intensamente plegadas y metamorfoseadas, todo ello a consecuencia de que en el Precámbrico Inferior se manifiesta la Orogénia Kenoran.

El Paleozoico aflora en la región de Cabullona y está representado por la Formación Cuarcita Bolsa del Cámbrico; estas rocas son el producto de la desintegración de granitos y se depositaron en el mar por corrientes fluviales. Fries (2) considera que de acuerdo con la constitución sedimentaria y los rasgos estratigráficos que predominaron en la región durante el Precámbrico tardío gran parte del Edo. de Sonora y los límites con el Edo. de Chihuahua representa la parte miogeosinclinal del Geosinclinal Cordillerano, lo que concuerda por lo expresado por King (3).

(1) González R.G. Memoria Geológico Minera de Chihuahua 1956.

(2) Fries C. Reseña Geológica de Sonora 1962.

(3) King R.E. Geological Reconnaissance in Northern Sierra Madre Occidental of Mexico 1939.

Al oeste del área de estudio, al SW de Mazatán, en la Sierra de Cobachi, Son., se tiene un espesor de aproximadamente 50 metros de Ordovícico Inferior que consiste en capas de pedernal y limolitas con graptolitos del Ordovícico Superior, sobre el que se encuentra un horizonte de pedernal en la base, barita masiva y arenisca con barita hacia la cima. Más hacia el E (En el depósito de la Cia. Barison) aflora el Paleozoico Inferior representado por la misma secuencia estratigráfica pero intrusionada por un cuerpo granítico.

El intenso vulcanismo durante este periodo confirma la presencia de la Orogenia Caledoniana que se manifestó del Cámbrico al Devónico.

Las rocas del Paleozoico, correspondientes al Silúrico no se han encontrado por lo que se supone que están cubiertas por rocas más jóvenes.

El Paleozoico Superior está representado en la Sierra de Cobachi, Son., por una gruesa secuencia de calizas con fusulinidos del Leonardiano (parte superior del Pérmico Inferior) Inlay (1) describe las capas del Missisipico Inferior y del Permocarbonífero que afloran en el norte de Sonora en la Sierra de Teras y el Tigre como calizas con nódulos de pedernal negro que alternan con lutitas grises y negras, por lo que constituyen facies de plataforma externa.

(1) Inlay R.W. Paleogeographic Studies in Northeastern Sonora Bol G.S.A. vol 50 p. 50 1939.

Los depósitos sedimentarios a lo largo de la línea de demarcación entre la Sierra Madre Occidental y la Provincia de Sonora, que King tentativamente asigna a la Formación Barranca (Triásico Superior-Jurásico Inferior) están mejor desarrollados en la Sierra de San Javier y su constitución está dada por areniscas, lutitas, conglomerados y carbón que reflejan un ambiente de depósito mixto, lo que sugiere una regresión de los mares en este periodo.

El Jurásico es, hasta la fecha desconocido en la región.

Los depósitos Cretácicos están ampliamente distribuidos en la Sierra Madre Occidental. Aflora una secuencia de calizas, areniscas y arcillas del Cretácico Medio en Santa Rosa (Comarca del Cañon del Tigre, norte de Sonora) que ha sido estudiada por Imlay (1) y lo correlacionó con el grupo de Bisbee al Sur de Arizona y le asigna una edad Albiano o Aptiano; sobreyacen a rocas del Paleozoico Superior, lo que hace suponer que durante este periodo se mantuvo el ambiente de depósito mixto.

En el Cretácico tardío y principios del Terciario se manifiesta la fase Laramidica de la Orogenia de las Rocallosas que produjo el emplazamiento del Batolito de Sonora de composición granodiorítica.

A finales de la era Mesozoica y principios de la Cenozoica (Terciario Inferior) ocurren importantes emplazamientos plutónicos en la región también, a esta época corresponden los

(1) Imlay R.W. (Op. Cit.)

Primeros episodios volcánicos que constituyeron a la Sierra Madre Occidental.

Al parecer esta actividad fue provocada por la colisión entre las placas oceánicas, Farallón, del Pacífico y la continental Norteamericana que dieron lugar a un fenómeno de subducción de tipo Andino en el borde occidental de México (Atwater, 1970); esto originó la deformación de un magmatismo con emplazamientos plutónicos.

De acuerdo con Atwater (1) el complejo volcánico inferior constituye un típico arco magmático de carácter calcoalcalino que se relaciona con un margen continental convergente (fenómeno de subducción) en donde la placa Farallón se hundía bajo de la corteza continental de México.

Sin embargo, la interrupción del magmatismo en el intervalo 45-34 m.a. (Eoceno) manifiesta una irregularidad en la continuidad de estos procesos.

Las rocas intrusivas de dimensiones batolíticas son evidencias de este arco magmático, afloran en algunas de las regiones de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa y Durango.

Dentro del Área en estudio esta actividad volcánica da como resultado la secuencia de rocas andesíticas y dacíticas; las dacitas se presentan en forma de derrames y emplazadas en diques, posteriormente, tiene efecto la extrusión de rocas riolíticas que al extravasarse formaron los diques micrograníticos que se

(1) Atwater T. Implications of Plate Tectonics for the Cenozoic tectonic Evolution of Western North America 1970.

encuentran en la localidad.

En el Oligoceno Tardío tiene lugar en el Área la intrusión de diques hipabisales de diabasa. Esta roca aparece en ocasiones debajo de la riolita y se cree que se trata de una intrusión en forma de dique estrato que se emplazó entre riolitas y andesitas.

Durante el Mioceno Tardío se efectúa una intensa erosión de rocas preexistentes la que origina el material que constituye los aglomerados y tobas vulcanoclásticas. A veces aparecen formando mesetas como en el caso del Cañon de Tutuaca cerca de Dolores, con paredes acantiladas de casi 50 metros de altura, depositadas en medios ambientes continentales.

En el Plioceno comienza el vulcanismo de tipo basáltico y se desarrolla durante todo este periodo. El basalto es la última roca ígnea en aparecer, esta roca descansa sobre tobas riolíticas. Por lo tanto, todos los episodios anteriores son consecuencia de la fase orogénica que ha sido llamada Tafrogenia por Damon (1). Su edad corresponde al Mioceno Tardío-Plioceno y se ha considerado como el último evento tectónico que ha actuado en la región.

(1) Damon P.E. Estudios Geocronológicos de Rocas Mexicanas Instituto de Geología UNAM, bol 64, 1962.

C A P I T U L O V

Y A C I M I E N T O S M I N E R A L E S

V.1 PARAGENESIS. GUIAS MINERALOGICAS

V.1.1 MINERALOGIA

V.1.2 ALTERACIONES HIPOGENICAS

V.2 ALTERACION SUPERGENICA

V.3 ASPECTOS ECONOMICOS

V.3.1 DESCRIPCION DE OBRAS

V.3.2 MUESTREO

V.3.3 LEYES Y TONELAJE

V.4 ROCA ENCAJONANTE

V.5 ESTRUCTURA DE LA MINERALIZACION

V.6 HIPOTESIS GENETICA

V.1. PARAGENESIS. Guías Mineralógicas

La asociación de minerales primarios en el Mineral de Dolores es la siguiente:

V.1.1. Mineralogía

En la parte superior, la mena se presenta muy rica en telururos de oro y plata, íntimamente asociados a minerales de los mismos metales en su forma nativa. Posteriormente, con la profundidad, se incrementan sulfuros como la argentita y la galena argentífera; con los indicios de calcopirita conocidos, es de esperarse que el contenido de cobre aumente con la profundidad. En estas condiciones se presenta un verdadero zoneamiento vertical del tipo descrito por Fersman y Emons. Los valores de zinc han carecido de importancia en la historia del Mineral de Dolores.

Los minerales de ganga presentes son cuarzo, jaspe, pirolusita y pirita.

La pirolusita es una excelente guía para la mineralización ya que normalmente se localiza en los respaldos y en las proximidades de las vetas.

La pirita también es una buena guía en el área puesto que se presenta con mayor abundancia en las cercanías de las estructuras.

V.1.2. Alteraciones hipogénicas.

Las alteraciones hipogénicas más importantes del distrito se presentan en la vecindad de las estructuras mineralizadas; por tanto, los minerales formados como resultado de estas alteraciones constituyen buenas guías para la prospección minera. Las alteraciones más importantes son: silicificación, argilitización y propilitización.

La silicificación es sumamente importante puesto que la roca se vuelve más resistente a los agentes de intemperismo y erosión; de esta manera se forman relieves bien definidos en las estructuras (crestones) y así se definen con más facilidad las áreas de interés.

La argilitización (montmorillonita, caolín) y la propilitización (clorita, epidota, piritita y calcita) también son buenas guías para la mineralización pero en zonas restringidas; se presentan en la proximidad inmediata de las vetas.

V.2. Alteraciones supergénicas

Las alteraciones supergénicas son sumamente importantes, pues también constituyen guías claras para la localización de las estructuras mineralizadas. La alteración consiste esencialmente en la oxidación y en parte, en la hidratación de los minerales primarios. De esta manera; se forma la zona de sombrero de fierro, con una coloración pardo-rojiza, bien diferenciable del entorno litológico.

El mineral más abundante de la zona de oxidación es la limonita que ocurre en agregados porosos característicos de los sombreros de hierro.

Se presenta en los respaldos de fallas y fracturas asociadas a las estructuras mineralizadas. Desde el punto de vista económico, también es importante la oxidación pues, en ocasiones, como en la veta "El Macho" la limonita se encuentra asociada a oro nativo. En esta zona, se encuentran haluros de plata en forma diseminada.

V.3. Aspectos Económicos

Para el desarrollo de este tema se tomarán en cuenta las obras mineras que se tienen en el Distrito del Mineral de Dolores, el muestreo que se realizó en cada una de esas obras, los resultados de los análisis de laboratorio y el cálculo del tonelaje de las áreas estudiadas.

V.3.1. Descripción de obras

A continuación, se hará una pequeña descripción de las obras mineras con que cuenta las diversas estructuras del Distrito del "Mineral de Dolores".

1. Mina la Central

Tiene un cruceo de 67 metros con un rumbo S30°E; a los 64 metros,

corta la estructura. En este lugar, se inicia un frente con un rumbo S34°E. A los 59 metros penetra en una zona de óxidos que la convierte en inaccesible.

2. Mina la Bohemia

Se inicia en un frente de 85 metros de largo, con un rumbo general de N44° W. Además cuenta con tres cruceros y un tiro ubicados de la siguiente manera:

De los 21 metros de la bocamina, se inician dos cruceros; el primero con un rumbo S57°W y una longitud de 17 metros. El segundo, principia con un rumbo N43°E; a los 11 metros cambia a un rumbo N40°W, después de 10 metros vuelve a cambiar a N12°E, en un desarrollo de 39 metros con esa dirección. El tercer crucero se desarrolla en el tope de 21 metros aproximadamente.

El tiro se encuentra ubicado a 23 metros de la bocamina, con 7 metros de profundidad; en la actualidad se encuentra inundado.

3. Mina Alma de María

Esta mina presenta dos obras principales: un socavón y un crucero.

a. Socavón Alma de María

Tiene una longitud de 95 metros. Se desarrolla en parte sobre la

estructura; principia con un rumbo $N32^{\circ}W$; a los 70 metros cambia a $N67^{\circ}W$ y a los 95 metros interseca con el crucero Alma de María.

b. Crucero Alma de María

Se inicia con un rumbo $N17^{\circ}W$; a los 63 metros varia a $N33^{\circ}W$. A los 78 metros de la bocamina se localiza un tiro de 2 metros de diámetro, con una profundidad desconocida; este tiro está efectuado sobre la veta. A los 89 metros se localiza otro tiro aterrado de 5 metros cuadrados. A los 91 metros se cruza con el socavón Alma de María. Posteriormente, la mina es inaccesible.

4. Mina la Prieta I

Tiene un desarrollo de 359 metros, con el siguiente detalle:

Consta de 326 metros de cruceros y frentes; un subnivel con una longitud de 33 metros a rumbo de estructura. Dos contrapozos de comunicación y dos tiros de profundidad desconocida.

Mina La Prieta II

Principia con un crucero de rumbo $N26^{\circ}W$; a los 55 metros cambia de rumbo a $N15^{\circ}W$; a los 123 metros se observa una bifurcación de la estructura. Una obra continua con un rumbo de $N20^{\circ}W$ en un desarrollo de 192 metros hasta el tope; la otra tiene una longitud de 29.5 metros con un rumbo de $N11^{\circ}W$.

5. Crucero GM. AM.

Tiene un rumbo $S61^{\circ}W$, accesible hasta los 209 metros. Por datos verbales se sabe que dicho crucero corta las estructuras Alma de María y San Francisco.

V.3.2. Muestreo

El muestreo del Mineral de Dolores se efectuó en dos etapas. En la primera se tomaron muestras de superficie y en la segunda, del interior de mina.

a) Muestreo de superficie.

Se determinaron cinco estructuras. El muestreo se efectuó siguiendo tales estructuras con las siguientes características

NOMBRE DE LA ESTRUCTURA	ESPESOR MEDIO EN METROS	No. DE MTRAS. TOMADAS	DISTANCIA DE AFLORAMIENTO EN METROS
LA CENTRAL O ALMA DE MARIA	0.70	33	2000
SAN FRANCISCO	1.15	32	1500
EL MACHO	1.00	46	2500
CARMELITAS	0.40	9	700
REYGATO	0.60	13	500

El muestreo realizado fue de manera sistemática, a cada 10 metros, en las partes accesibles de las estructuras. Las muestras fueron tomadas a partir de canales efectuados perpendicularmente a las propias estructuras.

b) Muestreo de interior de mina

El muestreo de interior de mina fue llevado a cabo mediante canales perpendiculares a las estructuras, a cada dos metros, en las partes accesibles. De esta manera, se pudo coleccionar un total de 273 muestras repartidas de la manera siguiente:

NOMBRE DE LA MINA	NUMERO DE CANALES	No. DE MTRS. SECCIONADAS	OBSERVACIONES
LA CENTRAL	41	96	ACCESIBLE HASTA EL CONTRAPOZO
ALMA DE MARIA	45	84	CASI INACCESIBLE EN SU TOTALIDAD
LA BOHEMIA	64	161	ACCESIBLE
LA PRIETA I	61	155	ACCESIBLE
LA PRIETA II	82	200	ACCESIBLE
CRUCERO GM-AM	27	57	ACCESIBLE HASTA LA ESTRUCTURA SAN FCO.
GM-37	26	36	ACCESIBLE
GM-37A	16	24	ACCESIBLE

SANCHEZ-ENCINAS	20	37	ACCESIBLE
P.45	3	8	ACCESIBLE
EL MACHO	5	15	ACCESIBLE HASTA LABRADOS

Los tiros y contrapozos no fueron muestreados a causa de su inaccesibilidad.

V.3.3 Leyes y tonelaje

La mineralización está presente en forma de clavos diseminados en las estructuras tabulares; por lo cual, las leyes no son homogéneas; tienen una variación en un rango bastante amplio.

Los valores de oro oscilan desde casi 0 hasta 5 gr/ton; en tanto que los de plata varían desde casi 0 hasta más de 300 grs/tons.

Para el peso específico se tomó en consideración la dilución de la ley de los metales presentes. Por tanto se escogió un peso específico general de 2.8; esta es una cifra bastante conservadora para el cálculo de reservas.

Para considerar la calidad de las reservas se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- Cantidad y calidad de información
- Conocimiento geométrico y geológico del cuerpo mineralizado

En estas condiciones, se han estimado solo reservas probables y reservas posibles.

En ningún caso, se tuvo el conocimiento completo de los cuerpos, por lo que no se tienen reservas comprobadas o medidas.

a) Reservas Probables

Este tipo de reservas se refiere exclusivamente a la Mina La Central o Alma de María. Se compone del material para el cual se hicieron cálculos de tonelaje y ley, basados en mediciones específicas y se tomó en cuenta una dimensión razonable, de acuerdo a las características geológicas ya discutidas. Los puestos estudiados, medidos y muestreados están a cada dos metros en las zonas accesibles. De esta forma, se pudo establecer claramente la continuidad del mineral y la ley de la estructura.

De acuerdo con las consideraciones anotadas, se calculó un total de 24842.20 ton con las leyes medias y los anchos promedios (Ap) siguientes:

Bloque 1	Ap =	0.83 m	
	Au =	2.37 gr/ton	
	Ag =	347.16 gr/ton	-----7117.25 ton
Bloque 2	Ap =	1.48 m	
	Au =	0.72 gr/ton	
	Ag =	34.82 gr/ton	-----7077.95 ton
Bloque 3	Ap =	1.31 m	
	Au =	3.12 gr/ton	
	Ag =	222.00 gr/ton	-----10647.00 ton

T o t a l

24842.20 ton

Este tonelaje de mineral corresponde de manera ideal a 55.15 kg de oro y 5080.97 kg de plata. En estos datos no se tomaron en cuenta los factores de recuperación.

b) Reservas Posibles o Inferidas

El cálculo de este tipo de reservas está basado, por una parte en el amplio conocimiento del carácter geológico del yacimiento y además, se tomó como base otras vetas, e incluso la misma veta ya explotada en otras obras del distrito minero. Debido a que solo se conoce un lado de la estructura ya sea en superficie o en el interior de mina las reservas fueron consideradas en la mayor parte como inferidas; sin embargo, se tiene la certeza de que, si se continúa con un programa adecuado, tales reservas se podrán convertir en comprobadas o medidas.

El resultado del cálculo de las reservas inferidas es de 70539.02 ton repartidas de la siguiente manera:

a) Donde se encuentran ubicadas las Minas La Bohemia y GM-37, las reservas son de 8624.36 ton, con valores promedio de $A_p = 1.10$ m, $A_u = 2.66$ gr/ton y $A_g = 109.55$ gr/ton en tres bloques con las siguientes características:

Bloque 1: De la Mina La Bohemia.

$A_p = 1.10$ m

$A_u = 3.22$ gr/ton

Ag = 172.91 gr/ton-----3407.25 ton

Bloque 2: Mina GM-37

Ap = 1.23 m

Au = 4.01 gr/ton

Ag = 131.24 gr/ton-----2286.81 ton

Bloque 3: De la Mina GM-37

Ap = 0.97 m

Au = 0.95 gr/ton

Ag = 18.92 gr/ton-----2930.22 ton

T o t a l 8624.28 ton

La cantidad de metal total, sin reducciones por operación es de 22.94 kg de oro y 944.80 kg de plata.

b) La mina La Prieta II, cuenta con 12430.05 ton de reservas inferidas con Ap = 0.86 m, Au = 4.75 gr/ton y Ag = 218.82 gr/ton en dos bloques con las siguientes características:

Bloque 1: Ap = 1.05 m

Au = 5.08 gr/ton

Ag = 215.00 gr/ton-----11421.70 ton

Bloque 2: Ap = 0.67 m

Au = 1.06 gr/ton

Ag = 253.30 gr/ton----- 1008.35 ton

T o t a l 12430.05 ton

La cantidad de metal sin reducciones es de 59.04 kg de oro y 2719.94 kg de plata.

c) En la estructura El Macho existen nueve bloques que reúnen un tonelaje de 49484.69 ton con un AP = 1.13 m, Au = 2.8 gr/ton y Ag = 119.78 gr/ton, con las siguientes características:

Bloque 1: Dado por las muestras de S.187 a S.191.

AP = 0.68 m

Au = 3.76 gr/ton

Ag = 177.60 gr/ton-----3796.10 ton

Bloque 2: AP = 0.86 m

Au = 3.46 gr/ton

Ag = 18.38 gr/ton----- 520.73 ton

Bloque 3: Ubicado por las muestras S.176 a S.179.

AP = 1.33 m

Au = 4.02 gr/ton

Ag = 66.63 gr/ton-----10840.56 ton

Bloque 4: Debido a que no se obtuvo muestreo en este bloque, fué definido por los bloques 3 y 5, promediando ambos números dan los siguientes resultados:

AP = 1.12 m

Au = 3.54 gr/ton

Ag = 61.30 gr/ton-----4468.80 ton

Bloque 5: AP = 0.92 m

Au = 2.88 gr/ton

Ag = 53.60 gr/ton-----6697.60 ton

Bloque 6: Este bloque queda sujeto a posible cambio debido a que se desconoce la profundidad del rebaje.

Ap = 0.89 m

Au = 5.37 gr/ton

Ag = 141.48 gr/ton-----2990.40 ton

Bloque 7: Ap = 1.15 m

Au = 1.46 gr/ton

Ag = 237.20 gr/ton-----8452.50 ton

Bloque 8: Se encuentra definido por el promedio de los resultados obtenidos entre los bloques 7 y 9 y se tienen los siguientes resultados:

Ap = 1.45 m

Au = 1.58 gr/ton

Ag = 147.02 gr/ton-----7308.00 ton

Bloque 9: Este bloque quedará sujeto a cambios debido a que se desconoce la profundidad del rebaje: se trató de calcular un tonelaje que absorba estas deficiencias con los siguientes resultados:

Ap = 1.75 m

Au = 1.66 gr/ton

Ag = 87.76 gr/ton-----4410.00 ton

La cantidad de metal sin considerar los descuentos por recuperación es la siguiente: Au = 138.56 kg ; Ag = 5927.27 kg.

Como conclusión, se puede decir que durante el desarrollo del presente trabajo se cubicaron un total de 95381.22 ton de mineral entre las indicadas e inferidas; esta cifra representa 275.69 kg de oro y 14672.98 kg de plata sin considerar las deducciones por recuperación.

Finalmente, se debe afirmar que las cifras obtenidas se encuentran muy por debajo de la potencialidad real del Distrito del Mineral de Dolores.

V.4. Roca Encajonante

Las rocas donde se encuentra alojada la mineralización son andesitas de color gris oscuro, fracturadas, alteradas hidrotermalmente (propilitización, silicificación) y lixiviadas por intemperismo. Las rocas, tanto al alto como al bajo muy alteradas, forman una cinta de hasta 25 metros de ancho a cada lado del criadero. Este fenómeno hace difícil la distinción entre la veta y sus respaldos.

En superficie, estas rocas presentan una coloración rojiza debido a los óxidos de hierro derivados en parte a la alteración de los minerales ferromagnesianos, también presenta la roca algo de piritización, la cual aumenta al aproximarse a las estructuras mineralizadas.

Dentro del Area no se tiene una exposición completa del paquete

de rocas andesíticas, por lo que se ignora su espesor.

Es posible que en la unidad de roca andesítica alterada, se encuentre una mineralización de baja ley y alto tonelaje; ya que J. Chávez y Baca C. reportan 6 gr/ton de oro y 30 gr/ton de plata en una muestra tomada a lo ancho de un afloramiento de 16 metros.

Los aglomerados, tobas arenosas e ignimbritas de carácter riolítico, a veces aparecen formando mesás, como en el caso del cañon de Tutuaca cerca de Dolores, con paredes acantiladas de 50 metros de altura. Es necesario hacer hincapié en que la mineralización no continúa en estas rocas.

Los basaltos se encuentran poco en la inmediata cercanía del Mineral de Dolores.

Varios diques de magnitud y composición variable se desarrollan casi paralelamente a las vetas, a mayor o menor distancia y en partes como respaldo al alto de las vetas. Son dos tipos de roca los que los forman, unos de tipo básico (posibles lamprófidos) y los diques brechoides de color rosa y muy silicificados, consistentes en una mesostásis posiblemente ácida con fragmentos de roca andesítica incluidos, los que atestiguan que los diques son posteriores a ésta.

V.5. Estructuras de la Mineralización

Las estructuras mineralizadas están formadas por vetas que constituyen parte de un sistema de relleno de fracturas y fallas

normales. El sistema de estructuras tiene un rumbo general que varía de NW 20° A SE 33°, con echados que oscilan generalmente entre 70° y 75° al SW. En general la mineralización se presenta en clavos (o rosarios) dentro de las estructuras filonianas.

La principal estructura se conoce como Alma de María o La Central y fué posible seguirla en un afloramiento de 2000 m de largo con un rumbo NW 30° SE y un echado de 70° SW, con espesor promedio de 70 cm; en esta estructura se encuentran las minas Alma de María y la Central. La mineralización se presenta en clavos y la zona más propicia está en el Cerro de San Francisco, ubicado al norte del poblado del mismo nombre; en este lugar se cuenta con mayor número de trabajos mineros.

Otra estructura es conocida como San Francisco y se puede seguir a lo largo de 1500 m aproximadamente, presenta un rumbo gral. de NW 20° SE con un echado de 75° SW y 1.15 m de espesor. La estructura mineralizada se presenta en forma de crestonas y sus valores económicos se definen como clavos, con su mayor concentración en el Cerro de San Francisco.

Sobre el Cerro de El Macho se encontró una estructura conocida con el mismo nombre y se sigue por 2500 m aproximadamente, ésta presenta un rumbo NW 33° SE con echado de 75° SW y un metro de espesor; La mineralización también se presenta en forma de clavos.

Finalmente la veta de Las Carmelitas aflora en una longitud de 700 m, con un rumbo de NW 20° SE, echado de 74° SW y un espesor promedio de 40 cm.

De acuerdo al sistema de fracturamiento descrito que existe en el Distrito y si se tiene en cuenta la distribución de los yacimientos minerales, las estructuras siempre siguen un modelo de enrejado en ángulo agudo que puede ser tomado como una buena guía estructural.

V.6. Hipótesis Genética

De acuerdo con Sillitoe (1) el Area queda comprendida en el cinturón de rocas volcánicas del Terciario, acompañado de un sinúmero de depósitos hidrotermales de baja temperatura; según este autor se extiende por 2400 km, desde la frontera con los Estados Unidos hasta el sur de la Cd. de México; sin embargo, el lineamiento claro, con el mismo marco geológico, la misma estratigrafía volcánica, etc. es decir, la misma serie de metalotectones, abarca los Distritos Mineros de Pachuca, Guanajuato y Tayoltita, Dgo. por mencionar solo los más importantes. Por tanto, la franja mineralizada se sitúa al norte inmediato del eje neovolcánico con la misma orientación y a lo largo de la Sierra Madre Occidental. En este cinturón existe una cantidad enorme de pequeños, medianos y grandes depósitos de plata-oro con asociaciones de plomo, zinc y cobre.

El relleno, de cavidades, las alteraciones de las rocas encajonantes, etc. conducen a pensar que el yacimiento fué creado por soluciones hidrotermales. Estas soluciones se originaron por las aguas meteóricas que elevaron su temperatura por el

(1) Sillitoe R.H. A Reconnaissance of the Mexican Porphyry Copper Belt (1977).

emplazamiento de las propias rocas volcánicas y subvolcánicas encontradas en la región.

El problema real consiste en determinar la fuente de mineralización; o sea, el lugar de donde provienen los metales. Se tienen dos posibilidades:

- a) Del Basamento
- b) De las propias rocas volcánicas

En el primer caso se tendrán yacimientos alienígenos; sin embargo, existen diversos basamentos para los yacimientos de la misma paragénesis. Se tienen basamentos calcáreos del Cretácico (Pachuca Hidalgo) de metamorfismo regional de bajo grado (Tahuehueto, Dgo.) graníticos (Tayoltita, Dgo.) y sin embargo la presencia y la abundancia relativa entre sí, es la misma.

En el segundo caso, se trata de yacimientos cognados. Los metales provienen de las propias rocas volcánicas y subvolcánicas. Existen algunos factores en favor de esta hipótesis: la misma paragénesis en los depósitos mineralizados; la misma composición calcoalcalina de las rocas encajonantes; la misma edad relativa de estas rocas; una diseminación superior a la normal de metales diseminados en las propias rocas. Por tanto, varios metalotectones coinciden y permiten pensar que los yacimientos tienen su origen en la propia roca volcánica.

Sin embargo, será necesario un análisis de las oclusiones fluidas para discernir el origen.

C A P I T U L O V I

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1 CONCLUSIONES

VI.2 RECOMENDACIONES

VI.1. CONCLUSIONES

Con el trabajo realizado se pueden obtener conclusiones de dos conceptos diferentes; por una parte, en lo referente al propio Distrito Minero de Dolores y por otra en lo que atañe a la proyección minera de distritos similares. Por tanto en cada una de ellas, se trata primero del propio distrito y se finaliza con una generalización en donde es posible.

1.- Desde el punto de vista fisiográfico, el relieve de la parte superior es muy abrupto ya que pertenece a rocas riolíticas muy compactas (ignimbritas); a medida que desciende la pendiente es más suave, propia de las rocas andesíticas donde se encuentra incluida la mineralización. Este criterio es válido para un buen número de distritos mineros del mismo tipo, como Pachuca, Hgo., Tayoltita, Dgo., etc. Por tanto, este esquema fisiográfico es perfectamente útil en la prospección minera regional.

2.- La roca encajonante de la mineralización son las andesitas; las rocas riolíticas no están mineralizadas. Por tanto, esta es una guía litológica y a la vez permite asegurar el alcance superior de la mineralización. También esta característica es común en los distritos mineros mencionados; sin embargo, en varios de ellos se presentan también intercalaciones de dacitas y sus correspondientes rocas piroclásticas como en Pachuca o Ahuehueto, por tanto, se puede generalizar la presencia de un vulcanismo calcoalcalino del terciario como roca encajonante de la mineralización, subyacente a rocas ignimbriticas.

3.- En el aspecto estructural, es difícil generalizar. Las estructuras en cada región o distrito minero dependen directamente del tipo de esfuerzos ejercidos en cada zona. Sin embargo se presentan a menudo en redes de campos filonianos similares. En otras palabras, las vetas ocurren en determinadas direcciones que en conjunto forman arreglos geométricos bastante definidos. En el Distrito del Mineral de Dolores muestran un patrón de "Enrejado en Angulo Agudo", análogo al de Pachuca, Hgo. Como consecuencia, se debe precisar la posición geométrica de las estructuras en cada distrito minero para poder utilizarlas como guías estructurales.

4.- Por lo que se refiere a los minerales presentes en el distrito, se puede efectuar una distinción según su origen:

a) Minerales Hipogénicos

Existe una serie de minerales en la vecindad de las estructuras mineralizadas que permiten efectuar una localización más expedita de los depósitos minerales. Estos minerales son los que forman los halos de alteración hidrotermal en las rocas encajonantes.

Tales alteraciones son:

- Silicificación
- Argilitización
- Propilitización

La paragénesis metálica consiste en una asociación de telururos de Au y Ag, argentífera, galena argentífera, piritá y en menor proporción blenda. Esta paragénesis es similar en todos los

depósitos del mismo tipo que han sido mencionados.

Por lo que se refiere a las alteraciones, se piensa que es difícil hacer generalizaciones absolutas. Sin embargo, si es posible asegurar la existencia de alteraciones de la misma naturaleza; por tanto, en cada distrito o región estudiada, deberán de determinarse las asociaciones mineralógicas hidrotermales cercanas a las estructuras mineralizadas.

b) Minerales Supergénicos.

Como resultado de los agentes de intemperismo se crean los minerales de alteración supergénica en la parte superficial de las estructuras mineralizadas; de esta forma, se crean los hidróxidos, haluros de plata, carbonatos de cobre, etc. Todo esto forma el sombrero de hierro, característica superficial bastante útil en la prospección minera de yacimientos donde se presentan los sulfuros como es el presente caso.

Finalmente existen algunos minerales particulares que pueden servir también de guías de la mineralización como es el caso de los óxidos de manganeso. Estos pueden ser de origen hipogénico o supergénico; pero en ambos casos son útiles para la prospección.

5.- Desde el punto de vista de la génesis del yacimiento, es probable que sea un depósito hidrotermal de tipo cognado (1). Sin embargo, solo estudios posteriores del tipo de las oclusiones fluidas, podrá ser ratificada o rectificada esta teoría.

(1) Arriaga G.G. GEOMIMET, 1986.

ESTA TESIS
NO DEBE
SALIR DE LA
BIBLIOTECA

VI.2. RECOMENDACIONES

- 1.- Es de máxima importancia continuar con los trabajos de exploración en este distrito minero. Las posibilidades de encontrar la continuación de un importante depósito son bastante grandes.
- 2.- Con la aplicación de las guías de todo tipo señaladas en el presente estudio es necesario llevar a cabo una prospección minera a nivel regional.
- 3.- Es indispensable efectuar una serie de barrenaciones con objeto de comprobar las estructuras del subsuelo.
- 4.- Con objeto de investigar de manera científica el origen de la mineralización, es de suma importancia realizar un estudio de oclusiones fluidas.

A P E N D I C E P E T R O G R A F I C O

APENDICE PETROGRAFICO

MUESTRA No. 1

- Localidad: camino entre el Mineral de Dolores y la pista de aterrizaje

- Descripción del afloramiento:

En contacto con las andesitas rojas

- Descripción de mano:

Color: Rojo

Estructura: Masiva

Textura: Matriz afanítica, con clastos angulosos fanerítica

Minerales: Pirolusita, óxidos, calcita

Alteración: Oxidación

- Descripción microscópica:

Textura: Piroclástica

Minerales primarios: Cuarzo, feldespatos

Minerales secundarios: Calcita, sericita, hematita, limonita y minerales arcillosos

Origen: Piroclástico

Clasificación: Brecha volcánica riolítica

MUESTRA No. 2

- Localidad: junto a la Mina La Bohemia, en el arroyo de Dolores

- Descripción del afloramiento:

Masiva en contacto con la brecha volcánica y andesitas

- Descripción de mano:

Color: Morado

Estructura: Masiva

Textura: Afanítica

Minerales: Pirolusita, óxidos, calcita

Estructura: Compacta

- Descripción microscópica:

Textura: Microclítica

Minerales primarios: Feldespatos (plagioclasas alteradas)

Minerales secundarios: Calcita, sericita, hematita, limonita, minerales arcillosos y cuarzo

Origen: Roca extrusiva

Clasificación: Andesita con fuerte alteración supergénica

MUESTRA No. 3

- Localidad: Cerro " El Macho "

- Descripción del afloramiento:

Masivo

- Descripción de mano:

Color: Varfa de verde claro a pardo obscuro
Estructura: Masiva, compacta
Minerales: Pirolusita, cuarzo, pirita, calcita, óxidos
Textura: Afanítica

- Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina, porfídica
Minerales primarios:
 Esenciales: Oligoclasa-andesina
 Accesorios: Apatito y ferromagnesianos alterados
 hornblenda alterada
Minerales secundarios: Calcita, sericita, hematita, limonita, minerales
 arcillosos
Origen: Hipabisal
Clasificación: Pórfido andesítico (microdiorita)

MUESTRA No. 4

- Localidad: En el cerro del Macho casi en el contacto con la muestra No. 3

- Descripción del afloramiento:

Derrames masivos, posible andesita

- Descripción de mano:

Color: Verde claro

Estructura: Masiva, compacta

Textura: Afanítica

Minerales: Pirita, piroslusita, silice, cuarzo

- Descripción microscópica:

Textura: Piroclástica

Minerales primarios: Cuarzo, feldespatos, ceniza volcánica, magnetita, biotita

Minerales secundarios: Sericita, hematita, limonita, minerales arcillosos

Origen: Piroclástico

Clasificación: Toba de composición dacítica

MUESTRA No. 5

- Localidad: Arroyo de Dolores en la ladera del Cerro de San Francisco

- Descripción del afloramiento:

Aflora en las proximidades del contacto de veta dique

- Descripción de mano:

Color: Gris oscuro a rojizo
Estructura: Pseudoestratificada, compacta, masiva
Textura: Afanítica
Minerales: Sílice, Óxidos
Alteración: Silicificación
Tipo roca: Andesita silicificada

- Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina porfídica
Minerales primarios:
 Esenciales: Oligoclasa-andesina
 Accesorios: Augira, magnetita
Minerales secundarios: Epidota, sericita, hemanita, limonita, minerales arcillosos
Origen: Plutónico
Clasificación: Microdiorita

MUESTRA No. 6

- Localidad: Arroyo de Dolores; en la ladera del cerro de San Francisco

- Descripción del afloramiento:

Aflora en contacto con la andesita de color verde con alteración de óxidos dique

- Descripción de Mano:

Color: Gris claro
Estructura: Masiva, compacta
Textura: Afanítica
Minerales: Feldespato potásico, cuarzo microcristalino y piritita disseminada, óxidos
Alteración: Oxidación, silicificación
Tipo de roca: Pórfido cuarzo monzonítico o riolítico

- Descripción microscópica:

Textura: Porfídica
Minerales primarios:
 Esenciales: Sanidino, oligoclasa-andesina
 Accesorios: Magnetita
Minerales secundarios: Cuarzo, sericita, hematita, limonita y minerales arcillosos
Origen: Hipabisal
Clasificación: pórfido riolítico

MUESTRA No.7

- Localidad: Arroyo de Dolores, a la altura del crucero GMAM

- Descripción del afloramiento:

Roca en contacto con una andesita-verdosa

- Descripción de mano:

Color: Gris claro
Estructura: Pseudoestratificada, compacta, masiva
Textura: Afanítica
Minerales: Feldespato potásico, piritita diseminada y mica
óxidos
Alteración: Oxidación
Tipo de roca: Porfido riolítico

- Descripción microscópica:

Textura: Holocristalina, porfídica
Minerales primarios:
Eenciales: Feldespato potásico, oligoclase andesina
Accesorios: Ferromagnesianos alterados
Minerales secundarios: Piritita, clorita, sericitita, hematita, limonita
minerales arcillosos
Origen: Plutónico
Clasificación: Micromonzonita

MUESTRA No. 8

- Localidad: En el Cerro de Dolores, en la vecindad del poblado del mineral de Dolores

- Descripción del afloramiento:

Muestra obtenida cerca de la veta mineralizada. Roca pseudoestratificada

- Descripción de mano:

Estructura: Compacta
Textura: Afanítica
Color: Blanco rosado
Minerales: Cuarzo y feldespato, óxidos
Alteración: Caolinización
Tipo de roca: Toba riolítica

- Descripción microscópica:

Textura: Piroclástica
Minerales primarios: Feldespato potásico, oligoclasa-andesina, cuarzo, ferromagnesianos alterados
Minerales secundarios: Sericita, hematita, limonita, minerales arcillosos y cuarzo
Origen: Piroclástico
Clasificación: Toba riolítica

MUESTRA No. 9

- Localidad: En la parte superior del Cerro de San Francisco

- Descripción del afloramiento:

Muestra obtenida en contacto de veta dique

- Descripción megascópica:

Color:	Rosado a rojizo
Estructura:	Pseudoestratificada, compacta, masiva
Textura:	Fanerítica
Minerales:	Cuarzo, feldespato potásico, óxidos
Alteración:	Oxidación
Tipo de roca:	Toba riolítica

- Descripción microscópica:

Textura:	Holocristalina porfídica
Minerales primarios:	
Esenciales:	Feldespato potásico, oligoclasa-andesina, cuarzo
Accesorios:	Ferromagnesianos alterados
Minerales secundarios:	Epidota, sericita, hematita, limonita, minerales arcillosos
Origen:	Hipabisal
Clasificación:	Porfido riolítico (microgranito)

MUESTRA No. 10

- Localidad: En la parte superior del Cerro de Dolores

- Descripción del afloramiento:

Muestra obtenida en el contacto andesita-toba riolítica

- Descripción megascópica:

Color:	Gris claro a rosado a pardo claro
Estructura:	Pseudoestratificada, compacta, masiva
Textura:	Fanerítica
Minerales:	Cuarzo, hornblenda, fragmentos líticos y micas, óxidos
Tipo de roca:	Toba riolítica

- Descripción microscópica:

Textura:	Piroclástica
Minerales primarios:	Cuarzo, ceniza volcánica, biotita, magnetita alterada
Minerales secundarios:	Sericita, hematita, limonita, minerales arcillosos
Origen:	Piroclásticos
Clasificación:	Toba riolítica

BIBLIOGRAFIA

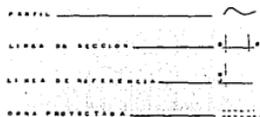
B I B L I O G R A F I A

- ARRIAFA, G. G. Algunas consideraciones sobre la clasificación de Yacimientos Minerales. GEOMIMET (1986)
- ARRIAGA, G. G. Estudio metalogenético del Distrito Minero de Tahuehueto, Dgo. C.R.M. México, D. F. (1981)
- ATWATER, T. Implications of plate tectonics for the Cenozoic tectonic evolution of western north-America. Bull. Geol. Soc. America. - (1970). v-81 p. 3513-3536
- DAMON P. E. Estudios Geocronológicos de Rocas Mexicanas-Parte II. Instituto de Geología UNAM Vol. 64 p. II-44 (1962)
- FRIES, Jr. C. Reseña Geológica del Estado de Sonora. Bol. Asoc. Méx. Geol. Petrol. Vol. XIV Nos. II y 12 p. 257-273. (1962)
- FLORES T. Los Criaderos Argentíferos de Providencia y San Juan de la China, San Felipe Guanajuato (1905)
- FRIES, CARL Jr. Geología y Yacimientos Minerales del Distrito Real del Monte KENNETH, SEGERSTROM Pachuca Edo. de Hidalgo Méx. (1963) C. R. M.
- GONZALEZ R. J. Memoria Geológico-Minera del Estado de Chihuahua (1956)
- GUIZA Jr. R. Estudio Geológico del Distrito Minero de Guanajuato, Gto. -- (1944). C. R. M.
- IMLAY R. W. Paleogeographic Studies in Northeastern Sonora Bol. G.S.A.-- Vol. 50 p. 50 (1939)
- KING R. E. Geological Reconnaissance in Northern Sierra Madre Occidental of México, Geol. Soc. of Am Bull. (1939)
- LOPEZ R. E. Geología de México. 3a. edición. Tomo II. (1982)
- LOPEZ, I.F.J. Pospección Geológico Minera en el área de 5 de Mayo, Tahuehueto Dgo. Tesis Profesional UNAM- México. (1982)
- McKINSTRY H. E. Geología de Minas 4a. edición Barcelona España (1977) Ed. --- OMEGA
- McDOWELL, W. F. AND KEIZER, R.P. Timing of Mid-Tertiary volcanism in the Sierra Madre Occidental between-Durango city and Mazatlán, México. Geo. Soc. America. Bull. (1977). p. 1979-1987
- NOFRIETTA F.D. El uso de las Fotografías Aéreas, en la Exploración Geológico-Minera en el Distrito de Santa Bárbara. Edo. de Chihuahua (1968). Tesis

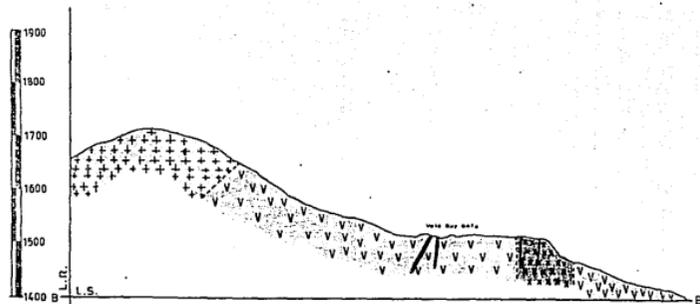
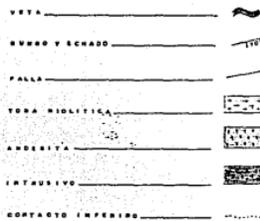
- NEL THOMAS B. Reconnaissance Geology of the Yécora-Ocampo Area, Sonora y Chihuahua México. The University of Texas at Austin. (1980)
- NEMETH, K. E. Petrography of the lower volcanic Tayoltitigroup San Dimas Distric Durango México (M.A. THESIS). Austing Univ. Texas-USA (1976) p. 141
- RAISZ E. L. Physiographic provinces and Landforms of México Office of-
naval research, Cambridge Mass. USA. (1964)
- ROBERTO CH. G.
Y G. G. H. Informe preliminar de Reconocimiento Mineral de Dolores.--
Mpio. Cd. Madera. Chih. (1980)
- RANDALL J. A. Metallization sequence in the Tayoltita Region, San Dimas-
Durango Méx. 24 th. Inter. Geol. Congr., Montreal Canada
(1972)
- SILLITEO, R. H. A Reconnaissance of the Mexican Porphyry Cooper Bilt. Ins-
titution of Mining and Metalluray. Transactions, Secc. B.
applied, Earth, Sciences 86 p. B107-B111 22 ref. May (1927)
- CONSEJO R. M. Interpretación de la Imágen de Satélite G-3 MADERA (Archivo
Técnico del C. R. M.)

L E Y E N D A

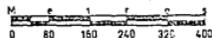
SIMBOLOS TOPOGRAFICOS



SIMBOLOS GEOLOGICOS



ESC 1 : 4000



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	TITULO PROFESIONAL
	SECCION TRANSVERSAL B-B' RUMBO E 56° SW VIENDO AL NW AREA EL MINERAL DE DOLORES Mpio de Madres, Oahuapue
	TELMO ESPINOSA VILLALBA JEAN MARTEL EDGAR ALFARDO ROBERTO GONZALEZ ANTONIO PABLO ALONSO LIN

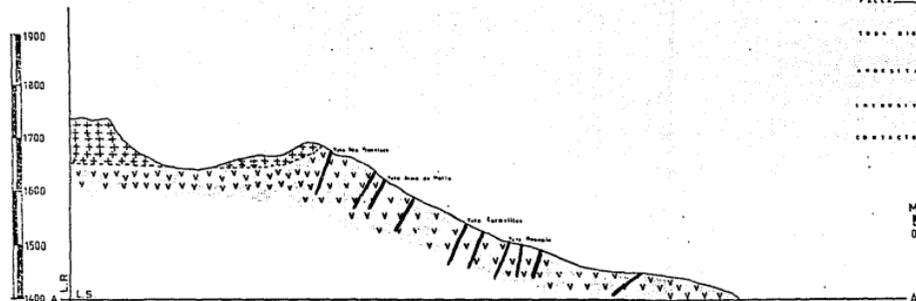
LEYENDA

SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS

- PERFIL _____ ~~~~~
- LÍNEA DE SECCIÓN _____ 
- LÍNEA DE REFERENCIA _____ 
- TERRA PUNTEADA _____ 

SÍMBOLOS GEOLÓGICOS

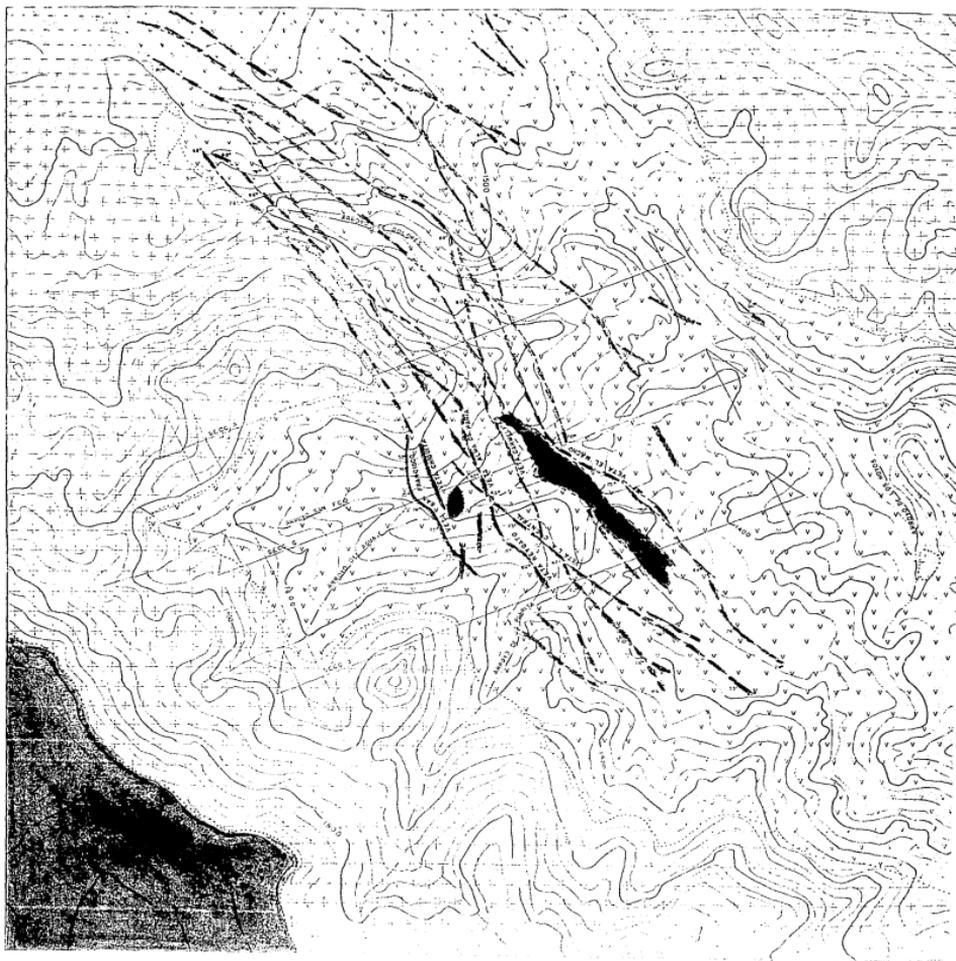
- ROCA _____ 
- ROCCO GRANITO _____ 
- FALLA _____ 
- TERRA BILÍNEICA _____ 
- CONCRETO _____ 
- CONCRETO ARMADO _____ 
- CONCRETO SIMPLE _____ 

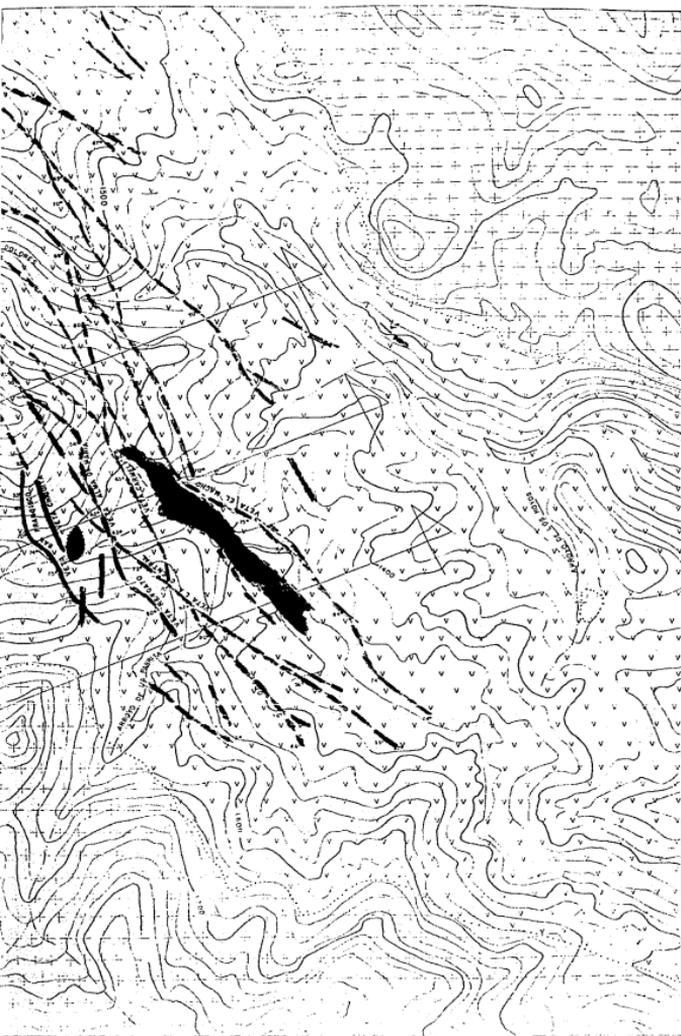


ESC 1: 4000



U N A M	FACULTAD DE INGENIERÍA
	CARRERA DE INGENIERÍA
	SECCIÓN TRANSVERSAL A-A' RUMBO NE 58° SW VIENDO AL NW ÁREA EL MINERAL DE DOLORES Mpio de Madera, Chihuahua
	<small> DISEÑADO POR: [] DIBUJADO POR: [] REVISADO POR: [] FECHA: [] </small>





L E Y E N D A

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS :

- PUNTO TOPOGRAFICO _____
- CURVAS DE NIVEL _____
- ZARZOYO _____
- MINA _____
- LINEA DE SECCION _____
- LINEA DE REFERENCIA _____

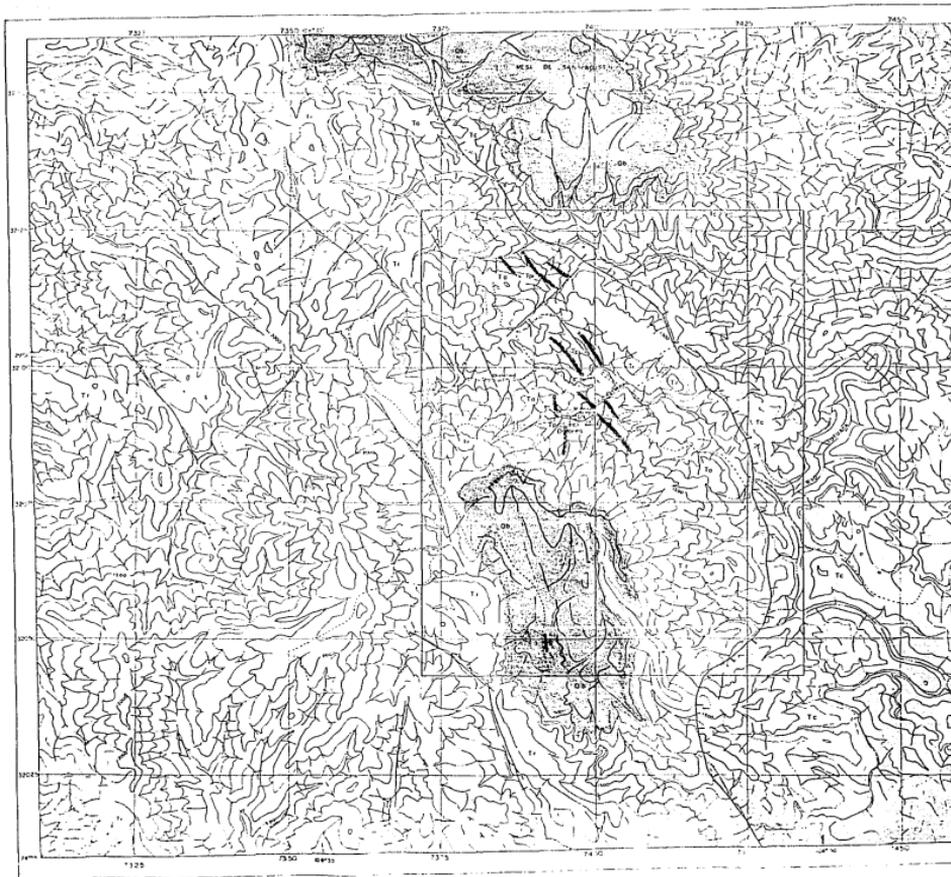
SIMBOLOS GEOLOGICOS :

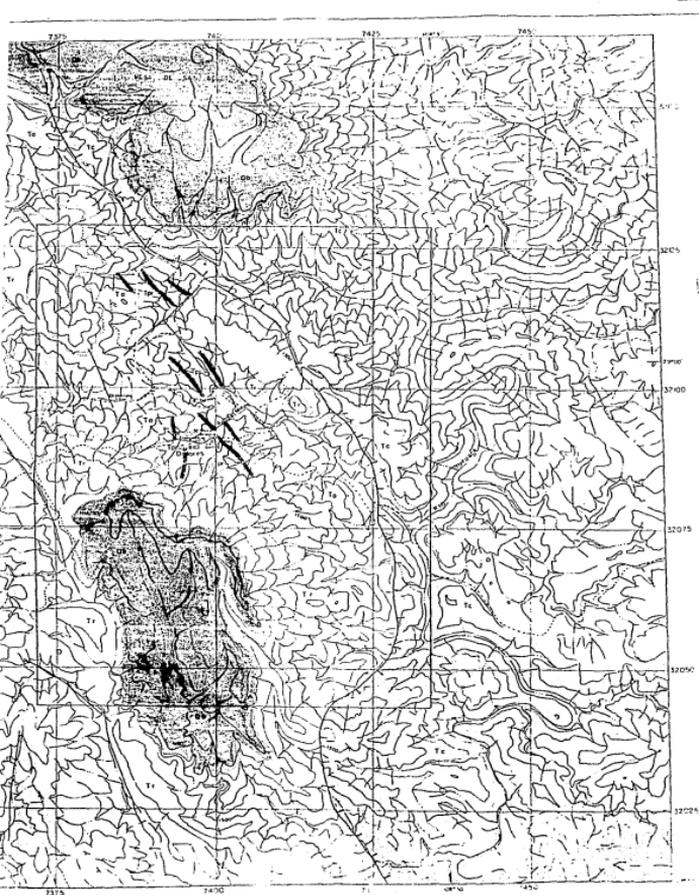
- VETA _____
- VETA PROYECTADA _____
- AJUNDO Y ECHADO _____
- FALLA _____
- CONTACTO GEOLOGICO OBSERVADO _____
- BASALTO _____
- TOBA RIOLITICA _____
- TOBA ANDESITICA _____
- DIQUE _____

ESC. 1: 5000



D	FACULTAD DE INGENIERIA
	PLANO GEOLOGICO TOPOGRAFICO DE SUPERFICIE
E	
V	
K	





EXPLICACION

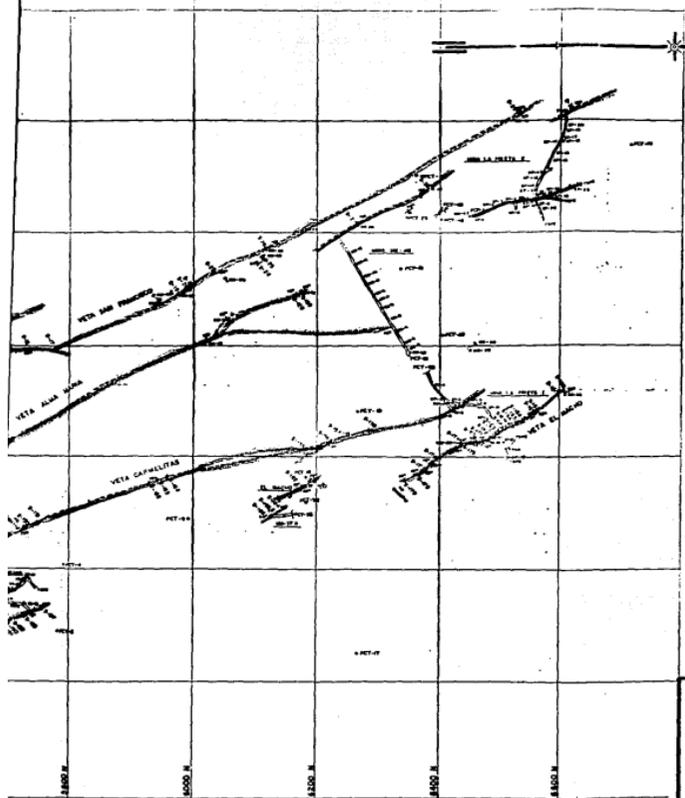
- RANCHO O LAGO
- BANCA O VEREDA
- RIO Y ARROYO
- CURVAS DE NIVEL
- PISTA DE ATERRIZAJE
- CONTACTO LITOLOGICO
- FALLA NORMAL
- FRACTURAS
- CRESTON O DIQUE
- OROGS. MINERAS
- PSUDOSTRATIFICACION
- BASALTO
- CONGLOMERADOS Y ARENOSAS
- TORRO MOLTICAS
- PORTIDO MOLTICO
- DIARAS
- IGLAS ANDISIMAS

NOTA: LA TOMADA DE LAS CURVAS DE LOS PUNOS ESTACIONALES
FUE EN 1950. MANTEN. 1950 Y 1952

ESCALA 1 : 25000



FACULTAD DE INGENIERIA	
CIENCIAS DE LA TIERRA	
U	MAPA FOTOGEOLOGICO DE
N	BOLOPES
T	MAPA DE MADERA, CHIAPAS
M	TESIS PROFESIONAL
<small> INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MEXICO CENTRO DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS CIENTÍFICOS AV. INSTITUTO TECNOLÓGICO S/N. CDMX. 04500 </small>	



LEYENDA

- SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS**
- PUNTO TOPOGRÁFICO
 - MANERA DE LOCALIZACIÓN
 - OBRA REALIZADA
 - OBRA PROYECTADA
 - SOCAMINA
 - TIRO
 - CONTRAPISO
 - TERRENO
- SÍMBOLOS GEOLÓGICOS**
- VEA
 - TUNEL Y ECHADO
 - MUESTRA



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	MEXEZ GARZA MARCO ANTONIO	SEBASTIAN BALBUENA ANQUETA
	NEALA MONTES EDGAR ALEJANDRO	FRANCISCO MELARA LUNA
PLANO GEOLOGICO DE SUPERFICIE		
MOSTRANDO OBRAS INTERIORES Y MUESTREO DE SUPERFICIE		
MINERAL DE DOLORES		
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		
MAYO	1965	