

20



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

**“Estudio Geológico-Minero Sobre el Distrito el Caimán,
San Blas, Municipio el Fuerte, Estado de Sinaloa”**

T E S I S
Que para obtener el título de:
Ingeniero Geólogo
p r e s e n t a :
Juan Rosario Lagos

México, D. F.

1987



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

	PAGINA
1. INTRODUCCION.....	1-4
1.1 Objeto del estudio.....	1
1.2 Historia minera.....	2
1.3 Trabajos previos.....	3
1.4 Métodos de trabajo.....	3-4
2. GEOGRAFIA.....	5-9
2.1 Localización y vías de acceso.....	5
2.2 Población y cultura.....	5-6
2.3 Infraestructura.....	6
2.4 Clima, vegetación y fauna.....	6-8
2.5 Fisiografía.....	8
2.5.1 Orografía.....	8-9
2.5.2 Hidrografía.....	9
3. GEOLOGIA	10
3.1 Estratigrafía	10
3.1.1 Complejo Sonobari.....	11-12
3.1.2 Terciario Inferior de rocas calcoalcalinas (Tib).....	12-15
3.1.2.1 Formación San Blas	13-15
3.1.2.2 Andesita San Miguel	15
3.1.3 Terciario Inferior de rocas ácidas (Tia).....	15-17
Formación Fuerte.....	15-17
3.1.4 Terciario Clástico (Tc).....	17-18
3.1.4.1 Formación Maune....	17-18
3.1.5 Terciario Superior de rocas básicas (Tsb).....	18-19

	PAGINA
3.1.6 Cuaternario Clástico (Qpc).....	19-21
3.1.6.1 Formación Tesila.....	19-20
3.1.6.2 Depósitos de talud.....	20
3.1.6.3 Formación Vado.....	20-21
3.1.7 Basalto Carrizo.....	21
3.1.8 Unidad Cuaternaria Pleistoceno - (Qp11d).....	22
3.1.9 Unidad Cuaternaria Reciente - (Q11?).....	22
3.1.9.1 Aluvi6n.....	22
3.A Rocas intrusivas.....	23-24
Monzonita cuarcífera Capomos....	23
3.2 Tectónica.....	25-27
3.3 Geología estructural.....	28-29
 4. YACIMIENTOS MINERALES.....	 30-40
4.1 Ubicación metalogenética del distrito - El Caimán.....	30-31
4.2 Forma y dimensiones.....	31
4.3 Rocas encajonantes.....	31-32
4.4 Estructura mineralizada.....	32-33
4.5 Alteraciones hidrotermales.....	33-34
4.6 Paragénesis y sucesión.....	34-37
4.7 Ideas acerca del zoneamiento.....	34-36
a) Relaciones texturales.....	34-35
b) Sucesión.....	36
4.8 Discusión genética.....	37-40
 5. OBRAS MINERAS.....	 40-52
5.1 Mina El Caimán.....	40-45
5.1.1 Localización.....	40
5.1.2 Geología.....	41-42
5.1.3 Obras mineras.....	42-43
5.1.3.1 Obras superficiales....	42
5.1.3.2 Obras intermedias.....	42
5.1.3.3 La Rampa.....	42-43

	PAGINA
5.1.4 Muestreo.....	43-45
5.1.4.1 Muestreo superficial.....	43-44
5.1.4.2 Muestreo de interior de mina	44-45
5.1.5 Plantilla de barrenación	45
5.2 Mina San Antonio.....	45
5.2.1 Localización.....	45-47
5.2.2 Geología.....	45-46
5.2.3 Obras, muestreo y recomendaciones....	46-47
5.3 Veta El Carmen.....	47-48
5.3.1 Localización.....	47
5.3.2 Geología.....	47-48
5.3.3 Obras, muestreo y recomendaciones....	48
5.4 Veta Dolores.....	48-49
5.4.1 Localización.....	48
5.4.2 Geología.....	49
5.4.3 Obras, muestreo y recomendaciones....	48-49
5.5 Veta Magda.....	49-50
5.5.1 Localización.....	49
5.5.2 Geología.....	50
5.5.3 Obras, muestreo y recomendaciones....	50
5.6 Veta Vinolo.....	50-51
5.6.1 Localización.....	50-51
5.6.2 Geología.....	51
5.6.3 Obras, muestreo y recomendaciones....	51
5.7 Veta Colmena.....	51-52
5.7.1 Localización.....	51
5.7.2 Geología.....	52
5.7.3 Obras, muestreo y recomendaciones....	52
6. RESERVAS MINERAS.....	53-55
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56-59
BIBLIOGRAFIA.....	60-61

1	Plano de localización del distrito El Caimán	5-6
2	Clasificación de las provincias fisiográficas del estado de Sinaloa.....	8-9
s/n	Tabla de correlación estratigráfica.....	9-10
3	Reconstitución del Mesozoico de los grandes dominios tectónicos del norte de México....	27-28
4.1	Zona polimetálica.....	30-31
4.2	Modelos metalogénéticos.....	40-41
4.3	" "	40-41
5	Cálculo de reserva y programa de exploración Mina El Caimán.....	55-56
6	Cálculo de reserva y programa de exploración Mina El Caimán.....	59-60

INDICE DE LAMINAS

1	Plano geológico regional del distrito El Caimán, San Blas Municipio El Fuerte, Sin.....	Al final
2	Plano geológico estructural del distrito minero El Caimán, San Blas Municipio El Fuerte, Sin.....	"
3	Plano geológico-minero del distrito minero - El Caimán, San Blas Municipio El Fuerte, Sin.....	"
4	Secciones geológico mineras del distrito minero El Caimán, San Blas Municipio El Fuerte, Sin.....	"
5	Planta y secciones de la mina El Caimán, San Blas Municipio El Fuerte, Sin.....	"
6	Plano de muestreo, mina El Caimán, San Blas Municipio El Fuerte, Sin.....	"

No.

INDICE DE LAMINAS

7 Plano geológico minero del prospecto Magda,
San Blas Municipio El Fuerte, Sin..... Al final

1.- INTRODUCCION

La minería en el desarrollo económico de México, ha representado una actividad industrial de gran importancia. Es bien sabido que tuvo un gran desenvolvimiento durante la época colonial, cuando se originó la fundación de los principales centros de población que hasta la fecha subsisten como centros urbanos de gran importancia.

En la década pasada y en lo que va de ésta, se ha impulsado en forma notable la actividad minera en todo el estado de Sinaloa. La instalación de nuevas plantas de beneficio ha hecho reutilizables la explotación de aquellas zonas mineras que por encontrarse retiradas de éstas se encontraban abandonadas.

El Gobierno Federal apoya a pequeños y medianos mineros -- con el fin de reacondicionar, explorar y si resulta económico-explotar aquellas minas que fueron abandonadas por diversos motivos; una de estas áreas es el distrito minero "El Caimán".

El Consejo de Recursos Minerales por medio de la Gerencia de Exploración, en su residencia en Culiacán, Sin., recientemente ha venido realizando una intensa exploración geológica - minera en todo el estado. Así pues, en el distrito minero "El Caimán" se han realizado diversos estudios geológicos mineros con el fin de determinar si existen posibilidades de reanudar su explotación.

1.1.- Objeto del Estudio

El presente estudio tiene por objetivo fundamental el desarrollar una evaluación Geológico-Minera del distrito "El Caimán", para hacer la planeación de un programa de prospección muy detallado; de esta manera, se busca comprobar con obras directas, la continuidad de la mineralización. Se pretende, asimismo analizar las posibilidades de un inmediato aprovechamiento a través de una primera valoración de reservas.

1.2.- Historia Minera

En general, la historia del distrito minero "El Caimán" - se puede resumir en tres etapas, la primera es la más importante.

Fué llevada a cabo por los españoles antes de la Independencia de México; durante este período se hicieron la mayoría de las obras existentes.

Los trabajos de la Mina "El Caimán" se suspendieron a una profundidad de 45 a 50 m. por no tener bombas con que extraer el agua. La segunda fué a principios de este siglo; en ésta, - se intentó rehabilitar la Mina "El Caimán" que constituye la obra mas importante del distrito. Pero por la Revolución no - se pudo terminar de limpiar la mina; finalmente, en trabajos más recientes hacia 1972 un norteamericano llamado Douglas -- radicado en El Fuerte, hizo una barrenación de diamanté de la cual en la actualidad, Únicamente se aprecia la planilla de - barrenación y el hueco donde se inició. En 1981 los concesionarios beneficiaron los terreros de las minas "El Caimán" y - "San Antonio"; estimaron un aprovechamiento cercano a las - 20,000 toneladas.

Desde 1982 hasta la fecha en la Mina "El Caimán" se desarrolla una rampa que ya alcanzó los minados antiguos, aprovechando algo de retagues y pegados de la veta, dejados por los mineros antiguos.

En 1984 el Sr. Jaime Guinea González, concesionario de algunos fundos mineros y socio de los otros lotes, solicitó por medio de una carta al Director General del Consejo de Recursos Minerales, se le hiciera una visita de reconocimiento para definir el potencial del Distrito. Esta solicitud fué turnada a la Gerencia de Evaluación y Contratos, la cual comisionó a la Subgerencia Regional Noroeste para que por medio de la Residencia Sinaloa se realizara dicha visita.

1.3.- Trabajos Previos

En el año de 1961 el Instituto de Geología de la UNAM - elaboró el estudio geológico de la región San Blas y El - - Fuerte; el cual fué desarrollado por los Drs. Zoltán de - - Cserna y Bión. H. Kent.

En el año de 1971 mediante un acuerdo entre el Instituto de Geología de la UNAM y el Gobierno del Estado de Sinaloa se realizó el mapeo geológico de todo el estado; el - - área de estudio queda comprendida dentro de la hoja San - - Blas Clave 12R-1 (11).

En 1971, el Ing. Jaime Roldán Quintana, del Instituto - de Geología de la UNAM elabora el estudio geológico de reco - nocimiento de la hoja San Blas, en la porción septentrional del estado de Sinaloa.

En 1978, los Ings. Rafael Rodríguez Torres y Diego Córdoba, también del Instituto de Geología de la UNAM elaboran el estudio titulado "Atlas Geológico y Evaluación Geológica Minera del estado de Sinaloa".

En 1984 el Ing. Antonio Flores Martínez, de una Compañía particular elabora un informe de los trabajos de exploración en la Mina "El Caimán".

Finalmente en 1986 el Ing. Ismael Gutiérrez Moreno, desarrolla como tema de tesis en la Facultad de Ingeniería de la UNAM la carta Metalogenética del estado de Sinaloa.

1.4.- Método de Trabajo

Trabajo de Gabinete

En esta etapa se compiló e interpretó la información pre - existente, como estudios geológicos, visitas de reconocimiento, cartas topográficas y metalogenéticas. Asimismo, se hizo la fotointerpretación, para ello se usaron fotografías aéreas del vuelo Jack Amman tomadas por la Secretaría de la Defensa

Nacional en el año de 1957 con una escala 1:54,000 en donde se marcaron para su verificación los rasgos geológicos de mayor interés minero.

Trabajo de Campo

La etapa de trabajo de campo es posible sintetizarla en los siguientes incisos:

- 1) Verificación de datos fotointerpretados por medio de la previa planeación de recorridos y caminamientos -- (Reconocimiento Geológico Regional de Carácter Preliminar).
- 2) Prospección superficial consistente en el rastreo de estructuras mineralizadas. En áreas estratégicas se realizaron una serie de secciones longitudinales y -- transversales geológico-topográficas con brújula tipo Brunton y cinta.
- 3) Levantamiento geológico-topográfico de las obras mineras existentes con el método de brújula colgante y -- cinta.
- 4) Muestreo representativo de canal de las estructuras -- mineralizadas tanto de interior como de superficie, -- así como muestreos selectivos para estudios petrográficos, mineragráficos y de microsonda electrónica.

2.- GEOGRAFIA

2.1.- Localización y vías de acceso

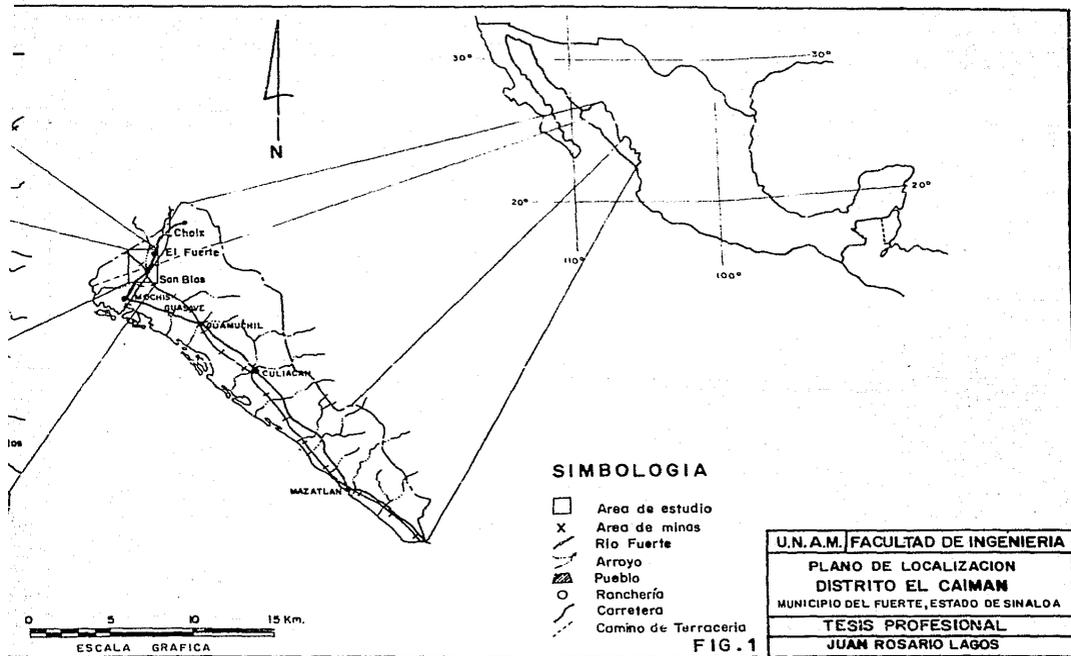
El distrito minero "El Caimán" se encuentra localizado a 50 kilómetros al NNE de la ciudad de Los Mochis; específicamente está ubicado a 15 kilómetros al NNW de la población de San Blas y a 6 kilómetros al poniente de la ranchería La Capilla. Este lugar está muy cercano a la estación de ferrocarril del pacífico denominada Estación Cañedo, dentro del Municipio de El Fuerte, Estado de Sinaloa (fig. No. 1). Las coordenadas geográficas aproximadas de la Mina "El Caimán" son las siguientes:

26° 12' 10" de latitud norte
108° 49' 15" de longitud oeste

El acceso se logra desde la ciudad de Los Mochis, por la carretera número 32 que conduce a la población de Choix; a la altura del kilómetro 35 existe la población de San Blas, en donde se tiene una desviación que conduce a la ranchería de La Capilla por un camino de terracería que cruza por la bocanama-Cahuinahua, lugar donde se cruza el Río Fuerte. El camino sigue con rumbo general norte hasta la población de La Capilla y de aquí se continúa al poniente pasando por la ranchería La Noxia; posteriormente se sigue al NW, por la Estación Cañedo (actualmente abandonada) y se llega al distrito "El Caimán", el recorrido es de 28 kilómetros de terracería desde San Blas, los cuales se recorren en un tiempo total aproximado de 45 minutos.

2.2.- Población y Cultura

Los centros de población más importantes cerca del Distrito son: San Blas, El Fuerte y Los Mochis. Estas poblaciones cuentan con los servicios de energía eléctrica, teléfono, ferrocarril, aeropuerto y centros de salud de la Secretaría de Salubridad y Asistencia. Asimismo, se tienen varias escuelas de



enseñanza primaria, secundaria y preparatoria, así como escuelas de estudios comerciales. Conviene destacar que únicamente en la ciudad de Los Mochis, se imparten carreras a nivel profesional.

Cabe reiterar que a 110 kilómetros hacia el NE del distrito se encuentra la planta de beneficio de Choix (propiedad de la Comisión de Fomento Minero) lugar donde se ha enviado el mineral de la mina para su concentración.

2.3.- Infraestructura

En las cercanías del prospecto existen los servicios de ferrocarril y luz eléctrica. El primero es susceptible de proporcionar el servicio para transportar mineral, para esto se aprovecha la estación de Ferrocarril Cañedo, que actualmente está abandonada, pero en buenas condiciones de operación.

En cuanto al servicio de energía eléctrica se tiene una red de alta tensión de 230 Kv. que atraviesa el área de las minas.

A 6 kilómetros al oriente de la mina se tiene el poblado de La Capilla. Esta población cuenta con aproximadamente 600 habitantes, contando además con los servicios de luz eléctrica, agua potable, escuela primaria y secundaria, así como tiendas de consumo y servicio de camiones que la comunican con la población de San Blas, distante 21 kilómetros- la cual también tiene todos los servicios.

En la población de Choix localizada a 110 kilómetros hacia el NE, se tiene una planta de beneficio de la Comisión- de Fomento Minero con una capacidad de molienda de 100 toneladas por día; a esta unidad se ha enviado todo el mineral- extraído recientemente de la mina.

2.4.- Clima, vegetación y fauna

Según datos proporcionados por la Comisión del Río Fuer

te el clima de acuerdo con Thotnthwaite y Contreras Arias - es seco a húmedo y es similar al del área de El Fuerte Sinaloa, donde se encuentra una estación climatológica que sirvió para obtener los datos entre 1926 y 1962. La temperatura media anual es de 22.3°C con temperatura máxima absoluta de 46.5°C en el mes de julio. La precipitación media anual es de 568.2 mm. con lluvias en los meses de Julio y Septiembre.

Vegetación.

La vegetación en la zona es posible dividirla en dos -- grupos:

1.- En zonas bajas.

<u>NOMBRE COMUN</u>	<u>NOMBRE CIENTIFICO</u>
Bisnagas	Manillopsis
Chollas	Opuntia
Lechuguilla	Eupatorium
Pitahaya	Lemaireocereus sp
Uñas de Gato	Pitnecolobium Acacia
	Riparia
Candelilla	Asclepias

2.- En las estribaciones de las partes altas, la vegetación es de tipo chaparral y arbustos como:

<u>NOMBRE COMUN</u>	<u>NOMBRE CIENTIFICO</u>
Huizache	Acacia Fannersiana
Mezquite	Prosopis Juliflora
Avayacán	Guaracum

La fauna mas característica es la siguiente:

<u>NOMBRE COMUN</u>	<u>NOMBRE CIENTIFICO</u>
Abeja	Apis Malífica
Alacrán	Centroroides Suffusus
Ardilla	Sarus Caroliacis
Armadillo	Dasyus Mexicainstus
Conejo	Silviagua Cunucularrus
Iguana	Iguana Tuberculata
Mapache	Procyon Cotor
Venado	Opocolies Virginua
Zopilote	Catharistes Atratus

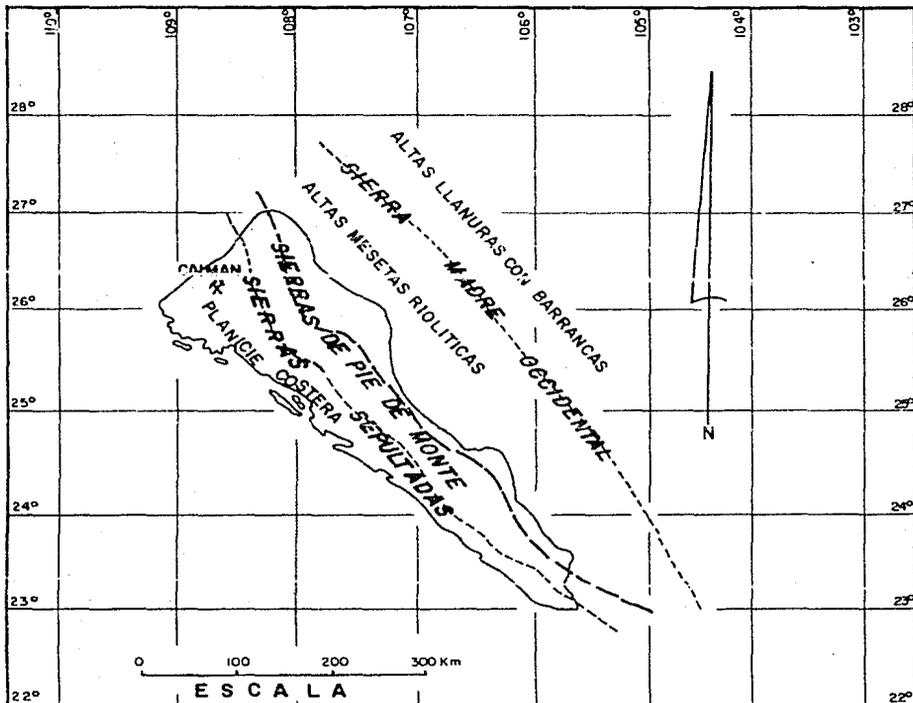
2.5.- Fisiografía

2.5.1.- Orografía

Según la clasificación de las provincias fisiográficas de la República Mexicana, hecha por Raíz (1959), el Estado de Sinaloa queda comprendido dentro de dos provincias fisiográficas: la de la Sierra madre Occidental y la de las Sierras Sepultadas (fig. 2)

La Provincia de la Sierra Madre Occidental se subdivide en las Subprovincias de Altas llanuras con Barrancas; la parte Oriental del Estado de Sinaloa queda comprendida dentro de la Subprovincia de "Altas Mesetas Riolíticas". Tiene una anchura variable de 20 a 50 kilómetros y el promedio de elevación varía de 2000 a 2400 m.s.n.m. La mayor parte de estas mesetas es tan formadas por emisiones y piroclásticos de constitución riolítica que no están exactamente horizontales, sino que tienen inclinaciones hacia el occidente y sus flancos con frecuencia están profundamente disectados por grandes cañones.

La Provincia de Sierras Sepultadas se extiende a lo largo de la Costa del Pacífico, desde Sonora pasando por Sinaloa has



Extreldo de Raiz (1959)

U.N.A.M.	FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL		
CLASIFICACION DE LAS PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DEL ESTADO DE SINALOA		
JUAN ROSARIO LAGOS	DICIEMBRE-1986	FIG. 2

ta Mayarit; su anchura varía desde 50 kilómetros hasta 100 kilómetros, estrechándose hacia el sur. Las cordilleras son irregulares y geológicamente muy complejas; la erosión en esta región ha expuesto los yacimientos minerales que permanecían ocultos por las Altas Mesetas Riolíticas. Asimismo, la provincia de Sierras Sepultadas se subdivide en las subprovincias de Sierras de Pie de Monte y la Planicie Costera.

La Sierra de pie Monte es la subprovincia que se encuentra entre las Altas Mesetas Riolíticas y la Planicie Costera. Este rasgo, está conformado por montañas parcialmente irregularmente sepultadas, que hacia Oriente van ganando altura.

La fisiografía de la Planicie Costera se caracteriza por abanicos aluviales, antiguos valles fluviales, pequeñas colinas constituidas por rocas predeltaicas, deltas actuales y estuarios. El distrito "El Ceimán" se ubica en esta subprovincia la cual se caracteriza por una región de topografía suave en donde sobresalen pequeños lomeríos de 50 a 100 metros de relieve. Este modelado corresponde a una etapa de madurez avanzada en el ciclo de erosión.

2.5.2.- Hidrografía

El área de estudio corresponde a la vertiente hidrográfica del Océano Pacífico y se ubica en la porción más alta del pequeño parteaguas occidental del Río Fuerte; las corrientes que van hacia el oriente fluyen hacia este río y las que van hacia el occidente a los diques del canal Fuerte Mayo que sirve para irrigar las tierras de cultivo.

El Río Fuerte con sus meandros y llanuras de inundación representa un ejemplo clásico de la etapa de madurez tardía (cabe indicar que hacia aguas arriba de este río se construyó la presa de riego Miguel Hidalgo).

ERA	SISTEMA	SERIE	EDAD	HOJA SAN BLAS SINALOA	HOJA YECORATO SINALOA	HOJA SUR DE SONORA	HOJA LOS MOCHIS SINALOA	HOJA SINALOA
CENOZOICA	CUATERNARIO	RECIENTE	1	ALUVION BASALTO CARRIZO	ALUVION	ALUVION	ALUVION	ALUVION
		PLEISTOCENO	1	FM VADO DEPOSITOS DE TALUD TESLA	FORMACION VADO FORMACION TESILA		DEPOSITOS DE TALUD PREGNAS TOPOLORAMPO	FORMACION SINALOA
	TERCIARIO	PLIOGENO	13	LATITA NAVACHISTE	FORMACION HORNILLOS	PLASTICOS CONTINENTALES	LATITA NAVACHISTE	FORMACION HORNILLOS
			23		TERCIARIO SUP VOLCANICO TERCIARIO MED VOLCANICO			
		OLIGOCENO	36	FORMACION MAUNE	FORMACION MAUNE			FORMACION MAUNE
		EOCENO	58	FORMACION FUERTE	FM FUERTE TERCIARIO INFERIOR		FORMACION FUERTE	COMPLEJO VOLCANICO
	PALEOCENO	63	ANDESITA SAN MIGUEL	FM SAN MIGUEL FM SAN BLAS	ROCAS VOLCANICAS FM SAN BLAS VOLCANICO	ANDESITA SAN MIGUEL		
	MESOZOICA	CRETACICO	75					FORMACION TETAMECHE
		JURASICO	181		CALIZAS RECRISTALIZADAS CON DELGADOS INTERESES TRAJOS DE LUTITA		CALIZAS	
		TRIASICO	230		ROCAS VOLCANICAS BASICAS E INTERMEDIAS METAMORFIZADAS			ROCAS VOLCANICAS Y TOBAS BASICAS METAMORFIZADAS
PALEOZOICA	PERMICO	280				PROBABLEMENTE PRESENTE EN GRAN PARTE CONSTA DE ROCAS CALCAREAS PREDOMINANTES		
	CARBONIFERO	345						
	DEVONICO	405						
	SILURICO	425		ESQUISTOS, CUARCITAS, CALIZAS Y GRANITOS DEFORMADOS CON INTRUSIVOS ULTRABASICOS.		CALIZA, CUARCITA Y LUTITA NEGRA	CONGLOMERADOS DEFORMADOS, CUARCITAS Y ESQUISTOS	CUARCITAS, ESQUISTOS, ANFIBOLITAS Y ROCAS INTRUSIVAS DEFORMADAS
	ORDOVICICO	500						
PRECAMBRIICO		600	COMPLEJO SONOBARI		POSIBLEMENTE PRESENTE			

(1)-Millones de años según Kulp (1961)

(2)-El Paleozoico y Precámbrico tomado de Fries (1962). El resto de la columna compilado por el autor

(3)-Columna Lito-estratigráfica para las hojas Lechuguilla, Los Mochis y Tachichitic.

Extraído de ROLDAN (1971)

El rallo diagonal indica falta de afloramientos.

El rallo vertical indica ausencia de formaciones intermedias

3.- GEOLOGIA

3.1.- Estratigrafía

El establecimiento del marco Geológico Regional se fundamentó en el mapeo realizado por el Instituto de Geología - de la UNAM, en cuadrángulos escala 1:100,000 (hoja San Blas, clave 12R-i(11) Ing. Jaime Roldán 1971).

En la región de interés afloran doce unidades litológicas de naturaleza ígnea, sedimentaria y metamórfica. Las unidades de origen volcánico son del Terciario y están constituidas por derrames lávicos y piroclastos, así como por rocas epiclásticas. Estas formaciones son:

- | | |
|------------------------------|---|
| 1) Formación San Blas (Tsb) | } pertenecen a la Unidad del Terciario Inferior Básico -- (Tib) |
| 2) Andesita San Miguel (Tsm) | |
| 3) Formación Fuerte (Tia) | |
| 4) Latita Navachiste (Tsb) | |
| 5) Basalto Carrizo (Qrc) | |

Es posible reunir a las formaciones de origen sedimentario continental en cinco unidades bien definidas.

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1) Formación Maune (Tc) | } pertenecen a la Unidad Cuaternario Pleistoceno Clástico (Qpc) |
| 2) Formación Tesila (Qt) | |
| 3) Formación Vado (Qv) | |
| 4) Llanura Deltaica (Qplld) | |
| 5) Llanura de Inundación (Qlli) | |

Finalmente, existe una unidad de origen intrusivo del Cretácico denominada Monzonita Cuarcifera Capomos (Ia) y una de origen metamórfico conocida con el nombre de Complejo Sonobari.

3.1.1.- Complejo Sonobari (Precámbrico)

El Complejo Sonobari fué definido por De Cserna (1962) - tomando el nombre de la Sierra de Sonobari, situada al norte del estado de Sinaloa.

El complejo está constituido principalmente por esquistos de biotita de grano fino a medio interestratificados con cuarcitas, gneiss: de biotita y anfibolitas. Todos ellos se encuentran intrusados por gabros; granodiorita y diques pegmatíticos. Este conjunto litológico manifiesta un alto grado de metamorfismo regional.

Las rocas metamórficas mencionadas se encuentran distribuidas en dos fajas de afloramiento que corresponden a altos tectónicos; el primero aflora en las Sierras de Sonobari y de Francisco. La litología predominante consiste en esquistos de biotita que en varios horizontes se encuentran interestratificados con cuarcita, gneiss de biotita y anfibolita. El otro afloramiento constituye la faja de pólina hajas que se extiende desde el pueblo de Samicori hacia el noroeste pasando por la presa Miguel Hidalgo; estas rocas consisten de metasedimentos la mayoría de los cuales corresponde a un esquistos de biotita de grano fino a medio. En las cercanías de la presa Miguel Hidalgo existen interestratificaciones de filites con esquistos.

El contacto inferior del Complejo Sonobari no ha sido localizado. Asimismo, la unidad litoestratigráfica más antigua que cubre discordantemente a este complejo, es la formación San Blas; este contacto se observa cerca de el poblado conocido como el Cajón de los Lugos. Dentro del área de estudio las Formaciones Fuerte, Maune, Hornillos, Tesila y Vado cubren discordantemente a las rocas del Complejo Sonobari. Cabe señalar que el espesor mínimo de este complejo es de 800 metros; dicho espesor fué determinado por Rodríguez y Córdoba (1978) en una localidad cercana al poblado de San José de Gracia.

En términos generales, el rumbo de la foliación más - conspicua (La del último período de deformación), es aproximadamente E-W y NW. por su posición estratigráfica y litología se considera a este complejo de edad Precámbrico.

La presencia de cuarcitas, argilitas y anfibolitas en el complejo, indican que la secuencia antes de ser metamorfoseada consistió en una alternancia de clásticos finos y algo calcáreos con horizontes de areniscas. Debido al metamorfismo regional, todas estas rocas fueron convertidas en las rocas metamórficas de la facies esquistos verdes y anfibolitas que en la actualidad se observan.

En las cercanías y al SE de la mina El Caimón afloran rocas de la facies anfibolita que se correlacionan con el Complejo Sonobari; dichas rocas, presentan foliación en direcciones diferentes direcciones y están intrusadas por diques pegmatíticos. Al microscopio se le observó una textura lepidoblástica constituida por los siguientes minerales: cuarzo con intercalaciones de sericita, moscovita, clorita, magnetita, tremolita, actinolita y minerales arcillosos; estas rocas - pertenecen a la clase química cuarzo-feldespática y se clasificaron como esquistos de cuarzo.

3.1.2.- Terciario Inferior de rocas calcocalcálicas

La Sierra Madre Occidental es una gran cadena montañosa que se compone de dos secuencias ígneas cuyo contacto -- marca un período de calma volcánica (Mc Dowell y Clabaugh, - 1979). La secuencia más antigua está constituida por una serie de rocas volcánicas de composición predominantemente intermedia y posee una forma dominante de derrames y unidades piroclásticas andesíticas y traquíticas y en algunas localidades se encuentra con intercalaciones de ignimbritas silí-

ceas. Esta unidad se encuentra aflorando a lo largo de todo el estado de Sinaloa; en la región donde se ubica el distrito "El Coimón", es correlacionable con las Formaciones San Blas, San Miguel y Fuerte; desde un punto de vista metalogénico dicha secuencia tiene gran importancia, debido a que es la roca encajonante de un gran número de yacimientos de tipo hidrotermal. Por lo que respecta a su período de generación es de 102 a 45 m.a. (Terciario).

3.1.2.1.- Formación San Blas

El Terciario Inferior de rocas calcoalcalinas está representado por andesitas con zeolitas y areniscas tobáceas - a esta unidad corresponde la Formación San Blas definida por (De Cserna 1962). Con este nombre designa a los derrames andesíticos y latíticos así como a piroclásticos riolíticos que afloran en los alrededores del poblado de San Blas. Son las rocas volcánicas más ampliamente distribuidas en el área de estudio (lámina No. 1). La litología más característica de esta formación es una lava andesítica con textura porfirítica de color violeta; excelentes afloramientos se pueden observar en el Cerro del Sufragio, en las cercanías de San Blas en donde se presenta en pseudoestratos de rumbo general NNE---SSW inclinados hacia el WNW su espesor es de 1,500 m. (De ---Cserna op. cit.)

La Formación San Blas descansa con discordancia angular sobre el Complejo Sonobari y sobre un cuerpo monzonítico --cuarcífero que se considera relacionado a la monzonita cuarcífera Capomos. El contacto inferior es fácilmente observable en el poblado conocido como el Cajón de los Lugos. La --Formación San Blas además de estar cubierta por la Formación Fuerte, también se encuentra en contacto horizontal con las Formaciones Maune y Vado, sobre todo lo largo del límite occidental y noroccidental de su afloramiento.

En esta formación se reconocen dos unidades litológicas separadas una de otra por una discordancia erosional; cuando se trata de un afloramiento aislado ó semiaislado, no se distingue claramente debido a la presencia de horizontes petrográficamente muy semejantes a los que se encuentran en la Formación Fuerte.

La parte inferior de esta Formación se encuentra bien expuesta a dos kilómetros al Oeste de lo de Vega sobre el arroyo de Sivajahui. Consiste en derrames de lava de andesita de color violeta obscuro; por otra parte, en el camino de Sivajahui a los Ojitos la parte inferior de la Formación San Blas consiste en derrames de latita.

La unidad litológica que cubre a la parte inferior de esta formación consiste de rocas volcánicas epiclásticas; es tratos medianos correspondientes a conglomerados, areniscas-conglomeráticas y tobáceas seguidas de emisiones piroclásticas, todos de composición riolítica; asimismo, en las cercanías de San Blas abundan derrames de riolacita.

La Formación San Blas es la unidad más antigua que descansa sobre las rocas metamórficas que constituyen el basamento de la región. Se considera de edad terciaria del Eoceno Superior-Oligoceno. Las rocas mesozoicas presentes en el estado de Sonora han sufrido por lo menos un plegamiento al principio del terciario; en la formación San Blas a pesar de la presencia de inclinaciones fuertes no se encontraron evidencias concluyentes de la presencia de pliegues que hayan sido producidos por orogenia.

En las cercanías y al SW del distrito "El Caimán" las rocas volcánicas presentan color violeta; megascópicamente se le observa cuarzo y fragmentos de roca. Al microscopio están presentes como minerales primarios: cuarzo, feldespatos, vidrio desvitrificado, fragmentos de roca (andesita riolacítica), magnetita y como secundarios, sericita, epidoto, clorita.

ta, hematita, limonita y minerales arcillosos. Estas rocas - se clasificaron como tobas riódacíticas. Cabe destacar que - estas rocas se encuentran formando afloramientos rocosos de - mas de 60 metros de longitud orientados casi de rumbo Norte - Sur, y casi siempre están relacionados a las vetas.

3.1.2.2. Andesita San Miguel

Este nombre fué propuesto por Ledezma (1970) para designar derrames lávicos y Tobas Andesíticas que afloran en la - Sierra de San Miguel, sobre la carretera que va de Los Mo - - chis a Navojoa.

Al norte del poblado de San Miguel, al pie de la Sierra - del mismo nombre (en el primer corte del camino que conduce - a Navojoa); esta formación se presenta como una secuencia al - ternante de derrames andesíticos y dacíticos de colores ro - - sa, verde claro y amarillo verdoso; en los planos de fractu - ra contiene calcita. Las vesículas de las rocas están relle - nas de Zeolitas (natrolita, mesolita y analcima).

El contacto inferior no aflora y se encuentra cubierta - discordantemente por tobas de composición riolítica de la - - Formación Fuerte.

La edad de esta formación es equivalente a la de la For - mación San Blas; la separación entre ambas se ha hecho aten - diendo básicamente a su litología.

Al igual que la Formación San Blas, la andesita San Mi - guel es de importancia económica que ya se encuentra afecta - da por procesos hidrotermales.

3.1.3.- Terciario Inferior de rocas ácidas (Tia)

3.1.3.1.- Formación Fuerte

El Terciario Inferior está representado por ignimbritas,

tobas riolíticas y areniscas tobáceas de color claro, alteradas y deformadas. En esta unidad se incluye la Formación Fuerte definida por De Cserna (1961).

La Formación Fuerte consiste principalmente de derrames de lava y piroclásticos de composición riolítica y de un conglomerado basal con fragmentos angulosos y subangulosos de rocas ígneas plutónicas y metamórficas cementados en una matriz arenosa de color rojizo. La parte clástica basal de esta formación no excede a los 50 metros de espesor, - mientras que la parte volcánica de la misma, puede alcanzar de 600 a 700 metros de espesor (De Cserna op. cit).

El origen del nombre se debe al poblado de El Fuerte - en cuya orilla Oriental afloran emisiones de riolita. Aflorea a ambos lados del Río Fuerte y cubre con discordancia angular al Complejo Sonobari, a la monzonita cuarcífera Capomos y a la Formación San Blas, todos al Este y Sureste de este Río.

La Formación Fuerte descansa discordantemente sobre el Complejo Sonobari en la Sierra de San Miguel; la unidad presenta una topografía abrupta y forma pequeños escarpes sobre las rocas más erosionadas de la Formación San Blas y San Miguel; en el Valle del Río Fuerte se encuentra a su vez cubierta en discordancia erosional por clásticos de la Formación Maune.

Por su litología y posición estratigráfica la formación Fuerte se considera de edad Miocénica.

En las cercanías y al NE del distrito "El Caimán", esta formación se encuentra directamente encima del Complejo Sonobari, megascópicamente presenta un color gris oscuro - con manchas claras; se observan feldespatos y máficos. Al microscopio presenta los siguientes minerales esenciales: feldespatos, vidrio desvitrificado, biotita y magnetita, como secundarios clorita, sericita, hematita, limonita y minerales arcillosos, estas rocas se clasificaron como ignimbri

tas.

Hace 45 millones de años hacia el oriente se manifestó un cese de la actividad magmática del Complejo Volcánico Inferior, tuvo lugar un período de calma volcánica de aproximadamente - 10 ma. McDowell y Clabaugh (op. cit.); en este período se depositó la Formación Maune, la cual presenta abundantes fragmentos de la Formación San Blas, San Miguel y Fuerte, además de algunos fragmentos de rocas metamórficas del Complejo Sonohari; en donde se infiere que dicho complejo estaba elevado antes de -- que se depositara esta formación.

3.1.4.- Terciario de rocas clásticas (Tc)

3.1.4.1.- Formación Maune

El Terciario Clástico está representado por areniscas tobáceas, gravas y arenas, de origen continental. A este conjunto corresponde la Formación Maune la cual fue propuesta por - de Cserna (1961) para designar una secuencia clástica fluvial formada de conglomerados, areniscas conglomeráticas y arcosas en estratos medianos y gruesos que cubren a la Formación Fuerte en el área de El Fuerte, Sin. Los cantos y guijas que constituyen las capas del conglomerado constan en un 80% de rocas volcánicas la mayoría de las cuales varía entre riolita y dacita; mientras que el resto de los fragmentos consisten de rocas ígneas intrusivas y rocas metamórficas. El material tobáceo es abundante en los conglomerados y se presenta en la matriz. Las areniscas también tienen un alto porcentaje de material tobáceo y pasan transicionalmente a arcosas; los estratos de esta formación tienen un color pardo claro a crema.

Con base en mediciones de rumbo a inclinación de los estratos, se ha llegado a la conclusión de que el espesor de la Formación Maune no excede los 1,200 metros.

Esta formación descansa sobre la Formación Fuerte, en discordancia erosional y cubre también a las demás formaciones mencionadas. A la vez, la Formación Maune está cubierta en discordancia erosio

nal por las formaciones Tesila y Hornillos. Esta última aflora en las cercanías y al NE del poblado de El Fuerte.

A esta unidad se le considera del Plioceno además de que es correlativo con el miembro superior de la Formación Bacucarit del Estado de Sonora (King 1939 P. 1688 y lám. 1)

3.1.5.1.- Latita Navachiste

La unidad del Terciario Superior de rocas básicas está representada por aparatos volcánicos, lavas, brechas basálticas, andesitas y lutitas. A esta unidad corresponde la Latita Navachiste; el nombre fué propuesto por Ledezma (1970), para designar a una secuencia de rocas volcánicas que consiste en derrames y brechas de composición latítica y andesítica que afloran en la Sierra de Navachiste localizada a 20 kilómetros al Sureste de Topolobampo, Sin.

La latita aflora en la Sierra de San Miguel y a ambos lados de la carretera internacional; en estos afloramientos la unidad consiste principalmente de brechas volcánicas de composición andesítica; cabe señalar que la unidad se distingue de las demás formaciones debido a que estas rocas provienen de aparatos volcánicos aún reconocibles; su espesor varía de 10 a 20 metros según se observa en el campo, pero puede llegar a 120 m. (Rodríguez y Córdoba op. cit.)

Su contacto inferior no se aprecia, su cima es una superficie de erosión por lo que se le considera del Terciario Superior; además es correlativa con la Formación Hornillos que aflora en el pueblo de Hornillos ubicado a 11 kilómetros al NE del poblado El Fuerte.

Las relaciones estratigráficas entre los Complejos Volcánicos Superior e Inferior; están controladas por una fuerte acción erosiva; ésto dá lugar a la formación de paleovalles en -

los cuales se produjo la acumulación de clásticos de tipo continental.

Hacia el Plioceno-Cuaternario la Placa Farallón desapareció completamente debajo de la Placa Norteamericana - - - (Atwater 1970). El movimiento relativo entre estas dos placas es el responsable de la creación del Rift Golfo de California-Sistema San Andrés. De acuerdo con lo anterior se origina un vulcanismo de tipo distensivo que afectó las regiones costeras de los estados de Baja California, Sonora y Sinaloa. Dicho vulcanismo es de composición alcalina y está representado por los basaltos asociados a andesitas basálticas y las latitas de esta formación.

3.1.6.- Cuaternario Clástico (Qpc)

Formación Tesila

Depósitos Talud

Formación Vado

El Cuaternario Clástico comprende depósitos de Talud, abanicos aluviales en la Planicie Costera además de relleno de gravas y limos.

3.1.6.1.- Formación Tesila

La Formación Tesila fué definida por De Cserna en 1961. La unidad consiste de gravas semiangulosas, principalmente de rocas metamórficas, en matriz limo-arenosa, poco litificada. La localidad tipo y sección tipo se ubica en el lecho occidental del Río Fuerte a la altura del Rancho Tesila.

Gran parte de esta formación consiste de gravas compuestas de guijas semirredondeadas en una matriz arenosa; la mayor parte de las guijas provienen de rocas metamórficas; -- también se encuentran pequeños fragmentos de rocas volcánicas. El espesor de esta formación es de 60 metros (De Cserna op. cit.)

La Formación Tesila se encuentra a ambos lados del Río Fuerte y del arroyo de Alamos; cubre con discordancia ero--

sional a la Formación Maune, Fuerte, así como al Complejo Sonohari. Asimismo esta unidad se encuentra cubierta por la Formación Vado.

La edad de esta formación es del Mioceno Tardío. Debido a su posición estratigráfica y a su naturaleza semilitificada, se cree que se acumuló después de la extrusión del Basalto Hornillos, debido a la presencia de fragmentos de basalto de olivino en la Formación Tesila.

3.1.6.2.- Depósito de Talud

Los depósitos de Talud consisten principalmente de gravas angulosas y mal clasificadas derivadas de las rocas metamórficas que afloran en el flanco occidental de la Sierra Sonohari. También dentro de estos mismos depósitos se consideran de las rocas metamórficas que afloran en el flanco occidental de la Sierra Sonohari. También dentro de estos mismos depósitos se consideran los localizados al Norte del Rancho - Balácachi y al Norte de la Sierra de San Miguel; todos estos últimos derivados de rocas volcánicas. Al Oriente de San Blas se presentan como abanicos aluviales. Por su posición estratigráfica se considera a estos depósitos como del Terciario Superior Cuaternario.

3.1.6.3.- Formación Vado

La Formación Vado fué definida por De Cserna (1961) y toma su nombre del Rancho El Vado, situado sobre el lecho occidental del Río Fuerte, a unos tres kilómetros al Oeste de la ciudad de El Fuerte. Debido a la presencia de excelentes afloramientos inmediatamente al noroeste de dicho rancho, esta área de afloramiento se designa como la localidad tipo.

La Formación Vado consiste de gravas de terraza formadas principalmente de cantos bien redondeados compuestos de rocas

ígneas intrusivas y de rocas metamórficas y volcánicas. El espesor de esta formación no excede los 20 metros. De Cserna (op. cit.)

La mayor parte de las gravas descansan sobre la Formación Maune; también descansan sobre las Formaciones Tesila y San Blas y sobre el Complejo Sonobari.

Se le asigna una edad del Pleistoceno Temprano, por estar la acumulación y distribución de esta unidad relacionada con el ciclo geomorfológico de principios del Cuaternario.

3.1.7.- Basalto Carrizo

Ledezma (1970) designó con el nombre de basaltos y brechas basálticas a los derrames basálticos que afloran en los contornos de la Bahía de Ohuira y en el puerto de Topolobampo, Sin.

La unidad consiste de una lava en bloques de composición basáltica; según se puede apreciar en el Cerro del Matate; aquí se forma una costra no mayor de 15 metros de espesor. Dicho basalto también aflora en la planicie El Carrizo al norte del poblado de los Musos.

Los basaltos cubren discordantemente a las rocas más antiguas y Roldán (op. cit), las asigna al Cuaternario ya que estas mismas rocas en el área de la hoja Tachichilitic sobreyacen a terrazas fluviales que contienen fósiles vertebrados, tales como bisonte, conchas de tortuga y molares de mastodonte; dichos fósiles indican una edad Pleistocénica.

3.1.8.- Unidad Cuaternario Pleistoceno (Qplld)

Con este nombre Roldán (op. cit.) denomina a los sedimentos fluviales con los que el Río Fuerte construyó en el Pleistoceno la llanura deltaica previa a la actual. Esta unidad se muestra al norte y noroeste del poblado denominado Mochicahui ubicado dentro de la hoja Mochis.

Morfologicamente, la superficie de este delta retrabajado se caracteriza por lomeríos de escasos relieve que son remanentes de la superficie preexistente, que ha sido erosionada por los movimientos laterales del Río Fuerte, lo que ha dejado numerosos meandros abandonados como vestigio del movimiento que ha tenido.

3.1.9.- Unidad Cuaternaria Reciente, llanura de Inundación

Con el nombre de Unidad Cuaternaria Reciente Roldán - - - (op. cit), denominó a los depósitos sedimentarios apartados por los ríos y sus afluentes en la zona aluvial, albardones y canales fluviales.

En la llanura de Inundación Fluvial se tienen los sedimentos finos, limo y arcilla con frecuencia micáceos y ricos en materia orgánica. Los sedimentos limo arenosos se localizan en los albardones y las gravas en los lechos de los canales fluviales.

3.1.9.1.- Aluvión (Qal)

El cauce de el Río Fuerte consiste de gravas y arenas, en la planicie del Carrizo consiste de un suelo limo-arenoso con algo de gravas, en términos generales es de color rojizo. Su espesor varía de unos cuantos metros a 100 metros.

3.A.- Rocas Intrusivas

Monzonita Cuarcifera Capomos

El cuerpo intrusivo que se encuentra en el área nor-oriental del plano geológico regional corresponde a la Monzonita Cuarcifera Capomos cuyo carácter diagnóstico y visible en el campo es la presencia de hornblenda y biotita. - La zona de contacto con el Complejo Sonobari está marcada por el desarrollo de granates y epidota en una zona angosta en los esquistos de este complejo.

Los cuerpos intrusivos localizados en la porción sur del área de estudio están cubiertos parcialmente por las - unidades del Terciario Inferior ácido (Tia) y por el Cuaternario Pleistoceno Clástico (Qpc). Dichos intrusivos consisten de Monzonitas Cuarciferas pero carecen de biotita.

Constituyen manifestaciones del Batolito Sinaloa cuya edad radiométrica varía de 40 a 100 millones de años.

A continuación se presentan edades radiométricas de rocas intrusivas; las dos primeras se encuentran en el plano geológico regional y la tercera en sus cercanías.

AREA	LOCALIZACION	TIPO DE ROCA	EDAD EN MILLONES DE AÑOS	INVESTIGADOR
El Fuerte	20 Km. al W del Fuerte	Pegmatita	Bi 51.6 [±] 1.6	De Cserna (1961)
El Fuerte	Capomos (26 ⁰ 27' y 108 ⁰ 36')	Cuarzomonzonita.	Bi 75.0+1.9	De Cserna (1961)
El Fuerte	Al Sur del Lago Maune	Granito	Bi 75.0	De Cserna (1961)

NOTA: Bi es el mineral usado para la determinación de edad por la roca.

Cabe reiterar que el cuerpo intrusivo ubicado al noroeste del poblado Buenavista se clasificó como cuarzo monzo

nita; megascópicamente se le aprecian abundantes plagioclasas. Al microscopio se le observó una textura holocristalina hipidiomórfica en cuya mineralogía aparecen como esencia les cuarzo, oligoclasa, andesina, ortoclasa; como acceso--- rios ferromagnesianos alterados y magnetita; como secunda-- rios sericita, calcita, clorita, hematita y minerales arcillosos. Al sur de la Sierra de Balacachi se encuentra el -- otro cuerpo intrusivo en naturaleza cuarzomonzonítica y pre senta la misma composición mineralógica que el cuerpo intru sivo localizado al Noroeste del poblado Buenavista.

3.2.- Tectónica

En el Paleozoico Tardío la Placa Farallón converge con - el antiguo Cratón Norteamericano. A principios del Mesozoico - continúa el mismo fenómeno en el actual oeste de Baja Califor - nia por lo que dicha placa se fragmenta en escamas. De esta - manera se forma una cuenca marginal que es donde se generan - las ofiolitas de la Península de Vizcaino y de las Islas de - Cedros, Margarita y Magdalena en el estado de Baja California.

A partir del Jurásico, Servais y colaboradores (1981), - postulan la apertura de una cuenca a la que informalmente lla - man paleogolfo de Baja California donde se generan las secuen - cias ofiolíticas, seguidas de una sedimentación pelágica, que en conjunto constituyen las Ofiolitas de Bacurato, que aflor - ran al SE del distrito El Caimán.

Entre el Jurásico Medio Superior y el Cretácico Inferior en las márgenes del paleogolfo antes mencionado, se generan - los arcos Vulcanosedimentarios de Alisitos y el Insular de Si - naloa, por lo que se considera a dicho paleogolfo una barrera ó discontinuidad que separó a ambos arcos. En cuanto a su ori - gen, Gastil et al (1981) y Servais et al (op. cit), sugieren - que dichos arcos tienen un origen diferente, ya que por un la - do el de Alisitos fué formado a partir de la subducción de la Placa Farallón con la Norteamericana en la porción más occi - dental de esta última y el de Sinaloa se ubica más al Oriente por lo que posiblemente exista una segunda zona de subducción paralela a la márgen occidental de Baja California pero ubica da más al oriente (fig. 3).

Durante el Cretácico Inferior cesa la actividad volcánica submarina. Dentro del paleogolfo de Baja California continúa - la sedimentación pelágica (cobertura del complejo ofiolítico - de Bacurato) y comienza el depósito de calizas arrecifales al - rededor del Arco de Sinaloa.

Hacia el Cretácico Medio se produce el levantamiento gene

ral del arco y su fosa ante-arco; dicho levantamiento se - refleja por la sedimentación de la cuenca post-arco durante el Albiano Cenomaniano; así se dá por terminada la historia marina del Noroccidente de México.

Desde un punto de vista paleogeográfico, el distrito - El Caimán está ubicado en el Mesozoico cerca de la transición del Arco de Sinaloa y la cuenca ante-arco.

En el Cretáceo Medio-Superior se genera un arco magmático continuo desde California E.U., hasta el estado de -- Guerrero. El magmatismo empezó en la margen continental hace aproximadamente 140 m.a., avanzó 1000 Km, hacia el oriente hasta hace 40 m.a. posteriormente regresa a la margen - continental pacífica hace 16 m.a. (Clark et. al; 1983). Este magmatismo se manifestó por numerosos emplazamientos de cuerpos intrusivos acompañados de un intenso vulcanismo de composición andesítica; en el distrito El Caimán estas rocas están representadas por las formaciones San Blas, San Miguel y Fuerte.

Como producto de la Orogenia Laramide se generan es--- fuerzos compresivos provenientes del oeste que junto con - la acción plutónica mencionada dan lugar a metamorfismo, - deformación, levantamiento y erosión de toda la secuencia- pre-existente (En el distrito El Caimán: Complejo Sonoba-- ri, Formaciones San Blas, San Miguel y Fuerte); como conse- cuencia de estos fenómenos en el Albiano-Cenomaniano se -- tiene el emplazamiento tectónico de la secuencia ofiolítica de Bacurató (Servais et. al 1980).

Más hacia el oriente, al terminar la Orogenia Laramide hace aproximadamente 40 m.a., tuvo lugar un hiatus volcánico de 10 m.a., durante el cual se rellenan los valles (for- mados por la Orogenia) con detritos continentales. Mc Do-- well y Clabaugh (op. cit) proponen dos posibles causas para explicar este hiatus volcánico: una pausa ó inclinación

de la convergencia entre las Placas Farallón y Norteamericana o un cambio en la inclinación en la zona de Benioff; la otra causa es la posible subducción de una cordillera activa localizada más hacia el oriente de la cordillera Pacífica.

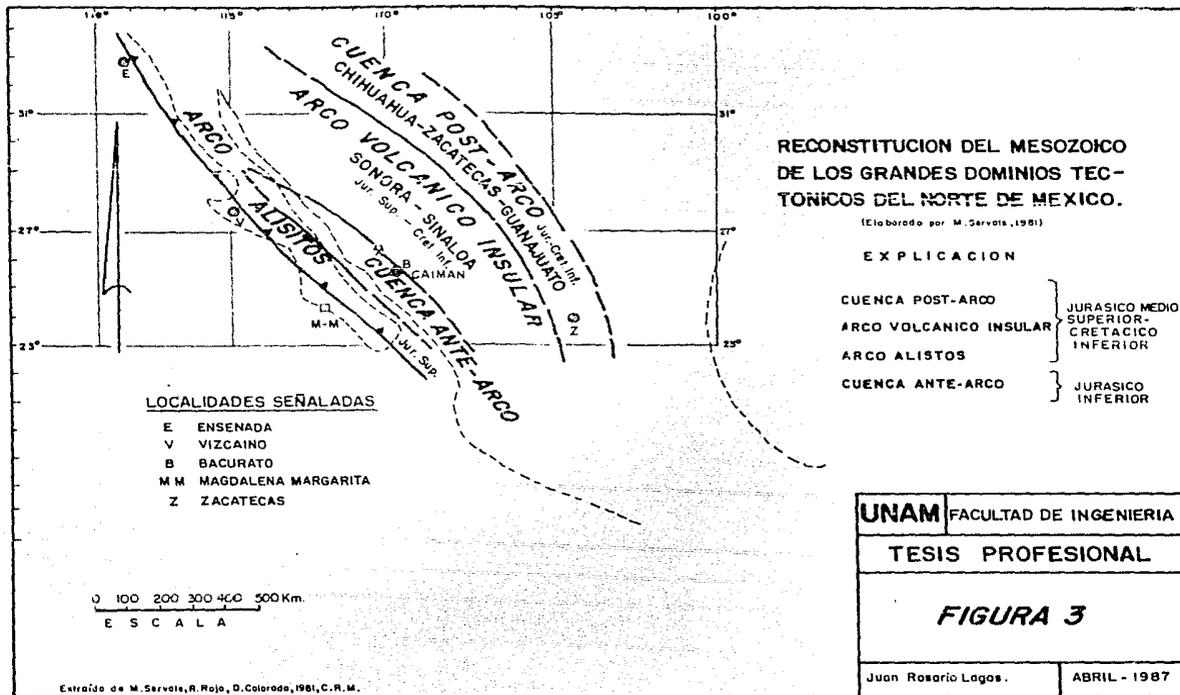
Durante el retroceso del arco magmático tiene lugar un cambio en la composición del magma, siendo éste de tipo bimodal representado en el estado de Sinaloa por un vulcanismo explosivo de naturaleza ignimbrítica, riolítica y riodacítica. Además existen algunas manifestaciones plutónicas graníticas, localizadas en la región de Culiacán, cuyo período máximo de desarrollo se ubica entre 34 y 27 m.a. (McDowell y Clabaugh 1979).

Terminado el vulcanismo ignimbrítico hace aproximadamente 30 m.a. (Clark et al 1980), se produce una fragmentación de la Placa Farallón, cuyos fragmentos adquieren un movimiento rotatorio; dicho movimiento origina los "grabens" que exhiben las ignimbritas de la Sierra Madre Occidental y ocurrió del Mioceno al Plioceno (McDowell y Clabaugh op cit.).

Durante el Mioceno Medio al acercarse la Dorsal Pacífica a la margen continental pacífica se producen, fallas verticales originándose el protogolfo de California.

En el Plioceno-Cuaternario la Placa Farallón desaparece bajo la Norteamericana (Atawer 1970), el Plioceno Cuaternario está representado en el distrito por las Formaciones Tesila y Vado así como por los depósitos de talud.

En el Plioceno, Baja California se integra a la Placa Pacífica que migra al NW con respecto al naciente Golfo de California y al Sistema San Andrés. Dicha migración origina un vulcanismo de tipo distensivo (basaltos alcalinos), distribuidos en las márgenes de los estados de Baja California, Sonora y Sinaloa, en el distrito, el Plioceno está representado por la latita Navachiste.



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL	
FIGURA 3	
Juan Rosario Lagos.	ABRIL - 1987

3.3.- Geología Estructural

Los rasgos estructurales más notables se han formado durante el Terciario. En el flanco oriental de la Sierra de So nobari se reconoció una falla normal de rumbo general N 20°W la cual se puede seguir a través de 12 kilómetros (lámina -- No. 7) esta falla afecta a rocas de la Unidad Cuaternario - - Pleistoceno Clástico.

La asociación mineralógica en las rocas metamórficas manifiestan que fueron sometidas a grandes temperaturas y presiones. Los rumbos e inclinaciones de las foliaciones que -- presentan estas rocas varían enormemente e indican que las -- presiones que se ejercieron durante la deformación no fueron dirigidas en un solo sentido sino que las rocas estuvieron -- sometidas a esfuerzos en varios sentidos; según la compati**bi** lidad de la roca al esfuerzo así fué su deformación pues en las rocas de grano fino las inclinaciones son mayores, mientras que en las cuarcitas son casi horizontales.

Los rumbos predominantes de la foliación de las rocas me tamórficas son NNW-SSE, el rumbo de la foliación más patente (la del último período de deformación) es aproximadamente -- E-W y NW.

En la Sierra de Balacachi a 10 kilómetros al SW del distrito El Caimán, se localiza un sistema de fallas normales -- de rumbo aproximado Norte-Sur, con buzamientos que oscilan -- entre 75° y 77° al Oriente. Al NW de la población de San -- Blas existe un sistema de fallas normales y una zona de frag turamiento de orientación NE-SW. Estos rasgos y los existen tes en la Sierra de Balacachi, presentan bloques caídos ha-- cia el lado oriente de cada falla. Dichos bloques presentan inclinaciones hacia el oeste y noreste. Al NW de la pobla-- ción de San Blas, la Unidad Terciario Inferior de rocas cal coalcalinas muestra pseudoestratificación de rumbo NE-SW, con echados variables al oeste y noreste que oscilan entre 10 y --

60°, con un promedio de 30°.

Asimismo, existe un sistema de fallas de rumbo aproximado este-oeste y con bloques caídos hacia el lado sur de cada falla, dichas fallas se localizan en la margen izquierda del arroyo de Sivajahui, muy cerca de su nacimiento.

Las fallas de rumbo general este-oeste y NW-SE, parecen estar relacionadas con las fallas principales de rumbo norte-sur (fallas oriente y poniente de la Mina El Caimán); forman un sistema de fallas conjugadas de rumbo NW-SE que en el distrito El Caimán son las que reúnen las mejores condiciones estructurales para la localización de la mena.

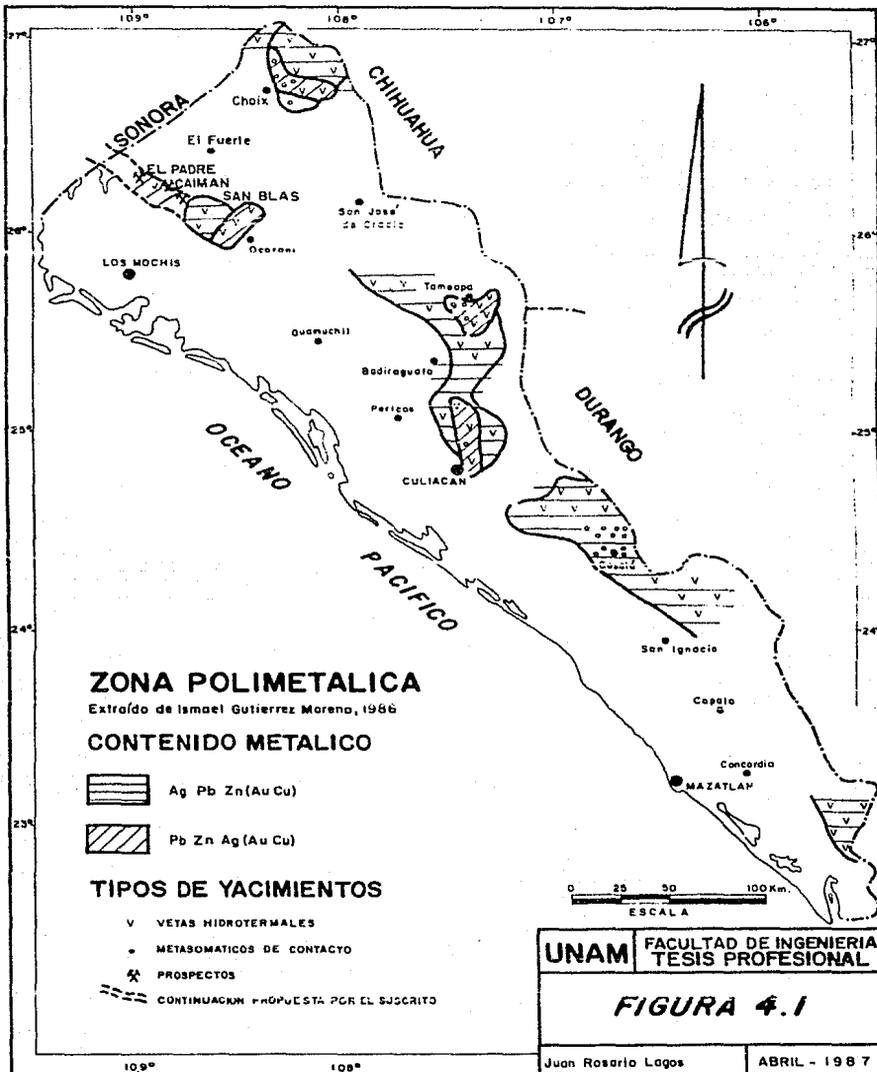
4.- YACIMIENTOS MINERALES

4.1.- Ubicación metalogenética regional del distrito

Se define como zona polimetálica al conjunto de yacimientos que contienen la asociación mineralógica Pb, Zn, Cu, Ag y Au. En el estado de Sinaloa se localizan 5 Zonas polimetálicas. El distrito minero de El Caimán no está considerado en ninguna de ellas; sin embargo, se le puede considerar dentro de estas zonas, dada la cercanía de importantes mineralizaciones de este tipo que están ubicadas hacia el SE del área de estudio (fig. 4.1)

De acuerdo con Ismael Gutiérrez (1986), en razón de su predominancia mineralógica, la zona polimetálica se subdivide a su vez en dos grupos, el de plata dominante (Ag, Pb, Zn, Au, Cu) y el de plomo dominante (Pb, Zn, Ag (Au, Cu)). Estas asociaciones se caracterizan por estar emplazadas en vetas hidrotermales y en yacimientos metasomáticos de contacto. El distrito minero en cuestión tiene predominantemente plomo en vetas hidrotermales.

Los yacimientos minerales en el estado de Sinaloa se encuentran emplazados en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, pero cabe señalar que un gran número de yacimientos se encuentran emplazados en rocas de composición andesítica, pertenecientes al Complejo Volcánico Inferior, así como dentro de algunos plutones. La mineralización se expone en vetas de fisura de poco espesor en las cuales se observa una orientación general con rumbo NW-SE y echados muy variables. La asociación mineralógica comprende: argentita, galena, esfalerita y calcopirita en una ganga de cuarzo el cual se haya en menor proporción que en las vetas de oro y plata distribuidas en el estado de Sinaloa. Las alteraciones hidrotermales de las rocas encajonantes son silicificación y propilitización principalmente. La edad del emplazamiento de las ve



tas polimetálicas es del Eoceno Tardío al Mioceno.

4.2.- Forma y dimensiones

La forma del cuerpo mineralizado es tabular conformando una veta de rumbo $N 60^{\circ}W$ que buza 60° al NE. La estructura es tá limitada al este por la veta-falla oriente de rumbo nort^o-sur, que buza entre 43° y 49° al este; hacia el oeste la limi ta la veta-falla poniente de rumbo $N 5^{\circ} W$ que buza entre 65° y 73° al NE. La diferencia de buzamientos que existe entre es tas dos vetas-fallas que limitan al cuerpo El Caimán, hacen que la longitud de éste se incremente a profundidad pues en superficie es de 36 metros y en la cota 60, es de 60 metros. Su potencia media es de 6 a 7 metros y profundiza hasta donde se ha podido constatar, 37 metros (Lámina No. 6).

4.3.- Rocas encajonantes

La roca que encajona a la mineralización descansa en dis cordancia angular sobre los esquistos verdes del Complejo Sonoberi.

Megaescópicamente la roca encajonante presenta color violeta oscuro y una textura epiclástica; está conformada por los siguientes minerales esenciales: cuarzo, ferromagnesianos totalmente alterados, plagioclasas (oligoclasa-andesina), fragmentos de roca (andesítica) angulosos y subangulosos, magnetita y como secundarios se tienen sericita, clorita, cal cita, hematita y limonita. Todos ellos dentro de una matriz de sílice y minerales arcillosos. La roca se clasificó como una arenisca tobácea con hidrotermalismo. La alteración predo minante es la silicificación además de cloritización y serici tización. Esta roca pertenece a la Unidad Terciario Inferior de rocas calcoalcalinas y se ubica dentro de la formación San Blas. En la porciones norte, sur y SW del distrito la roca enca jonante se encuentra afectada por una roca de color gris que manifiesta hidrotermalismo (cloritización y sericitización),

coexistiendo con la hematita. Esta roca se presenta en forma de diques o en forma de pequeños cuerpos de los cuales todavía no se conocen sus dimensiones; presentan textura porfídica y son de naturaleza andesítica. Esta roca no se encuentra mineralizada, sin embargo es muy probable que presente algunas relaciones genéticas con la mineralización debido a que se encuentra únicamente cerca de las vetas. Respecto a la edad de estos diques se consideran del Oligoceno-Mioceno debido a que únicamente afectan a la Formación San Blas.

4.4.- Estructuras mineralizadas

La mineralización en el distrito se encuentra alojada dentro de tres sistemas de estructuras. En primer lugar se tiene un sistema de rumbo norte-sur con echados que varían de 40 a 60° al oriente, el cual se define por vetas que varían su espesor de 1.5 a 2.0 metros. Dentro de este sistema se tienen las vetas denominadas oriente, poniente, Magda, Carmen y La Colmena.

El otro sistema de filones tiene un rumbo N 20-30°E, con echados más suaves que varían de 20 a 48° al SE sus espesores también son reducidos (de 0.5 a 2.0 metros). Dentro de este sistema se tienen principalmente las vetas San Antonio y Dolores (Lámina No. 3).

El tercer sistema de estructuras mineralizadas es el que representa el cuerpo de El Caimán, el cual tiene un rumbo N 60°W con echados de 60 a 70° hacia el NE; su espesor varía de 5 a 7 metros. Cabe señalar que el cuerpo El Caimán se aloja dentro de una falla normal que fue desplazada por las vetas-falla oriente y poniente que son también de tipo normal. Es probable que la continuidad hacia el NW y SE de la veta El Caimán, se localiza en el bloque del alto de una falla normal, posiblemente también haya habido desplazamientos laterales. Se tomaron muestras sobre

una posible continuidad de la veta al NW que reportaron valores de plata de 11 y 20 gr/ton. Estos posiblemente representan una manifestación de la porción NW que se encuentra erosionada. No se descarta la posibilidad de que la porción SW de la veta también haya sido erosionada.

La mayoría de las estructuras presentan una buena exposición pues se reconocen a rumbo por distancias variables - de 100 a 250 metros, ya sea por las obras mineras que las exploran o bien por los potentes crestones de cuarzo como es el caso de los cuerpos El Caimán, Magda, etc.

La mineralización se presenta en forma de vetillas y vetas. En el primer caso el espesor varía de unos milímetros hasta 10 centímetros, son abundantes y llegan a formar verdaderas zonas de stockwork; en el caso de las vetas éstas llegan a tener un espesor de hasta 7 metros y en ocasiones se presentan rellenando zonas brechadas; la mineralización forma lentes u ojos, o bien se presentan bolsadas en dichas vetas.

En el distrito El Caimán no se han encontrado fallas post-mineralización, sin embargo a medida que se avance en la exploración es posible que se tenga evidencia de estas fallas.

4.5.- Alteraciones hidrotermales

La roca adyacente (arenisca tobácea) a las vetas ha sido alterada por fluidos hidrotermales, en la mina El Caimán la alteración predominante es la silicificación por lo cual ésta se puede considerar como guía en la localización de los cuerpos mineralizados, cabe destacar que hacia el alto de la veta existe abundante sericitización que coexiste con

escasa silicificación. Hacia el bajo de la veta predominan - la silicificación y cloritización, escasa sericita, calcita, hematita y limonita. A continuación se presentan en forma -- resumida las características de las alteraciones observadas.

Silicificación.- Esta alteración es muy notoria debido a que le da gran dureza a la roca y es importante debido a - que está íntimamente relacionada con la mineralización.

Cloritización.- Se presenta en algunos casos alterando - totalmente a los ferromagnesianos y tiene un color verde obs - curo, en diques, en cuerpos de andesita porfídica y en la -- arenisca tobácea.

Sericitización.- Se presenta como producto de altera--- ción de los feldespatos (oligoclasa-andesina); al microscopio es incolora y forma pequeños fragmentos cristalinos en - forma de pajita.

Hematita y limonita.- Se presenta como un producto de - alteración de los ferromagnesianos, formando zonas aisladas - de oxidación.

Calcita.- Se presenta como una alteración de los feldes - patos y en vetillas.

4.6.- Paragénesis y sucesión

Se hizo un muestreo selectivo sobre la veta "El Caimán" para estudios minerográficos, petrográficos y de microsonda electrónica.

a) Relaciones texturales

La piritita se presenta en minúsculos cristales automor-- fos y aislados pero se observa que es anterior a la calcopi-

rita porque ésta última la reemplaza. La pirita es el primer mineral que se depositó.

La calcopirita se observa en pequeños cristales anedrales reemplazando a la pirita, aunque estos cristales (calcopirita), están reemplazados casi en su totalidad por bornita y covelita (mineral de enriquecimiento supergénico).

La blenda se encuentra formando cristales subedrales y anedrales presenta principalmente dos texturas:

Exsolución: Se presenta principalmente con pequeños cristales de calcopirita (casi la misma sucesión: blenda ferrifera).

Reemplazamiento: Reemplaza a la calcopirita (blenda mas pura) y es reemplazada por galena.

La galena se encuentra principalmente en cristales anedrales con su típico crucero en forma de escalera ó de triángulo. A menudo se ve en estas secciones que algunos cristales son más pequeños ó finos; esto se pudo constatar con la microsonda ya que a medida que eran mas finos los cristales, el contenido de plata era mayor (galena argentífera hasta argentita). La galena reemplaza en sus bordes a la blenda.

La argentita se presenta en minúsculos cristales que están casi siempre asociados a la galena pero presentando una ligera textura de reemplazamiento con esta última, siendo posterior la argentita.

La freibergita (tetraedrita argentífera), es un mineral que abunda en las secciones pulidas. Se presenta en cristales anedrales, a veces con forma tabular. Se encuentra reemplazando a la galena y a la argentita.

b) Paragénesis

La paragénesis reconocida en el depósito está constituida por galena-blenda-bornita-argentita-galena argentífera-freibergita-pirita-calcopirita-covelita.

c) Sucesión propuesta

MENA	PRIMARIO	SECUNDARIO
Pirita	_____	
Calcopirita	_____	
Bornita	_____	
Blenda	_____	
Galena	_____	
Galena	_____	
Argentífera	_____	
Argentita	_____	
Freibergita	_____	
Covelita	_____	
GANGA		
Cuarzo	_____	
Rodocrosita	_____	
Hematita	_____	

De acuerdo con lo anterior, la mineralización de El Caimán, es de tipo hidrotermal emplazada, en un rango tentativo de temperatura que oscila entre 150 y 200°C y presiones moderadas.

4.7.- Ideas acerca del zoneamiento

Dado que la exploración en la mina El Caimán se encuentra en su primera etapa de desarrollo a continuación se presentan

3 zonas mineralógicas de la más profunda a la más somera.

- I.- Zona de freibergita-galena.
- II.- Zona de argentita-galena argentífera-galena.
- III.- Zona de galena argentífera-cuarzo-calcita, esta zona se puede observar en los afloramientos.

Existen traslapes entre las zonas I y II, así como entre las zonas II y III. Cabe señalar que la configuración de estas zonas se hará en base a sondeos y los datos correlativos que permitirán definir los límites de emplazamiento de los metales preciosos.

4.8.- Discusión genética

Debido al calor los fluidos hidrotermales se separan del magma a presiones menores de 2000 atmósferas y temperaturas menores de 1800°C. Dichos fluidos hidrotermales se componen de agua, azufre, sales (cloruros concentrados, como NaCl, KCl, HCl, CaCl₂, sulfato y carbonatos de sodio y calcio), - bióxido de carbono y arsénico.

Es bien sabido que el agua de los fluidos hidrotermales, es el móvil principal y sirve como vehículo de transporte a los metales. El azufre es uno de los constituyentes magmáticos más comunes en los depósitos minerales de afiliación ígnea, y el azufre elemental es un producto común de emanaciones volcánicas por lo cual su origen magmático no presenta duda en este caso. Asimismo, el azufre se enlaza con los diversos metales formando complejos sulfurosos que fungieron como excelentes vehículos de transporte de éstos.

Las sales se encuentran disueltas en los fluidos mineralizantes constituyendo alrededor del 30% del líquido por peso, dichas sales se encuentran atrapadas en los minerales. Así pues, las concentraciones de metales como el plomo, zinc,

cobre, magnesio y fierro en aguas de alta temperatura, están directamente relacionadas con la salinidad (Park and McDiarmid, 1975).

La precipitación de los fluidos mineralizantes está controlada principalmente por el descenso de la temperatura y por las reacciones químicas que actúan en el depósito. Los fluidos hidrotermales emigran a través de fracturas preexistentes en la roca a lugares de menor presión. El agua puede servir de lubricante entre las fracturas. Por otro lado, es conocido que la solubilidad de la sílice hidrotermal es ligeramente independiente de la concentración de las sales disueltas y esencialmente independiente del Ph, pues sólo depende de la temperatura y presión; su mayor rango de depósito es de 600 a 700°C y al bajar la temperatura y presión de crece la solubilidad.

En el distrito El Caimán, se observan diversas generaciones de cuarzo que están representadas por una silicificación temprana estéril, una silicificación contemporánea con el principal evento de mineralización y la silicificación póstuma presente formando drusas y prácticamente estéril.

Sería muy importante desarrollar estudios de inclusiones fluidas para establecer cuantitativamente los rangos de emplazamiento (P, T, composición) de las diversas etapas que definen la totalidad del evento mineralizante.

Cabe señalar que bajo circunstancias favorables aguas connatas o meteóricas pueden ser movilizadas por una fuente de calor, dado el alto gradiente geotérmico local, que puede ser producto de una intrusión, de una zona falla o de una desvitrificación de las rocas volcánicas. El agua en movimiento paulatinamente adquiere una salinidad, cuyo potencial químico puede provocar la lixiviación de los metales contenidos en las rocas que atraviesa. Por otra par

te, es común que las aguas connatas contengan grandes cantidades de sales solubles, que una vez calentadas y puestas en movimiento cambiarían a solventes insólitamente fuertes y tenderían a extraer metales por reacciones químicas con la roca.

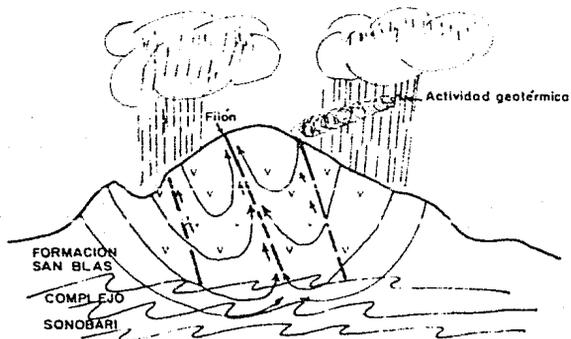
Es muy probable que el sistema hidrotermal que dio origen a la mineralización sea de edad Oligoceno-Mioceno. Este sistema es factible que haya operado a manera de una gran celda convectiva, similar a las que funcionan en los sistemas geotérmicos actuales. Así pues, en la conformación del sistema convectivo es congruente aceptar una importante contribución de agua meteórica, sobre todo si se acepta el modelo indicado en la Figura No. 4.2; sin embargo, no se descarta la posibilidad de que cuerpos hipabisales de naturaleza andesítica hayan aportado, en las primeras etapas de ascenso de los fluidos, importantes cantidades de agua magmática (Fig. 4.3). Cabe destacar, que el estudio minucioso de los isótopos de H y O de las inclusiones fluidas revelaría la naturaleza del agua involucrada en el proceso de la mineralización.

En lo que respecta a la fuente de los metales, existe la fuerte opinión del autor, de que hayan sido lixiviados de las rocas metamórficas del Complejo Sonobari. Esta posibilidad se patentiza por el hecho de que hacia la porción norte del estado de Sinaloa, a partir del paralelo $24^{\circ}30'$, en donde se ubica el distrito en cuestión, se observa un incremento en el contenido de plomo en los yacimientos emplazados en esa región. La instalación de los sistemas convectivos pudo haberse relacionado a grandes fallas que tocaron el sustrato metamórfico del Complejo Sonobari, donde los metales fueron lixiviados e incorporados al proceso de transporte formando complejos muy probablemente con el cloro. No hay duda de que la evidencia que reportarían los isótopos de azufre permitiría definir el origen de los elementos metálicos en el yacimiento y por ende contribuirían a conocer más a fondo la metalogénesis de la región. Es evidente que la precipita-

ción de las diversas fases metálicas fué producto de cambios en la temperatura, presión, PH, fugacidad de algunos componentes, ebullición, al ascender las salmueras cargadas de metales por los sistemas de fallas y fracturas.

DOS POSIBLES MODELOS METALOGENETICOS

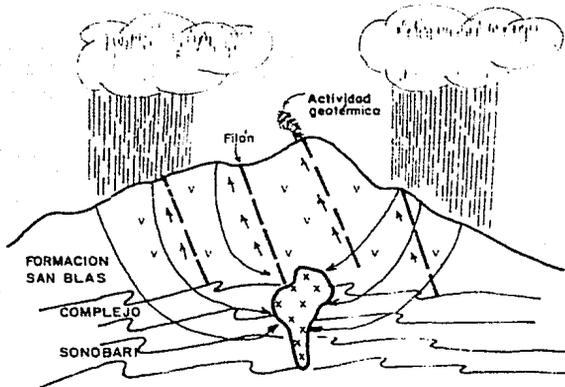
4.2



Aporte de agua meteorica.

La Celda Convectiva penetra a las rocas del Complejo Sonobari.

4.3



La Celda Convectiva penetra a las rocas del Complejo Sonobari y también lixivía metales de un cuerpo intrusivo el cual pudo haber aportado calor, por lo tanto pueda haber aporte de H_2O magmática + meteorica.

5.- OBRAS MINERAS

5.1.- Mina El Caimán

5.1.1.- Localización

La mina El Caimán se localiza a 15 kilómetros del poblado de San Blas: la "boca" del tiro principal tiene como cota - - 87 m.s.n.m. Esta obra es la más importante del distrito. (fig. No. 1).

5.1.2.- Geología

La roca que encajona a la veta El Caimán megascópicamente tiene una textura arenosa y es de color violeta; al microscopio se le apreció una textura epiclástica y fué clasificada - como una arenisca tobácea que muestra fuerte alteración hidro termal (principalmente silicificación, sericitización, cloritización).

En el interior de la mina (cerca de la veta-falla poniente) se observa un cuerpo de andesita porfídica; no se le conocen su forma y dimensiones. Cabe señalar que a 100 metros al NW de la mina, se localiza el cuerpo de andesita porfídica de mayor dimensión, el cual se encuentra cubierto parcialmente - por abundante suelo y vegetación. Ambos cuerpos son de color verde y está conformada por los siguientes minerales esenciales, oligoclasa y andesina; como accesorios se tienen ferromagnesianos alterados, magnetita y como secundarios se tienen clorita, sericita y minerales arcillosos; dichos cuerpos por su origen (hipabisal), por su tamaño y posición, intrusionan a la arenisca tobácea y su emplazamiento probablemente tuvo lugar en el Eoceno-Oligoceno.

La veta El Caimán en general presenta forma tabular y manifiesta un rumbo $N 60^{\circ}W$, buza entre 60° y 70° al NE La veta - se va ensanchando a profundidad y dentro de estos ensanchamientos existen clavos ricos en minerales: los más notables - son los del tajo superficial que tiene forma irregular con -- una longitud de 24 metros un ancho de 16 metros y profundiza 13 metros (entre las cotas 90 y 77 lámina No. 5); en la por--

ción MH de la veta tiene lugar un ensanchamiento al alto de 8 a 12 m., entre los dos cruceros del tiro principal desde la cota 82 a la 60 (lámina No. 5, sección A-A'); cabe señalar que en la veta-falla oriente sobre el área explorada -- por la rampa, existe un clavo mineralizado de una longitud de 12 metros y una potencia promedio de 1.65 metros.

5.1.3.- Obras Mineras

Para su descripción se dividieron en superficiales, intermedias y la rampa.

5.1.3.1.- Obras Superficiales

Como obras superficiales se tiene el tajo abierto antes mencionado, un tiro de sección 2.5 por 2.5 que fué desarrollado hasta los 36 metros; este tiro a los 12 y a los 26 metros está comunicado con los labrados interiores por medio de dos cruceros; a 7 metros al oriente del tajo hay un pequeño pozo de sección 2 x 2 m. y profundiza 9 metros (lámina No. 5).

5.1.3.2.- Obras Intermedias

Las obras intermedias consisten de un pequeño nivel ubicado en la cota 80 y al sureste del tajo, su rumbo es S40°E presenta 9 metros de longitud y termina al cortar la veta-falla oriente (lámina No. 4). Sobre la cota 67 se tiene una obra que muestra una inclinación de 35°, tiene 6 metros de ancho por 3 metros de alto, se le aprecia una longitud hasta donde está inundada de 14 metros, se considera que no está comunicada con el cuerpo El Caimán pues el nivel del agua no se correlaciona (lámina No. 5).

5.1.2.3.- La Rampa

La rampa lleva la finalidad de dar acceso a las zonas vírgenes de la veta El Caimán; su entrada se ubica 24 metros al NNE de la mojonera de localización (ML), sobre la cota 83; los primeros 115 metros fueron labrados en forma -

de túnel con una sección de 35 metros de ancho por 3 metros de altura y una inclinación general de 9° , su rumbo inicial es SW; en los primeros 10 metros, continúa con rumbo casi - sur hasta los 28 metros; a los 40 metros cambia de rumbo al SE (porción en la veta-falla poniente), continúa con un rumbo F-W para posteriormente continuar hacia el NE y a los 60 metros se comunica con los labrados intermedios de la veta-El Caimán en la cota 75, a los 73 metros corta la veta-falla oriente y continúa su exploración hacia el sur hasta los 115 metros.

Considerando lo costoso de esta obra se decidió continuarla aprovechando los minados viejos, por lo que la rampa continúa en forma de rebaje a través de una longitud de 138 metros que fueron colados al bajo de la veta El Caimán. Esta obra se desprende en donde la rampa en forma de túnel comunica con los labrados intermedios y se inicia con un rumbo general N 50° W hasta los 38 metros (explorando la veta - falla poniente); de aquí continúa con un rumbo general - -- S 60° E hasta los 114 metros, en donde corta la veta-falla - Oriente y a los 118 metros se tiene un tope de la rampa; a los 109 metros la rampa hace un nuevo giro con un rumbo - - N 45° W y continúa hasta 130 metros en donde se encuentra la frente actual de la rampa (lámina No. 5)

5.1.4.- Muestreo

El muestreo en la mina El Caimán, dadas las condiciones de la mina no fué sistemático, las muestras se obtuvieron - de algunos de los pilares pegados al alto de la veta y de - la obra de exploración desarrollada sobre la veta-falla - - oriente; este muestreo se hizo de canal, perpendicular a la veta y fué analizado por oro y plata, en algunas ocasiones - se obtuvieron varias muestras a lo ancho de la veta para determinar zonas con mejores leyes de mineral (lámina No. 6)

5.1.4.1.- Muestreo Superficial

Las muestras superficiales sobre la veta El Caimán fue

ron 36, nueve de éstas fueron obtenidas del crestón de cuarzo que existe al bajo de la veta; sus valores de plata varían de 34 a 222 gr/ton, destacando una de 419 gr/ton; los valores de oro son muy pobres, de indicios a 0.2 gr/ton, destacando uno de 0.5 gr/ton. El ancho de las muestras fué de 0.55 a un metro (muestras C,D,F,A,I,G,H,I,J) 26 muestras se obtuvieron al alto de la veta y reportan valores de plata que varían de 23 a 1931 gr/ton y valores de oro que van de 0.0 a 0.5 gr/ton, su ancho varía de 0.25 metros a 3.10 metros. El resultado de estas se consigna a la lámina No. 6, en donde se observa que los valores mas altos se concentran casi siempre al alto de la veta. Estos valores altos en plata varían de 389 a 560 gr/ton, con algunos valores mas ricos de 769, 927, 1072 y 1931; asimismo intercaladas entre estas muestras se tienen otras siete con valores de plata que varían de 92 a 253 gr/ton; los valores de oro en todas estas muestras varía de indicios a 0.5 gr/ton. Dado que los valores de oro no son atractivos, en lo sucesivo no se mencionarán dichos resultados.

Se obtuvieron 2 muestras a 75 metros al NW de la mina El Caimán sobre una posible continuación de la veta, reportando valores de plata de 11 y 20 gr/ton.

5.1.4.2.- Muestreo del Interior de la Mina

Las muestras en el interior de la mina, fueron tomadas sobre las vetas fallas oriente y poniente. Las muestras obtenidas al bajo de la veta El Caimán en el interior de la mina fueron 7 (muestras 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30) sus valores varían de 94 a 327 gr/ton de plata, destacando dos de 765 y 905 gr/ton. Estos valores también determinan que los mas altos se concentran casi siempre al alto de la veta. (lámina No. 5)

Dos muestras obtenidas sobre la continuación de la veta-falla poniente (muestra 42 y 43) reportan valores de 170 y 260 gr/ton de plata.

Sobre la veta-falla oriente se obtuvieron 24 muestras de las cuales 4 evidenciaron la presencia de clavos de 12 metros de longitud, por 1.5 metros de espesor, con valores de plata de 360, 450, 870, y 920 gr/ton; las otras 9 muestras, tuvieron valores de plata que varían de 116 a 327 gr/ton y las 11 muestras restantes ensayaron valores de plata que varían de 5.4 a 9.9 gr/ton.

5.1.5.- Plantilla de Barrenación

Se reconoció una antigua plantilla de barrenación cuyo objetivo fue cortar la veta El Caimán a profundidad. Se sabe que este barreno fue ejecutado en el año de 1972 por un norteamericano llamado Thomas Douglas, se desconocen -- los resultados del barreno. Este barreno está localizado a 138 metros al N 59°E de la mojonera de localización; presenta un rumbo S 50°W y una inclinación de 25° y su longitud se desconoce; sin embargo, es posible interpretar por datos generales que el barreno no pudo haber cortado la veta dado el límite estructural de la veta-falla poniente -- (Lámina No. 2).

5.2.- Mina San Antonio

Esta mina cuenta con bastante labrado y algunos reba--jes superficiales. En sus patios se tenía gran cantidad de terreros, que fueron extraídos en los últimos años.

5.2.1.- Localización

La obra se localiza a 600 metros al norte de la mina - El Caimán y la cota de su bocamina es 92 m.s.n.m. (Lámina No. 3).

5.2.2.- Geología

La roca que encajona a la veta San Antonio es de color violeta y fue clasificada como una arenisca tobácea que presenta fuerte alteración hidrotermal, principalmente silici-ficación y cloritización incipiente, se encuentra intrusiva

da por un pequeño cuerpo de andesita porfídica de origen hipabisal (lámina No. 3)

La veta San Antonio presenta un rumbo $N 25^{\circ}E$, con echado de 20 a 25° al SE y tiene un ancho promedio de 2 metros; es desplazada 25 metros en su porción intermedia por una falla de rumbo $N 85^{\circ}E$ que buza 81° al SE la veta San Antonio se presenta en forma de bolsadas, su mineralogía consiste de pirita, galena (en sus variedades cúbica y punta de aguja) - argentita y blanda en menor proporción que en la mina El Cajmán estos minerales existen en una ganga de cuarzo, barita y la propia roca encajonante. En la porción sur se reconocieron minerales de mena asociados a cuarzo y en la porción norte se encuentra asociados a barita.

A 150 metros al sur de la Mina San Antonio se observa un contacto entre la arenisca tobácea (que presenta un rumbo $N 30^{\circ}W$ y buza 35° al NE) y la andesita porfídica de origen hipabisal. La veta fué explorada 180 metros a rumbo, en la porción sur donde se lograron definir 45 metros de profundidad hasta donde está el nivel del agua; en la porción norte tiene una amplitud de 8 a 15 metros hasta donde está aterrada.

5.2.3.- Obras, Muestreo y Recomendaciones

En el extremo SW de la mina existe un pequeño nivel de rumbo $S 23^{\circ}W$ que explora la veta a lo largo de 10 metros; del interior de estas obras se obtuvieron 8 muestras, de éstas únicamente sobresalieron 3, con una ley de plata de 168, 303 y 314 gr/ton, el resto de las muestras ensayaron menas de 87 gr/ton de plata.

A 10 metros al NE del pequeño nivel se tienen dos pozos que dan acceso a los grandes labrados los cuales tienen retajes y están aterrados hacia los costados, de estos retajes se obtuvieron 12 muestras que portan valores muy variables, únicamente 4 muestras reportan 132, 150, 191 y 232 gr/ton de plata, el resto son valores bajos que varían de 13.2 a 93.1-

gr/ton de plata.

A 50 metros al NE de los pozos antes mencionados se tiene una obra inclinada de 18 metros de profundidad y 12 metros de ancho.

Al oriente de las obras mineras ya descritas, se tienen dos tiros verticales; el primero está a 95 metros, presenta una profundidad accesible de 15 m. (lámina No. 3), se puede observar que el nivel del agua coincide con el de las obras mineras, por lo que se interpreta que sí están comunicados. El segundo tiro está ubicado a 200 metros y está completamente inundado; según la sección la veta tendría que estar cortada por esta obra aproximadamente a los 85 metros.

Tanto el primer tiro como el segundo se recomiendan desanuarlos, desaterrarlos para continuar la explotación de la veta a profundidad si es que los valores persisten. (lámina No. 4)

5.3.- Veta El Carmen

5.3.1.- Localización

La veta El Carmen se localiza a 400 metros al oriente de la mina El Caimán (lámina No. 2)

5.3.2.- Geología

La roca que encajona a la veta El Carmen es una areniscotábacea, la alteración predominante es la silicificación y hay algo de cloritización.

La estructura tiene aproximadamente 390 metros de persistencia a rumbo, con una deflexión en su porción intermedia, la porción Sur de la estructura tiene un rumbo N 40°E y buza 45° al SE y en la porción norte su rumbo es casi norte franco y buza 30° al E; el espesor de esta estructura es en promedio 1.9 metros. La estructura profundiza a más de 10 metros y su-

mineralogía consiste de poca galena, blenda y argentita dentro de una ganga de cuarzo y la propia roca encajonante.

5.3.3.- Otras Muestreo y Recomendaciones

En la porción norte de la estructura hay una obra horizontal a la cual se tiene acceso por medio de un pequeño pozo de sección 2 por 2 metros, la obra tiene labrados en una superficie de 25 por 15 metros. De un pilar se obtuvieron dos muestras que reportaron valores muy bajos: de 27 y 81.4 gr/ton de plata. Del terrero que se tiene en la boca de esta obra se tomó una muestra que ensayó 980 gr/ton de plata. Este resultado podría haber coincidido con una zona de mineral despuntado pues cuando se trató de aprovechar este terrero en la planta de beneficio sus leyes de plata resultaron del orden de 150 gr/ton.

En la porción central de la estructura existe un pozo - denominado El Carmen el cual consiste en una obra con sección de 2 por 2 metros y 14 metros accesibles, desconociéndose su profundidad total. De este pozo se obtuvieron 5 muestras, 4 de estas reportaron valores de plata que varían de 67.7 a 134 gr/ton, la quinta muestra destacó con una ley de plata de 640 gr/ton y 1.1 gr/ton de oro. Del terrero ubicado a un lado del pozo se obtuvo una muestra que reportó valores de 60.5 gr/ton de plata y 0.5 gr/ton de oro.

Se recomienda la ejecución de un barreno de diamante ubicado a 20 metros al oriente del pozo con un rumbo de N 85°E, - inclinado 60° al SW para determinar si continuaría la profundidad la actitud y valores de la veta.

5.4.- Veta Dolores

5.4.1.- Localización

La veta Dolores se ubica 400 metros al NW de la mina El Caimán (lámina No. 3)

5.4.2.- Geología

La roca que encajona a la veta es una arenisca tobáceas brechada; su alteración predominante es la silicificación; sin embargo estas alteraciones están menos desarrolladas comparativamente a las observadas en la mina El Caimán.

La veta Dolores que fué reconocida superficialmente a lo largo de 320 metros. En su porción sur tiene rumbo S 41⁰W y buza 48⁰ al SE. En la parte central sufre una deflexión que le hace cambiar de rumbo al norte franco su buzamiento es de 56⁰E (lámina No. 3). La mineralización se presenta en forma de bolsadas y en stockwork, el ancho de estas bolsadas varía de 1.0- a 1.5 metros; hacia el SW, la veta se estrangula hasta 40 centímetros y presenta una profundidad hasta 28 metros de donde fué explorada.

En la porción norte existe al bajo de la veta una veta-falla de rumbo N 10⁰E que buza 75⁰ al NW. En estas estructuras menoscópicamente se observa galena y pirita dentro de una ganga de cuarzo y la propia roca encajonante.

5.4.3.- Obras, Muestreo y Recomendaciones

En la porción SW de la estructura existen un pozo con dos accesos y 16 metros de profundidad. En el extremo norte hay otro de 7 metros de profundidad sobre esta estructura se tomó una muestra que ensayó 131 gr/ton de plata. Sobre la estructura que está al bajo se tomó muestra que reportó una ley de 598 gr/ton. En la bocamina de esta obra se tiene un terrero de donde de dos muestras reportan valores de 120 y 170 gr/ton de plata.

Se recomienda la ejecución de un barrenado de diamante para determinar si a profundidad la veta tiene un clavo rico.

5.5.- Veta Maqda

5.5.1.- Localización

La veta Maqda se ubica a 160 metros al poniente de la mina El Caimán (Lámina No. 3)

5.5.2.- Geología

La roca que encajona a la Veta Maqda es una arenisca tobácea que se encuentra sumamente silicificada con escasa cloritización (lámina No. 7), la arenisca tobácea se encuentra intrusada por una andesita porfídica. El rumbo de la estructura es NMM y buza 40° ESE. En la parte central y paralelamente a la veta se presenta al bajo una veta-falla. En superficie la estructura fué reconocida a lo largo de 150 metros y fué explorada hasta una profundidad de 20 metros (lámina No. 7 sección AB'). En el extremo norte se aprecian bloques dislocados. La estructura se presenta en forma de stockwork y de bolsadas, el ancho del stockwork llega a ser de 2 metros y se ubica al bajo, las bolsadas muestran un ancho de 0.40 a 1.0 metros. Megascópicamente fué posible observar sulfuros de plata y galena dentro de una matriz de cuarzo.

5.5.3.- Obras, Muestreo y Recomendaciones

En la porción SW de la veta está colado un pozo denominado Mondr es de 20 metros de profundidad, de aquí se tomaron 5 - muestras que nos reportan valores de 56.4, 55.1, 26.5, 126 y 179 gr/ton de plata y de oro los valores varían de 0.1 a 0.3 gr/ton.

En la porción central de la estructura hay varios rebajes a lo largo de 50 metros; estas obras llegan a presentar un desnivel de hasta 15 metros; aquí se tomó una muestra que reporta 218 gr/ton de plata para su exploración más exhaustiva se recomienda la ejecución de algunos barrenos de diamante a fin de descubrir zonas con valores de interés. En la sección AB' de la lámina No. 7 se muestra la ubicación y longitud de un barrenos de exploración recomendado.

5.6.- Veta Vinolo

5.6.1.- Localización

La veta Vinolo se encuentra ubicada a 525 metros al S15°E,

de la mina El Caimán (lámina No. 2)

5.6.2.- Geología

La roca que encajona a la Veta el Vinolo es una arenisca - tobáceca, la cual muestra silicificación abundante sericitación, y cloritización.

La veta El Vinolo se le reconoció a lo largo de 125 metros- y hasta una profundidad de 4 metros.

El rumbo de la veta en la porción norte es $N 15^{\circ} W$, buza - - 88° al NE; en la porción sur muestra un rumbo $S 30^{\circ} W$. Cabe señalar que existe estructuralmente cierta similitud entre las vetas el Vinolo, El Carmen y Dolores, ésto se interprete como deflexiones de la estructura apoyándose en que los echados coinciden en una misma veta. Macroscópicamente fué posible observar galena, blende y pirita dentro de una ganga de cuarzo y la propia roca encajonante; dicha mineralización se presenta en forma de bolsadas que no se han definido sus dimensiones.

5.6.3.- Obras, muestreo y recomendaciones

En general existen pocas obras, sobresaliendo un nivel de - 12 metros de longitud ubicado a 4 metros de profundidad y en la parte central de la veta, donde se tomaron 3 muestras que reportaron unos valores de 314, 47.7 y 17 gr/ton de plata y de oro, - 0.0, 0.3 y 0.2 gr/ton . Se recomienda desaterrar las zanjas - - existentes, también deben de hacerse mas zanjas para descapotear la veta para descubrir zonas con buenas leyes, que de hecho ya están manifestada en una de las muestras.

5.7.- Veta La Colmena

5.7.1.- Localización

La veta La Colmena se localiza a 1150 metros al SE de la mina El Caimán. (lámina No. 2)

5.7.2.- Geología

La veta La Colmena está encajonada por una arenisca tobácea la cual muestra escasa silicificación que coexiste con la sericitización. La veta La Colmena en general muestra un rumbo NNE- y huza de 45° a 80° al SE, la estructura muestra pequeños desplazamientos y en su porción norte se observa una ligera tendencia hacia el NW, esta veta podría tener relación con el pozo La Presa ubicado a 350 m. al NNE de esta veta, ambas estructuras muestran un ancho de 0.64 a 2.0 metros su profundidad solo se conoce hasta la profundidad de una pequeña zanja, que hay sobre la estructura, menoscópicamente no fué posible apreciar la mineralización.

5.7.3.- Obras, muestreo y recomendaciones

Existen alrededor de una docena de pequeñas obras que van desde rebajes, pozos, zanjas, hasta un pequeño nivel de 3 m. de longitud. De algunas de estas obras se obtuvieron 3 muestras que reportaron valores de plata de 42.7, 36.7 y 4.2 gr/ton y de oro 0.2, 0.13 y 0.0 respectivamente.

Respecto al pozo, las estructuras La Presa y La Colmena, se recomienda no explorar mas estas estructuras ya que las leyes reportadas condenan a estas estructuras.

RESERVAS POSIBLES.- En este cálculo únicamente se tienen contemplados algunos pegados al alto de la veta, adelgazar algunos pilares y algo de retagues; de la cota 85 a la 65 que es la profundidad actualmente alcanzada por la rampa, se obtuvieron las 3348 toneladas ya explotadas, por lo que de la cota 65 a la 47, que es donde se interpreta que está el fondo del tiro de manto y por consiguiente el área minada, se estima que podrán obtenerse otras 6,000 toneladas, con las mismas leyes de 246 gr/ton de plata, 0.2 gr/ton de oro y 2.72% de plomo, pues va tomando mayor longitud la veta, por el echado de las vetas fallas limitantes (Fig. 6).

En el clavo de la veta-falla oriente explorando con la rampa abandonada, las reservas posibles se consideran del piso de la rampa a 17 metros (exclusivamente aunque podría bajar más) una longitud de 12 metros y una potencia promedio de 1.65 metros; haciendo los cálculos respectivos y multiplicándolos por una densidad de 2.5 se tienen 840 toneladas, -- con una ley media para la plata de 386.28 gr/ton y para el oro de 0.25 gr/ton.

Se tienen un total de 6840 toneladas de mineral susceptibles de obtenerse en forma inmediata, que podría costear parte del desarrollo de la rampa hasta llegar a la zona del remanente de la veta.

RESERVAS POTENCIALES.- Las reservas potenciales de la veta - El Caimán, se consideran a partir del nivel donde se estima está la zona de veta no explotada entre las "cotas 47" y la cota-50". La profundidad estimada para estas reservas, estuvo en función de los 48.5 metros de labrados verticales; esta cantidad se duplicó y se cerró a la cota-50, dando como resultado una profundidad de 97 metros. Las dimensiones antes mencionadas dan como resultado un bloque de forma irregular, el cual se dividió en dos formas regulares y se calculó una superficie de $10,330.5 \text{ m}^2$ ésta se multiplicó por su potencia promedio que es de 6 metros y el cálculo arrojó $61,983 \text{ m}^3$, mismo que multiplicados

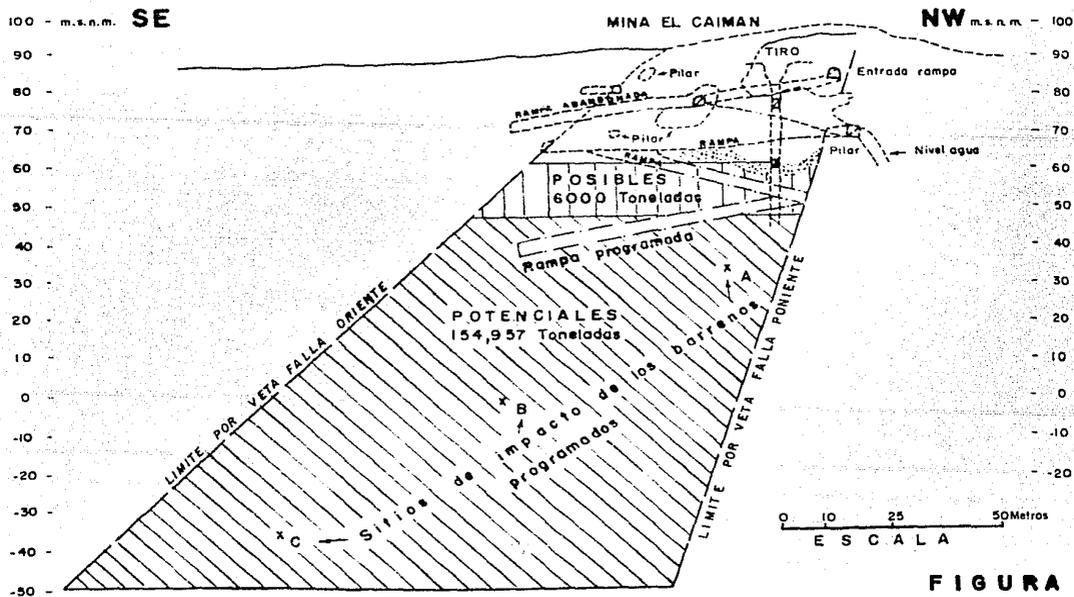
por una densidad de 2.5 resultan en 154,957 toneladas como - reservas potenciales, con la ley probable de 246 gr/ton de plata, 0.2 gr/ton de oro y 2.72 % de plomo ya que no ha sido posible definir la ley de la veta en zonas no explotadas

Este volumen de reservas se pretende ubicar y preparar para su explotación utilizando la rampa, pero se requiere de un programa de barrenación de diamante para ver si hay continuidad de la mineralización a profundidad.

CALCULO DE RESERVAS Y PROGRAMA DE EXPLORACION MINA EL CAIMAN

SAN BLAS, MUNICIPIO EL FUERTE, ESTADO DE SINALOA

SECCION LONGITUDINAL SOBRE VETA EL CAIMAN A - A' (RUMBO N 60° E)



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

El distrito minero El Caimán se considera una localidad argentífera de gran importancia. Esto se confirma por el hecho de que en la última década se ha beneficiado un volumen superior a las 20,000 toneladas de terrero de buena ley.

El distrito en cuestión pertenece a una importante zona metalogenética que se caracteriza por tener importantes cantidades de plomo, plata, zinc y oro en poca cantidad.

La mineralización es de origen hidrotermal de relleno de fisura, y se emplazó en un rango tentativo de temperatura que oscila entre 150 y 300°C. está representada esencialmente por plata, plomo, zinc y en poca cantidad oro, dentro de una ganga de cuarzo y ocasionalmente algo de barita.

Existen tres sistemas de fallas preminerales. El primer sistema (el más importante) es El Caimán y tiene un rumbo N 60° W, que buza 70° hacia el NE. El segundo sistema lo constituyen las vetas-fallas oriente y poniente y algunas porciones del resto de las vetas del distrito, tiene un rumbo norte-sur, y buzanan de 40° a 70° al oriente. El tercer sistema lo constituye la veta San Antonio de rumbo N 20°-30°E con echados más suaves y variables de 20 a 48° al SE.

Es posible inferir tentativamente un sólo periodo de mineralización que se desarrolló en los sistemas preminerales indicados, el cuerpo El Caimán posiblemente continúe a rumbo, siendo las fallas oriente y poniente las que desplazan al cuerpo y que contribuyeron en forma notable para que se formara una -trampa estructural donde se depositara la mineralización en -forma abundante.

Respecto al origen de los metales es posible suponer que fueron lixiviados de las rocas del Complejo Sonobari que aflora al SE del distrito en cuestión y que la naturaleza del agua

involucrada en el proceso metalogenético es meteórica ó bien-meteórica más magmática.

Dado que el muestreo no fué sistemático, no se pudo obtener una ley media para todo el cuerpo El Caimán. Sin embargo se logró definir que las mejores muestras se tienen hacia el alto de la veta.

Se estima que el cuerpo El Caimán tiene un potencial de - 151,957 toneladas, si la mineralización persiste a 27 metros de profundidad. La ley que se estima para estas reservas debe ser de 246 gr/ton de plata que fué el promedio de las 3,348 - toneladas obtenidas de pegados de la veta y algo de retaqueras explotados y beneficiados.

7.2.- Recomendaciones

En la continuidad de las estructuras mineralizadas del distrito se recomienda efectuar un estudio de geoquímica, usando el método de vapores de mercurio para conocer la posible presencia de la mineralización a profundidad.

Se recomienda explorar por medio de prospección geofísica (usando el método de polarización inducida y resistividad) para conocer la existencia de cuerpos conductores (sulfuros) a profundidad.

Asimismo, se deben efectuar estudios de oclusiones - fluidas de isótopos estables, para conocer con detalle - las características físico-químicas de los sistemas mineralizantes que permitan orientar la exploración en todas sus escalas.

Las posibilidades del distrito son muy amplias, dado el gran número de estructuras mineralizadas; sin embargo, se requiere consolidar la actividad minera en una de las minas, para que paulatinamente se continde con las otras, con parte de las utilidades que se obtengan de las que estén trabajando.

Las reservas potenciales sobre la veta El Caimán son 273,000 toneladas que para llegar a cubicarlas con la rampa en desarrollo será muy tardado y costoso, razón por la cual se requiere del siguiente programa de barrenación de diamante, para asegurar la inversión que se haga en la rampa.

Considerando este aspecto, se plantea costearla al concesionario 100 metros de cuele de obra minera en rampa, que se realizaría una vez que el primer barreno haya cortado mi mineral económico lo cual sería realizado por el mismo concesionario, pues cuenta con el equipo necesario, un cargador frontal, compresor, bombas, planta de luz, etc. La rampa sería al bajo de

la veta con cruceros esporádicos, para conocer las características del mineral.

Los barrenos que se requieren así como el tramo de rampa - propuesto son los que se darán a continuación, su localización se constata en la figura 6; de tener éxito este programa, se continuará con un programa más extenso de barrenación de diamante en el resto del distrito.

Barreno A

- Ubicado a 70 metros al N 40°E de la mojonera de localización a una cota de 86 m.s.n.m.
- Rumbo S 30°W
- Inclinación 70°
- Longitud estimada 65 metros
- Corte de laveta a los 80 metros sobre el echado de la veta.

Barreno B

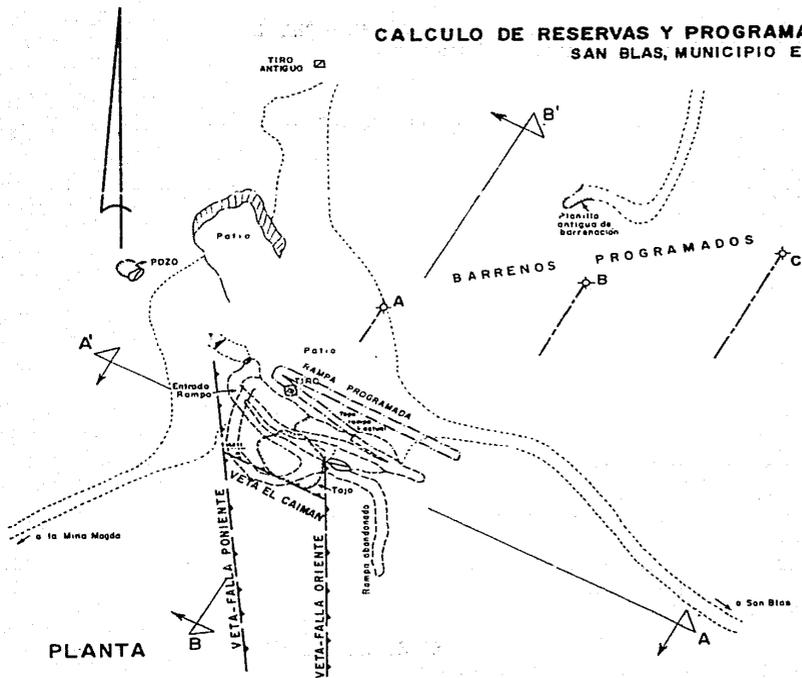
- Ubicado a 125 metros al N 60°E de la mojonera de localización a una cota de 77 m.s.n.m.
- Rumbo S 30°W
- Inclinación 70°
- Longitud estimada 100 metros
- Corte de veta a los 120 metros sobre el echado de la veta

Barreno C

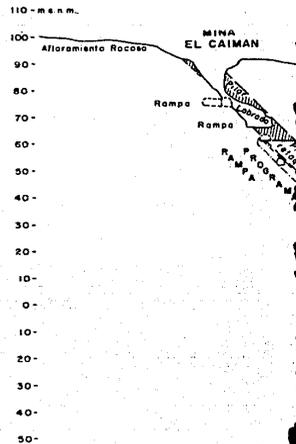
- Ubicado a 190 metros al N 67°E de la mojonera de localización a una cota de 68 m.s.n.m.
- Rumbo S 30°W
- Inclinación 70°
- Longitud estimada 130 metros
- Corte de veta a los 165 metros sobre el echado de la veta.

En total son 295 metros de barrenación de diamante.

**CALCULO DE RESERVAS Y PROGRAMA DE EXPLORACION EN LA MINA
SAN BLAS, MUNICIPIO EL FUERTE, ESTADO DE SINALOA**



SECCION TRANSVERSAL



PLANTA

0 10 25

**PLANOS Y PROGRAMA DE EXPLORACION EN LA MINA "EL CAIMAN"
 SAN BLAS, MUNICIPIO EL FUERTE, ESTADO DE SINALOA**



SECCION TRANSVERSAL B-B (RUMBO N 30° E)

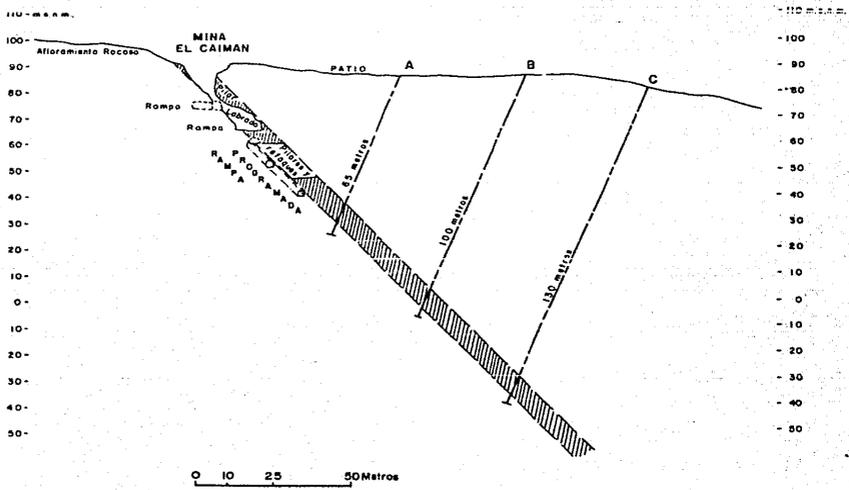
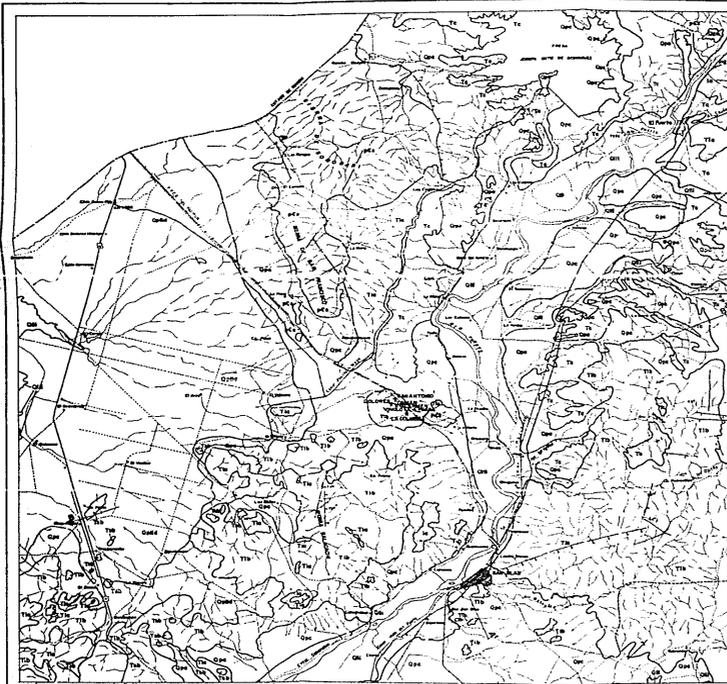


FIGURA 6

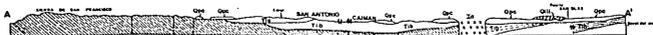
B I B L I O G R A F I A

- Atwater, T., (1970) Implications of Plate Tectonics for the Cenozoic Tectonic evolution of Western North America. Geol. Soc. of Am. Bull. 81 P.3513-3536
- Clark K.F., Damon, P.E. Schute, S.R. y Shaffquillah M. (1979) Magmatismo en el Norte de México en relación a los yacimientos metalíferos, Geomimet. No. 106 Junio-Agosto 1980.
- Clark K.F., C.T. and Damon P.E. (1979) Cenozoic Mineral Deposits and Subduction-related magmatic arcs in Mexico. Geol. Soc. Am. Bull. V.93. P533-544 (1982).
- Coney P.J. and Reynolds S.J. (1977). Cordillera Benioff Zones Mature V. 270, P 403-406.
- Damon P.E., Shaffquillah M. and Clark K.F. (1983). Geochronology of Copper deposits and related Mineralization of Mexico. Can. J. Earth Sci., Vol. 20. P 1052-1071
- De Cserna Z. y Knet, R.H. (1961) Mapa geológico de Reconocimiento y Secciones Estructurales de la Región de San Blas y El Fuerte, Estados de Sinaloa y Sonora. Inst. Geol. UNAM.
- Demant, A. y Robin C. (1975). Las fases del vulcanismo de México; una síntesis en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico.
Revista del Inst. de Geol. UNAM., 75 (1) P 70-83
- Flores M.A. (1984) Informe de los trabajos de exploración en la mina El Caimán, Estación de Ferrocarril Cañedo, Mpio. de El Fuerte, Estado de Sinaloa. Informe privado de la compañía minera El Caimán.
- Gutiérrez M.I. (1986). Estudio Metalogenético del Estado de Sinaloa. Inst. Geol. UNAM.
- Ledezma O. (1970). Informe mensual sobre la geología de la hoja Los Mochis Instituto de Geología. UNAM (inédito).
- Mc Dowell y Claibach S.E. (1972). Edades K-Ar de rocas volcánicas en la Sierra Madre Occidental al Noroeste de Mazatlán-Soc. Geol. Mex., II Conv. Mal. de Memoria.
- Mc Dowell, F.M. and Claibach, M. (1979). Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their relation to the tectonic history of Western Mexico. Geol. Soc. Am. Bull., special paper 180. P 113-124
- Mc Dowell F.M. and Keiser R.P. (1977). Timing of Mid-Tertiary Volcanism in the Sierra Madre Occidental between Durango City and Mazatlán, Mex. Geol. Soc. Am. Bull. V. 88, P. 1487 - 1497.

- Rodríguez T.R. y Córdoba D. (1978). Atlas geológico y evaluación geológico minera del Estado de Sinaloa. Inst. Geol. UNAM. y Secretaría del Desarrollo Económico del Estado de Sinaloa - 702 P.
- Raisz F. (1959), Map of Landforms of Mexico. Laboratorios Erwin Raisz Cambridge Mass.
- Roldan O.J. Estudio geológico de reconocimiento de la hoja de San Blas en la porción septentrional del Estado de Sinaloa. - Inst. Geol. UNAM.
- Rosario L.J. y Bustamante, M.A. (1985). Reconocimiento geológico preliminar sobre el Distrito Minero El Cuicmán, San Blas, Mpio. El Fuerte, Edo. de Sinaloa. Informe privado Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Exploración.
- Servais, M., Rojo R. y Colorado, D. (1981). Estudio de las rocas básicas y ultrabásicas de Sinaloa y Guanajuato: Postulación de un paleoólfco de Baja California y de una digitación-Tethysiana en México Central. Consejo de Rec. Minerales Gerencia de Estudios Especiales.
- Shand, S.J. (1943) Eruptive Rocks: Their Genesis, composition and clasification, New York: Wiley.



SECCION A-A' SOBRE PLANO REGIONAL 1:100,000



SECCION B-B' DISTRITO EL CAIMAN



N

E

W

S

ESCALA

1:100,000

1:50,000

1:25,000

1:12,500

1:6,250

1:3,125

1:1,562.5

1:781.25

1:390.625

1:195.3125

1:97.65625

1:48.828125

1:24.4140625

1:12.20703125

1:6.103515625

1:3.0517578125

1:1.52587890625

1:0.762939453125

1:0.3814697265625

1:0.19073486328125

1:0.095367431640625

1:0.0476837158203125

1:0.02384185791015625

1:0.011920928955078125

1:0.0059604644775390625

1:0.00298023223876953125

1:0.001490116119384765625

1:0.0007450580596923828125

1:0.00037252902984619140625

1:0.000186264514923095703125

1:0.0000931322574615478515625

1:0.00004656612873077392578125

1:0.000023283064365386962890625

1:0.0000116415321826934814453125

1:0.00000582076609134674072265625

1:0.000002910383045673370361328125

1:0.0000014551915228366851806640625

1:0.00000072759576141834259033203125

1:0.000000363797880709171145166015625

1:0.0000001818989403545855725830078125

1:0.00000009094947017729278629150390625

1:0.000000045474735088646393145751953125

1:0.0000000227373675443231965728759765625

1:0.00000001136868377216159828643798828125

1:0.000000005684341886080799143218994140625

1:0.0000000028421709430403995716094970703125

1:0.00000000142108547152019978580474853515625

1:0.000000000710542735760099892902374267578125

1:0.0000000003552713678800499464511871337890625

1:0.00000000017763568394002497322559356689453125

1:0.000000000088817841970012486612796783447265625

1:0.0000000000444089209850062433063983917236328125

1:0.00000000002220446049250312165319679586181640625

1:0.000000000011102230246251562826598397930908203125

1:0.0000000000055511151231257814132991989654541015625

1:0.0000000000027755575615628907065995994827270578125

1:0.00000000000138777878078144535329979974136352890625

1:0.000000000000693889390390722676649899870681764453125

1:0.000000000000346944695195361338324949935342872265625

1:0.000000000000173472347597680669162474967671436328125

1:0.0000000000000867361737988303345812374838357181640625

1:0.00000000000004336808689941516729061874191785908203125

1:0.000000000000021684043449707583645309370958929061015625

1:0.00000000000001084202172485379182265468547949453078125

1:0.000000000000005421010862426895911327342739747265625

1:0.0000000000000027105054312134479556636718736328125

1:0.00000000000000135525271560672397783183593681640625

1:0.00000000000000067762635780336198891591796842890625

1:0.00000000000000033881317890168099445795898424453078125

1:0.000000000000000169406589450840497228979492212265625

1:0.0000000000000000847032947254202486144897461061328125

1:0.0000000000000000423516473627101243072448730530615625

1:0.00000000000000002117582368135506215362243652653078125

1:0.000000000000000010587911840677531076811218263265625

1:0.00000000000000000529395592033876553840560913162890625

1:0.000000000000000002646977960169382769202804565814453078125

1:0.0000000000000000013234889800846913960140228279072265625

1:0.0000000000000000006617444900423456980070114139461328125

1:0.0000000000000000003308722450211728490035057069730615625

1:0.00000000000000000016543612251058642450175285348681640625

1:0.00000000000000000008271806125529321225087642674342890625

1:0.000000000000000000041359030627646606125438213371714453078125

1:0.000000000000000000020679515313823303062719106688572265625

1:0.0000000000000000000103397576569116515313595533442890625

1:0.00000000000000000000516987882845582576567777667214453078125

1:0.0000000000000000000025849394142279128828388883362265625

1:0.0000000000000000000012924697071139564441694441681132890625

1:0.00000000000000000000064623485355697822208472208405664453078125

1:0.00000000000000000000032311742677848911100421104202832265625

1:0.000000000000000000000161558713389244555002105521014162890625

1:0.0000000000000000000000807793566946222775010527605070814453078125

1:0.000000000000000000000040389678347311138750526380253542265625

1:0.00000000000000000000002019483917365556937526319012677132890625

1:0.00000000000000000000001009741958682778468763159506338814453078125

1:0.0000000000000000000000050487097934138923438315975316942265625

1:0.000000000000000000000002524354896706946171915798765847132890625

1:0.00000000000000000000000126217744835347308595789938292364453078125

1:0.0000000000000000000000006310887241767365429789496914617132890625

1:0.000000000000000000000000315544362088367714894724845730864453078125

1:0.000000000000000000000000157772181044183857447362422865432265625

1:0.0000000000000000000000000788860905220919287236812114327132890625

1:0.0000000000000000000000000394430452610459643618406071635664453078125

1:0.0000000000000000000000000197215226305229821809203035817832265625

1:0.0000000000000000000000000098607613152614910940451517908664453078125

1:0.0000000000000000000000000049303806576307455470225758954332265625

1:0.00000000000000000000000000246519032881537277351128794771664453078125

1:0.00000000000000000000000000123259516440768638675564397388832265625

1:0.0000000000000000000000000006162975822038431933778219869441664453078125

1:0.0000000000000000000000000003081487911019215966889109934722265625

1:0.000000000000000000000000000154074395550960798344455497361132890625

1:0.0000000000000000000000000000770371977754803991722277486805664453078125

1:0.0000000000000000000000000000385185988877401995861138743442890625

1:0.00000000000000000000000000001925929944387009979305693717214453078125

1:0.000000000000000000000000000009629649721935049896528468586072265625

1:0.0000000000000000000000000000048148248609675249482642342930814453078125

1:0.000000000000000000000000000002407412430483762474132117146542265625

1:0.0000000000000000000000000000012037062152416812370655585727264453078125

1:0.00000000000000000000000000000060185310762084061853277928636132890625

1:0.000000000000000000000000000000300926553810420309266389643180664453078125

1:0.000000000000000000000000000000150463276905210154633194821590332265625

1:0.0000000000000000000000000000000752316384526050773165974107951664453078125

1:0.000000000000000000000000000000037615819226302538658298705397582265625

1:0.00000000000000000000000000000001880790961315126932914852669879132890625

1:0.00000000000000000000000000000000940395480657563466457242634939464453078125

1:0.00000000000000000000000000000000470197740328781733228621317469732265625

1:0.000000000000000000000000000000002350988701643908666143106587348664453078125

1:0.00000000000000000000000000000000117549435082195433307155329369332265625

1:0.000000000000000000000000000000000587747175410977166535776646734664453078125

1:0.00000000000000000000000000000000029387358770548858326788323367332265625

1:0.000000000000000000000000000000000146936793852744291633941661683664453078125

1:0.00000000000000000000000000000000007346839692637214581669783084332265625

1:0.000000000000000000000000000000000036734198463186072908348915421664453078125

1:0.000000000000000000000000000000000018367099231593036454174457710832265625

1:0.0000000000000000000000000000000000091835496157965182270872288551664453078125

1:0.000000000000000000000000000000000004591774807898259113543614427732265625

1:0.00000000000000000000000000000000000229588740394912955677180721388132890625

1:0.000000000000000000000000000000000001147943701974564778385903606941664453078125

1:0.0000000000000000000000000000000000005739718509872823891692953034732265625

1:0.00000000000000000000000000000000000028698592549364119458464765173664453078125

1:0.00000000000000000000000000000000000014349296274682059729232382586832265625

1:0.000000000000000000000000000000000000071746481373410298646116912933664453078125

1:0.000000000000000000000000000000000000035873240686705149323058456466832265625

1:0.0000000000000000000000000000000000000179366203433525746615292282334664453078125

1:0.000000000000000000000000000000000000008968310171676287330764614116832265625

1:0.000000000000000000000000000000000000004484155085838143653832307058432265625

1:0.00000000000000000000000000000000000000224207754291907182769165352921664453078125

1:0.0000000000000000000000000000000000000011210387714595359138457767646132890625

1:0.00000000000000000000000000000000000000056051938572976795692288838233664453078125

1:0.00000000000000000000000000000000000000028025969286488397846114419116832265625

1:0.00000000000000000000000000000000000000014012984643244198923057209558432265625

1:0.00700649232162209946152860477921664453078125

1:0.0035032461608110497307643023896132890625

1:0.00175162308040552486538215119480664453078125

1:0.0008758115402027624326910755974032265625

1:0.000437905770101381216345537798721664453078125

1:0.00021895288505069060817276889936132890625

1:0.000109476442525345304086384449680664453078125

1:0.0054738221262672652043192224844132890625

1:0.00273691106313363260215961124221664453078125

1:0.001368455531566816301079805621132890625

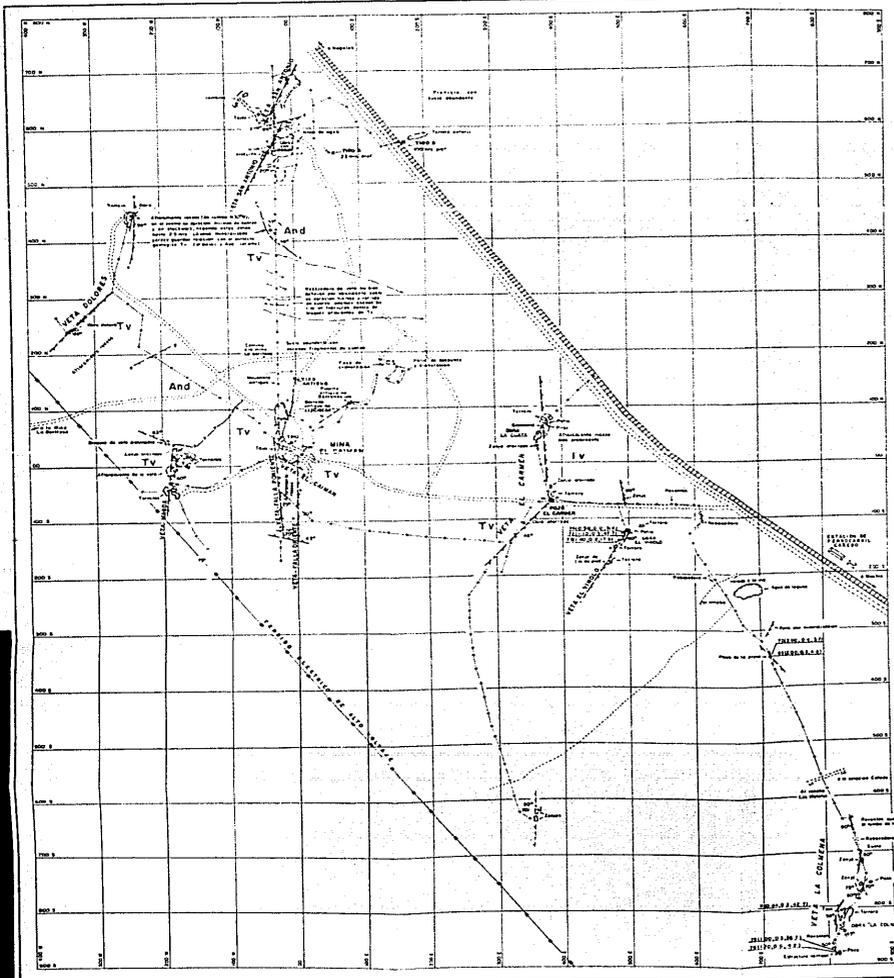
1:0.0006842277657834081505399028105664453078125

1:0.0003421138828917040752699514052832265625

1:0.00017105694144585203763497570264132890625

1:0.0085528470722926018817247851320664453078125

1:0.000000000000000



EXPLICACION

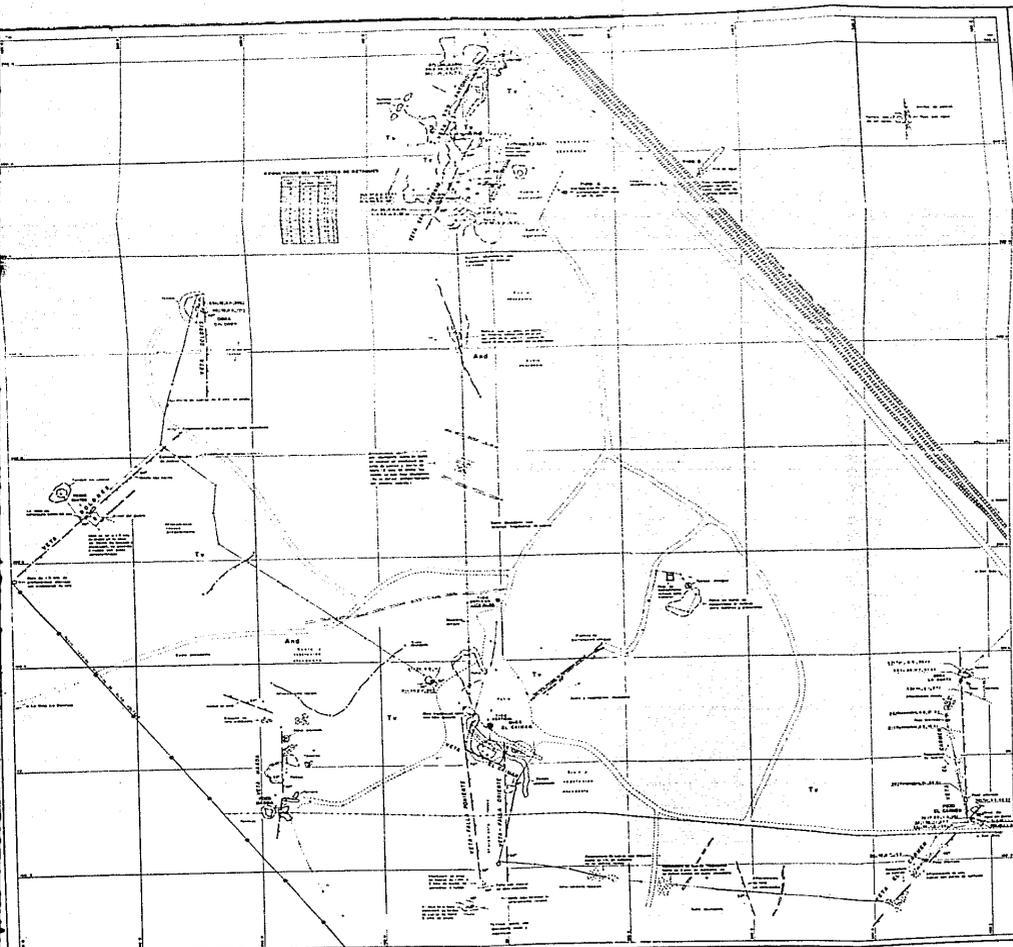
- And** ANDESITA
- Tv** ARENISCAS TOBACEAS
- conchito geológico
- - - - - veta indicando su echado
- - - - - obra minera
- puro
- ⊗ contrapelo
- ⊕ zona
- ⊖ talpa
- ⊘ faja
- ⊙ terreros
- ⊙ arroyos
- - - - - camino para vehículos
- - - - - veredas
- ⊠ polígono de tipo
- ⊠ coordenadas
- vía de ferrocarril



UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

PLANO GEOLOGICO ESTRUCTURAL
DISTRITO MINERO EL CAIMAN
SAN BLAS, MUNICIPIO EL PUERTO, BINALDA

Año: Febrero-Lagos Julio de 1957 LAMINA Nº 2



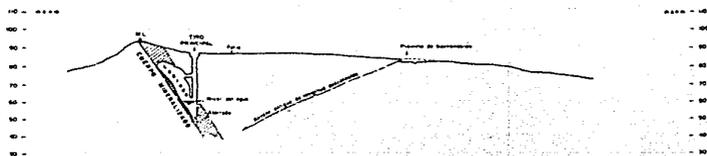
EXPLICACION

-  ANDESITA
-  ARENISCA TOBACCA
-  Arroyo
-  Camino
-  Faja
-  Faja
-  Faja
-  Faja
-  Faja
-  Faja
-  Faja



UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 PLANO GEOLOGICO MINERO
 DISTRITO MINERO EL CAIMAN
 SAN JUAN MUNICIPIO EL FUERTE, HIDALGO
 Estado de Mexico

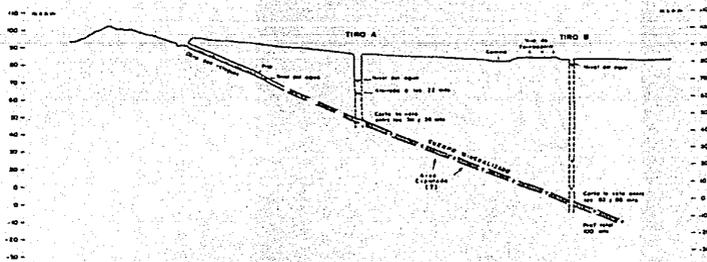
SECCION A-A' SOBRE MINA EL CAIMAN (RUMBO NE-SW)



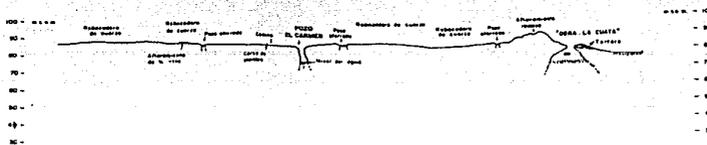
EXPLICACION

- abra minera
- cuerpo mineralizado
- barreno de diamante antiguo
- 110 cota metro sobre el nivel del mar

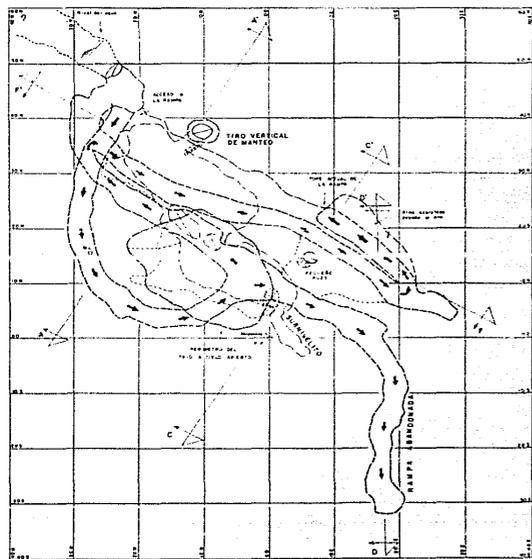
SECCION A-A' SOBRE VETA SAN ANTONIO (RUMBO E-W)



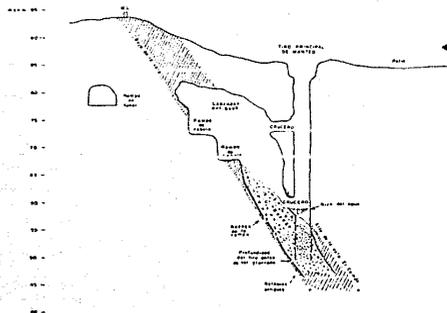
SECCION A-A' LONGITUDINAL SOBRE VETA EL CARMEN (RUMBO N-S)



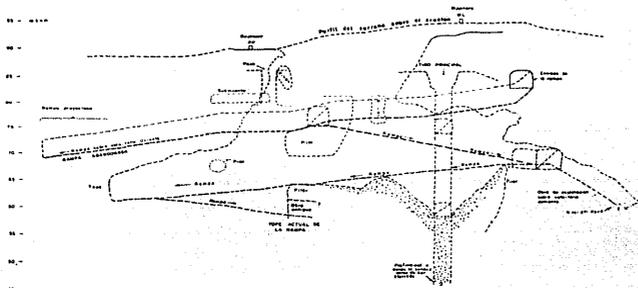
UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL
SECCIONES GEOLOGICO MINERAS DISTRITO MINERO EL CAIMAN SAN BLAS, MUNICIPIO EL FUERTE, SINALOA	
Juan Roberto Lopez	Junio de 1987 LAMINA Nº 4



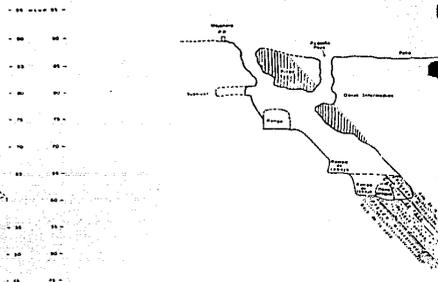
SECCION A-A' TRANSVERSAL AL TIRO DE MANTEO
RUMBO SW-NE

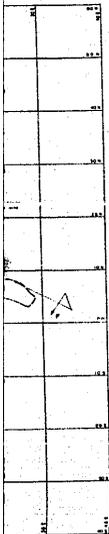


SECCION F-F' LONGITUDINAL SOBRE LAS OBRAS (RUMBO NW-SE)

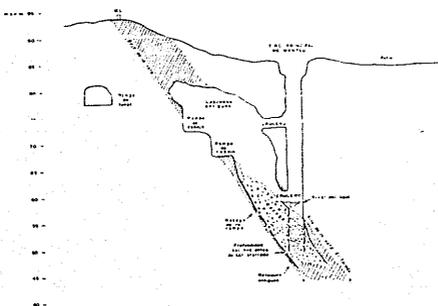


SECCION C-C' TRANSVERSAL AL FONDO DE LOS MINADOS

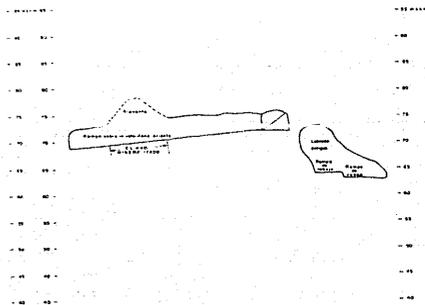




SECCION A-A' TRANSVERSAL AL TIRO DE MANTEO
RUMBO SW-NE

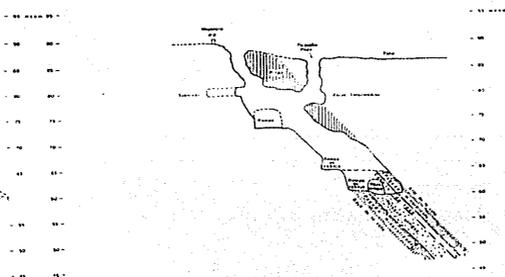
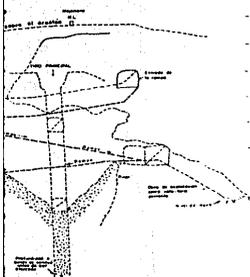


SECCION D-D' TRANSVERSAL RAMPA ABANDONADA
RUMBO N-S



(RUMBO NW-SE)

SECCION C-C' TRANSVERSAL AL FONDO DE LOS MINADOS VIEJOS (RUMBO SW-NE)

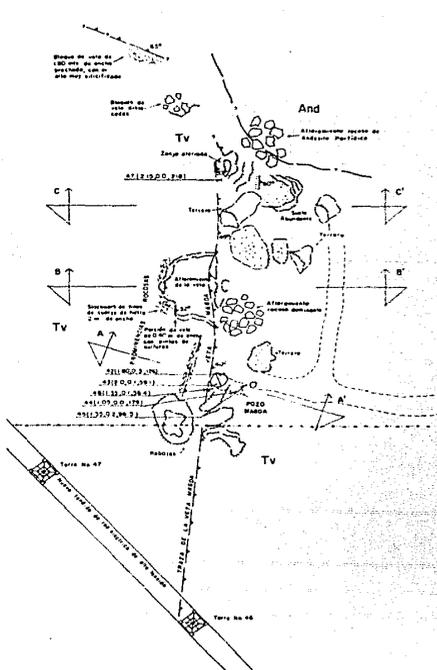


EXPLICACION

- veto
- abra minero
- rampa
- tiro
- cruceiro
- pozo
- contraposto
- mojoneo de localizacion
- mojoneo punto de partida
- linea de seccion



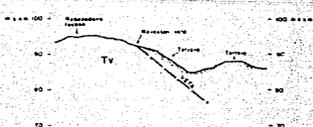
UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA YESIS PROFESIONAL
PLANTA Y SECCIONES DE LA MINA EL CAIMAN	
SAN BLAS, MUNICIPIO EL FUENTE, SINALOA	
Jose Roberto Lopez	Junio de 1987 LAMINA Nº 8



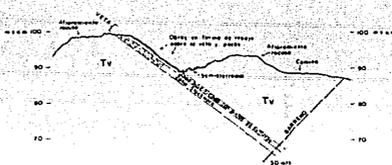
SECCION A - A'



SECCION C - C'



SECCION B - B'



EXPLICACION

- And ANDESITA PORFIDICA
- Tv ARENISCA TOBACACA

- traza de la veta
- poza
- zanja
- reboje
- camino para vehiculo
- linea de seccion
- muestra colectada

0 10 25 50 metros
E S C A L A

UNAM FACULTAD DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL

PLANO GEOLOGICO MINERO
PROSPECTO MAGDA
SAN BLAS, MUNICIPIO EL FUERTE, SINALOA

Juan Rosendo Lopez Junio de 1987 LÁMINA Nº 7