

0245

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería



**Estudio Litológico y Mineralógico del Distrito Minero
de Fresnillo, Zac.**

Tesis que para obtener el Título
de INGENIERO GEOLOGO

Presenta

Rolando Sarmiento Bravo

México, D. F. de 1972



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería



**Estudio Litológico y Mineralógico
del Distrito Minero
de Fresnillo, Zac.**

ROLANDO SARMIENTO BRAVO

México, D. F.

1972

A MI PADRE CON CARINO Y AGRADECIMIENTO

A LA MEMORIA DE MI MADRE

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA

A MI HIJO

AGRADECIMIENTOS

Agradesco a las Autoridades del Consejo de Recursos Naturales No Renovables, por las facilidades brindadas para la elaboración de este trabajo y por permitirme presentarlo como Tesis.

De manera muy especial a los Ingenieros Juan - José Martínez B y Germán Arriaga G: jefe del proyecto el primero, y por su acertada dirección y corrección el segundo. Así como también al Biólogo Fidel Soto J por la realización de los estudios paleontológicos.



Universidad Nacional
Autónoma de
México

FACULTAD DE INGENIERIA
Exámenes Profesionales
Núm. 40-533
Exp. Núm. 40/244.2/

Al Pasante señor Rolando SARMIENTO BRAVO,
P r e s e n t e .

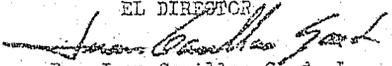
En atención a su solicitud relativa, me es-
grato transcribir a usted a continuación el tema que apro-
bado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. German -
Arriaga G., para que lo desarrolle como tesis en su Exa-
men Profesional de Ingeniero GEOLOGO.

"ESTUDIO LITOLOGICO Y MINERALOGICO DEL DISTRITO MINERO DE
FRESNILLO, ZAC".

- I. Generalidades.
 - II. Historia minera.
 - III. Geografía.
 - IV. Geología del distrito.
 - V. Petrografía.
 - VI. Yacimientos minerales.
 - VII. Conclusiones.
- Bibliografía.
Ilustraciones.

Ruego a usted tomar debida nota de que en -
cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones,
deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de
seis meses como requisito indispensable para sustentar Exa-
men Profesional; así como de la disposición de la Direc-
ción General de Servicios Escolares en el sentido de que -
se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis,
el título del trabajo realizado.

A t e n t a m e n t e
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. 30 de Noviembre 1971
EL DIRECTOR


Dr. Juan Casillas G. de L.

CONTENIDO

Pág.

I.- GENERALIDADES

1.1.- Resumen.....	1
1.2.- Objeto del Estudio.....	3
1.3.- Estudios Previos.....	3
1.4.- Métodos de Trabajo.....	3
a) Trabajo de Campo.....	3
b) Trabajo de Gabinete.....	4

II.- HISTORIA MINERA

2.1.- Introducción.....	5
2.2.- Datos de Producción.....	7

III.- GEOGRAFIA

3.1.- Localización.....	10
3.2.- Vías de Comunicación.....	10
3.3.- Fisiografía.....	10
a) Orografía.....	11
b) Hidrografía.....	12
3.4.- Clima y Vegetación.....	12
3.5.- Economía y Cultura.....	13

IV.- GEOLOGIA DEL DISTRITO

4.1.- Estratigrafía.....	15
4.1.1.- Cretácico Inferior.....	15
a) Formación Taraises.....	15
b) Formación La Peña.....	16
c) Formación Cuesta del Cura.....	17
4.1.2.- Terciario.....	18
a) Rocas Igneas Extrusivas.....	18
b) Rocas Igneas Intrusivas.....	21
4.1.3.- Cuaternario.....	23
4.2.- Geología Estructural.....	24
4.3.- Geología Histórica.....	26

V.- PETROGRAFIA

5.1.- Estudio Petrográfico.....	28
5.2.- Estudio Minerográfico.....	40

5.2.1.-	Introducción.....	40
5.2.2.-	Identificación de los minerales....	40
5.2.3.-	Estudio de la Paragénesis.....	41
5.2.4.-	Establecimiento de la Sucesión Mineral.....	44
VI.- YACIMIENTO MINERALES		
6.1.-	Rasgos Generales.....	47
6.2.-	Forma y Dimensiones.....	47
6.3.-	Geología del Subsuelo.....	49
6.4.-	Zona de Sulfuros.....	61
6.4.1.-	Zona de Sulfuros Ligeros.....	62
6.4.2.-	Zona de Sulfuros Pesados.....	63
6.5.-	Zona de Oxidación.....	63
6.6.-	Guías de la Mineralización.....	64
	a) Guías Fisiográficas.....	65
	b) Guías Mineralógicas.....	65
	c) Guías Estratigráficas.....	66
	d) Guías Estructurales.....	67
6.7.-	Discusión Genética.....	68
	a) Introducción.....	68
	b) Relaciones con la Roca Encajonante	69
	c) Agentes Mineralizantes.....	69
	d) Temperatura de Formación.....	70
	e) Tipos de Yacimientos.....	70
VII.- CONCLUSIONES.....		72
BIBLIOGRAFIA.....		74
ILUSTRACIONES:		

Tablas:

1	Correlación Estratigráfica de diversas zonas en el Edo. de Zacatecas y S.L.P.	Entre 15 y 16
2	Columna Estratigráfica en la región de Fresnillo, Zac.	Entre 15 y 16

Figuras:

1	Localización	Entre 10 y 11
---	--------------	---------------

*Estudio Petrográfico del Barreno de Diamante
San Isidro. No. 1* *Sobre Adjunto*

*Estudio Petrográfico del Barreno de Diamante
Laguna Blanca. No. 2* *Sobre Adjunto*

*Estudio Petrográfico del Barreno de Diamante
2374 Nivel 935m* *Sobre Adjunto*

*Plano Geológico del Distrito Minero de Fres-
nillo, Zac.* *Sobre Adjunto*

*Corte Litológico de la Mina en su Tiro Gene-
ral.* *Sobre Adjunto*

I.- GENERALIDADES

1.1.- RESUMEN

El Distrito Minero de Fresnillo se localiza en la parte central del Estado de Zacatecas. Cuenta con excelentes vías de comunicación como la Carretera Panamericana y el paso del Ferrocarril México-Cd Juárez.

Las actividades económicas primordiales de la región son la minería, el comercio, agricultura y ganadería.

Los yacimientos fueron descubiertos a mediados del siglo XVI y, su explotación se inició en 1717, con diversos periodos de interrupción entre 1757 y 1919. A partir de esta última fecha se ha venido trabajando en forma ininterrumpida.

El área está situada en la provincia fisiográfica de la Mesa Central, su altura media sobre el nivel del mar es de 2100 metros y, está drenada por arroyos intermitentes que llevan sus aguas al Río San Francisco, tributario del Río Aguanaval. El clima es del tipo seco estepario frío y con una precipitación media anual de 350mm.

En el área afloran rocas del Cretácico Inferior, Terciario y Cuaternario. Las rocas del Cretácico Inferior son calizas, lutitas, margas, calizas bituminosas y areniscas. Las rocas del Terciario son ígneas extrusivas e

intrusivas; las ígneas extrusivas consisten en riolitas, tobas riolíticas y basaltos, las que descansan en discordancia angular sobre las rocas sedimentarias.

Las ígneas intrusivas consisten en granitos, cuarzo monzonitas, granodioritas, pórfidos andesíticos y riolíticos, que cortan a las rocas sedimentarias.

La estructura geológica que predomina en el distrito, es el resultado del intenso tectonismo provocado por la Orogenia Laramide y la actividad magmática del Periodo Terciario.

Existen dos sistemas de fallas principales que tienen rumbos NW-SE y NE-SW, respectivamente. Las cuales controlan la mineralización; dentro del primer sistema se localizan las vetas de mayor importancia y extensión, en el segundo existen vetas muy numerosas pero de menor extensión.

La alteración de origen hidrotermal de la roca encajonante comprende cloritización, silicificación, carbonatación, sericitización y piritización.

Los yacimientos son de tipo epitermal, mesotermal, hipotermal y pirometasomáticos; los cuales se formaron por relleno de fisuras y por reemplazamiento metasomático y, presentan un telescopio bien marcado.

1.2.- OBJETO DEL ESTUDIO

El Consejo de Recursos Naturales No Renovables, a través de sus Departamentos de Consultas y Asistencia Técnica y Geofísica, realizó el presente estudio en el Distrito Minero de Fresnillo, Zac.

Con el objeto de establecer en todo lo posible, las zonas de alteración relacionadas con la mineralización; por los datos obtenidos de los tres barrenos, así como de actualizar el plano geológico y la estratigrafía del área.

1.3.- ESTUDIOS PREVIOS

Son muy pocas los estudios existentes sobre el Distrito Minero de Fresnillo, no obstante su importancia y antigüedad; entre los más importantes y con carácter de investigación local se tienen los efectuados por: J.B. Stone and J.C. McCarthy (1948) A.I.M.M.E., Technical Publication No. L500 y el realizado por el Ing Alejandro Guzmán A (1969) C.R.N.N.R. (Inédito).

1.4.- METODOS DE TRABAJO

a) Trabajo de Campo

El trabajo de campo, consistió en recolectar muestras de núcleos de los barrenos de diamante superficiales y profundo así como de algunos niveles de la mina.

b) Trabajo de Gabinete

El trabajo de Laboratorio consistió en la elaboración de 166 láminas delgadas y 134 superficies pulidas de las muestras colectadas, para estudiarlas al microscopio petrográfico y minerográfico, respectivamente.

Con los resultados obtenidos se seleccionaron 6 muestras para análisis paleontológicos y, se elaboraron los cortes litológicos de los barrenos.

Por último, después de interpretar los datos obtenidos, se procedió a la elaboración del manuscrito.

II.- HISTORIA MINERA

2.1.- INTRODUCCION

La historia minera de la región data de mediados del siglo XVI (1554) en que fueron descubiertas las minas de Fresnillo. Poco se conoce de la minería primitiva, y de acuerdo a lo escrito por un español de apellido Murguía los trabajos se iniciaron en 1717 y alcanzaron un gran auge en 1751 bajo su dirección.

Sin embargo en 1757 se suspendió la actividad debido a las dificultades con el desagüe y los acreedores, permaneciendo abandonados hasta 1830.

En 1830 pasó a ser propiedad del Estado de Zacatecas por el interés que tomó el entonces Gobernador Francisco - García, reabriéndose las minas, y la producción de plata - empezó en 1832 a pesar de serias dificultades.

En 1835 se solicitó capital Inglés para la instalación de las bombas de vapor Cornish en los tiros principales y - para construir la gran Hacienda de Beneficio (actualmente Hacienda Proaño). La compañía formada en 1835 (Cía Zacatecano Mexicana) operó satisfactoriamente hasta 1873 cuando - llegó a su fin por los disturbios políticos y económicos - que afectaron a México.

De 1878 a 1903 la actividad de explotación se limitó a lugares situados sobre el nivel del agua y a terrenos antiguos.

En 1903 una compañía Americana (The Fresnillo Mining Co.) instaló una planta de lixiviación para el tratamiento de las colas de patio y en 1911-12 adquirió las minas y construyó una planta de cianuración para el tratamiento de 500 toneladas diarias de óxidos y mineral parcialmente oxidado con alto contenido de plata.

Durante el periodo revolucionario de 1913 a 1919 se suspendió la explotación y en 1919 The Fresnillo Mining Co. arrendó sus propiedades a la compañía inglesa (The Mexican Corporation); la cual instaló una planta de cianuración para 2200 toneladas y cuya capacidad se aumentó posteriormente para tratar 3000 toneladas diarias empezando la explotación en gran escala de minerales de plata en 1921.

En 1929 se formó The Fresnillo Co. mediante la fusión de The Fresnillo Mining Co. y The Mexican Corporation.

Descubriéndose en 1925 el complejo de sulfuros primarios de plomo, zinc, cobre y plata, y se construyó la primera unidad de flotación para su tratamiento.

La veta que se descubrió en esa fecha fué la Cueva Santa en el nivel 105m de profundidad; el mineral encontrado justificó la instalación de una pequeña planta cuya capacidad fué aumentando por etapas hasta la actual de 2200 tons diarias.

Conforme a lo estipulado por la nueva Ley Minera - The Fresnillo Co. se nacionalizó y trabaja hoy bajo la razón social de Compañía Fresnillo, S.A.

Actualmente la profundidad de explotación alcanza hasta 965m y la producción proviene de mantos de reemplazamiento con sulfuros pesados de plomo y zinc y bajo contenido de plata y vetas con sulfuros ligeros de plata.

2.2.- DATOS DE PRODUCCION

La producción de metales en Fresnillo se semeja a su historia, siendo desconocidos todos los datos de producción anteriores a 1832.

La producción de 1832 a 1903 fué calculada por Church (1906) y los valores dados por él (en dólares Norteamericanos) son los siguientes.

1832-1835	\$ 6,454,697
1835-1872	41,341,851
1879-1903	<u>4,784,030</u>
TOTAL	\$ 52,580,578

Este total puede tomarse como el equivalente a 43 millones de onzas de plata (1,291,000Kgs).

De 1903 a 1913 no se conoce la cantidad de oro y plata recuperados.

De 1921 a 1941, inclusive, The Mexican Corporation y The Fresnillo Co. produjeron 14,218,962 toneladas de mineral oxidado incluyendo algunas colas de patio que contenían un promedio de 158gms de plata y 0.27gms de oro por tonelada .

De 1926 a 1941, inclusive, se extrajeron 4,940,833 toneladas de sulfuros con un promedio de 350gms de plata y 0.82gms de oro por tonelada, 5.05% de plomo, 5.60% de zinc y 0.50% de cobre.

El total estimado de la producción del Distrito - hasta el año de 1956 fué el siguiente:

Oro	12,000Kgs	(400,000 onzas)
Plata	7,750,000Kgs	(250,000,000 onzas)
Plomo	450,000 Toneladas	
Cobre	45,000 "	
Zinc	400,000 "	

Los datos de producción correspondientes al año de 1968 son los siguientes:

Oro	130 Kgs
-----	---------

<i>Plata</i>	63004 Kgs
<i>Plomo</i>	9410 Toneladas
<i>Cobre</i>	702 "
<i>Zinc</i>	14857 "

III. - GEOGRAFIA

3.1.- LOCALIZACION

El Distrito Minero de Fresnillo se encuentra situado en la parte central del Estado de Zacatecas a 60Km - al NW de la ciudad de Zacatecas (Fig No.1), su altura - media sobre el nivel del mar, es de 2100m y sus coordenadas geográficas son:

23° 10' 29" de latitud Norte
102° 52' 39" de longitud Oeste

3.2.- VIAS DE COMUNICACION

Las vías de comunicación con que cuenta el área - son excelentes, ya que se tiene la Carretera Panamericana que toca a la ciudad de Fresnillo, Zac, en el Km 810.

El paso del Ferrocarril México-Cd. Juárez se localiza a unos 5km de la población en la Estación San José.

Existe un pequeño Aeropuerto situado a unos 3km al oriente de la Cd. de Fresnillo, Zac.

Además se cuenta con servicios Telefónicos, Telegráficos, Correos y Express Nacional e Internacional.

3.3.- FISIOGRAFIA

La región pertenece a la provincia denominada Mesa Central (Raisz 1959) y su paisaje está definido por una

depresión que se extiende hacia el NE para formar parte de una laguna estacional denominada Santa Anita o La guna Seca.

Quedando señalada esta depresión por el flanco Sur de la Sierra Madre Occidental y pequeñas elevaciones que la completan hacia el E y NW.

a) Orografía

El relieve de la región se caracteriza por ser una llanura ondulante con pequeñas sierras, mesas y lomas - bajas ampliamente esparcidas.

En la parte SW se localiza la Sierra de Valdecañas que presenta formas acantiladas y escarpes de falla, con amplios depósitos de talud y está formada por derrames riolíticos.

Hacia la porción Norte se localiza la Sierra de Fresnillo caracterizada por su gran amplitud y poca elevación, está formada principalmente por rocas sedimentarias.

Localizándose en la porción SW de esta Sierra el Cerro del Coconoxtle formado por derrames basálticos.

Dentro de las mesas existentes tenemos la de Valdecañas que se encuentra al SW del área al pié de la Sierra - del mismo nombre y es de composición basáltica.

La mesa de San Albino es la de mayor importancia, se localiza al W del área y constituye el rasgo principal del paisaje. Es de gran extensión, mediana elevación y está formada por derrames riolíticos.

En la parte central del área se localiza el Cerro Proaño sobre el que se han desarrollado los laborfos mineros.

Está formado por rocas ígneas y sedimentarias, encontrándose en su cercanías Loma Fortuna, Cerro Pópulo, Loma Larga y Cerro del Cristo.

b) Hidrografía.

El drenaje está formado por dos sistemas de corrientes de tipo intermitente que son:

Uno el Arroyo de Chilitos y Arroyo de Rivera que descargan sus aguas en la Laguna de Santa Anita; y el otro está constituido por los pequeños arroyos que se originan en la Sierra de Valdecañas y fluyen hacia el NW hasta desembocar en el Río San Francisco, tributario del Río Aguanaval.

3.4.- CLIMA Y VEGETACION

El clima de la región es del tipo ESw según la clasificación de Koeppen, o sea seco estepario frío.

Con lluvias durante el verano y una precipitación media anual de 350mm, la temperatura media anual es de 17.6°C con inviernos fríos.

Vegetación.- Nopal (*Opuntia tuna*), Biznaga (*Echinocactus sp*), Lechuguilla (*Agave-lechuguilla*), Mezquite - (*Prosopis juliflora*), Encino (*Quercus barbinervis*), Eucalipto (*Eucaliptus sp*), Madroño (*Arbustus zalapensis*), Fresno (*Fraxinus Potosina*).

3.5.- ECONOMIA Y CULTURA.

La Ciudad de Fresnillo cuenta con una población de 40,000 habitantes y es el centro minero más importante del Estado de Zacatecas.

La economía básica de la región es la minería, la cual absorbe un elevado porcentaje de la población económicamente activa, ya sea como empleados de la mina o gambusinos.

Se observa un comercio muy próspero, quedando relegados a último término la agricultura y ganadería que no alcanzan un gran auge debido a la aridez del terreno.

Los principales centros educativos existentes son: Una Escuela Preparatoria incorporada a la U.H.A.M. con bachillerato de Ciencias Políticas y Sociales e Ingeniería

ria.

Una Escuela de Pintura, Escultura y Artes Plásticas dependiente del Instituto Zacatecano de Bellas Artes. - Además se cuenta con varias Academias Comerciales.

IV.- GEOLOGIA DEL DISTRITO

4.1.- ESTRATIGRAFIA

La columna estratigráfica local está constituida principalmente por rocas sedimentarias e ígneas, cuya edad varía desde el Cretácico Inferior al Reciente.

Las rocas sedimentarias incluyen calizas, margas, areniscas y lutitas; las rocas ígneas se dividen en extrusivas e intrusivas, asociados a estas últimas se encuentran rocas metamórficas de contacto.

4.1.1.- Cretácico Inferior

a) Formación Taraises.- Las rocas más antiguas que afloran en el área, se localizan en el Arroyo de Chilitos desde su cruce con el camino a Rivera, hasta 1.5Km de El Saucito.

Son pequeños afloramientos constituidos por calizas, margas y lutitas de color gris oscuro a gris claro, que intemperizan de color amarillo ocre. Su estratificación varía desde muy delgada (la 3cm) a delgada (10 a - 15cm), en ocasiones se vuelve laminar. Sus capas tienen un echado hacia el NW, con inclinaciones que varían de 24 a 37°.

En general está muy fracturada debido a la tectónica regional y a la presencia de un pórfido andesítico,

TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA DE
DIVERSAS ZONAS EN EL EDO. DE ZACATECAS Y S.L.P.

ERA	PERIODO	EPOCA	EDAD	SIERRA DE SAN JULIAN ZACATECAS	CONCEPCION DEL ORO ZACATECAS	ZACATECAS ZAC.	SIERRA DE PEÑON BLANCO ZAC.	SIERRA DE CATORCE, S.L.P.	SIERRA DE FRESNILLO ZACATECAS.		
				(Rogers y de Coaratz)	(Rogers y de Coaratz)	(E. Mapaz)	(R. CHAVEZ)	(Humbrey y T. Diaz)			
				1961	1961	1949	1949	1968			
MESOZOICO	CRETACICO SUPERIOR	SENOVIANO	Maestrichtiano								
			Comptoniano								
			Santoniano								
		TURONIANO	Coniaciano	LUTITAS PARAS.	F. CARACOL				NO IDENTIFICADA		
			Turoniano	FORMACION INDIDURA	FORMACION INDIDURA						
			Cenomaniano								
		CRETACICO INFERIOR	ALBIANO	Superior	CALIZA DEL CURA	CALIZA CUESTA DEL CURA				CALIZA CUESTA DEL CURA	CALIZA CUESTA DEL CURA
				Medio	CALIZA AURORA	C. AURORA					
				Inferior							NO AFLORA
			SEPTIANO	Gargasiano	F. LA PEÑA	F. LA PEÑA					F. LA PEÑA
	Beauliano										
	Berremiano			CALIZA CUPIDO	CALIZA CUPIDO					CALIZA CUPIDO	
	Hauteriviense			FORMACION TARAISES	FORMACION TARAISES						
	MECOMBIANO	Valanginiense	TARAISES	TARAISES							
		Berliaciano									
	MESOZOICO SUPERIOR	CRETACICO INFERIOR	Portlandiano								
			Bahoniano	FORMACION LA CAJA	FORMACION LA CAJA						
			Mavriano	CAJA	CAJA						
			Sequoyiano								
			Argoviano	CALIZA ZULOAGA	CALIZA ZULOAGA	RESTOS DE CALIZAS				CALIZA ZULOAGA	
CRETACICO SUPERIOR		Divesiano								NO AFLORA	
		Calloviano									
		Gargasiano	FORMACION HUIZACHAL	NO AFLORA	Conglomerado de areniscas y esquistos.	FORMACION COTOLILLO	FORMACION HUIZACHAL				
		Bajociano									
		Aaleniano									
MESOZOICO INFERIOR	TRIASICO SUPERIOR	Toarciano									
		Phiensbaciano									
		Sinemuriano							NO AFLORA		
		Hettangiano									
		Relliano									
		Norian									
		Carniense									

TABLA - 1

COLUMNA ESTRATIGRAFICA EN LA REGION DE FRESNILLO, ZAC.

ERA	PERIODO	EPOCA	EDAD	FORMACION	TIPO DE ROCA	
CENOZOICO	QUATERNARIO			DEPOSITOS CONTINENTALES ?	DEPOSITOS DE TALUD ALUVION CALICHE	
	TERCIARIO No diferenciado.			ROCAS VOLCANICAS ?	BASALTOS	
				ROCAS INTRUSIVAS ?	MINERALIZACION	ARGESITAS GRANODIORITAS CUARZOMONONITAS GNAFITOS
				ROCAS VOLCANICAS	TOBAS	RIOLITAS RIOLITICAS
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	Maestrichtiano	NO AFLORA		
			SENONIANO			
			Compsiano			
			Santoniano			
			Coniaciano			
			Turoniano			
		INFERIOR	Cenomaniano	?	CALIZA CUESTA DELCURA ?	CALIZAS BITUMINOSAS CALIZAS ARCILLOSAS, ARENISCAS Y LUFITAS CALCAREAS
			ALBIANO			
			Superior			
			Media	NO AFLORA		
			Inferior	?		
			Gargasiano	LA PEÑA		
NEOCOMIANO	Bedouliano	NO AFLORA	?			
	Barremiano					
	?					
	Neustriviano	TARAIGES			CALIZAS, MARGAS Y LUFITAS	
	Valanginiano	?				
	Berriaciano	NO AFLORA				

TABLA - 2

que produce un metamorfismo de contacto. Las calizas presentan al microscopio una textura microgranular, sus componentes mineralógicos son calcita, clorita, hematita y limonita. Las margas presentan al microscopio una textura pelítica microgranular, su mineralogía consiste en arcilla, cuarzo, calcita diseminada y en vetilicas, hematita y limonita.

La edad se determinó mediante estudios paleontológicos de los fósiles colectados por el Ing Juan J Martínez Bernández, en el cruce del camino a la Presa de Rivera con el Arroyo de Chilites. Estos fósiles fueron amonitas de los géneros Taraisites sp., Neocanites sp., Bachianites sp., y pertenecen al Valanginiano Superior.

b) Formación La Peña.- Se localiza en pequeños afloramientos en el Arroyo de Chilites, cerca de El Saucito, está constituida por calizas de color gris oscuro interestratificadas con limonitas calcáreas de color gris claro, que intemperizan de color pardo amarillento. Contiene gran cantidad de pirita oxidada.

La edad se determinó mediante estudios paleontológicos de los fósiles colectados por el Ing Juan J Martínez Bernández, en el arroyo de Chilites. Estos fósiles fueron

amonitas de los géneros *Parahoplites* sp., *Peñáceras* sp., y pertenecen al Aptiano Superior.

c) Formación Cuesta del Cura.- Se encuentra aspligamente distribuida en el área, en la parte norte forma anticlinales asimétricos de poca elevación y con tendencia a extenderse en la dirección EN. Así como también en el interior de la mina.

Está constituida por calizas bituminosas, lutitas calcáreas y calizas arcillosas de color gris oscuro interestratificadas con areniscas de color gris verdoso. Las calizas intemperizan de color amarillo ocre con tintes violáceos y rojizos. Su estratificación varía de laminar (menor de 1cm), delgada (10 a 15cm) a gruesa (más de un metro). Las capas tienen echados que varían de 10° a 65°, con abundantes pliegues secundarios.

La edad se determinó mediante estudios micropaleontológicos de las muestras colectadas por el suscrito, del Barreno Laguna Blanca No. 2. Los estudios de los microfósiles fueron realizados por el Biólogo Fidel Soto J.; son foraminíferos paléogicos de los géneros *Calcisphaera* *lanominata*, *Pithonella* *ovalis*, *Præoglobotruncana* sp., *Stomiosphaera* *conoides*, *Hedbergella* sp., *Stomiosphaera* *sphaerica*, *Hedbergella* *washitensis*, *Hedbergella* cf *unabi*

lts., y pertenecen al Albiano Superior-Cenomaniano Inferior.

4.1.2.- Terciario

a) Rocas Igneas Extrusivas.- Son las más ampliamente distribuidas en el área, están constituidas por riolitas, tobas riolíticas y basaltos. Descansan en discordancia angular sobre las rocas sedimentarias y, adoptan formas de mesas y cerros aislados.

Riolitas y Tobas Riolíticas

En la Sierra de Santa Cruz existe una secuencia local, formada por Ignimbritas de color pardo rojizo, tobas riolíticas de color rosado claro a blanco grisáceo y, en la parte superior una riolita de color pardo rojizo a blanco.

Estas rocas presentan al microscopio las siguientes características:

Ignimbrita.- Textura Piroclástica

Minerales Primarios: cuarzo, vidrio desvitricado, fragmentos de rocas riolíticas, sanidino.

Minerales Secundarios: hematita, limonita, arcilla.

Toba Riolítica- Textura Piroclástica

Minerales Primarios: vidrio desvitricado, sanidino,

cuarzo, fragmentos de rocas, andesina, oligoclasa.

Minerales Secundarios: arcilla, hematita, limonita.

Riolita- Textura Hipocristalina Hipidiomórfica.

Minerales Esenciales: feldespatos silicificados, cuarzo.

Minerales Secundarios: arcilla, limonita, hematita.

Entre la Sierra de Fresnillo, Sierra de Rivera y la Mesa de San Albino existe una franja de tobas riolíticas, que siguen una dirección aproximada EW y NW-SE.

De acuerdo a sus características, esta franja puede dividirse en tres porciones:

La más oriental, constituida por dos lomas bajas y alargadas de este a oeste, muy fracturadas y separadas por una falla situada paralelamente a ellas. En el extremo occidental de estas lomas se localizan los Cerros de Santa Cruz y de Chilitos. Las lomas y los cerros mencionados están formados por tobas riolíticas de color pardo rojizo.

Al microscopio presenta textura piroclástica, y su mineralogía consiste en fragmentos de rocas riolíticas, cuarzo, vidrio desvitificado, sanidino, magnetita, hematita, limonita, clorita y arcilla.

La porción media de esta franja se caracteriza por la presencia de tres elevaciones que siguen una dirección

aproximada NE-SE. Estas elevaciones son el Cerro del Cristo, Cerro Pópulo y el Cerro Proaño.

El Cerro del Cristo está formado por tobas riolíticas muy fracturadas.

El Cerro Pópulo de acuerdo a sus características litológicas, se divide en dos partes: La parte norte es td constituida por tobas riolíticas de color rosado e ignimbritas de color gris. La primera presenta al microscopio textura piroclástica, su mineralogía consiste en fragmentos de rocas silicificadas, cuarzo, biotita, sericita y limonita.

La segunda presenta textura piroclástica su mineralogía consiste en fragmentos de riolitas, cuarzo, feldespatos silicificadas, limonita cuarzo secundario y arcilla.

La porción sur está compuesta por riolitas cuya coloración varía de pardo rojizo a rosa.

El Cerro Proaño ocupa el extremo occidental de las elevaciones antes mencionadas, de acuerdo a su litología se divide en dos partes. La parte sur está formada por rocas sedimentarias y, la parte norte está compuesta por tobas riolíticas de color pardo rojizo.

Por último, tenemos la Mesa de San Albino que está -

constituida en su parte central por una riolita y, en la periferia se convierte en una toba riolítica. Es la mesa de mayor extensión del área, está muy fracturada y presenta algunas fallas.

Basaltos

Las rocas basálticas están distribuidas a lo largo de una franja que sigue una dirección aproximada N-S. - Sus afloramientos se pueden dividir en tres clases:

La primera, en forma de mesas bajas y de poca extensión como la de Valdecañas; la segunda, como cuerpos sepultados entre la Mesa de San Albino y la Sierra de Fresnillo; y como tercer tipo de afloramiento el Cerro del Xoconotle, con una fuerte expresión topográfica y se localiza al SE de la Sierra de Fresnillo.

b) Rocas Igneas Intrusivas.- Se presentan en afloramientos aislados y están constituidas por pórfidos andesíticos, granodioritas, cuarzomonzonitas, granitos y pórfidos riolíticos.

Pórfidos Andesíticos

Son masas irregulares y cuerpos tabulares de color pardo rojizo a verde, están sumamente fracturadas y oxidadas, con las fracturas rellenas de calcita.

Afloran en las estribaciones de la Sierra de Rivera, Loma Fortuna y en los Arroyos de Chilitos y de Rivera. En el Arroyo de Chilitos, las rocas andesíticas intrusionan a la secuencia sedimentaria del Cretácico Inferior, produciendo rocas metamórficas de contacto (Skarns) en áreas localizadas.

Granodioritas- Cuarzomonzonitas- Granito Alcalino

Las rocas granodioríticas tienen una textura holocristalina hipidiomórfica de grano medio; sus minerales esenciales son cuarzo, andesina oligoclasa, microclina, accesorios: magnetita; secundarios: clorita, sericita, arcilla, hematita, limonita. Presentan fuerte alteración hidrotermal.

En la Loma de La Fortuna existen dos cuerpos de roca, uno localizado en el subsuelo y de composición cuarzomonzonítica y otro que aflora en forma de un dique de composición granito alcalino. La cuarzomonzonita se presenta en forma de un cuerpo cilíndrico de sección irregular (Hungler, 1967). El dique granítico se presenta en forma de cuerpos angostos y lenticulares, cuyos espesores varían de 40cm a 10 metros (Hungler, 1967).

Pórfido Riolítico

Roca de color gris verdoso, que al microscopio pre

senta una textura holocristalina porfídica hipidiomórfica. Sus minerales esenciales son cuarzo y scandino; accesorios: andesina, oligoclasa; secundarios: clorita, hematita, limonita, arcilla.

Se le localiza en el cerro donde se encuentra la Mina La Valenciana, intrusiva a la Formación Cuesta del Cura y se supone que es un apófisis de un cuerpo de mayores dimensiones.

4.1.3.- Cuaternario

Está representado por depósitos de talud y por depósitos aluviales.

a) Depósitos de Talud

Están constituidos por fragmentos subarredondados de rocas riolíticas y de rocas sedimentarias calcáreas, se encuentran ampliamente distribuidos al pie de las lomas y cerros.

b) Depósitos Aluviales

Se presentan con alternancia de materiales finos y gruesos de color pardo rojizo y amarillento, intercalados con capas de caliche (Travertino). Los materiales más recientes están formados por clásticos poco gradados, que se encuentran circunscritos casi exclusivamente dentro -

del perímetro de la zona estudiada.

4.2.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Los rasgos tectónicos más sobresalientes que se observan sobre el plano geológico del Distrito Minero de Fresnillo, son las estructuras de las rocas sedimentarias y la orientación de las fallas.

4.2.1.- Estructuras de las Rocas Sedimentarias.- Forman amplios anticlinales y sinclinales con orientaciones NW-SE y NS, con ondulaciones producidas por pliegues secundarios simples y recumbentes.

4.2.2.- Fallas- Son muy numerosas y, de acuerdo a su orientación y contenido mineralógico se pueden clasificar en tres sistemas principales:

a) Al primer sistema pertenecen las vetas más importantes de la región, tanto desde el punto de vista de su extensión como el de su riqueza. Son fallas normales con rumbo NW-SE y echado hacia el noreste, las de mayor extensión se localizan en la Sierra de Valdecañas y la Mesa de San Albino.

Las vetas principales que han sido explotadas en Fresnillo tienen un rumbo general $N 35^{\circ} W$ y echado al SW, dichas vetas son:

La Cueva Santa con una extensión horizontal de 1500m y una profundidad de 920m, presenta una serie de ramificaciones.

La Veta 2137 con una extensión horizontal de 1400m y profundidad de 920m; siguiéndole en orden de importancia la Veta 2200.

b) Otro sistema de fallas normales tienen un rumbo NE-SW, son muy numerosas y de pequeña extensión. Dentro de este sistema se pueden agrupar las vetas siguientes: Veta Silver, San Pascual, Plateros, Amarillas, Refugio y Agripo. Con rumbo general $N 60^{\circ} E$ y echado general al Sur.

c) Dentro del tercer sistema agruparemos las siguientes fallas que no presentan mineralización:

Falla de Plateros.- Localizada a lo largo del arroyo del mismo nombre, sigue una dirección aproximada EW, es normal con el bloque caído hacia el norte.

Falla San Isidro.- Localizada en la Sierra de Fresnillo, la cual se divide en dos porciones. Tienen una dirección E-NE y es normal, con el bloque caído hacia el N-NW.

Estas dos fallas pudieran constituir una sola estructura dada su magnitud, dirección y posición respectiva.

Falla del Puerto- Corta a la carretera Fresnillo - Plateros en el Km 3.5. Tiene un rumbo N-NW y una traza curvada hacia el E-NE, como en los casos anteriores, es normal.

Falla Restauradora.- Localizada en el Valle de Plateros y principalmente en la parte posterior de la loma de la Mina Restauradora. Tiene una dirección aproximada NW-SE.

4.3.- GEOLOGIA HISTORICA

Las rocas más antiguas que afloran en el área, son sedimentarias marinas del Cretácico Inferior. Representadas por calizas, margas, lutitas, calizas bituminosas y areniscas, las cuales se depositaron en mares someros.

La presencia de areniscas y materia bituminosa son indicativas que el área estuvo sujeta a períodos de emersión bastante prolongados, así como también la existencia de un medio reductor.

A fines del Cretácico, durante la fase principal de la Orogenia Laramide, los sedimentos fueron plegados. - Formándose suaves y amplios lomeríos que dieron origen - a la Sierra de Fresnillo.

A principios del Terciario, se produjo una intensa actividad volcánica de tipo ácido (Tobas Riolíticas y Rio

litas), que dieron origen a la Sierra de Valdecañas, la Mesa de San Albino, Cerro de Santa Cruz, Cerro del Cristo, Cerro Pópulo y otros.

Posteriormente hubo una nueva etapa magmática, la cual queda marcada por rocas ígneas intrusivas de tipo hipabisal (Pórfidos Andesíticos y Riolíticos) y de tipo plutónico (Pórfido Cuarzomonzónico, Granitos y Granodioritas). Produciéndose durante esta etapa, el fracturamiento que originó la Mineralización.

A fines del Terciario se produjo una última etapa de vulcanismo y, está representada por derrames basálticos que dieron origen al Cerro del Xoconoztle y la Mesa de Valdecañas.

Finalmente, durante el Cuaternario se formaron amplios depósitos de talud y aluvión, productos de la intensa erosión de las partes altas.

V.- PETROGRAFIA

5.1.- ESTUDIO PETROGRAFICO

Los análisis petrográficos de las muestras más representativas de los diferentes barrenos, se expondrán a continuación.

MUESTRA M-1 Profundidad 0'-6' Barreno San Isidro # 1

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Crema

Estructura y Textura: Compacta brechóide

Minerales observables: Fragmentos líticos

Alteración: Carbonatación y oxidación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Microcristalina

Mineralogía: Calcita, cuarzo, arcilla, fragmentos de roca, hematita, limonita.

CLASIFICACION: Caliche

ORIGEN: Sedimentario Continental

MUESTRA M-4 Profundidad 33'-109' Barreno San Isidro # 1

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris claro

Estructura y Textura: Compacta brechóide con vetillas.

Minerales observables: Fragmentos líticos

Alteración: Carbonatación y oxidación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Cataclástica

Mineralogía: Fragmentos de roca de tipo pelítico de contornos angulosos, con vetillas de cuarzo además de arcilla, hematita, limonita y clorita en una matriz formada sobre todo por calcita.

CLASIFICACION: Brecha

ORIGEN: Dinamometamorfismo

OBSERVACIONES: Es notable la abundancia de calcita.

MUESTRA M-11 Profundidad 169'-176' Barreno San Isidro # 1

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscura

Estructura y Textura: Compacta cristalina con vetillas

Minerales observables: Carbonatos

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Microgranular

Mineralogía: Calcita, materia bituminosa, arcilla, cuarzo diseminado, calcita en vetillas,

pirita diseminada en cristales sube
drales, trazas de calcopirita.

CLASIFICACION: Caliza Bituminosa

ORIGEN: Sedimentario

OBSERVACIONES: Se observan dos generaciones de calcita
y presencia de calcopirita.

MUESTRA M-19 Profundidad 266'-272'8" Barreno San Isidro # 1

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta cristalina con veti
llas y drusas

Minerales observables: Carbonatos

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Pizarrosa

Mineralogía: Calcita, materia bituminosa, cuarzo,
arcilla, vetillas de calcita, pirita
diseminada, hematita, limonita. Cuar-
zo eudral formando drusas.

CLASIFICACION: Pizarra Calcárea

ORIGEN: Metamorfismo Regional

Clase química: Calcárea

Facies: Esquistos Verdes

BIBLIOTECA CENTRAL

U. N. A. M.

MUESTRA H-30 Profundidad 418'-429' Barreno San Isidro # 1

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Verde y gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta con vetillas

Minerales observables: Carbonatos

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Epiclástica pelítica

Mineralogía: Cuarzo, arcilla, clorita, materia bituminosa, calcita, sericita, epidota, cuarzo en vetillas, pirita, magnetita.

CLASIFICACION: Lutita

ORIGEN: Sedimentario

OBSERVACIONES: Se observan dos generaciones de cuarzo.

MUESTRA H-54 Profundidad 703'-713' Barreno San Isidro # 1

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Verde oscuro

Estructura y Texturas: Compacta afanítica con vetillas

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Microlítica porfídica

Mineralogía: Esenciales: Andesina, oligoclasa

Accesorios: Magnetita

*Secundarios: Calcita, epidota, cuarzo,
clorita, pirita diseminada.*

CLASIFICACION: Pórfido Andesítico

ORIGEN: Hipabisal

OBSERVACIONES: La muestra presenta alteración propilítica.

MUESTRA M-78 Profundidad 1235'-1271' Barreno San Isidro # 1

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta brechóide

Minerales observables: Fragmentos líticos y sulfuros

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Cataclástica

*Mineralogía: Calcita, materia bituminosa, arcilla,
cuarzo diseminado y en vetillas, veti-
llas de calcita, pirita, hematita, li-
monita.*

CLASIFICACION: Milonita

*ORIGEN: Dinamometamorfismo a partir de sedimenta-
rio pelítico.*

MUESTRA M-83 Profundidad 1351'-1361' Barreno San Isidro # 1

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta con vetillas.

Minerales observables: Carbonatos

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Epiclástica psammítica

Mineralogía: Cuarzo, fragmentos de roca, feldespa-
tos, calcita, arcilla, materia bitumi-
nosa, sericita, zircón, pirita disemi-
nada, trazas de magnetita.

CLASIFICACION: Grauvaca

ORIGEN: Sedimentario.

MUESTRA M-2 Profundidad 40'-74' Barreno Laguna Blanco # 2

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris claro y pardo rojizo

Estructura y Textura: Compacta cristalina con veti-
llas

Minerales observables: Carbonatos

Alteración: Oxidación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Microcristalina

Mineralogía: Calcita, arcilla, cuarzo diseminado y en vetillas, hematita, limonita di seminada y en vetillas, trazas de do lomita, -pirita limonitizada.

CLASIFICACION: Caliza Recristalizada

ORIGEN: Sedimentario con metamorfismo incipiente

OBSERVACIONES: La calcita se presenta recristalizada.

MUESTRA M-18 Profundidad 594'-639' Barrero Laguna Blanco # 2

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris claro

Estructura y Textura: Compacta cristalina fina

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Epiclástica psamítico-pelítico

Mineralogía: Cuarzo, feldespatos, calcita, pirita, sericita, clorita, arcilla.

CLASIFICACION: Arenisca Arcillosa

ORIGEN: Sedimentario

MUESTRA M-20 Profundidad 663'-682' Barreno Laguna Blanco # 2

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Negro

Estructura y Textura: Compacta cristalina

Minerales observables: Carbonatos y sulfuros

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Microgranular

Mineralogía: Calcita, materia bituminosa, arcilla,
cuarzo detrítico diseminado, pirita,
hematita, limonita.

CLASIFICACION: Caliza Bituminosa

ORIGEN: Sedimentario

MUESTRA M-35 Profundidad 1045'-1083' Barreno Laguna Blanco # 2

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta con vetillas

Minerales observables: Carbonatos y sulfuros

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Bioclástica

Mineralogía: Calcita, materia bituminosa, arcilla,
cuarzo detrítico diseminado, calcita
en vetillas, pirita, fósiles.

CLASIFICACION: Caliza Bituminosa Fosilífera

ORIGEN: Sedimentario

MUESTRA M-2 Profundidad 10'-20' Barreno # 2374 Nivel 935m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta cristalina

Minerales observables: Galena y pirita

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Granoblástica

Mineralogía: Azinita, cuarzo, epidota, clorita, ma
teria bituminosa, calcita, sericita,
minerales arcillosos, galena, pirita,
magnetita, blenda y calcopirita en ter
tura de exsolución.

CLASIFICACION: Hornfels de Azinita

ORIGEN: Metamorfismo de Contacto

Clase química: Calcárea

Facies: Hornfels de Piroxena

MUESTRA M-13 Profundidad 161'-175' Barreno # 2374 Nivel 935m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Negro y gris claro

Estructura y Texturas: Compacta cristalina fina

Minerales observables: Sulfuros

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Granoblástica

Mineralogía: Cuarzo, feldespatos, arcilla, calcita diseminada y en vetillas, sericita, epidota, zircón, clorita, cuarzo en vetillas, materia bituminosa, pirita, trazas de magnetita.

CLASIFICACION: Hornfels Cuarzofeldespático

ORIGEN: Metamorfismo de Contacto

Clase química: Cuarzofeldespática

Facies: Hornfels de Hornblenda

OBSERVACIONES: Se observan dos generaciones de cuarzo.

MUESTRA M-48 Profundidad 860°-880° Barreno # 2374 Nivel 935m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris y verde

Estructura y Textura: Compacta cristalina

Minerales observables: Hedenbergita y sulfuros

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Cristalina subautomórfica y Granoblástica

*Mineralogía: Galena, blenda, calcopirita, pirita,
hedenbergita.*

*CLASIFICACION: Mineral de Mena en Hornfels de Hedenber-
gita.*

*ORIGEN: Hidrotermal en roca metamórfica de con-
tacto.*

MUESTRA N-52 Profundidad 940'-960' Barreno # 2374 Nivel 935m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Verde

Estructura y Texturas: Compacta cristalina

Minerales observables: Hedenbergita y sulfuros

Alteración: Ligera carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Granoblástica

*Mineralogía: Hedenbergita, axinita, granate, cuarzo,
clorita, sericita, calcita, calcopiri-
ta y pirita diseminada.*

CLASIFICACION: Hornfels de Hedenbergita

ORIGEN: Metamorfismo de Contacto

Clase química: Calcárea

Facies: Hornfels de Piroxena

MUESTRA M-58 Profundidad 1048'-1060' Barreno # 2374

Nivel 935m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Verde grisáceo

Estructura y Textura: Compacta cristalina porfídica

Minerales observables: Cuarzo, feldespatos y sulfuros.

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Holocristalina porfídica hipidiomórfica

Mineralogía: Esenciales: Cuarzo, andesina, oligoclase, microclina

Accesorios: trazas de magnetita

Secundarios: Calcita, epidota, sericita, minerales arcillosos, abundante pirita - con algo de calcopirita

CLASIFICACION: Pórfido Dacítico

ORIGEN: Hipabisal

Familia: Dacita-Granodiorita

5.2.- ESTUDIO MINERAGRAFICO

5.2.1.- Introducción

El estudio mineragráfico de un yacimiento comprende los siguientes objetivos:

- a) Identificación de los diferentes minerales que forman su paragénesis.
- b) Determinar la paragénesis, entendiéndose por paragénesis la asociación de minerales producida por un fenómeno geológico determinado. Naturalmente que en un yacimiento pueden existir una o varias paragénesis. (Breithaupt 1849).
- c) Establecer la sucesión mineral, es decir, el orden de deposición de los diferentes minerales. Dependiendo este orden de la evolución de las condiciones físico-químicas que tuvieron lugar en el medio donde se formaron.

Establecidas la paragénesis y la sucesión mineral, se tratarán y discutirán las posibles causas que dieron origen al yacimiento en cuestión.

5.2.2.- Identificación de los minerales

Las muestras colectadas en los barrenos y en la Mina de Fresnillo y analizadas al microscopio mineragráfico contienen los minerales de hierro, cobre, plomo, zinc y plata siguientes: pirita, pirrotita, calcopirita, gale

na, blenda (variedad marmatita) y schapbachita.

Los minerales de ganga predominantes son cuarzo, calcita, arinita y hedenbergita.

5.2.3.- Estudio de la Paragénesis

A continuación se da la descripción de los minerales existentes en la mina de Fresnillo, con sus particularidades y asociaciones.

Pirita ($Fe S_2$).- La pirita se presenta en cristales automorfos, subautomorfos y xenomorfos con sección cúbica o rectangular. Su tamaño varía entre cinco micras y cuatro milímetros. Al microscopio mineragráfico se le reconoce por su color amarillo y su mal pulimiento, que se manifiesta por la gran cantidad de irregularidades en su superficie. Estas irregularidades impiden apreciar correctamente su isotropía.

Es el sulfuro más abundante de la mina, se encuentra en las vetas y ampliamente diseminado en las rocas encajonantes, en ocasiones se presenta en forma de vetillas dentro de la pirrotita.

Pirrotita ($Fe S$).- La pirrotita se presenta en cristales xenomorfos cuyo tamaño varía desde diez micras hasta cinco centímetros. Al microscopio mineragráfico se le reconoce por su color crema con un tono rosa pardo, por su buen pulimiento, su pleocroísmo y fuerte anisotro

pta. Las secciones basales son isotrópicas. Algunas veces contiene vetillas de calcopirita y de pirita.

Schapbachita ($PbS.Ag_2S.Bi_2S_3$).— La schapbachita se presenta en cristales xenomorfos con tamaños que varían desde tres micras hasta un centímetro. Al microscopio mineragráfico se le observan las siguientes características: color blanco brillante, buen pulimiento, ligera anisotropía y, en ocasiones presenta arreglos triangulares semejantes a los de la galena. Se presenta en forma de cristales aislados diseminados en la roca, asociados con los demás sulfuros y en ocasiones forma textura de exsolución en la blenda.

Se le asignó el nombre de schapbachita por su parecido físico con la galena y de acuerdo a los análisis químicos de C. W. Lawr; los que se presentan posteriormente. En la mina aún no se le ha dado nombre.

Blenda ($Zn S$).— La blenda se presenta en su variedad ferrífera conocida como marmatita, en cristales xenomorfos y, su tamaño varía desde diez micras hasta tres centímetros. Al microscopio mineragráfico se le reconoce por su color gris, fácil pulimiento y su isotropía así como su bajo poder de reflexión. Presenta inclusiones de calcopirita y de schapbachita formando una textura de ex

solución; en ocasiones la calcopirita aparece en forma de vetillas.

Calcopirita (Cu Fe S₂).— Al microscopio mineragráfico se le reconoce por su color amarillo brillante más fuerte que el de la pirita, por su buen pulimiento y ligera anisotropía. Se presenta en cristales subautomorfos y xenomorfos, su tamaño varía desde cinco micras a un centímetro. Está íntimamente asociada a la blenda en la que se presenta como inclusiones formando una textura de exsolución, lo que se interpreta como una depositación contemporánea.

También se presenta rellenando vetillas en la pirrotita y la blenda.

Galena (Pb S).— Se presenta en forma de cristales xenomorfos y, su tamaño varía desde treinta micras hasta un centímetro. Al microscopio mineragráfico se le reconoce por su buen pulimiento, su color blanco brillante. Por los arreglos triangulares muy característicos a lo largo de los cruceros y, por su isotropía.

Minerales de Ganga.— Los minerales de ganga más abundantes de la paragénesis son el cuarzo y la calcita, pues son los principales constituyentes de las vetas y de los cuerpos de reemplazamiento.

Megascópicamente se presentan en forma masiva, y ocasionalmente en cristales bien desarrollados rellenando cavidades. El cuarzo existe en su tipo común, lechoso, y en la variedad amatista.

Al microscopio petrográfico se observan por lo menos dos generaciones de cuarzo: la primera es microcristalina y equigranular, y la segunda en forma de vetillas, con cristales de mayor tamaño; en ambos casos son cristales xenomorfos.

La mineralización parece tener una relación genética con esta última.

La calcita, también xenomorfa, puede ser anterior o posterior al cuarzo.

La azinita y la hedenbergita, se presentan en forma muy abundante en cristales xenomorfos y subautomorfos.

5.2.4.- Establecimiento de la Sucesión Mineral

Existen dos tipos de criterio para establecer la sucesión mineral:

- a) De tipo geológico o geoquímico
- b) De tipo estructural o textural

El primer tipo de criterio se aplica cuando existen asociaciones de minerales o rocas formados en condiciones

totalmente diferentes, como en el caso de una asociación de galena y anglesita.

El criterio de tipo estructural es de gran utilidad en el caso de los filones, particularmente cuando existe una crustificación, es decir una formación de capas sucesivas que llenan las paredes de la cavidad.

Del estudio de la paragénesis, la sucesión mineral que se propone, a partir del mineral que se depositó primero, es la siguiente:

Azinita

Hedenbergita

Cuarzo

Pirita

Pirrotita

Schapbachita

Blenda

Calcopirita

Galena

Calcita

Nota 1.- El cuarzo se puede presentar al principio o al final de la secuencia.

Nota 2.- La pirita puede ser anterior o posterior a la pirrotita.

Nota 3.- La blenda puede ser anterior o contemporánea a la calcopirita; también puede ser contemporánea o posterior a la schapbachita.

ANALISIS QUIMICOS DEL MINERAL DENOMINADO COMO SCHAPBACHITA

Por (C. J. Lawr)

Constituyentes	I	II
Au	Trazas	Trazas
Ag	3.00	3.76
Pb	48.00	54.04
Zn	0.40	1.30
Cu	0.00	0.24
Fe	4.60	2.27
Mn		0.21
Bi	6.00	7.44
As	0.48	0.06
Sb		0.05
Se	2.00	1.90
Te		0.11
Sn	b	
Ni	b	
Co	b	
Mo	b	
V	b	
S	8.30	11.30
Ca O	1.70 (CaCO ₃)	2.34
Mg O		0.14
Al ₂ O ₃		1.43
Insoluble	19.60	11.20
CO ₂		1.84
	94.28	99.83

- a) El primero es un análisis de pequeños fragmentos concentrados y el segundo un concentrado del mineral analizado en el laboratorio de flotación.
- b) El análisis espectrográfico del primer ejemplo indicó la presencia de Sn, Ni, Co, Mo y V; los cuales no se encontraron en el segundo ejemplo.

VI.- YACIMIENTOS MINERALES

6.1.- RASGOS GENERALES

En el área existen diversos depósitos y los más inportantes se localizan en el Cerro Proaño, los cuales - han sido explotados desde principios del siglo XVIII. Con algunos periodos de interrupción causas de tipos diversos.

Los yacimientos consisten principalmente en vetas angostas y cuerpos de reemplazamiento que contienen minerales de plata, plomo, zinc y cobre; con valores de oro.

6.2.- FORMA Y DIMENSIONES

De acuerdo a su forma y estructura los yacimientos se presentan como:

- a) Vetas de Fisura
- b) Stockworks
- c) Cuerpos de Reemplazamiento

A continuación se describen en forma breve estos - cuerpos, conforme a los trabajos realizados por Hungler (1967).

a) Vetas de Fisura

Presentan una anchura que varía desde unos cuantos centímetros hasta 1.50m, cerca de la superficie se presentan en forma de hilos irregulares, dichas irregulari-

dades son indicativas que rellenan fracturas de poca longitud. A medida que se profundizan adquieren un carácter bien definido, con rumbos y echados uniformes.

Se agrupan en dos sistemas principales que son:

N 35°W y echado al SW

N 60°E y echado general al Sur

Dentro del primer sistema, que es el más importante, se encuentran las vetas Cueva Santa, 2137, Esperanza y 2200.

En el segundo sistema se encuentran las vetas Refugio, Agripo, Amarillas, Silver y San Pascual.

En general, las vetas están constituidas por argentita, galena, esfalerita, calcopirita, pirita, pirargirita y en menor cantidad arsenopirita, pirrotita, proustita y otras sulfosales de plata; teniendo como ganga cuarzo y calcita.

b) Stockworks

Son cuerpos formados por una red entrelazada de pequeñas fracturas originadas por esfuerzos de tensión, dichas fracturas son portadoras de mineral o rellenas por calcita y/o cuarzo.

Los cuerpos más importantes son Castilla y Pilar, formados por ramaleos de la veta Cueva Santa y, sus min

rales primarios son: cuarzo, pirita, galena, esfalerita y minerales de plata.

Estos cuerpos se presentan en forma de embudos alargados, con una anchura aproximada de 150m en su parte superior y de 10m en la parte inferior y, alcanzan una profundidad de 150m.

c) Cuerpos de Reemplazamiento

Estos cuerpos han sido formados por soluciones circulantes procedentes de la cámara magmática, las cuales pueden ser de tipo líquido o gaseoso.

Al penetrar estas soluciones a través de las fracturas y, encontrar a su paso minerales inestables es cuando se produce el reemplazamiento, ya sea molécula a molécula o volumen a volumen. El intercambio debe ser simultáneo, con aprovisionamiento constante del mineral reemplazante y, que existan conductos que favorezcan la entrada y salida de las soluciones mineralizantes.

Se presentan en forma de mantos y chimeneas de contornos irregulares y, su mineralogía consiste en sulfuros de plomo y zinc.

6.3.- GEOLOGIA DEL SUBSUELO

El estudio de la geología del subsuelo se ha logrado gracias a las obras mineras realizadas por la Compañía -

Fresnillo, S.A.

En el subsuelo se observa la secuencia estratigráfica normal de la región.

En efecto, en la parte más cercana a la superficie sobre el Tiro Buenos Aires, se presentan tobas riolíticas con un espesor máximo de 200m; siguiéndole una brecha sedimentaria localmente llamada aglomerado, la cual tiene una potencia aproximada de 200m. Inmediatamente se localiza la Formación Tuesta del Cura cuya descripción se dió en capítulos anteriores; la cual presenta dos potentes miembros de areniscas localmente llamados *Grauvaca Superior e Inferior*, respectivamente.

A estos miembros se les puede aplicar el término *Litosomas*; el que fué propuesto por Wheeler y Mallory (1956, en Krumbein y Sloss pág 354). "Para denominar masas de carácter litológico esencialmente uniforme, que están entrelazadas por lenguas con los estratos adyacentes de litología diferente".

Las relaciones entre los *Litosomas* son de tres tipos:

- a) Verticales
- b) Laterales
- c) Combinación de Laterales y Verticales

a) *Relaciones Verticales.*— Son concordantes y discordantes; los contactos concordantes pueden ser bruscos, graduados e intercalados.

Los contactos bruscos son muy raros y resultan de causas primarias en áreas de depositación muy lenta, en que los cambios tienen lugar en intervalos de millones de años y están representados por acumulaciones medidas en fracciones de centímetros.

Los contactos graduados se dividen en mixtos y continuos; los mixtos ocurren cuando dos tipos diferentes de sedimentos muestran cambios graduales de uno hacia el otro, por ejemplo una arenisca puede cambiar gradualmente a lutita por la adición de arcilla. La graduación contínua implica un cambio progresivo de un solo parámetro sedimentario, por ejemplo de arenisca a lutita debido a una reducción progresiva en el tamaño del grano.

Los contactos intercalados se deben a interestratificaciones de cuerpos de diferente litología (arenisca y pizarra).

Los contactos discordantes se deben a superficies de discordancia, las cuales pueden ser: angular, erosional, paleontológica y estratigráfica.

b) *Relaciones laterales.*- Son de tres tipos: por acuñamiento, entrelazamiento de lenguas y variación gradual hacia los lados.

Por acuñamiento se debe al adelgazamiento progresivo hasta su total extinción, debido a un aumento de espesor de un cuerpo adyacente que se encuentre arriba o abajo.

Entrelazamiento de lenguas se debe a la división en muchas unidades delgadas que desaparecen independientemente cada una.

Variación gradual hacia los lados se debe al reemplazamiento gradual de sus características litológicas por las de otro tipo.

c) *Combinación de relaciones laterales y verticales.*- Entre las más complejas se encuentran las originadas por el desplazamiento geográfico de los agentes de deposición de varias masas sedimentarias durante un intervalo particular del tiempo geológico.

Finalmente el cuerpo intrusivo de tipo pórfido cuarzozononítico aparece en los niveles 340m, 875, 920m y 935m del Tiro Buenos Aires; y se supone continúa a profundidad.

A continuación se presentan los estudios petrográ-
ficos de las muestras colectadas en los siguientes ni-
veles de la mina:

MUESTRA Nivel 165m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta laminar

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Pizarrosa

Mineralogía: Cuarzo, materia bituminosa, arcilla,
clorita, epidota, sericita, hematita,
limonita.

CLASIFICACION: Pizarra Bituminosa

ORIGEN: Metamorfismo Regional

Clase química: Pelítica

Facies: Esquistos Verdes

MUESTRA Nivel 175m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro y blanco

Estructura y Textura: Compacta cristalina

Minerales observables: Carbonatos y sulfuros

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Pizarrosa

Mineralogía: Cuarzo, calcita, materia bituminosa, arcilla, clorita, sericita, vetillas de calcita, pirita diseminada en cristales subedrales y anedrales, hematita, limonita.

CLASIFICACION: *Pizarra Silicificada*

ORIGEN: *Metamorfismo Regional*

Clase química: Calcárea

Facies: Esquistos Verdes

MUESTRA *Nivel 205m*

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta brechóide

Minerales observables: Carbonatos, sulfuros, fragmentos líticos

Alteración: Carbonatación y oxidación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Cataclástica

Mineralogía: Cuarzo, materia bituminosa, arcilla,

vetillas de cuarzo, fragmentos angulosos de rocas silicificadas, clorita, calcita, pirita, magnetita, hematita, limonita.

CLASIFICACION: Milonita a partir de Pizarra

ORIGEN: Dinamometamorfismo

MUESTRA Nivel 240m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta Brechóide

Minerales observables: Carbonatos y sulfuros

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Cataclástica

Mineralogía: Cuarzo, materia bituminosa, arcilla, fragmentos de rocas (pizarras), vetillas de cuarzo, calcita, clorita, sericita, pirita en cristales euedrales, blenda y calcopirita formando textura de exsolución, schapbachita en cristales diseminados en la roca y normalmente están aislados.

CLASIFICACION: *Milonita a partir de Pizarra*

ORIGEN: *Dinamometamorfismo*

OBSERVACIONES: *El cuarzo, la pirita y la clorita se encuentran íntimamente asociados, lo que da una idea de depósito contemporáneo.*

MUESTRA Nivel 270m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta cristalina fina

Minerales observables: Sulfuros

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Epiclástica Pelítica

Mineralogía: Arcilla, cuarzo, materia bituminosa, clorita, calcita, sericita, pirita.

CLASIFICACION: *Lutita Bituminosa*

ORIGEN: *Sedimentario*

OBSERVACIONES: *Se observa una orientación de los minerales.*

MUESTRA Nivel 305m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta cristalina

Minerales observables: Sulfuros

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Pizarrosa en parte Microgranular

Mineralogía: Calcita, cuarzo, materia bituminosa, arcilla, clorita, sericita, pirita -
diseminada en cristales euedrales, -
schapbachita en cristales diseminados.

CLASIFICACION: Pizarra bituminosa en contacto con Caliza

ORIGEN: Metamorfismo Regional y en parte Sedimentario.

MUESTRA Nivel 340m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Verde grisáceo

Estructura y Textura: Compacta cristalina

Minerales observables: Cuarzo y sulfuros

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Epiclástica psamítica

Mineralogía: Cuarzo, arcilla, fragmentos de roca, feldespatos, calcita, sericita, epi
dota, clarita, pirita, granate.

CLASIFICACION: Graubaca

ORIGEN: Sedimentario

MUESTRA Nivel 340m Intrusivo

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris verdoso con puntos blancos

Estructura y Textura: Compacta cristalina porfídi
ca

Minerales observables: Cuarzo, feldespatos y sulfu
ros

Alteración: Carbonatación y oxidación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Holocristalina porfídica hipidiomórfica

Mineralogía: Esenciales: Cuarzo, microclina, ande-
sina, oligoclasa.

Accesorios: Magnetita, zircón, ferro
magnesianos alterados, apa
tite.

Secundarios: Calcita, clorita, sericita, arcilla, epidota, pirita, hematita, limonita.

CLASIFICACION: Pórfido Cuarzomonzónico

ORIGEN: Plutónico

MUESTRA Nivel 385m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta cristalina con vetillas

Minerales observables: Carbonatos y sulfuros

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO:

Textura: Microgranular

Mineralogía: Calcita, materia bituminosa, arcilla, cuarzo, vetillas de calcita, abundante pirita, fósiles, trazas de calcopirita.

CLASIFICACION: Caliza Bituminosa

ORIGEN: Sedimentario

MUESTRA Nivel 435m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta cristalina

Minerales observables: Sulfuros

Alteración: Carbonatación

ESTUDIO MICROSCOPICO

Textura: Porfidoblástica

Mineralogía: Arinita, cuarzo, arcilla, materia bi-
tuminosa, epidota, calcita, clorita,
sericita, pirita, pirrotita, blenda,
calcopirita schapbachita.

CLASIFICACION: Hornfels de Arinita

ORIGEN: Metamorfismo de Contacto

Clase química: Calcárea

Facies: Hornfels de Piroxena

OBSERVACIONES: La calcopirita y la schapbachita forman
textura de exsolución en la blenda.

MUESTRA Nivel 470m

ASPECTO MEGASCOPICO

Color: Gris oscuro

Estructura y Textura: Compacta con vetillas

Minerales observables: Cuarzo

ESTUDIO MICROSCÓPICO

Textura: Granoblástica

Mineralogía: Arcilla, cuarzo, materia bituminosa,
epidota, clorita, hematita, limonita

CLASIFICACION: Hornfels Pelítico

ORIGEN: Metamorfismo de Contacto

Clase química: Pelítica

Facies: Albita-Epidota

6.4.- ZONA DE SULFUROS

De acuerdo con los datos de producción previamente citados, se observa que la mayor parte del tonelaje obtenido en la Mina Fresnillo, proviene de la mineralización primaria.

El siguiente análisis es representativo de las leyes de los yacimientos primarios (González Reyna, 1946)

Au	Ag	Pb	Zn	Cu
<u>g/ton</u>	<u>g/ton</u>	<u>%</u>	<u>%</u>	<u>%</u>
1.007	365.0	2.83	3.96	0.96

De acuerdo con el tipo de mena explotada y por requerimientos de molienda, el Dr. J.B.Stone divide la zona de sulfuros en; Zona de Sulfuros Ligeros y Zona de Sulfuros Pesados.

6.4.1.- Zona de Sulfuros Ligeros

Se caracteriza por ser cuarzosa y/o pirítica con valores principalmente de plata y oro, y en menor cantidad sulfuros de plomo, zinc y cobre. Dicha zona se subdivide en cinco tipos mineralógicos que son:

a) Tipo Buenos Aires.- Ocurre en las vetas 2125, - 2270 y la parte superior de la 2137; se caracteriza por su bandeamiento y grano fino, la presencia de cuarzo, abundante pirita, pirargirita y pequeñas cantidades de galena y blenda.

b) Tipo Refugio.- San Pascual.- Se caracteriza por vetas burdas de cuarzo y carbonatos con pequeña cantidad de pirita, blenda galena y pirargirita.

c) Tipo Castillas.- Consiste en una ganga de cuarzo, carbonatos y pirita; con galena y blenda diseminadas y minerales de plata. Se presentan en las paredes de la graubaca.

d) Tipo de Estratos Mineralizados.- Consiste de una ganga de carbonatos y azinita con pirita, blenda, galena,

oro y plata.

e) Tipo nivel profundo Cueva Santa.- Se presenta en los niveles inferiores de la veta Cueva Santa, contiene como ganga cuarzo, abundantes carbonatos, pirita y sulfuros diseminados de plomo, zinc, cobre y abundante schapbachita.

6.4.2.- Zona de Sulfuros Pesados

Se localiza en las partes más profundas de la mina, en las vetas Cueva Santa, 2137 y otras. Se caracteriza por el grano grueso de la galena, blenda, calcopirita y pirita en una ganga de cuarzo; aunque presenta un buen bandeamiento, éste queda enmascarado por el grano grueso de los sulfuros.

En algunos lugares de la veta Cueva Santa se presentan vetas angostas de azinita y hedenbergita, paralelamente a las bandas de sulfuros.

6.5.- ZONA DE OXIDACION

La zona de oxidación alcanza una profundidad general de alrededor de 100m, dependiendo del carácter mineralógico de las vetas y de las variaciones del nivel freático. En la parte inferior de esta zona se observan abundantes óxidos de manganeso.

Actualmente carece de importancia ya que las vetas oxidadas, el stockwork parcialmente oxidado y los minerales diseminados a su alrededor fueron explotados mediante obras a cielo abierto.

6.6.- GUÍAS DE LA MINERALIZACIÓN

Los mayores éxitos de la geología se han logrado en los distritos donde ha sido posible establecer los hábitos locales de la mineralización. Por tanto, el objetivo primordial en el estudio de un distrito es establecer estas guías que ayuden a localizar nuevos yacimientos.

Hugh Exton Mc Kinstry ha agrupado y clasificado estas guías bajo los siguientes títulos:

- 1) Patrones semicirculares e intersección de líneas o cuerpos.
- 2) Guías Fisiográficas
- 3) Guías Mineralógicas
- 4) Guías Estratigráficas y Litológicas
- 5) Guías Estructurales
- 6) Pliegues y Contactos

En el distrito en estudio pueden ser aplicados estos conceptos, ya que existen zonas con características muy -

similares al área mineralizada en explotación.

a) Guías Fisiográficas

De acuerdo con McKinstry. "Las rasgos fisiográficos, no únicamente sirven de evidencia directa o indirecta en la presencia de la mena, sino que, de un modo más amplio, pueden reflejar condiciones favorables a la presencia de ésta.

Estas condiciones varían ampliamente y, dependen del tipo de yacimiento y rocas asociadas, así como del clima y la historia geomórfica.

En el Distrito de Fresnillo los criaderos se localizan en los rasgos positivos del relieve, por lo que estos rasgos sirven como guía en la localización de nuevos criaderos.

b) Guías Mineralógicas

En el Distrito de Fresnillo la caliza productiva muestra una alteración hidrotermal que comprende: sericitización, carbonatación, silicificación, cloritización y opilitización; dicha alteración se extiende por toda el área mineralizada y, es más intensa en las vetas y cuerpos de reemplazamiento.

Waldemar Lindgren dice que: "La mineralogía de la -

alteración hidrotermal no depende únicamente de la com
posición y temperatura de los fluidos mineralizantes;
 sino que parcialmente esta controlada por la composición
 de las rocas encajonantes, y las calizas y rocas carbona
tadas están siempre sujetas a silicificación, por el reem
plazamiento de los carbonatos por cuervo en finos agrega
dos.

McKinstry señala que la alteración de la roca encajo
nante y los minerales de ganga proporcionan evidencias di
rectas e indirectas, en la localización de menas.

En conclusión la alteración de la roca encajonante y
 los minerales de ganga, constituyen una buena guía en el
 distrito.

c) Guías Estratigráficas

La estratigrafía tiene un papel muy importante en la
mineralización del Distrito de Fresnillo.

En efecto, los yacimientos del área se encuentran -
emplazados en rocas riolíticas y en la Formación Cuesta -
del Cura, en la que se localizan los de mayor importancia,
 los cuales necesariamente están asociados con cuervos in-
trusivos.

Siguiendo a McKinstry, "la favorabilidad de las rocas
 para que sean receptoras de mena, depende principalmente -

de sus propiedades físicas y químicas; dentro de las primeras tenemos especialmente la permeabilidad, ya sea primaria o secundaria; en las segundas la reactividad².

La Formación Cuesta del Cura reúne características físicas y químicas favorables a la mineralización, por lo que se puede tomar como una excelente guía estratigráfica.

d) Guías Estructurales

Los rasgos estructurales son los indicadores más importantes de la deposición mineral y, dentro del distrito determinan las zonas de mayor posibilidad para la existencia de criaderos minerales.

En general, la mineralización tiene una orientación preferentemente hacia el NW, como se puede observar en las fracturas principales del Cerro Proaño y, en las minas La Valenciana y Santa Teresa.

Anteriormente se citó que las vetas más importantes pertenecen al sistema NW-SE y han sido las más explotadas.

Siguiéndole en importancia las del sistema NE-SW.

En el plano geológico se observan un gran número de estructuras que pertenecen a dichos sistemas, las cuales también pueden alojar depósitos.

6.7.- DISCUSION GENETICA

a) *Introducción.*- Waldemas Lindgren establece que para lograr una correcta clasificación genética de un yacimiento, no es suficiente con establecer las características tales como: relaciones con la roca encajonante, agentes mineralizantes y lugar de la mineralización. Si no que es necesario basarse en la temperatura y presión existentes durante el depósito.

En su Clasificación Genética de los Yacimientos, - subdivide al grupo de los yacimientos hidrotermales en tres subgrupos que son:

- 1) *Epitermales.*- Depositados a poca profundidad, - presión moderada y baja temperatura (50° a 200° C).
- 2) *Mesotermales.*- Depositados a profundidad intermedia, presión alta y temperatura intermedia (200° a 300° C).
- 3) *Hipotermales.*- Depositados a gran profundidad, presión muy alta y temperatura alta (300° a 500° C).

Los yacimientos pirometascómicos son emplazados a gran profundidad, presión muy alta y temperatura alta -

(400° a 600° C). Además señala que los yacimientos hipotermales y los pirometasomáticos están íntimamente relacionados, por lo que es muy difícil establecer los límites de separación entre ambos.

A continuación se discutirán los factores antes señalados, los cuales intervienen en la clasificación.

b) Relaciones con la Roca Encajonante.— Los yacimientos se formaron por relleno de cavidades y reemplazamiento metasomático de la Formación Cuesta del Cura. La evidencia del relleno de cavidades la proporcionan los cuerpos minerales existentes, que siguen los planos de falla y las cavidades abiertas por éstas; por lo que respecta al reemplazamiento, este se debió a que las soluciones mineralizantes no se limitaron a penetrar únicamente en las fracturas, sino que atacaron también a la roca encajonante en la que se observa la estructura de la roca sustituida.

c) Agentes Mineralizantes.— El ascenso de los flujos mineralizantes, se debió al intenso fracturamiento provocado por cuerpos intrusivos de tipo granítico, cuarzomonzonítico y granodiorítico; los cuales están íntimamente relacionados con una intensa actividad magnética ocurrida a principios del Período Terciario.

d) *Temperatura de Formación.*- Es conveniente señalar que la asociación de minerales son indicativas de la temperatura y presión existentes durante el depósito.

La presencia de minerales como axinita, hedenbergita, granate y pirrotita indican temperaturas y presiones de formación altas. La calcopirita, galena y blenda nos indican temperaturas y presiones intermedias; y la presencia de argentita, platas rojas y calcedonia nos indican presión moderada y temperaturas bajas.

Lo anterior se establece a partir de los minerales citados, los cuales sirven como termómetros semidiagnósticos de las temperaturas y presiones mencionadas.

e) *Tipos de Yacimientos.*- Para identificar los tipos de yacimientos en el distrito se tienen evidencias proporcionadas por la mineralogía y la estructura de la mineralización; los rasgos diagnósticos son sus variaciones texturales, en las partes más cercanas a la superficie las vetas presentan buen bandeamiento y grano fino con presencia de drusas; a medida que aumenta la profundidad se vuelven más regulares y continuas con un aumento progresivo en el tamaño del grano.

Por otra parte, en las zonas más profundas de la mina así como en el nivel 435m se presentan asociadas minerales

como pirrotita, schapbachita, blenda y calcopirita; y en la parte superior de las vetas es común la asociación de galena y platas rojas.

Por la asociación mencionada de minerales típicos de alta temperatura como la pirrotita con minerales de mediana temperatura como la blenda y la calcopirita, y de éstos con los de baja temperatura como la argentita, plata nativa y platas rojas; se concluye que existe un telescopio bien marcado en el distrito.

Por otro lado, la mezcla de bismuto (generalmente presente en yacimientos pirometasomáticos) con la plata (presente en yacimientos epitermales), en el mineral denominado como schapbachita corrobora la idea del fenómeno de telescopio.

De acuerdo con los datos antes señalados, los yacimientos reúnen características de los tipos epitermales, mesotermales, hipotermales y pirometasomáticos de la clasificación de Lindgren.

VII.- CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos durante el presente estudio, se llega a las siguientes conclusiones:

1.- Las rocas presentes en el área son calizas, areniscas, pizarras, lutitas, riolitas, tobas riolíticas, basaltos, pórfidos andesíticos y riolíticos, cuarzozononitas, granodioritas y granitos.

2.- La edad de las rocas antes mencionadas comprende el Cretácico Inferior, Terciario y Cuaternario.

3.- Los rasgos estructurales más importantes son los sistemas de fallas que tienen rumbos NW-SE y NE-SW, respectivamente.

4.- Los principales focos de mineralización se localizan dentro de las calizas, pizarras y areniscas.

5.- La edad probable de la mineralización es Eoceno-Mioceno.

6.- Las estructuras minerales presentes son: vetas, mantos y chimeneas.

7.- Las alteraciones de origen hidrotermal observadas en el barreno profundo y en el corte litológico de la mina comprenden: silicificación, carbonatación, cloritización, piritización y sericitización; las cuales están estrechamente relacionadas con la mineralización y muy esparcidas en las rocas del alstrito.

Por otra parte, en el barrero profundo se observa una fuerte epidotización en la zona de metamorfismo de contacto, esta epidota en ocasiones es producto de alteración de las plagioclasas.

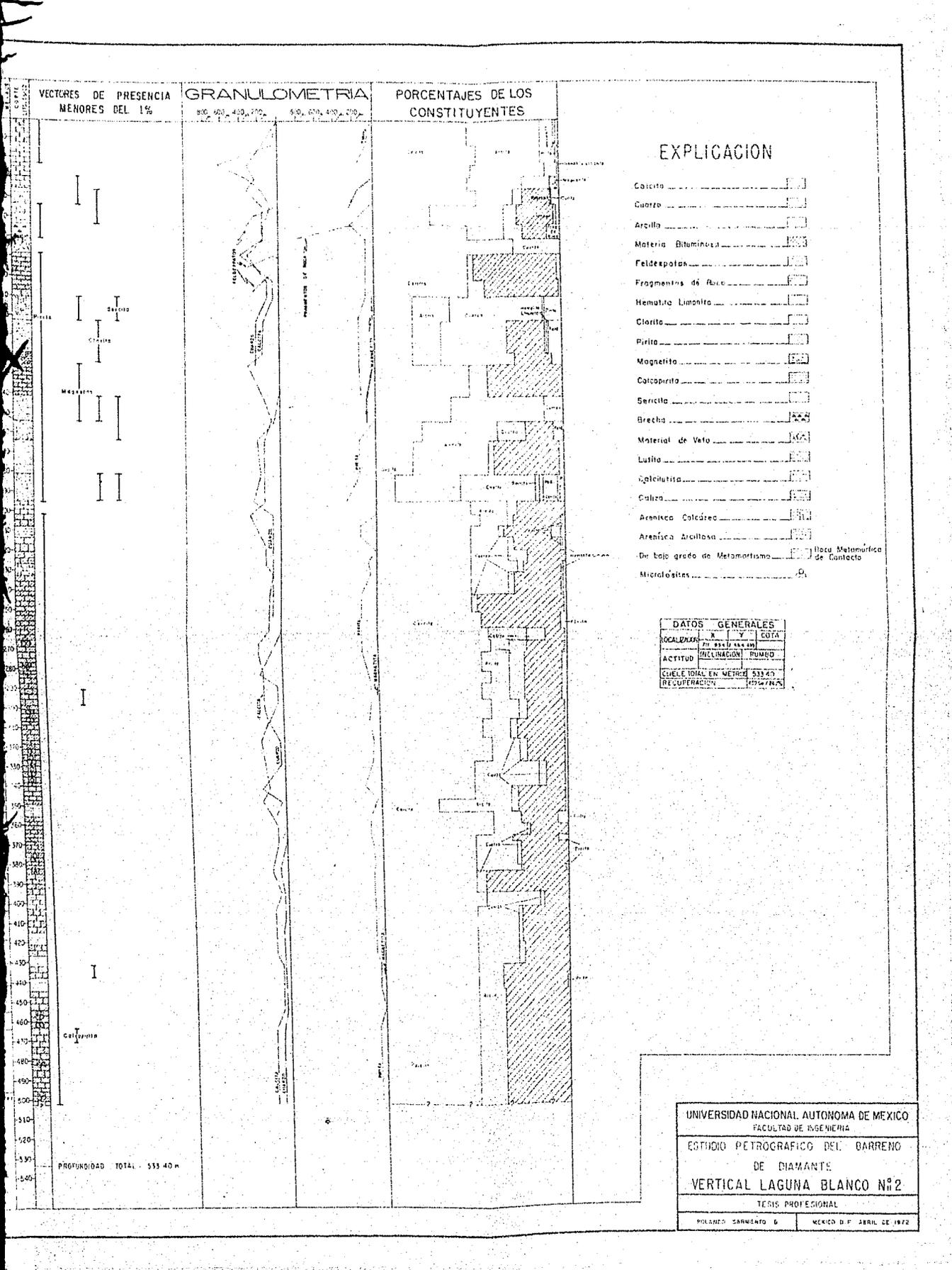
8.- En el barrero profundo la mineralización está totalmente confinada a la aureola de metamorfismo, lo cual queda demostrado por la presencia de minerales de metamorfismo de contacto como axinita y hedenbergita, que se encuentran asociados a la mena.

9.- Los barrenos superficiales contienen los minerales de alteración asociados a la mineralización (clorita, sericita, pirita, calcita, cuarzo). Estos minerales son característicos de temperaturas intermedias y bajas. Por otra parte, la mineralización está concentrada muy cerca de las fuentes mineralizantes (granitos, granodioritas y cuarcomonzonitas) puesto que parte de ella se encuentra en la zona de metamorfismo de contacto.

Por tanto, es de suponerse que los barrenos estudiados, no obstante que contienen los minerales de alteración mencionados, deben estar alejados de las fuentes mineralizantes.

- ARRIAGA, G.G. (1971) Características de los Minerales observados al Microscopio Minera gráfico.
- BATEMAN, A.M. (1961) Yacimientos Minerales de Rendimien to Económico. Ediciones Omega, S.A.
- BILLINGS, M.F. (1963) Geología Estructural, UTSBA.
- CEPEDA, D.L. (1965) Tesis Profesional: Estudio Petroló gico y Mineralógico de la región - de El Cubo, Gto. (UHAM).
- COMISION DE FOMENTO MINERO (1969) Memoria.
- DANA, E.S. (1963) A Textbook of Mineralogy, 4a. Ed. John Wiley & Sons., Inc., New - York.
- GUZMAN, A.A. (1969) Geología de la Región de Fresnillo, Edo. de Zacatecas. C.R.M.N.R. (Inédito).
- HUNGLER, S.W. (1967) Tesis Profesional: Estudio Geoló gico de los Mantos de Fortuna en el Distrito Minero de Fresnillo, - Edo. de Zacatecas. (UHAM).
- KERR, P.F. (1966) Mineralogía Optica, 3a. Ed. Mc - Graw Hill Book Co. Inc., New York and London.
- KRUMBEIN, W.C. y SLOSS, L.L. (1969) Estratigrafía y Sedimentación UTEHA.
- LINDGREN, W. (1933) Mineral Deposits, 4a. Ed. Mc Graw Hill Book Co. Inc., New York and London.
- LOBCK, A.K. (1939) Geomorphology and Introduction To the Study of Landscapes, Mc Graw Hill Book Co. Inc., New York and London.

- McKINSTRY, H.E. (1965) *Geología de Minas*
Ediciones Omega, S.A.
- PARK, CH.F. And
McDIARMID, R.A. (1963) *Ore Deposits*, in. Ed. F.H.
Freeman and Co. San Francisco
and. London.
- PEPPIJOHN, P.J. (1963) *Rocas Sedimentarias*
EUDEBA.
- RAISZ (1959) *Landforms of Mexico*.
- RUIZ, M.T. (1971). *Tesis Profesional: Geología de*
las Minas de Fresnillo, Edo de
Zacatecas (IPN).
- STONE, J.B. And
McCARTHY, J.C. (1942) *Mineral And Metal Variations in*
the Veins of Fresnillo Zacatecas,
Mexico. A.I.M.M.E.
- TAMAYO, J.L. (1962) *Geografía General de México 2 to*
mos. 2a. Ed.- Inst. Geog. Mex. -
Invest. Económica.
- TURNER Y V. (1962) *Petrología Ignea y Metamórfica.*
Ediciones Omega, S.A.
- WILLIAMS, P y G. (1968) *Petrografía, Introducción al estu*
dio de las rocas en secciones del
gadas. CECSA.



VECTORES DE PRESENCIA MENORES DEL 1%

GRANULOMETRIA

PORCENTAJES DE LOS CONSTITUYENTES

EXPLICACION

- Calizita
- Guarzo
- Arcilla
- Materia Bituminosa
- Feldespatos
- Fragmentos de Roca
- Hematita Limonita
- Clostrita
- Pirita
- Magnetita
- Catapirita
- Sericita
- Brecha
- Material de Veta
- Lulita
- Calcilita
- Caliza
- Arenisca Calcarea
- Arenisca Arcillosa
- De bajo grado de Metamorfismo
- Microfilitas

DATOS GENERALES		
LOCALIDAD	Y	LEGTA
ACTITUD	INCLINACION	RUMBOS
CUELLO TOTAL EN METROS 533.43		
RECUPERACION 100%		

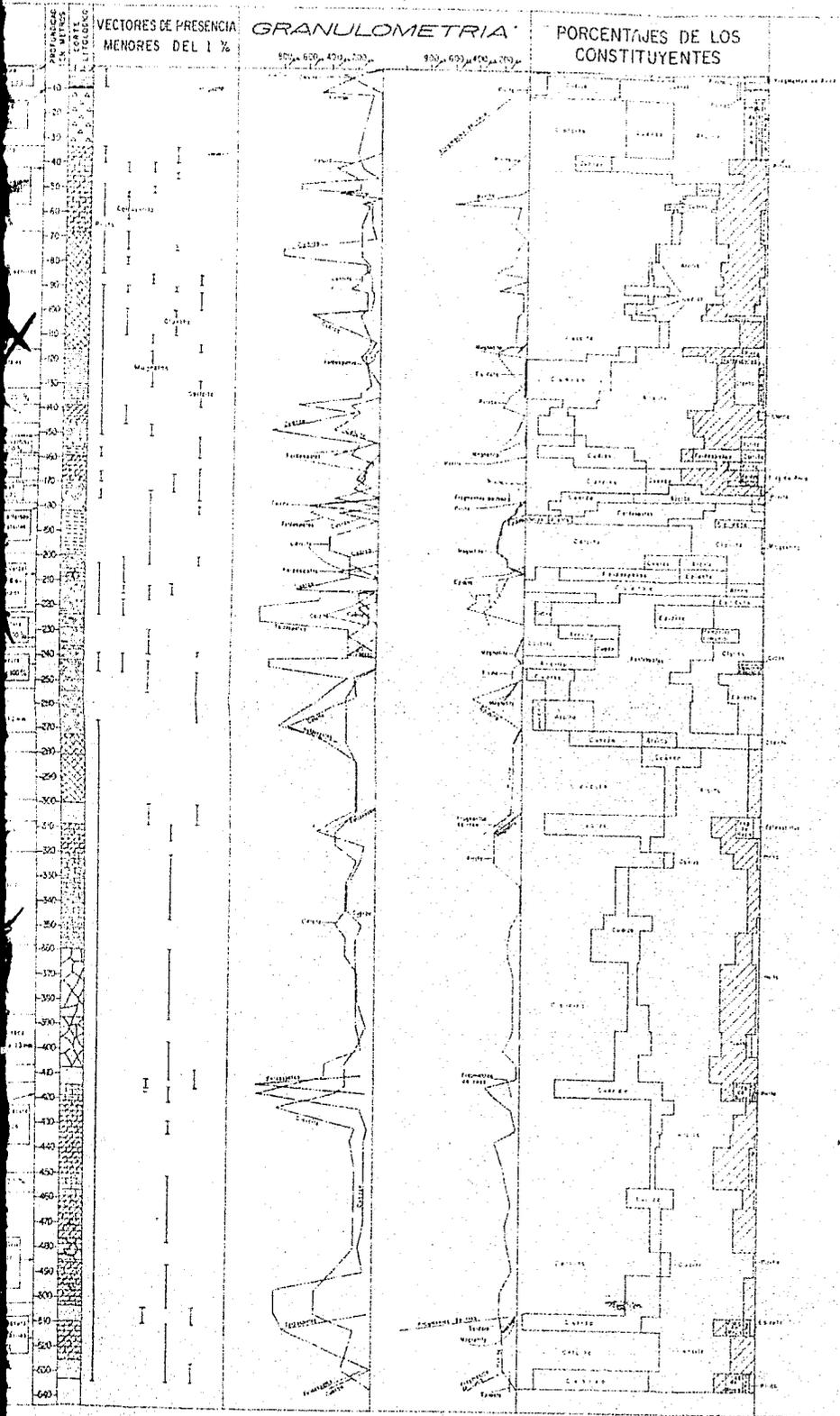
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESTUDIO PETROGRAFICO DEL BARRENO
 DE DIAMANTE
 VERTICAL LAGUNA BLANCO N°2
 TESIS PROFESIONAL
 POLANCO SARMENTO S
 MEXICO D.F. ABRIL DE 1972

PROFUNDIDAD TOTAL 533.40 m

VECTORES DE PRESENCIA
MENORES DEL 1 %

GRANULOMETRIA

PORCENTAJES DE LOS
CONSTITUYENTES



EXPLICACION

- Caliza
- Cuarczo
- Arcilla
- Materia Bituminosa
- Filicepatos
- Fragmentos de Roca
- Hematita Limonita
- Aguila
- Clorita
- Epidoto
- Pirita
- Magnetita
- Catopirita
- Sencilo
- Milania
- Brecha
- Lulita
- Calizo
- Aerisca
- Caliche
- Pizarra
- De bajo grado de Metamorfismo
- De Metamorfismo moderada
- Intrusivos Hipabisales
- Microsculite

DATOS GENERALES	
LOCALIZACION	X Y COTA
ACITUD	INCLINACION Y PLU W 80
SECTE TOTAL EN METROS	531.40
SECURENACION	1026769

NOTAS-

- 1- El barreno se encuentra totalmente fracturado en toda su longitud.
- 2- Presencia de fragmentos de roca de 1/2 mm.
- 3- Presencia de fragmentos de roca de 1 mm.
- 4- Cuidados de Feldespatos de 1mm.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO DEL BARRENO
DE DIAMANTE
VERTICAL - SAN ISIDRO No.1

TESIS PROFESIONAL

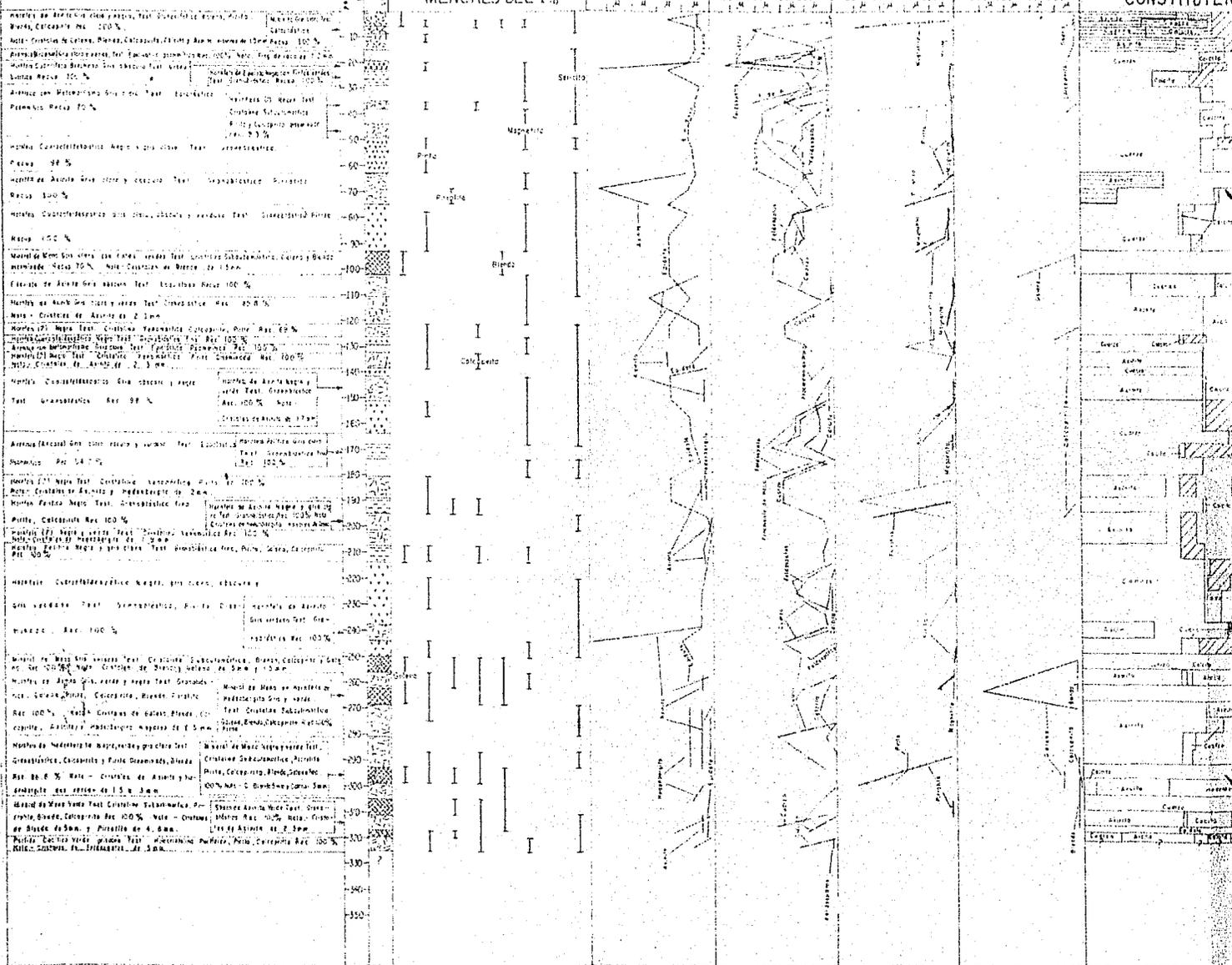
ROLANDO SERVENTO B MEXICO D.F. ABRIL DE 1972

DESCRIPCION PETROGRAFICA

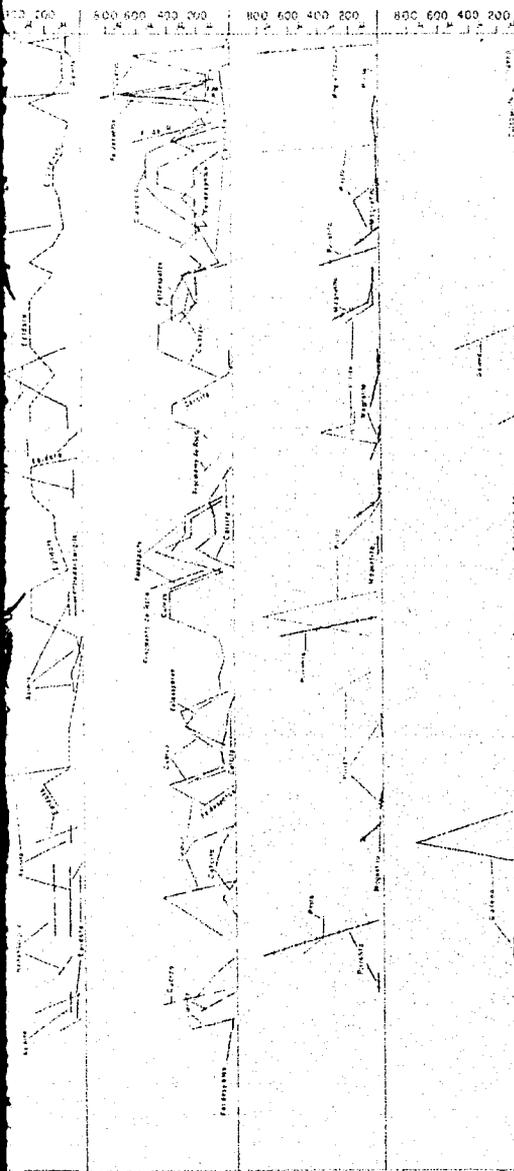
VECTORES DE PRESENCIA MENORES DEL 1%

GRANULOMETRIA

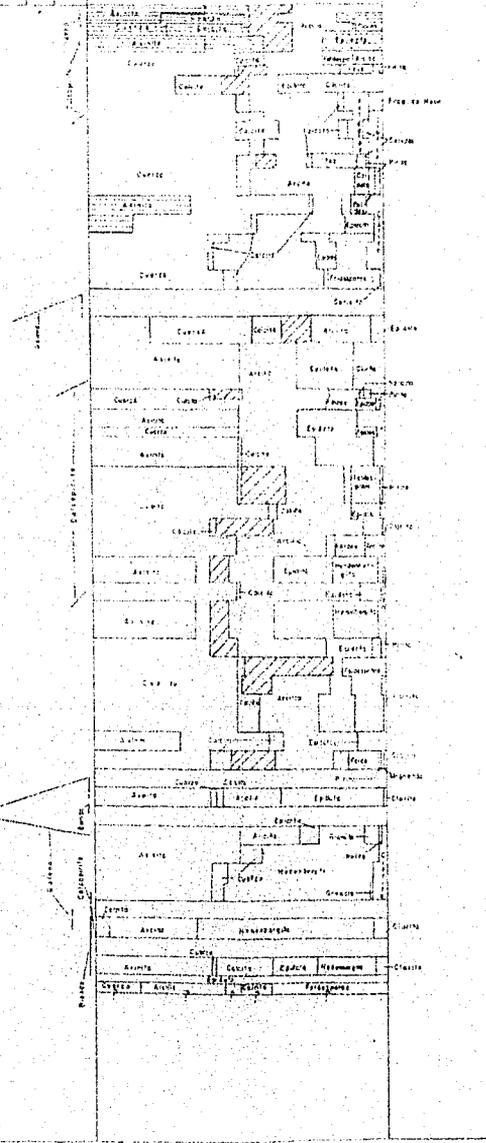
PORCENTAJES D CONSTITUYEN



GRANULOMETRIA



PORCENTAJES DE LOS CONSTITUYENTES



EXPLICACION

- Arcilla
- Cuarzo
- Calcedonia
- Matena Estannosa
- Arcilla
- Feldespatos
- Fragmentos de Roca
- Epidota
- Clorita
- Pirita
- Sericita
- Hedenbergita
- Granate
- Magnetita
- Galena
- Pirrotita
- Calcopirita
- Blanda
- Milanita
- Arenisca
- Mineral de Meno
- De bajo grado de Metamorfismo
- De Metamorfismo moderado
- De alto grado de Metamorfismo
- Intrusivos Iteobasales
- Roca metamorfica de Contacto
- Recorridos

DATOS GENERALES

AREA TAMAÑO	3	F	2074
ACTIVO	INCLINACION	NUMERO	
	30°	1	
	COLAR EN METROS	21.7	
	RECUPERACION	82.45%	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PETROGRAFICO DEL BARRENO
DE DIAMANTE
VERTICAL No 2374 - NIVEL 935 m

TESIS PROFESIONAL

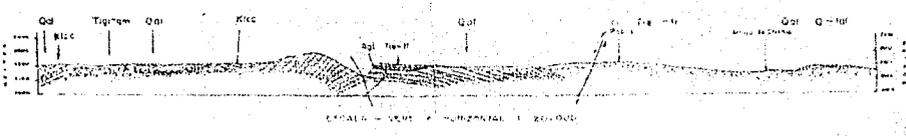
ROLANDO SARRIENTO B

MEXICO D.F. ABRIL DE 1972

SECCION A-A'

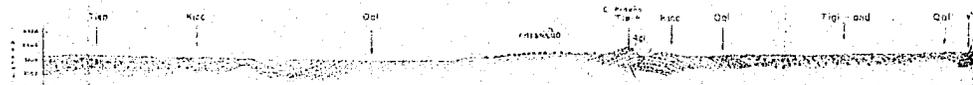


SECCION D-D'





S E C C I O N B - B'

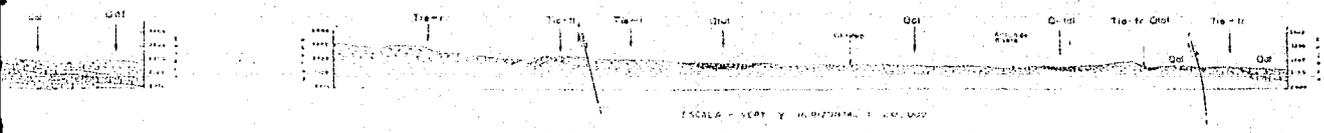


ESCALA - VERT. Y HORIZONTAL 1 : 25,000

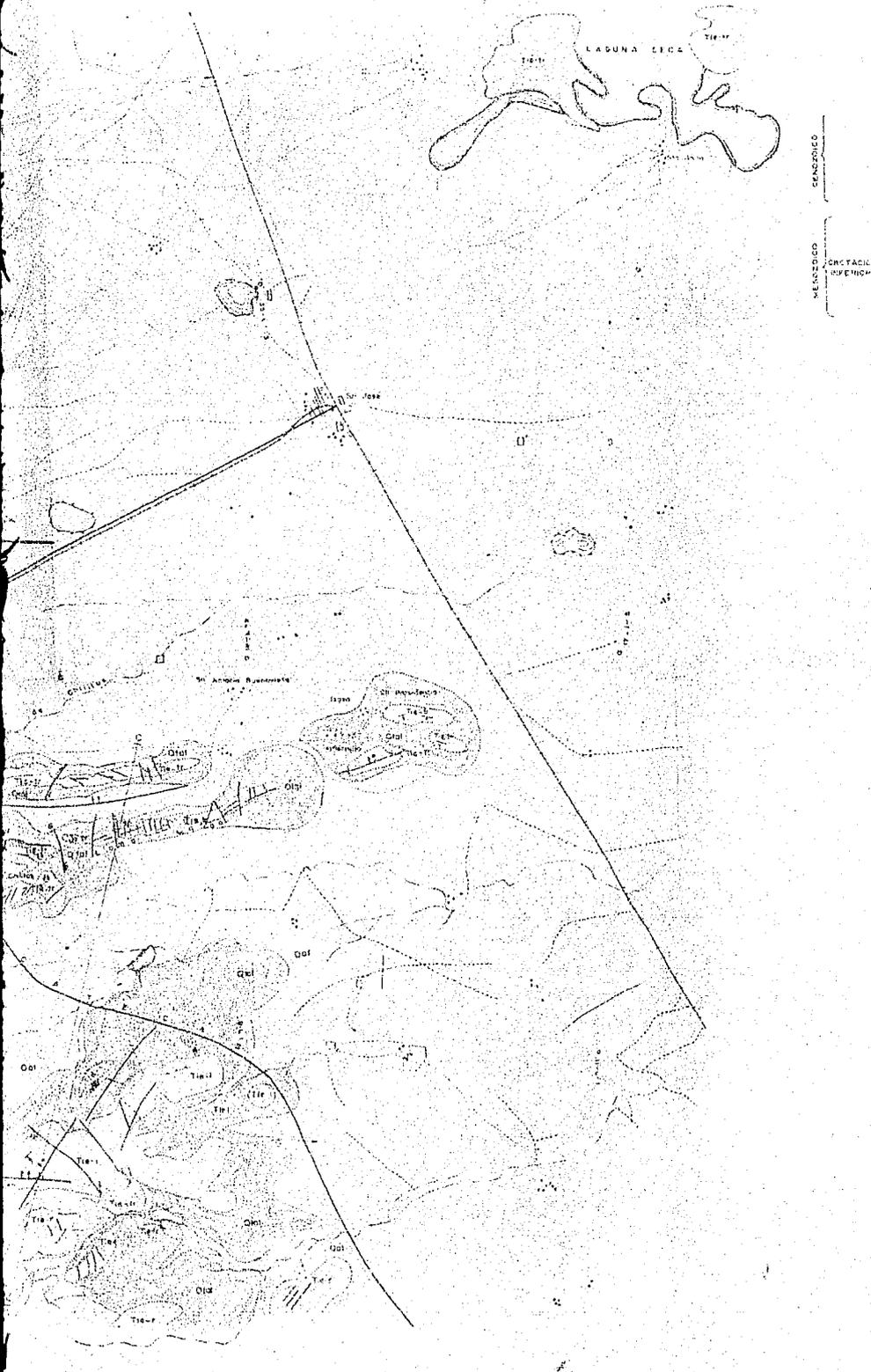
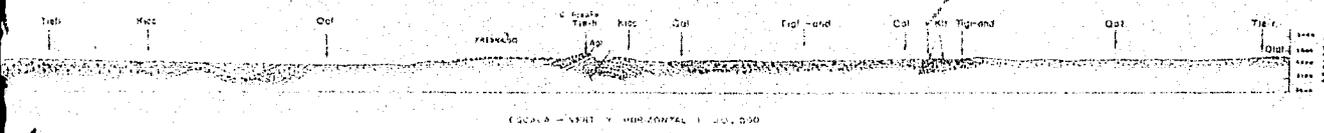


MANUSCRIPT

S E C C I O N C C'



S E C C I O N B-B'



L E Y E N D A

- | | | |
|--|--|---|
| | | DEPOSITOS ALUVIALES (TERRAZAS Y BARRANCOS) |
| | | FAULTAS LINEALES TENDIENDO A PARALELAS |
| | | FAULTAS LINEALES TENDIENDO A PERPENDICULARES O EN UN ANGULO DE 45 GRADOS |
| | | ROCAS INTRUSIVAS (ANDESITAS Y DIQUES) |
| | | CALICHES Y MUEBLES CALICHES ARQUEOLOGICOS ABANDONADOS Y LUGARES FORMADOS EN TIERRA DE CALICHE |
| | | CALICHES Y MUEBLES (FORMACIONES TAVANES) |

SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

- ESCARPE
- MESA
- LAGUNA INTERMITENTE
- BARRIO DE AGUA
- LAGO
- CABEZA
- CIUDAD
- CARRETERA
- FERROCARRIL
- FERROCARRIL ABANDONADO
- CANAL
- ANOMALIA TOPOGRAFICA
- MANANTIAL INTERMITENTE

SIMBOLOS GEOLOGICOS

- FALLA NORMAL
- FALLA CON DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL
- FALLA CON DESPLAZAMIENTO VERTICAL
- CONTACTO GEOLOGICO
- CONTACTO GEOLOGICO INFERIDO
- LINEA DE SECCION
- MUESTRA COLECTADA
- LUGAR DE MUESTRA

ESCALA 1:30,000

NOTA - SE TOMO COMO BASE EL PLANO C-F-5-2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE INGENIERIA
MAPA GEOLOGICO DE LA REGION DE FRESNILLO EDO. DE ZACATECAS
 TESIS PROFESIONAL
 HERNANDO SARMENTO B MEXICO D.F. ABRIL DE 1972