



*Universidad Nacional Autónoma  
de México*

---

*Facultad de Ingeniería*

" ESTUDIO DE PARAGENESIS Y SUCESION MINERALOGICA  
DE LAS VETAS SANTA ELENA Y SANTO NIÑO DE LA  
SECCION SAN LUIS, EN EL DISTRITO MINERO DE  
FRESNILLO ZACATECAS "

**T E S I S**

Que Para Obtener el título de :

**INGENIERO GEOLOGO**

**P R E S E N T A:**

**JOSE GPE. TORRES ESPINOSA**



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.

# INDICE

## Agradecimientos

I.	INTRODUCCION	Pág.
	A. Objetivos del Estudio.....	3
	B. Desarrollo del Trabajo.....	3
	C. Trabajos Previos.....	6
II.	GENERALIDADES	
	A. Localización Geográfica y Extensión del Distrito.....	8
	B. Acceso y Vías de Comunicación.....	8
	C. Población y Cultura.....	9
	D. Clima y Vegetación.....	11
III.	FISIOGRAFIA	
	A. Geomorfología.....	16
	B. Orografía.....	17
	C. Hidrografía.....	18
IV.	GEOLOGIA	
	A. Estratigrafía.....	22
	A.1. Sistema Cretácico.....	26
	a. Grupo Proaño.....	26
	b. Formación Chilitos.....	29
	c. Caliza Fortuna.....	31
	d. Caliza Cerro Gordo.....	35

A.2 Sistema Terciario.....	35
a. Formación Fresnillo.....	35
b. Rocas Riolíticas.....	36
c. Basalto.....	37
A.3. Sistema Cuaternario.....	37
a. Aluvión.....	37
A.4. Rocas Igneas Intrusivas.....	37
A.5. Rocas Metamórficas.....	39
B. Tectónica.....	40
a. Tectónica Regional.....	40
b. Descripción de Estructuras.....	42
C. Geología Histórica.....	43

## V. YACIMIENTOS MINERALES

A. Historia y Producción del Distrito.....	47
B. Descripción General de los Yacimientos.	50
a. Tipos de Yacimientos Minerales.....	50
a.1. Vetas.....	50
a.2. Mantos.....	53
a.3. Cuerpos Irregulares.....	54
C. Mineralogía.....	56

## VI. ESTUDIO DE PARAGENESIS Y SUCESION MINERALOGICA DE LAS VETAS SANTA ELENA Y SANTO NIÑO DE LA SECCION SAN LUIS.

A. Introducción.....	58
B. Vetas Santa Elena y Santo Niño.....	59

**VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

A. Conclusiones.....	94
B. Recomendaciones.....	95
BIBLIOGRAFIA.....	96

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCION**



Foto No. 1. El famoso Cerro Proaño en donde se han desarrollado las labores mineras por más de cuatro siglos.

## A. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

El distrito minero de Fresnillo, en Zacatecas, es uno de los más antiguos de México, ya que su origen se remonta al año de 1554. Al igual que muchos otros lugares, Fresnillo presenta una - complicada red de yacimientos que se han venido explotando casi - continuamente durante 400 años, alrededor del Cerro Proaño. En la actualidad, se están explotando vetas descubiertas en los últimos años, ricas en plata, con cantidades subordinadas de plomo y zinc, las cuales integran el futuro económico de la Unidad Fresnillo, - pertenecientes a la Compañía Fresnillo S.A. de C.V., y la mantienen como la más importante de la región, tanto en producción de - plata, como en fuente de trabajo para impulsar el desarrollo del país.

Así, el principal objetivo del presente trabajo, es analizar e interpretar la paragénesis y sucesión de dos de las vetas más importantes que componen la sección San Luis (Ver fig. No. 1), con el fin de establecer relaciones genéticas de los yacimientos, que nos permitan determinar el comportamiento en los futuros niveles de la mina, conocer las asociaciones de los minerales y el orden en que se depositó cada uno de ellos.

## B. DESARROLLO DEL TRABAJO.

El trabajo se desarrolló principalmente en tres fases, que comprendieron desde el mes de junio de 1982 hasta el mes de julio de 1983.

La primera fase comprendió exclusivamente trabajo de gabinete, abarcando del 7 de junio hasta principios del mes de agosto de 1982.



Durante éste periodo, se recopiló la mayor cantidad de - datos disponibles del distrito y zonas aledañas; los datos obteni- dos consistieron de: Estudios anteriores, fotografías aéreas, pla- nos geológicos, cartas topográficas, etc.

La información obtenida se ordenó y clasificó de acuerdo a las diferentes áreas a que correspondían; ésto sirvió para dar - una mejor orientación al presente trabajo y definir con precisión los objetivos antes descritos.

La segunda fase abarcó desde principios del mes de agos- to hasta finales del mes de noviembre de 1982. En este periodo las actividades fueron mixtas, es decir, algunas de ellas se desarro- llaron en el campo (mina y superficie), y algunas otras en gabinet- te.

Como parte de las responsabilidades del autor de este -- trabajo, se llevaron a cabo levantamientos geológicos en las vetas estudiadas; ésto permitió hacer un exhaustivo trabajo de análisis y observación, en diferentes niveles.

En superficie se verificaron las características litoló- gicas mencionadas con anterioridad por numerosos investigadores, - sirviendo de base para presentar una columna estratigráfica, ex- - puesta en el capítulo referente a estratigrafía.

La tercera parte fue de análisis de muestras, siendo -- esencialmente de laboratorio y la más importante. Sirvió para ana- lizar las superficies pulidas al microscopio minerográfico, y así determinar las paragénesis y sucesiones de las vetas en estudio. - Se terminó hasta finales de julio de 1983, y estuvo supervisada -- por diferentes especialistas en la materia.

Una vez terminadas las tres fases, se procedió a finali- zar el informe y someterlo a rigurosa revisión por diferentes per- sonas, con el fin de eliminar los posibles errores.

### C. TRABAJOS PREVIOS.

Los estudios que se han hecho del Distrito, exponen una gran variedad de temas y los hay desde principios de siglo (Church 1907, "Proaño, una Famosa Mina de Fresnillo"), hasta la actualidad (varias tesis profesionales).

Así tenemos que Baker, 1923, hace un estudio sobre el -- Glory Hole, explicando el método utilizado para explotar los óxi-- dos de la mina; Ashely, 1936, "Mining Sulfide Ore At Fresnillo", - trata de la explotación de los primeros sulfuros; Stone, 1942, describe por primera vez en forma ordenada la estratigrafía presente en el área; en 1948, Stone hace un estudio sobre la deformación estructural de la zona; Hungler, 1967, "Estudio de las Chimeneas en Fortuna", profundiza sobre la litología tratando de aclarar la columna estratigráfica; por otro lado se tienen diversos estudios -- hechos por el Consejo de Recursos Naturales no Renovables, en 1961 y 1973, en un intento de localizar nuevos yacimientos minerales; - uno de los estudios más recientes, es el realizado por De Cserna, 1976, el cuál realiza un estudio de la geología de la zona, dando buenas evidencias para la ubicación en la columna estratigráfica - de las diferentes unidades de rocas; por último, cabe mencionar - que se han escrito un sinnúmero de tesis profesionales y reportes de investigadores que han visitado el Distrito, con el afán de --- aclarar la compleja geología de Fresnillo.

En suma, se han mencionado los trabajos más importantes aunque quedan por mencionar muchos otros con menos información.

CAPITULO II  
GENERALIDADES

## A. LOCALIZACION GEOGRAFICA Y EXTENSION DEL DISTRITO.

El distrito minero de Fresnillo, se encuentra localizado en la parte central del estado de Zacatecas, en la Ciudad de Fresnillo, aproximadamente a 60 kilómetros al noroeste de la capital - del mismo estado, y a unos 650 kilómetros de la Ciudad de México, sobre la Carretera Panamericana que comunica desde la frontera norte con Estados Unidos, hasta la frontera sur con Guatemala.

El área que abarca el Distrito, es de aproximadamente - 132 Km<sup>2</sup>, los cuales se encuentran alrededor del Cerro Proaño (Foto No. 1), importante elevación en la que se iniciaron las labores mineras. El área comprende el poblado de Plateros, en donde también se ha desarrollado la minería. Las coordenadas geográficas del Distrito son; los paralelos 23° 08' y 23° 15' y los meridianos 102° 49' y 102° 55'.

## B. ACCESO Y VIAS DE COMUNICACION.

Debido a que el distrito minero de Fresnillo es la principal región minera del estado de Zacatecas, y de las más importantes del país, cuenta con funcionales vías de comunicación, que han permitido no tan solo el completo desarrollo de la minería, sino - también el desarrollo de las demás ramas de la industria y el comercio.

Las principales vías terrestres por las que se puede llegar al centro minero son:

- Carretera Panamericana, Federal No. 45, es la más importante, ya que comunica una gran parte de ciudades del país, (Cd. de México, Querétaro, León, Aguascalientes, Zacatecas, Durango, Parral, Chihuahua y Ciudad Juárez). Además se cuenta con carreteras -- que llevan a la Ciudad de Zacatecas a partir de la cual se --

llega fácilmente a la Ciudad de Fresnillo, tales carreteras son:

- Carretera a Guadalajara, Federal No. 54.
- Carretera a Torreón, Federal No. 49.
- Carretera a Saltillo, Federal No. 54.
- Carretera a San Luis Potosí, Federal No. 49.

Además un gran número de caminos vecinales, que comunican los pequeños poblados y rancherías aledañas.

Otra importante vía de comunicación, es el ferrocarril - que une a la Ciudad de México con Ciudad Juárez, Chih.

Este ferrocarril pasa a 7 km., de la Ciudad de Fresnillo, en la estación San José y además comunica ciudades tan importantes como Zacatecas, San Luis Potosí, Chihuahua, Torreón, Querétaro, -- etc. (Ver fig. No. 2).

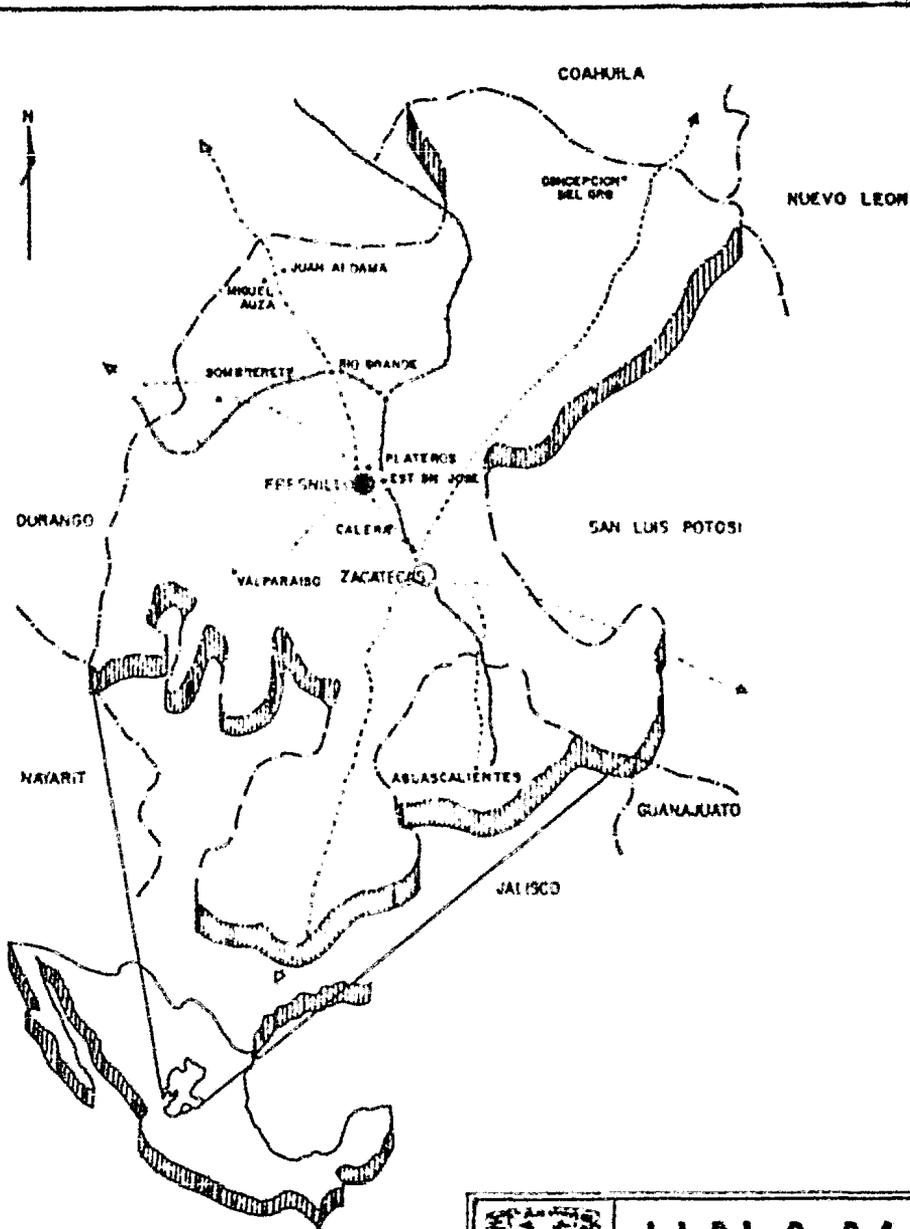
La comunicación aérea, se desarrolla en el aeropuerto del pequeño pueblo de Calera de Víctor Rosales, Zac., en el cuál hay - vuelos muy irregulares a la Ciudad de México y a algunas otras ciudades importantes como Guadalajara, Monterrey, etc.

También existen servicios de vuelo, por líneas privadas - que comunican a los diferentes estados del país.

Fresnillo cuenta con todos los servicios de comunicación como son: Servicios telefónicos nacionales e internacionales, telegráficos, oficinas de correos y express nacional e internacional.

## C. POBLACION Y CULTURA.

El desarrollo de la minería en Fresnillo, ha propiciado que cada vez haya más población, que se dedica no tan solo a la minería, sino también a otras actividades muy importantes. Para el -- censo de 1970, se censaron 103 515 habitantes, constituyéndo la segunda ciudad más importante en el estado de Zacatecas.



	<h1>UNAM</h1>		
	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL		
<h2>LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO</h2>			
DISEÑADO POR: ESC. 20000	FIC. No 2		
DISEÑADO POR: TORRES ESPINOSA			

Las principales actividades a las que se dedica la población son: Agricultura, ganadería, comercio y minería, además se cuenta con plantas industriales como son la empacadora de carnes y la embotelladora de bebidas gaseosas.

Fresnillo ha venido haciendo una gran labor de alfabetización de la población, para ello cuenta con bastantes instituciones educativas a saber: Jardines de niños, primarias, secundarias, academias comerciales, preparatorias, un centro de estudios científicos y tecnológicos (CECYT), y además se cuenta con un centro para carreras técnicas (CONALEP).

Por último, es importante señalar, que la ciudad cuenta con todos los servicios necesarios para vivir comodamente: Agua, energía eléctrica, transportes, hospitales (IMSS e ISSSTE), centros deportivos, bancos, cines, restaurantes, etc.

#### D. CLIMA Y VEGETACION.

De acuerdo con el sistema de clasificación para el clima, de Köppen, que presenta la carta de climas de Zacatecas, del Instituto de Geografía de la UNAM, 1970, el distrito minero de Fresnillo tiene un clima BS, Kw (w) (c), Seco Templado con Verano Cálido Extremoso, al igual que una gran parte del estado de Zacatecas.

De los reportes climáticos, realizados para la zona, resulta que tiene una temperatura media anual de 17.6°C (mencionada además por Hungler, 1967; López, 1977, Kreczmer, 1977, y otros) teniendo las mayores temperaturas durante los meses de mayo y junio (más de 18°C) y las más bajas en enero y diciembre (abajo de -3°C).

Por lo tanto, el clima ha sido ideal para el desarrollo de la industria minera, ya que no se han presentado problemas con respecto a este fenómeno.

La precipitación media anual es de 350 mm, abarcando los meses de junio a septiembre. Según López (1977), los vientos del suroeste son los predominantes de la región con una velocidad de 12 m/seg.

En la vegetación de la región, se encuentran principalmente: nopal, biznaga, mañey, mezquite, arbustos espinosos, piñón, álamo blanco, encino, eucalipto, fresno y madroño. (Foto No. 2).



Foto No. 2. El Mezquite, es una de las especies más abundantes en Fresnillo.

**CAPITULO III**

**FISIOGRAFIA**

El distrito minero de Fresnillo, está comprendido, fisiográficamente, en la parte norte de la Provincia Fisiográfica de la Mesa Central (Ver fig. No. 3), (Según Raiz, 1964 y Facultad de Ingeniería, UNAM 1977), casi en los límites con la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre Occidental (en su subprovincia de Mesetas y Cuencas); por lo cual presenta características de ambas provincias.

En el distrito, La Provincia de la Mesa Central presenta las características descritas por Raiz (1964) "Sierras Amplias y Bajas", que nos van a delimitar una depresión extendida hacia el NE. La subprovincia de Mesetas y Cuencas de la Sierra Madre Occidental se hace patente por los rasgos juveniles que se presentan en la Sierra de Valdecañas al SW de Fresnillo (Foto No. 3), la cual también ayuda a delimitar la depresión del Distrito.

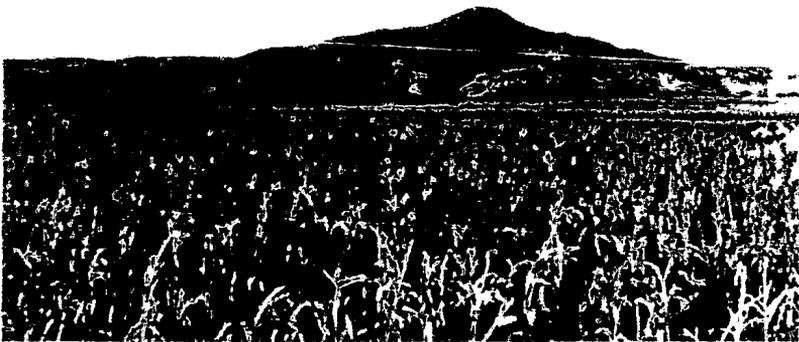


Foto No. 3. En la foto se observa la Sierra de Valdecañas, que hace patente la Provincia de la Sierra Madre Occidental.



Geográficamente la provincia abarca una porción de los estados de San Luis Potosí, Aguascalientes, Querétaro, Guanajuato, que son importantes centros agrícolas e industriales, y Zacatecas y Guanajuato importantes centros mineros.

#### A. GEOMORFOLOGIA.

De acuerdo con el ciclo geomorfológico de Davis, el distrito presenta dos etapas de desarrollo geomorfológico - anteriormente, la localización del distrito se ubica entre la Provincia de La Sierra Madre Occidental y La Provincia de la Mesa Central. Así tenemos que la primera etapa es de juventud y se acentúa en la parte SW, la cual presenta sierras de escarpadas pendientes (Sierra de Valdecañas), disectadas por numerosos arroyos de temporal, que durante la época de lluvias arrastran material detrítico hasta las faldas de las sierras, formando grandes abanicos aluviales.

Estas sierras están constituidas principalmente de rocas ígneas extrusivas del terciario, tales como riolitas e ignimbritas, y actualmente se encuentran en proceso de erosión.

Estas rocas forman mesetas flanqueadas por fuertes escarpes, ayudando a definir geomorfológicamente esta zona.

La segunda etapa, es la de Madurez. Esta etapa se observa en toda el área restante y está representada por lomeríos arredondados de suaves pendientes y por extensas planicies (Foto No.4), conformando la depresión del distrito.

Los cerros están compuestos en su mayoría por rocas sedimentarias del Mesozoico y por rocas ígneas extrusivas (tobas) del Terciario, como en el Cerro del Pópulo al SE de Fresnillo.



Foto No. 4. La foto presenta los lomeríos arredondados y las extensas planicies que denotan la etapa de madurez del distrito.

El suelo de las planicies se encuentra algunas veces sin consolidar y algunas otras cementados por una capa de caliche, de aproximadamente 12m. De acuerdo al ciclo de Davis, éstas planicies se pueden clasificar como en estado de senectud o de peneplanicie.

#### B. OROGRAFIA.

Tomando en cuenta el distrito y sus alrededores, la Sierra de Valdecañas al SW de Fresnillo presenta las mayores elevaciones del área, con altitudes promedio de 2500 m. sobre el nivel del mar. Esta sierra, está formada por riolitas y tobas riolíticas del Terciario, que le dan un aspecto de acantilado, formando una gran cantidad de cañones, a veces hasta de 250 m. de profundidad (Ver - foto No. 3).

La elevación más alta, la constituye el Cerro de Altamira con una altura de 2840 m.s.n.m.

Al SW de Fresnillo se presenta una meseta denominada Mesa de Valdecañas constituida por un derrame basáltico, con una altura de 2270 m.s.n.m. y la Mesa de San Albino formada por derrames riolíticos que presenta una altura de 2300 m.s.n.m. (Ver foto No. 5).

En la parte norte del distrito se encuentran algunos cerros que constituyen la denominada Sierra de Fresnillo, la cual esta constituida principalmente por rocas sedimentarias y tobas riolíticas, que muestran la etapa de madurez en la cual se encuentran. Cabe mencionar que en esta sierra se encuentra el Poblado de Plateos en donde existen algunos laboríos mineros (Ver foto No. 6).

En esta Sierra se encuentra una importante elevación denominada Cerro del Xoconostle, constituido en parte por un derrame basáltico de edad Terciaria ó del Pleistoceno.

Por último cabe mencionar los pequeños cerros que se encuentran al sur de Fresnillo, constituidos en su mayoría por rocas ígneas extrusivas (tobas). La elevación más importante, es el denominado Cerro Proaño, ya que en el se han venido desarrollando los laboríos mineros, presenta una altura de 2300 m.s.n.m. y está formado por rocas ígneas extrusivas en su parte norte y por rocas sedimentarias en la parte sur. Otros cerros importantes son Loma Fortuna y Cerro del Pópulo en donde se han encontrado importantes yacimientos minerales.

### C. HIDROGRAFIA.

Los arroyos existentes en la región son esencialmente de tipo intermitente, formando un sistema de drenaje dendrítico que es claramente observado en la Sierra de Valdecañas, la cual presenta corrientes intermitentes en estado de juventud que drenan al NW para desembocar al Río San Francisco, tributario del Río Aguanaval. -



Foto No. 5. La Mesa de San Albino es un típico derrame riolítico en Fresnillo con una altura de 2300 m.s.n.m.



Foto No. 6. La foto muestra la Sierra de Fresnillo cerca del poblado de Plateros.

Los arroyos al oriente del distrito, presentan un estado de madurez y fluyen hasta desembocar a la laguna de Santa Ana al NE de Fresno; entre los arroyos principales se encuentran: Arroyo El Aguila o de Rivera, arroyo de Flateros, arroyo de la Mesa Grande y arroyo Prieto mejor conocido como de Chilitos. (Foto No. 7).

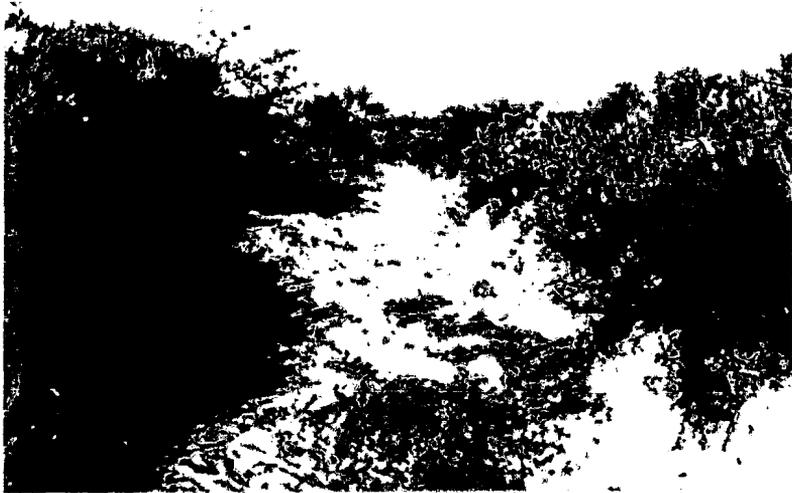


Foto No. 7. En la foto se observa el arroyo Chilitos en tiempo de secas, también es posible observar excelentes afloramientos de rocas.

## CAPITULO IV

### GEOLOGIA

## A. ESTRATIGRAFIA.

Si bien es cierto que la compleja geología del distrito ha hecho más difícil el establecimiento de la columna estratigráfica, también es cierto que se han realizado numerosos estudios geológicos que han logrado determinar una posible secuencia de unidades litoestratigráficas.

En éste estudio se ha hecho una recopilación de las ideas y evidencias litológicas que mencionan diferentes autores, con el fin de presentar la descripción estratigráfica más actualizada del distrito, así mismo se utilizarán las palabras "Grupo" y "Formación", informalmente para nombrar a las diferentes unidades de roca; ya que no se han establecido formalmente, debido a que el Código de Nomenclatura Estratigráfica establece ciertas características que no se cumplen en Fresnillo, por ejemplo: La determinación del área-tipo y ubicación específica de la sección tipo y definición de límites y relaciones de los contactos (Código de Nomenclatura Estratigráfica, 1970, p.8), que en el área no es posible determinar.

En el distrito se encuentran rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, presentándose de la siguiente forma: De Cserna (1976), menciona que la unidad más antigua que se ha observado, es la Formación Chilitos y se encuentra subyaciendo al Grupo Proaño; estudios recientes han dado a luz evidencias que parecen indicar lo contrario, es decir que el Grupo Proaño representado por grauvacas, lutitas y calizas arcillosas, se encuentra abajo de la Formación Chilitos, formada por andesitas y rocas sedimentarias (Ver fig. No. 4).

Sobreyaciendo a ambas formaciones en forma discordante, se han observado, el conglomerado de la Formación Fresnillo, rocas riolíticas y rocas sedimentarias del tipo grauvacas.

S.S. TEMA	SERIE	FRESNILLO 1	APIZOLAYA 2	CONCEPCION DEL ORO 3	PARRAS 4	
CRETACICO	SUPERIOR	MAESTRICHTIANO				GRUPO DIFUNTA
		SENONIANO				
		CAMPANIANO				
		SANTONIANO				
		CONIACIANO	FORMACION CARACOL	FORMACION CARACOL	FORMACION CARACOL	FM CARACOL
	INFERIOR	TURONIANO	FORMACION INDICURA	FORMACION INDICURA	FORMACION INDICURA	FORMACION INDICURA
		LENOMANTIANO	C. ZERENOVERDO	FORMACION CUESTA DEL CURA	FORMACION CUESTA DEL CURA	FORMACION CUESTA DEL CURA
		ALBIANO	CALIZA FORTUNA	FORMACION LA PEÑA	FORMACION LA PEÑA	FORMACION LA PEÑA
		APTIANO		FORMACION CUPIDO	FORMACION CUPIDO	FORMACION PARRITAS
		MECOMIANO		FORMACION TARAISES	FORMACION TARAISES	FORMACION TARAISES
	JURASICO	SUP	TITHONIANO	FORMACION LA CAJA	FORMACION LA CAJA	FORMACION LA CAJA
		MED	CALEDOVIANO	FORMACION NAZAS	FORMACION NAZAS	FORMACION NAZAS
		INF	TALONIANO	FORMACION NAZAS	FORMACION NAZAS	FORMACION NAZAS
	TRIASICO	SUP		FORMACION NAZAS	FORMACION NAZAS	FORMACION NAZAS
MED			FORMACION NAZAS	FORMACION NAZAS	FORMACION NAZAS	
INF			FORMACION NAZAS	FORMACION NAZAS	FORMACION NAZAS	
BASAMENTO		PREAMBRICO 1 Y PALEOZOICO	PREAMBRICO 2 Y PALEOZOICO	PREAMBRICO 3 Y PALEOZOICO	PREAMBRICO 4 Y PALEOZOICO	

BATCH TOMADO DE DE CROMA LISTE:  
Y MODIFICADO POR EL AUTOR 1982.

----- AVISITE POR EROSION O NO DEPOSITO

--- NO APLICA

- 1 TORRES 1982
- 2 CORDOBA 1962
- 3 NO EMS 1958
- 4 M. LAY 1924

	<b>UNAM</b>
	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL
<b>TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA</b>	
DICIEMBRE 1982	Fig No 4
JOSE GUADALUPE TORRES ESPINOSA	

El autor considera que es muy aventurado dar alguna explicación acerca del porque sobreyacen diferentes tipos de rocas a la Formación Chilitos, en primer lugar porque los estudios realizados a la fecha no lo han aclarado y en segundo lugar porque no entra dentro de los objetivos del estudio del presente trabajo.

Por otro lado, existen rocas que se ha observado que sobreyacen a la Formación Plateros (parte superior del Grupo Proaño); son calizas de estratos medios y delgados con bandas delgadas de pedernal, a las cuales se les ha nombrado Caliza Fortuna y sobreyaciendo a ésta se encuentra la llamada Caliza Cerro Gordo, presentando estratos medianos y delgados. Sobreyaciendo a esta formación, De Cserna 1976, ha encontrado en el entronque de las carreteras que van a Durango y Torreón a 15 km. al norte de Fresnillo, sedimentos similares a los de las formaciones Indidura y Caracol. En el área de estudio parecen haber sido erosionadas ya que no afloran.

La Formación Fresnillo consiste de un conglomerado sedimentario, que se puede observar sobreyaciendo en forma discordante a las formaciones Plateros, Caliza Fortuna y Chilitos; y la sobreyacen discordantemente, rocas riolíticas de posible edad Terciaria las cuales a su vez están sobreyacidas por derrames basálticos de posible edad Terciario-Cuaternario. Por último cabe mencionar que la zona se encuentra cubierta por una gruesa capa de aluvión del Cuaternario que cubre casi en su totalidad a las unidades antes mencionadas.

Se han encontrado algunos stocks cuarzosomonzónicos que cortan las rocas mesozoicas, algunos de ellos han sido mapeados por De Cserna (Ver fig. No. 54).

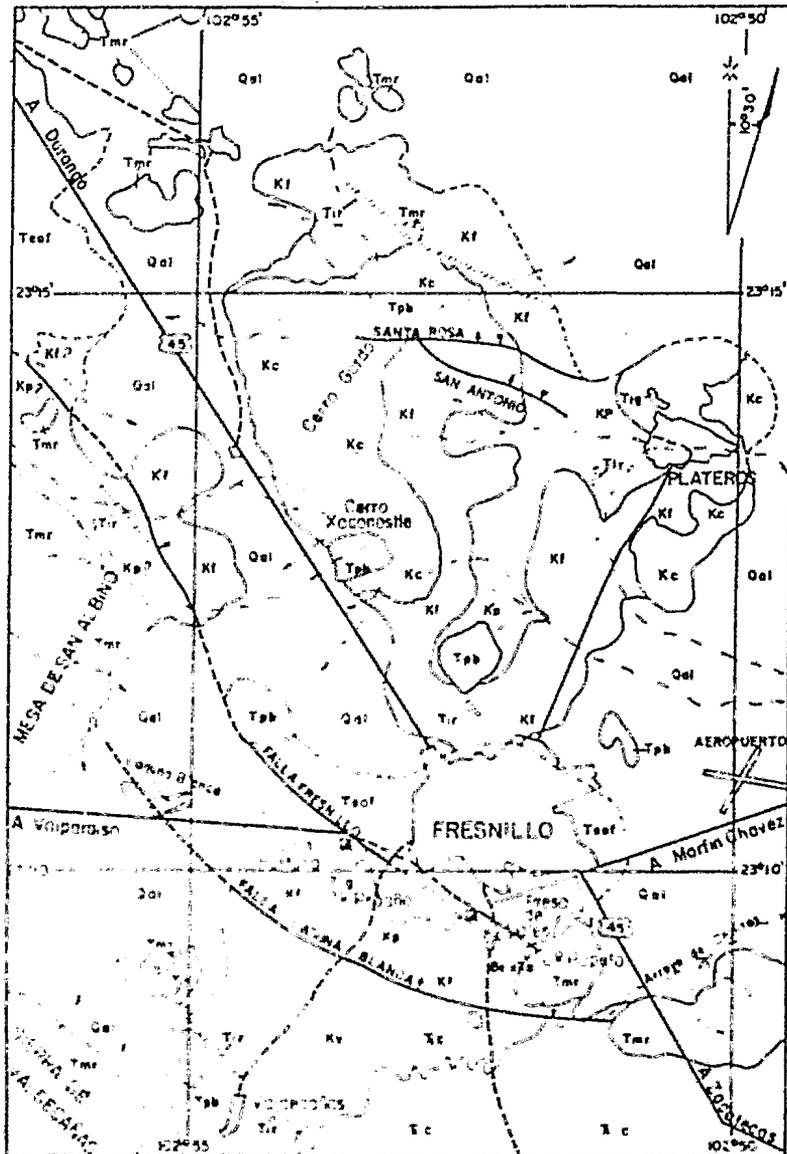
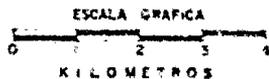
Las rocas metamórficas son de contacto (hornfels y skarns) y se encuentran esencialmente en las márgenes de los cuerpos intrusivos.

# LEYENDA

- Qel  
Aluvion
- Tpb  
Basalto
- Tmr  
Rchita
- Teof  
Formacion Fresnillo
- Kc  
Caliza Cerro Gordo
- Kf  
Caliza Fortuna
- Kp  
Formacion Plateros
- Kv  
Formacion Valdecillos
- Ks  
Formacion Esmita
- Kt  
Rchita intrusiva
- Kg  
Guarzomocznita y brando  
diarita

## SIMBOLOGIA

- — — — — Contacto Geologico
- - - - - Contacto inferido
- - - - - Falta, Falta Inversa
- - - - - Carretera, Bracho
- - - - - Arroyo
- Tiro



	UNAM
	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL
<h3>PLANO GEOLOGICO</h3>	
DICIEMBRE 1982	ESC 1:100,000
Fig No. 5	
JOSE GUADALUPE TORRES ESPINOSA	

## DESCRIPCION DE LAS UNIDADES

### A.1 Sistema Cretácico

#### a. Grupo Proaño

El Grupo Proaño fue definido por primera vez por Stone y McCarthy (1942), dividiéndolo en tres unidades, Grauvaca Inferior, Lutita Calcárea y Carbonosa, y Grauvaca Superior, con un espesor de más de 1000 m. (Macdonald, 1978). Cabe mencionar que éstas unidades son muy prácticas, ya que son las utilizadas por los geólogos de la unidad; Hungler en 1967, mantuvo las tres subdivisiones, pero las denominó Formación Proaño; De Cserna en 1976, consideró al Grupo Proaño de Stone y McCarthy, como dos unidades litológicas mapeables, mereciendo una categoría formacional (Ver tabla No. 1).

STONE y McCARTHY (1942)		HUNGLER (1967)		DE CSERNA (1976)	
				CALIZA CERRO GURDO	
				CALIZA FORTUNA	
GRUPO PROAÑO	GRAUVACA SUPERIOR	FORMACION PROAÑO	MEMBRO SUPERIOR	GRUPO PROAÑO	FORMACION PLAYERO
	LUTITA CALCÁREA Y CARBONOSA		MEMBRO MEDIO		
	GRAUVACA INFERIOR		MEMBRO INFERIOR		

Tomado de De Cserna (1976)

TABLA No 1

A la unidad inferior la nombro Formación Valdecañas; aflora al sur de Fresnillo, entre el Arroyo de Chilitos y el Poblado de Valdecañas (Ver fig. No. 5), aunque también está expuesta a gran -

profundidad en los trabajos subterráneos de la mina.

Consiste de una secuencia rítmica de grauvacas y lutitas interestratificadas, ambas de estratos delgados a gruesos de color gris oscuro, su contacto inferior se desconoce y el superior es -- transicional con la Formación Plateros. De Cserna (1976), propone un espesor de 700 m., de acuerdo a las evidencias existentes.

Si bien De Cserna, determinó la edad en basó a los fósiles que se han recolectado, por ejemplo: R.W. Imlay, identificó -- tentativamente un amonita como una forma inmadura de *Distoloceras*; H. Ochoterena identificó un inmaduro *Elcostephanus*, al cual le -- asignó una edad Valanginiense Tardío-Hauteriviense Temprano (Cretácico Inferior). Cantú-Chapa (1974), reportó varias especies de *Distoloceras*, un *Mexicanoceras* y un *Taraisites* en la base de la Formación. El autor considera que estos fósiles son los encontrados en los sedimentos de la Formación Chilitos ya que representan la misma edad de esta unidad, (como se observa en la Tabla No. 2), y que puede existir una confusión en la relación fósiles-formación, puesto que en estudios posteriores no se ha encontrado un solo macrofósil y por lo tanto el autor propone que se considere una edad relativa para la Formación Valdecabras del Kimmeriense-Portlandiense, o más antiguo aún, esto de acuerdo a la secuencia estratigráfica -- observada en la mina.

Martínez en 1973, correlacionó las tres unidades del Grupo Proaño de Stone y McCarthy, con la Caliza Cuesta del Cura, Indidura y Caracol respectivamente, basándose en evidencias microfauanal, y De Cserna opina que se correlaciona con las formaciones Taraises y Las Vigas y representa una facies transicional entre el Eugeosinclinal del oeste y el Mioegeosinclinal del este.

Parece ser que ésta Formación se depositó cercana a la Costa Oeste del Geosinclinal Mexicano (Imlay, 1938), según De Cserna (1976), (Foto No. 7).



Foto No. 7. La foto muestra una secuencia típica de grauvacas y lutitas de la Formación Valdecañas.

A la unidad superior la nombré Formación Plateros; está expuesta ampliamente en el valle que se extiende al norte de Fresnillo hacia el poblado de Plateros.

Consiste de una secuencia de lutitas calcáreas y carbongas y unos pocos lentes de grauvacas y calizas, las cuales gradúan hacia arriba a lutitas y grauvacas alternadamente, la parte inferior es esencialmente lutita y presenta colores de gris a negro. Los lentes de caliza de las lutitas continen materia orgánica; su espesor es de cerca de 150 m. La parte superior de la Formación, consiste de grauvacas de grano fino a medio de color gris verdusco claro y los estratos son de 1 a 15 cm., alternando con delgadas capas de lutitas gris oscuro a negro. Su espesor promedio es de 200m.

Su contacto inferior es transicional con la Formación -- Valdecañas y puede ser observado en la mina. Su contacto superior

esta bien expuesto al SW de Fresnillo, en el Cerro Proaño, es concordante con la Caliza Fortuna y a veces puede ser observado en -- discordancia angular con el conglomerado de la Formación Fresnillo.

No se han encontrado microfósiles en la Formación Plate-ros; sin embargo, Hungler (1967) reportó unos microfósiles, encontrados por R.J. Colony en 1929, como foraminíferos, y sobre ésta - base, la formación se situó sobre la Formación Valdecañas y bajo - la Caliza Fortuna de posible edad Cretácico Inferior.

El autor opina que se debe considerar una edad relativa del Portlandiano-Berriasiano de acuerdo a su íntima relación con - la Formación Valdecañas.

Imlay, 1944, correlacionó ésta formación con las forma-- ciones Parritas y La Peña, del área de Parras (De Cserna, 1976), - su origen se relaciona a un ambiente de depósito cercano a la cos- ta con entradas periódicas de turbiditas o una facies transicio-- nal entre el Eugeosinclinal del oeste y Miogeosinclinal del este - de la parte inferior de las unidades Cretácicas.

#### b. Formación Chilitos

De Cserna (1976), opina que ésta formación representa -- una edad Triásica, en correlación con la Roca Verde del Triásico-- Superior, en Zacatecas y el Esquistos Caepas de la misma edad, con- sistiendo de rocas andesíticas, sin mencionar las capas de rocas - sedimentarias relacionadas estratigráficamente. Pa un espesor de - 200 m.

Como ya se ha mencionado, las nuevas evidencias que a -- continuación se exponen, han determinado una edad del Cretácico In- ferior para la Formación Chilitos (Neocomiano). Esta formación es - ta expuesta a lo largo del Arroyo de Chilitos al sur de Fresnillo.

De acuerdo a un estudio petrográfico realizado por el - Dr. Querol (1980), la litología que presenta ésta Unidad "es una -

secuencia de rocas volcánicas de origen marino, caracterizada por la presencia de andesitas, aglomerados andesíticos y rocas sedimentarias interestratificadas".

Presenta estructuras de "pillow lavas", con tintes verdes y rojizos claros, estando parcialmente interestratificada con rocas sedimentarias de color pardo, consistiendo de margas, calizas, lutitas, limolitas y areniscas (Ver foto No. 8).



Foto No. 8. En el Arroyo Chilitos se observan excelentes afloramientos de la Formación Chilitos como el de la foto.

El espesor estimado para la Formación Chilitos de acuerdo con el Dr. Querol (op. cit.), es de 375 m., medidos en el barreno de diamante número 545. Este mismo autor concluye que la secuencia litológica descrita para el barreno 545, se encuentra en posición normal, demostración hecha en base a la presencia de estratificación graduada en las litoparénitas contenidas en ésta formación.

De acuerdo a ésto, argumenta que, "La Formación Chilitos, descansa sobre una secuencia de rocas sedimentarias calcáreas de estratificación laminar (descritas en la mina como pizarras), formadas principalmente por calizas micríticas de edad desconocida". Además menciona que el contacto superior se encuentra sin discordancia aparente y en contacto gradual con una secuencia de arenitas feldespáticas y feldespático-volcánicas cloritizadas.

Por otro lado, los geólogos de exploración regional, de la Compañía Fresnillo, opinan en base a que han encontrado fósiles del Cretácico Inferior en las capas de rocas sedimentarias de la Formación Chilitos (Ver Tabla No. 2), que ésta sobreyace al Grupo Proaño (al igual que el Dr. Querol), y que por lo tanto la edad designada por De Cserna no es la correcta, pudiendo representar una edad del Cretácico Inferior o más joven aún.

Por último cabe mencionar la evidencia más importante y más palpable: Los levantamientos geológicos dentro de la mina han de mostrado que la Formación Chilitos sobreyace en forma discordante al Grupo Proaño como se puede ver en la sección geológica (Figura No. 6).

### c. Caliza Fortuna

Esta formación fue reportada por Burckhardt en 1930, entre Fresnillo y el poblado de Pinteros, también se observa en un pequeño cerro llamado Loma de la Fortuna de donde es tomado su nombre, además aflora en las suaves pendientes del Cerro Proaño.

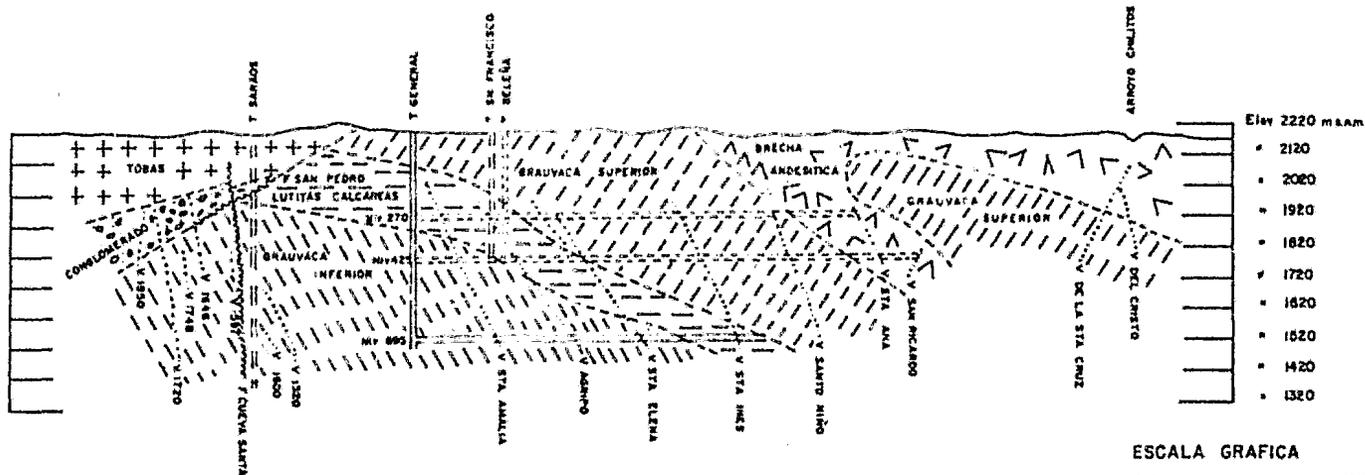
Las rocas que presenta, son calizas de estratificación delgada a media (10-40 cms., de espesor) de color gris oscuro intemperizando a un gris amarillento claro; presenta además intercalaciones de pedernal y delgadas unidades de lutitas calcáreas. De Cserna (op. cit.) estima un espesor de 500 m. (Ver foto No. 91).

COLECTO	CLASIFICO	GENERO	JURASICO SUPERIOR			CRETACICO INFERIOR			
			PORTLANDIANO	TITICANIANO	FERRIASIANO	VALANGINIANO	HAUTERIVIANO	BARREMIANO	APTIANO
CIA. FRESNILLO ZONA SUR	C. GONZALEZ INST. GEOL. UNAM	BERRIASELLA SP							
		OLCOSTEPHANUS SP							
RODRIGUEZ CARDONA RUJZ MORENO CARRILLO BRAVO CANTU CHAPA	CANTU CHAPA I.M.P.	DISTOLOGERAS LATICOSTATUM IMLAY							
		DISTOLOGERAS AFF. NODOSUM IMLAY							
		DISTOLOGERAS AFF. PARITENSE IMLAY							
		MEXICANOCERAS AFF. NEOHISPANICUM							
		TARASITES AFF. NEOLEONENSE CANTU							
		TARASITES SP				BOSE	IMLAY		
J.J. MARTINEZ BERMUDEZ  INST. DE GEOLOGIA		TARASITES SP							
		NEOCOMITES SP							
		BOCHIANITES SP							
		PARAHOPLITES SP							
		PERACERAS SP							
NEPHTALI BRAVO H. OCHOATERENA		PARADONTOGERAS CALLISTOIDES							
DAVID DE LA LUZ H. OCHOATERENA		IMPRONTAS DE MEXICANOCERAS SP							
COM PERSONAL A de CSERNA IMLAY		OLCOSTEPHANUS (Inmaduras)							
	H. OCHOATERENA	DISTOLOGERAS (Inmaduras)							

NOTA: BOSE LOS CONSIDERA VALANGINIANO EN TANTO QUE IMLAY LOS CLASIFICA DEL VALANGINIANO HAUTERIVIANO INF. (CANTU CHAPA ESTA DE ACUERDO CON IMLAY).

	<b>UNAM</b>
TESIS PROFESIONAL	
<b>FOSILES DE LA FORMACION CHILITOS</b>	
DCIEMBRE 1982	TABLA No 2
JOSE GUADALUPE TORRES ESPINOSA	

TABLA REALIZADA POR LOS GEOLOGOS DE EXPLORACION ZONA SUR, CIA FRESNILLO



ESCALA GRAFICA



-  TOBAS
-  CONGLOMERADO
-  BRECHA ANDÉSITICA
-  GRAUVACA SUPERIOR
-  LUTITAS CALCAREAS
-  GRAUVACA INFERIOR

-  VETA
-  FALLA
-  CONTACTO
-  CONTACTO INFERIDO
-  OBRAS EN LA SECCION
-  OBRAS ATRAS DE LA SECCION
-  OBRAS ADELANTE DE LA SECCION

	UNAM	
	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL	
SECCION ESTRATIGRAFICA (NW175E)		
DICIEMBRE 1982	ESC: 1: 20000	FIG. No. 6
JOSE GUADALUPE TORRES ESPINOSA		



Foto No. 9. La foto nos muestra la estratificación mediana que es típico encontrar en la Caliza Fortuna.

Se encuentra subyaciendo a la Caliza Cerro Gordo en contacto transicional y sobreyace a la Formación Plateros del Grupo Proaño, en forma aparentemente concordante, aunque es obvio suponer una clara discordancia entre ambas.

Sería bueno aclarar porque no se observa la Caliza Fortuna sobre la Formación Chilitos como debería ser; el autor considera que se necesita conocer más la región para aclarar esta situación.

La edad determinada para esta Formación, es del Albiano, en base a amonitas encontradas por Burkhardt (1930, p. 170), (De Cserna, op. cit.); *Turrilites costatus*. G. Alencaster de Félix en las pendientes de Cerro Gordo determinando así la edad antes mencionada.

El análisis realizado por E. Rivapalacio (1971), (De Cserna, 1976), concluyó que la microfauna es del Cretácico Temprano y - que el depósito se llevó a cabo en un ambiente pelágico, similar a la Formación Cuesta del Cura, correlacionándola con ésta.

#### d. Caliza Cerro Gordo

Aflora al este de la carretera Fresnillo-Plateros, y en las partes más altas del Cerro Gordo, en donde se expone como una - secuencia de calizas de estratificación delgada a mediana con un es - nesor de 300 m..

Sobreyace concordantemente a la Caliza Fortuna, teniendo un contacto transicional. Su contacto superior, no es observable.

En base a su posición estratigráfica, la Caliza Cerro -- Gordo es probablemente del Albiano Superior-Cenomaniano Inferior.

Su origen puede deberse al depósito de sedimentos sobre la orilla de una plataforma (De Cserna, 1976).

De Cserna (op. cit.), menciona que sobreyaciendo a la Caliza Cerro Gordo, se encuentran las formaciones Indidura y Caracol, del Cretácico Superior, pero en el área estudiada se han erosionado debido a su carácter arcilloso. (Ver Tabla Estratigráfica).

### A.2 Sistema Terciario

#### a. Formación Fresnillo

Esta formación, fue observada por Stone y McCarthy en --- 1942. Sólo aflora en algunas partes de los alrededores de Fresnillo.

De Cserna, 1976, describe a la Formación Fresnillo como - un conglomerado de cerca de 200 m., de espesor, consistiendo de gui - jarros y fragmentos pobremente redondeados de las formaciones Plate - ros y Fortuna. La parte superior consiste de una secuencia arcósica - tobácea, de aproximadamente otros 200 m., el color que presenta el

conglomerado es rojizo y la parte superior, gris con un intemperismo amarillento, presentando una estratificación desde estratos delgados a masivos.

Querol, 1980, hizo una descripción presentándola como sigue: Es un conglomerado con fragmentos de roca, cuarzo y sublitoarenita de pedernal.

Además menciona que por la posición estratigráfica de la formación y la litología de los fragmentos, (limolita, pedernal y arenisca arcósica), se deduce que proviene de las formaciones Plateos y Fortuna. No menciona fragmentos de rocas volcánicas.

La Formación Fresnillo sobreyace a las formaciones Plateos y Fortuna mostrando una clara discordancia angular. De Cserna (1976), menciona que al sureste de Fresnillo, la formación esta subyaciendo a un flujo piroclástico de composición riolítica. Además propone que se correlacione con los depósitos elásticos continentales postorogénicos del Eoceno Superior-Oligoceno Inferior.

#### b. Rocas Riolíticas

Flujos piroclásticos de composición riolítica, afloran principalmente en la Mesa de San Albino, en la Sierra de Valdecañas, y en los cerros al sureste de Fresnillo (Foto No. 5).

Las riolitas presentes, tienen un color gris rosáceo claro, con abundantes fenocristales de cuarzo y sanidino, así como fragmentos de pumicita aplanados.

Estas rocas se encuentran discordantemente sobreyaciendo a la Formación Fresnillo, teniendo un espesor de 400 m., aproximadamente. De Cserna (1976), menciona una edad del Oligoceno Superior--Mioceno.

Macdonald, 1978, propone una correlación con rocas similares encontradas en Durango y datadas por McDowell y Keizer, 1977, y

Swanson 1978, utilizando métodos de K-Ar dando edades entre 28.3 y 32.1 m.a., (Oligoceno Medio y Superior), y para tobas riolíticas y flujos de Guanajuato, datados por el mismo método, da una edad de 32.0 a 37.0 m.a.; (Oligoceno Medio e Inferior) según Gross, 1975.

### c. Basalto

Los afloramientos de este tipo de rocas son muy aislados, se presentan principalmente en el Cerro del Xoconostle al NW de -- Fresnillo, Cerro Pardillo al SE y loma de Valdecañas al SW.

El tipo de basalto es denominado basalto de olivino, con un espesor de cerca de 30 m.

La edad propuesta por De Cserna (1976), es del Plioceno. Macdonald correlaciona el basalto con un tipo de roca similar, encontrada en Durango y datadas con una edad de 29.3 m.a. (Oligoceno Superior), por McDowell y Keizer, 1977.

## A. 3 Sistema Cuaternario

### a. Aluvión

Se encuentra cubriendo una gran parte del área estudiada por lo que los afloramientos de los demás tipos de rocas son escasos, presenta aproximadamente un espesor de 20 m., siendo la parte superior un suelo de color rojo sobre yaciendo caliche.

## A.4 Rocas Igneas Intrusivas

En el área de la loma de la Fortuna, al sur del Tiro Fortuna, se ha reconocido un stock cilíndrico de cuarzomonzonita (Ver fig. No. 5 ).

En el nivel 900 de la mina, el stock tiene contactos verticales, midiendo cerca de 80 m., de longitud y cerca de 45 m. de ancho (De Cserna, 1976); Kreczmer (1977), da un diámetro promedio

de 60 m. El cuerpo decrece en tamaño hacia arriba, presenta un color gris verdusco claro y tiene una textura porfirítica, siendo -- los fenocristales de cuarzo y plagioclasa sódica y algunos de feldespatos potásico; corta a la Formación Valdecañas, formando un halo de metamorfismo de contacto de aproximadamente 15 m., además el cuerpo está cortado por una veta falla, la antigua veta 2137. De acuerdo a éstas relaciones se cree que el intrusivo fue emplazado contemporáneamente o un poco antes del depósito de la Formación -- Fresno durante el Eoceno Medio o Superior. (Ver Foto No. 10).



Foto No. 10. Núcleo de un Barreno proyectado hacia el intrusivo cuarzomonzonítico en la Sección Fortuna.

Otro intrusivo de composición granodiorítica de grano mediano a fino con textura porfirítica, se localiza al noroeste de -- Plateros, teniendo una dirección de noroeste a sureste con una longitud de cerca de 600 m. y cerca de 200 m. de ancho.

Este cuerpo corta a la Caliza Fortuna, observándose una

silicificación y recristalización en sus contactos.

De Cserna, (1976), le propone la misma edad que el stock de Fortuna.

Macdonald (1978), menciona la existencia de diques meta-andesíticos que cortan al Grupo Proaño y a la Formación Chilitos, mostrando un espesor promedio de 1 m.. Estos cuerpos se pueden observar en el nivel 425 cerca del Tiro General, y en los trabajos mineros abajo del Cerro del Pópulo.

Por último se pueden mencionar algunos diques riolíticos que cortan a las rocas Mesozoicas (De Cserna, op. cit.), proponiendo que pueden ser relacionados genéticamente con los flujos piroclásticos riolíticos.

#### A.5 Rocas Metamórficas

De la intrusión de los cuerpos ígneos, se originaron rocas metamórficas del tipo hornfels y skarn de color gris verdoso y textura granoblástica de grano fino.

Estas rocas, se limitan a las márgenes de los cuerpos intrusivos. En el interior de los trabajos mineros son muy conocidos los hornfels de axinita y hedenbergita.

## B. TECTÓNICA

### a. Tectónica Regional

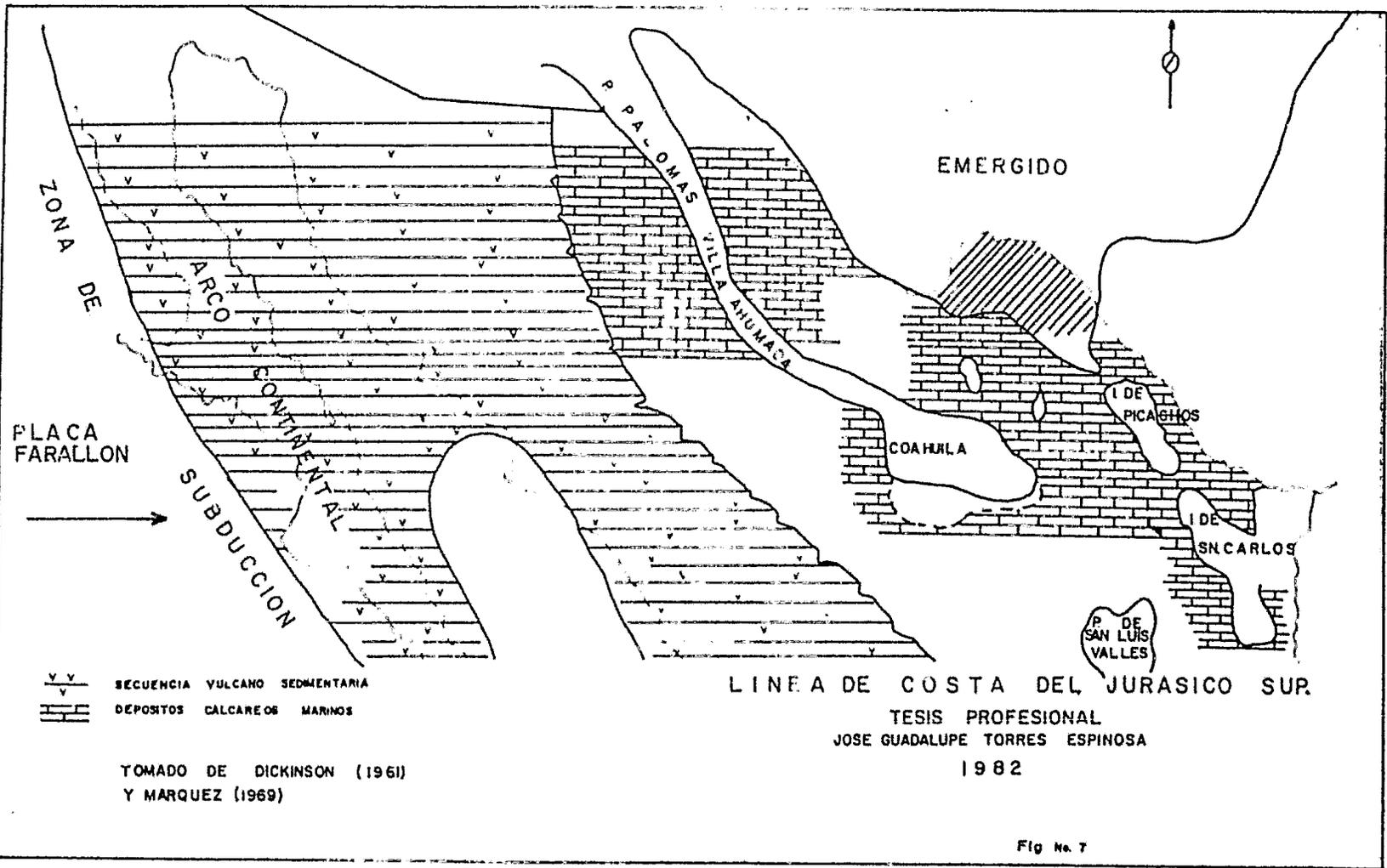
Durante el Triásico Superior se llevó a cabo una tafrogénesis, como respuesta a la Orogenia de Coahuila, (correlacionable con la Orogenia Apalachiana, Pérmico Superior-Triásico Medio), formándose horsts y grabens acumulándose grandes extensiones de sedimentos continentales (lechos rojos), postorogénicos o molasse, principalmente en los grabens (Guzmán y De Cserna, 1963).

De Cserna (1970), propone para el Jurásico Inferior Medio un empujamiento a escala continental del oeste hacia el este, iniciado por metamorfismo y levantamiento en el oeste de los estados de Baja California, Sinaloa, Nayarit y Jalisco. Esto provocó un plegamiento de los lechos rojos, antes depositados en los grabens y un empuje de rocas volcánicas del Triásico Superior de oeste a este -- hasta cerca de la ciudad de Zacatecas.

A partir de la transgresión marina, durante el Jurásico Superior, comienza la formación del Geosinclinal Mexicano abarcando gran parte del país actual (Ver Fig. No. 7).

Para fines del Cretácico y principios del Terciario, se desarrolla la Orogenia Laramide, provocando fuerzas provenientes -- del suroeste, dando por resultado esfuerzos de compresión, debidos seguramente a la existencia de una masa estática situada al noreste (Paleopenínsula de Coahuila), esto trajo como consecuencia la formación de pliegues con sus ejes orientados al noroeste y el desarrollo de fracturas y fallas longitudinales, transversales y de gravedad principalmente.

En el distrito de Fresnillo, son observables estos tipos de estructuras, que se desarrollaron debido a la diferencia de competencia de las unidades litológicas.



En la última parte del Eoceno-Oligoceno, las montañas - formadas en el anterior periodo de diastrofismo sufrieron una etapa de fuerte erosión, después se tuvo el periodo de tafrogenia -- formando horsts y grabens.

Para el principio del Plioceno, hubo afallamiento y actividad volcánica, siendo éstas etapas las últimas en importancia ya que en la actualidad solo se observan procesos de denudación en toda la parte norte de México.

#### b. Descripción de Estructuras

Las estructuras presentes en el área de Fresnillo, son el resultado de los esfuerzos provocados por la Orogenia Laramide. Estas estructuras son principalmente un suave sistema de pliegues y una gran cantidad de fallas.

La principal estructura es un anticlinorio con un rumbo N 10°E y buzando al sur junto con un adyacente sinclinorio de rumbo N 15°W buzando al norte (De Cserna, 1976).

Existen dos fallas muy importantes que son: la Falla -- Fresnillo, que corta la nariz del anticlinorio, formando el Cerro Proaño y la Falla Laguna Blanca (Ver Fig. No. 5), ambas fallas - presentan un rumbo de aproximadamente N 50°W y son interpretadas por De Cserna (1976), como fallas normales de longitud mínima de 1000m.. En forma subparalela a estas fallas, existen diques riolíticos y flujos de basalto.

Algunas de las vetas descubiertas, son subparalelas a las mayores fallas, otras son claramente oblicuas a ellas, y algunas las cortan transversalmente. Además, los dos sistemas de vetas más importantes son cercanamente paralelas una de otra, sus rumbos aproximados son N 45°W y E-W.

## C. GEOLOGIA HISTORICA

En el Cretácico Inferior la región estaba cubierta por el mar y se depositaron rocas correlacionables con la Formación Taraises, (sedimentos del Grupo Proaño y Formación Chilitos), en un ambiente nerfítico con sedimentos clásticos y clástico-calcareos alternadamente, demostrado por la presencia de grauvacas, margas, calizas y lutitas de espesores delgados a medianos; a pesar de que los fósiles encontrados hasta ahora son escasos, éstos principalmente amonitas, demuestran que se desarrolló fauna y las condiciones fueron favorables al menos en cierta época; al poniente en el transpaís se estaban erosionando las rocas ígneas que dieron lugar a las grauvacas. Es posible que a medida que los sedimentos estaban hundiéndose lentamente se haya producido cierta actividad volcánica submarina que actualmente tan solo se manifiesta por el escaso afloramiento de andesitas acoginadas (pillow lavas), (Ver foto No. 8), que pueden representar "rocas verdes", no albitizadas pero con abundantes vetillas de carbonato de calcio.

Aunque no se han identificado sedimentos del Neocomiano Superior y Aptiano que sean correlacionables con las formaciones Cupido y la Peña, es adecuado suponer que el depósito fue continuo. En el Albiano y Cenomaniano se acumularon gruesos espesores de caliza, caliza arcillosa y limolita calcárea (correlacionables con las formaciones Fortuna y Cerro Gordo), a profundidades mayores como queda constatado por los radiolarios encontrados en estudios realizados por el C.R.N.A.R. 1973, que indican una zona pelágica.

Con la Formación Indidura se incrementa la aportación de sedimentos clásticos que señala el principio del flysch en el Cenomaniano Superior y el cual se deposita cuando menos hasta el Senoniano.

La materia orgánica, que proporciona a las formaciones Caliza Fortuna e Indidura una coloración oscura y su carácter bituminoso, indica la existencia de flora. Estos sedimentos se depositaron en una facies infranerfítica en aguas relativamente tranquilas con alternancia de corrientes de turbidez que se incrementan en el Senoniano para iniciar la regresión del mar y al final del Cretácico se tienen los movimientos orogénicos, estando la zona sujeta a esfuerzos de compresión que hacia el norte y noreste tuvieron apoyo en las plataformas o penínsulas de Coahuila y Tamaulipas.

La deformación causó el plegamiento y algunas fallas en la zona de Fresnillo, quizás también algunas cabalgaduras y el levantamiento del área, esto fue seguido de una intensa erosión durante la cual las rocas Mesozoicas aportaron el material para la formación de la brecha sedimentaria, (Formación Fresnillo), con poco transporte, que cubre discordantemente a los sedimentos anteriores; la brecha representa un depósito continental de molasse. Al final de la Orogenia se intrusionaron algunos cuerpos plutónicos de tipo ácido a los cuales siguieron erupciones de tipo intermedio, tal vez asociadas a ellos pero un poco más jóvenes. Al cesar completamente los esfuerzos de compresión se formaron otras fallas por relajamiento de las rocas.

Las cámaras magmáticas que quedaron en los batolitos al encontrar zonas de debilidad permitieron el escape de magma hacia la superficie dando lugar a tobas y los derrames riolíticos se formaron durante el Mioceno.

La actividad volcánica más joven consistió en derrames basálticos a fines del Terciario o principios del Cuaternario; a través del cono volcánico del Xoconostle tuvieron salida éstas lavas que fluyeron principalmente hacia el sur rellenando parcialmente las partes bajas.

La mineralización de plata, plomo, zinc y cobre, tuvo lugar hacia el Mioceno y es más joven que las tobas riolíticas ya que los cuerpos minerales cortan a la brecha sedimentaria y a las tobas, y se prolongó el tiempo suficiente para que se depositaran minerales de diferentes características mineralógicas.

El metamorfismo de contacto que presentan las rocas de origen marino, transformadas a hornfels y skarn y aun a pizarras, se debe a la acción de los intrusivos y rocas hipabisales que afloran en localidades restringidas. El metamorfismo, además, es de tipo hidrotermal, con recristalización de los sedimentos calcáreos como en el área de Plateros, y fue intenso en la mina de Proaño en donde abundan los hornfels de axinita y hedenbergita en las profundidades de la mina. En esta zona influyó también el intrusivo cuarzomonzonítico.

En la actualidad, la zona solo presenta la formación de sedimentos por los agentes del intemperismo y erosión.

**CAPITULO V**

**YACIMIENTOS MINERALES**

## A. HISTORIA Y PRODUCCION DEL DISTRITO

Después de la conquista por los españoles, en el año de 1554, un capitán del ejército español de apellido Proaño, partió en expedición desde la ciudad de Zacatecas con rumbo noroeste en búsqueda de yacimientos de oro y plata; aproximadamente a 60 kilómetros de esa ciudad, llegó a un manantial al pie del cuál se encontraba un fresno joven, de aquí tomo su nombre castellano el lugar, Fresnoillo.

De las exploraciones realizadas se descubrieron los yacimientos del Cerro Proaño, que toma el nombre de su descubridor. Una vez fundada la población, se comenzaron las operaciones mineras en la parte superior del cerro, sobre minerales oxidados y siguiendo vetas angostas de altas leyes. Los datos que se tienen de esta época, son muy vagos.

En el año de 1749, se presentan problemas en los trabajos mineros, por la falta de extracción del agua, pero en 1835, - la compañía "Mexicana-Zacatecana", tomó en arrendamiento las minas y para solucionar este problema, mandó traer de Inglaterra - dos bombas "Cornish", (Ver Foto No. 11), con las cuales el problema del desagüe fue solucionado, aumentando rápidamente la producción y la región recobro su auge y prosperidad.

En 1872, el gobierno del estado, asumió la dirección de la empresa, conservándola hasta el año de 1883, en el que una compañía llamada "The Fresnoillo Mining Company", se hizo cargo de las operaciones.

Esta compañía, se fusiona en 1912, con otra empresa denominada "The Fresnoillo Company", fundada en Nueva York en el año de 1910.



Foto No. 11. Bombas Cornish utilizadas en 1749, para la extracción de agua de la mina actualmente se encuentran aún en los patios de la Hacienda Proaño.

En el año de 1919, las minas fueron rentadas a la compañía "The Mexican Corporation", la cual construyó una planta de cianuración para tratar 2,500 toneladas de mineral al día.

En 1929 "The Fresnillo Company", vuelve a tomar las minas, instalando una nueva planta para tratar el mineral por flotación, método de beneficio que se utiliza en la actualidad.

En 1961, "The Fresnillo Company", se mexicaniza, constituyéndose "Compañía Fresnillo S.A. de C.V.", siendo los accionistas "Metalúrgica Mexicana Peñoles S.A. de C.V.", con un 60" y "The

Fresnillo Company", con un 40%. (Gaceta Minera No. 1, 1982).

En la actualidad las reservas de la mina son excelentes y se espera que perdure por varias generaciones.

Las siguientes tablas presentan la producción de la mina entre los años 1921 y 1981. Los datos anteriores son muy inexactos.

#### MINERALES OXIDADOS

PERIODO	TONELADAS METRICAS	Gms/Ton	
		Au	Ag
1921-1941	12,899.225	0.30	191
1942-1943	145.174	0.24	139
TOTAL OXIDOS	13,044.399	0.30	190

#### MINERALES DE SULFUROS

PERIODO	TONELADAS METRICAS	Gms/Ton		%	%	%
		Au	Ag			
1926-30/jun/36	2,045.528	0.80	350	7.5	7.9	0.71
30/jun/36-30/jun/41	2,436.720	1.00	479	3.0	3.7	0.32
30/jun/41-30/jun/51	5,469.574	0.75	318	3.5	4.3	0.42
30/jun/51-30/jun/61	5,047.305	0.62	202	2.5	3.7	0.36
1/jun/61-31/dic/71	4,182.279	0.50	871	2.15	3.3	0.17
1972 - 1976	1,500.624	0.32	100	2.1	3.9	0.17
1977	270.818	0.29	172	1.5	3.4	0.13
1978 - 1980	806.181	0.20	337	1.1	2.0	0.08
1981	270.364	0.27	363	1.23	2.53	0.08
TOTAL SULFUROS	22,035.393	0.65	268	3.1	4.1	0.34

(Tomado del informe anual 1981, del Departamento de Geología, Compañía Fresnillo, Fresnillo, Zac.).

## 8. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS YACIMIENTOS

Debido a la gran cantidad de obras mineras que han sido desarrolladas en los cuerpos mineralizados de Fresnillo, se han dividido para su mejor explotación en cinco secciones a saber:

### EN EL TIRO GENERAL

Sección Tiro General que abarca los niveles 105, 165, 215, 240 y 695.

Sección San Luis que abarca los niveles 270, 340 y 425.

### EN EL TIRO BUENOS AIRES

Sección 2526 que abarca los niveles 385 y 425.

Sección Buenos Aires que abarca los niveles 215, 270, 305 y 340.

### EN EL TIRO FORTUNA

Sección Fortuna que abarca los niveles 695, 740, 785, 840, 875, 920, 935, 965, 1000, 1015, 1030, 1040, 1060, (Ver fig. No. 1).

El estudio realizado en el presente trabajo, abarca parte de la Sección Tiro General (nivel 695), y parte de la Sección - San Luis (niveles 270, 340 y 425), el trabajo es presentado a detalle en el siguiente capítulo.

En este capítulo se tratarán en forma general las características de los cuerpos mineralizados que se están minando a la fecha de presentación de este trabajo. La información presentada, se limita a estudios realizados con anterioridad y a los conocimientos adquiridos por los geólogos de la unidad en el desarrollo de su trabajo.

#### a. Tipos de Yacimientos Minerales

##### a.1 Vetas

En la Mina de Fresnillo, se han explotado un gran número de vetas, las cuales sólo se mencionan en este trabajo y dando las

descripciones de las más importantes.

Las vetas son del tipo "relleno de fisuras", y algunas presentan en parte, reemplazamiento, para formar cuerpos irregulares diseminados, que serán explicados en la sección de "Cuerpos - Irregulares".

Vetas Santa Elena y Santo Niño.

Estas vetas pertenecen a las tres más importantes en la mina y además, son el objetivo a desarrollar en este trabajo, por lo que se describirán ampliamente en el siguiente capítulo.

Veta 2270

Se encuentra ubicada aproximadamente a 1.5 kilómetros -- al noroeste del Cerro Proaño, tiene un rumbo general de N 60°W -- con echado variable entre 39° y 40° con buzamiento al NE. (Ver -- Fig. No. 1).

Los minerales que se han observado son los siguientes: Argentita, pirargirita, proustita, galena, esfalerita, calcopirita y pirita, los minerales de ganga más comunes son cuarzo y calcita.

La roca encajonante que se presenta en ésta veta en el nivel 270 es grauvaca muy alterada, lo que hace que sea muy inconsistente, también se han observado intercalaciones de lutitas con bajo grado de apizarramiento.

En el nivel 340, se encuentran grauvacas y algunas veces lutitas calcáreas como roca encajonante; también se observan aglomerados en los cuales la veta pierde sus valores considerablemente. En el nivel 425 la roca encajonante es en su totalidad --- grauvaca de grano fino, presentando silicificación.

Un ensaye de los valores promedio de ésta veta a noviembre de 1982, es el siguiente:

Gms/Ton		%		
Au	Ag	Pb	Zn	Cu
0.3	916	0.8	1.5	0.06

Las reservas que tiene este cuerpo a octubre de 1982, - con las leyes anteriores son de 217 400 toneladas, y la produc--- ción diaria es de 200 toneladas aproximadamente.

#### Vetas Descubiertas Recientemente

Cabe mencionar que en el desarrollo del cruceo 950-SE en el nivel 270 para intersectar la veta Santo Niño y posterior-- mente en los cruceos de los niveles 425 y 695, se descubrieron - las siguientes vetas: veta Santa Amalia, veta San Agripo, veta -- San Judas, veta Santa Angela, veta Santa Inés (ubicada después de la veta Santa Elena, también descubierta en el desarrollo de este cruceo), y después de la veta Santo Niño, la veta Santa Ana y ve ta San Ricardo. (Ver fig. No. 6).

Todas estas estructuras no se han desarrollado debido a sus escasos espesores y bajas leyes, sin embargo representan una gran cantidad de reservas potenciales que ayudarán a que Fresni-- llo sea un distrito minero, activo por muchos años.

Además se cuenta con tres vetas; veta de la Santa Cruz, veta del Cristo y veta Independencia, las cuales han sido descu-- biertas por exploración con barrenos de diamante.

En todas las vetas, desde veta Santa Amalia hasta veta Independencia, se cuenta con muy poca información para hacer una descripción de ellas.

Además se debe de mencionar, que en los antiguos labo-- ríos mineros del Glory Hole, afloran algunas vetas que forman un stockwork de oxidos de muy baja ley, que no es posible explotar - ya que sus costos de operación no alcanzan los valores adecuados, pero que también representan una parte importante de las reservas con que cuenta el distrito.

De la gran cantidad de vetas que se han explotado en -- Fresnillo, se tienen los siguientes sistemas, mencionando los nom**br**es de cada una de las vetas pertenecientes:

N 45 W	E - W
Cueva Santa	Agripo
Espiritu Santo	San Pascual
Fresnillo	Cueva Santa Cross
Esperanza	1600 Cross
Plomosa	1720
1600	1768
2137	1850
2190	2031
2200	2125
2630	2415
	2600

(Torres, Com. Personal).

#### a.2 Mantos

En la sección Fortuna al NW del Cerro Proaño, existen 3 mantos ubicados desde el nivel 875 hasta el nivel 1030.

Los cuerpos presentan extensiones muy diversas y sus formas son muy irregulares, inclusive algunos pierden un poco de paralelismo con los estratos de las rocas. Su mineralización se encuentra en forma diseminada y los mantos superior e inferior se ubican en la cresta de un anticlinal simétrico, buzando hacia el sureste; en todos los mantos, incluyendo estos dos últimos, su mineralización se encuentra reemplazando a los horizontes de lutitas de la formación Valdecañas y en algunas ocasiones a las urauvacas de la misma formación.

Los mantos se encuentran muy cerca de un intrusivo de composición cuarzomonzonítica, al cual también se relacionan dos chimeneas, que ya han sido explotadas; pero en el nivel 875, se están sacando algunos restos de mineral encontrados últimamente en una de ellas.

La mineralogía que se ha observado en éstas estructuras es la siguiente: Plata rara (asociación de galena y matildita), galena, esfalerita, pirrotita, calcopirita, pirita, marcasita, - grafito, siderita y scheelita (según De Cserna, De Levaux y - -- Harris, 1977), y los minerales de ganga son: Cuarzo, calcita, axi nita y hedenbergita.

La producción diaria de la sección Fortuna es de 400 to neladas aproximadamente con las siguientes leyes promedio:

Plata	Plomo	Zinc	Cobre
66 grs.	2%	4.5%	0.10%

(Chico Sánchez, Com. Personal).

Las reservas probadas en Fortuna son de 300,000 toneladas, que son muy escasas, por lo que la vida de estos cuerpos se limita al mes de diciembre de 1983, si es que los intentos de los geólogos, por encontrar más estructuras no dan resultados favorables.

### a.3 Cuerpos Irregulares

En la sección Tiro General en el nivel 105 al sur del - Cerro Proaño existen algunos cuerpos con mineral diseminado a los lados de dos vetas que ya han sido explotadas y que fueron muy ri cas en sulfuros; éstas vetas son las llamadas veta Cueva Santa y veta Espíritu Santo, y de aquí que a los cuerpos se les haya deno minado "Diseminados Cueva Santa" y "Diseminados Espíritu Santo".

Su origen, es casi seguro que se relacione a las dos ve tas antes mencionadas, las formas y tamaños de los cuerpos es muy irregular y su explotación se ha llevado a cabo de acuerdo a la - aparición o extinción de uno u otro.

Su roca encajonante es el miembro de lutitas calcáreas y carbonosas del Grupo Proaño y cuando aparecen, cerca del nivel

75, las grauvacas del miembro superior, la mineralización desaparece, encontrándose solamente grandes cantidades de pirita (Torres M., C.A., comunicación personal).

Las concentraciones de mineral son muy bajas en plata, - pero se tienen leyes aceptables para el plomo y el zinc.

Ag	Pb	Zn	Cu	
C. Santa	E. Santo			
70 grs.	85 grs.	2.3%	2.6%	0.05%

La producción diaria de ésta parte de la mina son: 240 toneladas, contando con 100,000 toneladas aproximadamente, de reservas probadas.

## C Mineralogía

Los minerales que se extraen en Fresnillo, se encuentran coexistiendo principalmente como sulfuros. Algunos de ellos pueden ser observados en su forma cristalina característica.

A continuación se mencionan en forma general los diferentes minerales existentes.

### Elementos Nativos

- a) Oro Au
- b) Plata Ag

### Sulfuros

- a) Galena PbS
- b) Esfalerita ZnS
- c) Pirita FeS<sub>2</sub>
- d) Arsenopirita FeAsS
- e) Pirrotita Fe<sub>1-x</sub>S
- f) Calcopirita CuFeS<sub>2</sub>
- g) Argentita Ag<sub>2</sub>S

### Sulfosales

- a) Pirargirita Ag<sub>3</sub>SbS<sub>3</sub>
- b) Proustita Ag<sub>3</sub>AsS<sub>3</sub>
- c) Polibasita Ag<sub>10</sub>Sb<sub>2</sub>S<sub>11</sub>
- d) Galena-Marildita PbS-Ag<sub>2</sub>SFe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>

### Oxidos

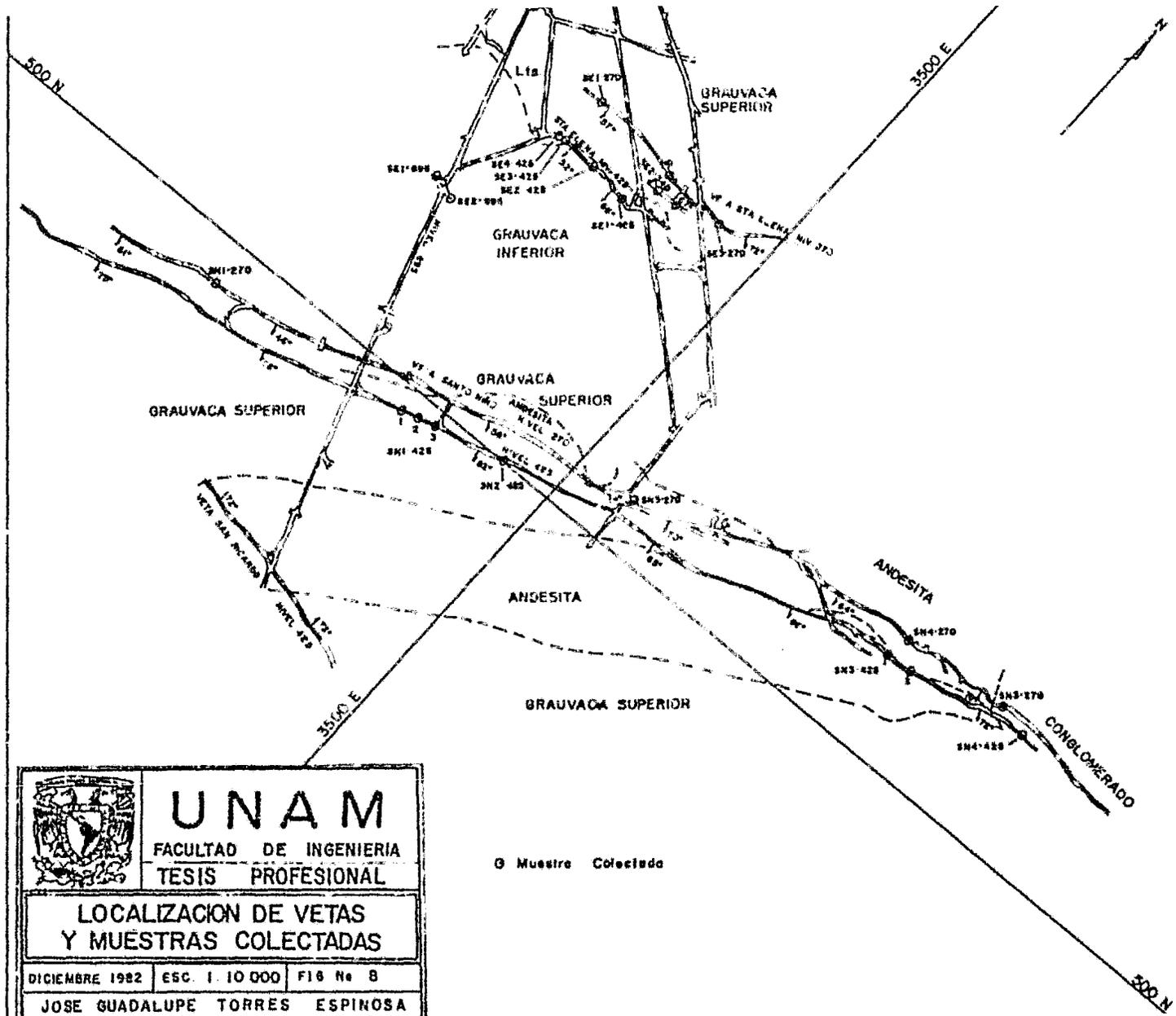
- a) Hematita Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

### Silicatos

- a) Actinolita Ca<sub>2</sub>(MgFe)<sub>5</sub>OH<sub>2</sub>(Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>)<sub>2</sub>
- b) Clinozoicita Ca<sub>2</sub>Al<sub>3</sub>Si<sub>3</sub>O<sub>12</sub>(OH)
- c) Hedenbergita CaFeSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub>
- d) Axinita (Ca, Mn, Fe)<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>(RO<sub>3</sub>)Si<sub>4</sub>O<sub>12</sub>(OH).
- e) Cuarzo SiO<sub>2</sub>

## CAPITULO VI

ESTUDIO DE PARAGENESIS Y SUCESION MINERALOGICA  
DE LAS VETAS, SANTA ELENA Y SANTO NIÑO, DE LA  
SECCION SAN LUIS.



	<b>UNAM</b>	
	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL	
<b>LOCALIZACION DE VETAS Y MUESTRAS COLECTADAS</b>		
DICIEMBRE 1982	ESC. 1: 10 000	F16 No 8
JOSE GUADALUPE TORRES ESPINOSA		

## A. INTRODUCCION

De las vetas que se están explotando en la actualidad en Fresnillo, dos de las más importantes son las vetas: Santa Elena y Santo Niño, las cuales presentan rumbos aproximadamente iguales, pertenecientes al sistema de vetas E-W.

Estas estructuras pertenecen a las Secciones Tiro General y San Luis, puesto que abarcan desde el nivel 273 al 695 (Ver Fig. No. 6). Se encuentran localizadas al S. del Tiro General, a una distancia de entre 122 m. y 142 m., como se puede observar en la Figura No. 5, la cual también presenta la ubicación de las muestras colectadas.

Así, estas vetas son el motivo de estudio en el presente trabajo. Sus características generales son dadas de acuerdo a la Ficha de Routhier (1963), la cual es considerada por el autor del presente trabajo, como un análisis concreto de las características necesarias para conocer un yacimiento. Las descripciones Paragenéticas y de Sucesión, por su parte de la ficha, son dadas de acuerdo a las observaciones mineralógicas y texturales realizadas al microscopio monomicroscópico y a las observaciones macroscópicas realizadas en la mano libre de las muestras colectadas.

Las demás características de las vetas se obtuvieron durante el trabajo experimental de laboratorio, para lo cual se proyectó el trabajo de análisis de las muestras de la zona estudiada, de algunos estudios anteriores a éstos.

Las muestras fueron tomadas en forma discriminativa, es decir, se tomaron en los diferentes tipos de roca que presentaban la veta ó en diferentes niveles de la zona de la misma. Además se muestreó en todos los niveles con el fin de saber si existían cambios en las paragénesis mineralógicas y texturales. El fin de estudiar el zonamiento mineralógico y textural, como éste ha sido por otros

de estudio en tesis anteriores a éste trabajo.

Es bueno aclarar los conceptos "Paragénesis" y "Sucesión", ya que las definiciones de acuerdo con los países europeos es diferente a la de los países americanos. Puesto que el autor considera que las definiciones europeas son las más utilizadas, se presentan a continuación (Routhier, 1963).

Paragénesis: "Es una asociación de minerales que tienen un origen común".

Sucesión: "Es el orden de depósito de los diferentes minerales que constituyen un yacimiento".

A continuación se describen las características de las dos vetas estudiadas, haciendo una descripción muy detallada de sus paragénesis y sucesiones y una descripción sencilla de las de más características de cada veta.

## B. VETAS SANTA ELENA Y SANTO NIÑO

### a. Características Propias de los Yacimientos.

## A. INTRODUCCION

Este punto es el tema principal del presente trabajo, -- por lo cual se da en forma detallada presentando los datos necesarios para que los resultados obtenidos ayuden a conocer las relaciones genéticas de las dos vetas en estudio, mediante el conocimiento de sus paragénesis y sucesiones mineralógicas, cumpliendo así con los objetivos técnicos del presente trabajo. Por otro lado se pretende que los resultados presentados ayuden en alguna -- forma a optimizar el método de beneficio en la planta de Fresnillo y así recuperar el mayor porcentaje de mineral.

El trabajo desarrollado en este aspecto, corresponde a -- la tercera fase y forma de todo el estudio, la cual es exclusivamente de laboratorio.

Las muestras que se colectaron están distribuidas en diferentes niveles a lo largo de las dos vetas en estudio; en la -- Fig. No. 2, se observa la localización de las muestras, así como su respectiva elevación; el total de muestras colectadas es de 23; -- inicialmente se había proyectado tomar más de 25, pero debido a -- que la mina presentaba ciertos inconvenientes, éste no fue posible. B. Las 23 muestras que se tomaron se encuentran almacenadas en -- botellas y vasos de solo las 5 que se tomaron en la veta inferior, -- quedando un total de 21 superficies que serán analizadas al -- microscopio mineralógico, éstas se prepararon por el autor -- usando briquetas para que también pudieran ser analizadas en la -- sonda electrónica. Una vez que fueron determinados las asociaciones -- minerales (paragénesis y sucesión) se procedió a analizar -- las muestras en la microsonda electrónica para verificar los -- resultados obtenidos y clasificarlos en términos de las superficies --

cradas en las asociaciones, dando con esto un absoluto grado de certeza en la determinación de todos los minerales.

## B. PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

Muestras de la Veta Santa Elena.

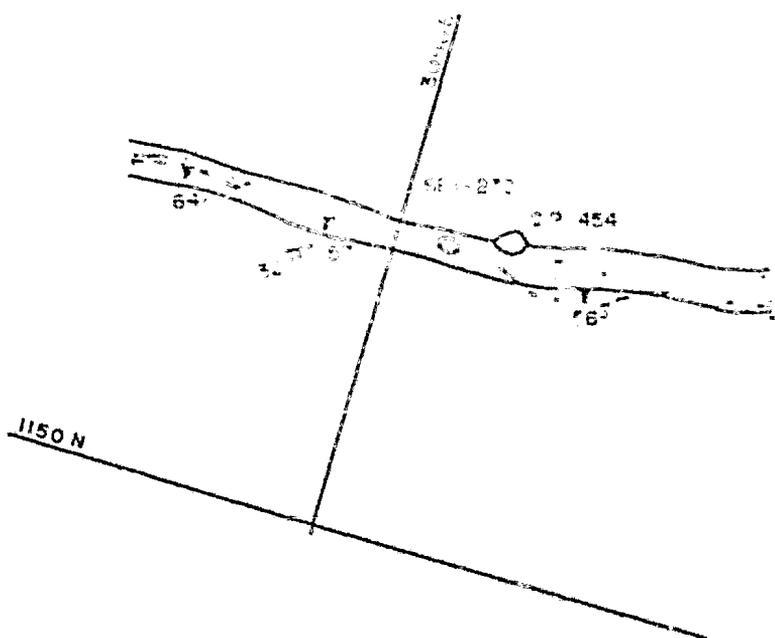
Muestra SE 1-270 (2 superficies)

Esta muestra fue tomada aproximadamente a 100 m. del tope de la frente occidental, la veta tiene un espesor aproximado de un metro presentando una textura de relleno de cavidades y una mezcla de cuarzo y sulfuro, solo se observa granuvaca como roca encajonante.

### a) Ensayo Promedio

Ancho veta	ars				
	Au	Au	Pb	Zn	Cu
1.50	0.2	500	0.1	0.3	0.01

Levantamiento Geológico (Ese. 1:500)



### b) Porcentaje de Minerales

Pirita	35%
Pirargirita	30%
Blenda	25%
Galena	10%
Calcopirita	Tr

### c) Relaciones Texturales

La pirargirita generalmente es observada formando intercrecimientos con blenda, galena y principalmente con pirita. Los granos minerales son de muy diferentes tamaños y sus contactos son esencialmente francos sin mostrar reemplazamientos.

La pirita presenta su típica forma geométrica y contiene gran cantidad de pirargirita intercrecida; también rodea a los demás minerales en menor proporción.

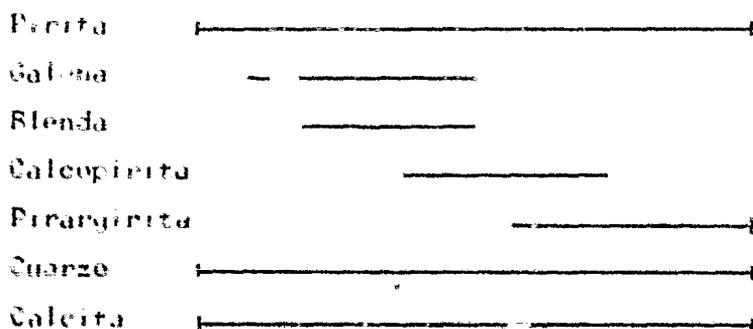
La blenda tiene fuertes tonos rojizos, que nos indican un alto contenido en hierro, por lo que la denominamos marmatita; presenta bordes francos y normales con la pirita, galena y pirargirita.

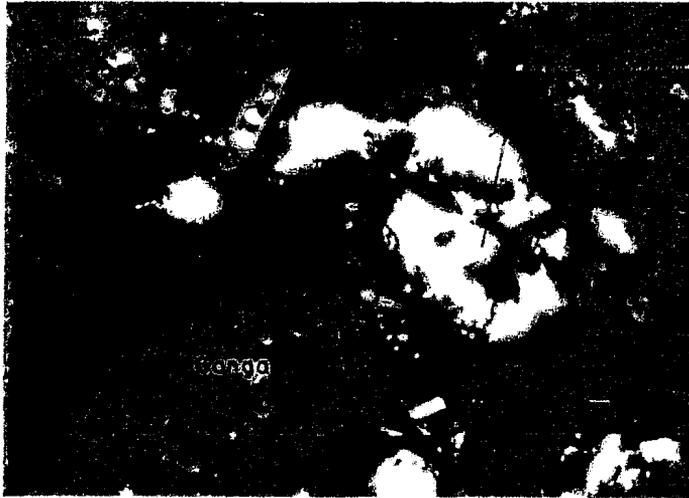
La galena se encuentra en muy pequeña proporción, sin presentar anomalías en su relación con los demás minerales.

La calcopirita se presenta como exsoluciones dentro de la blenda y rara vez se pueden observar pequeños granos aislados.

La textura de la muestra es en forma general de relleno de cavidades.

### d) Sucesión Propuesta





N.X.

#### el Paraquénesis

Pirargirita, galena y blenda con pirita, calcopirita, cuarzo y calcita como minerales de ganga.

#### El Observaciones

El contenido de sulfosales en la pirita debe de ser tomado en cuenta para futuros análisis metalúrgicos.

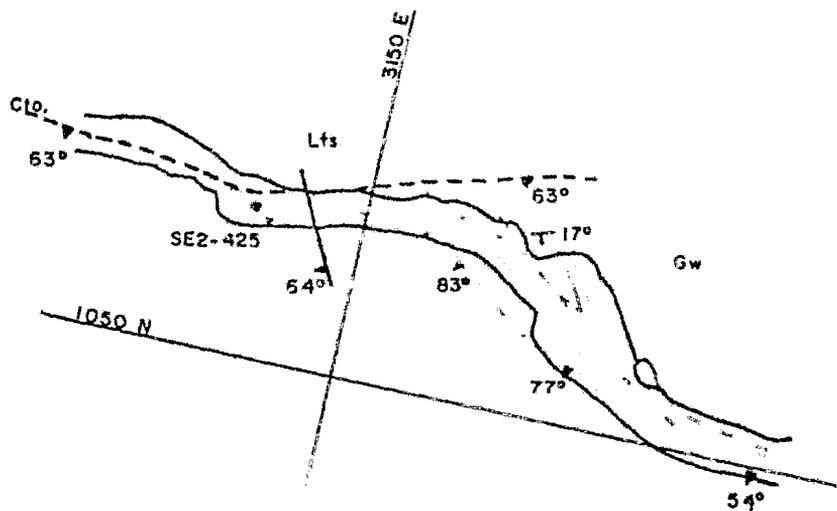
#### Muestra SE 2-425 (2 superficies)

La muestra fue tomada en la parte occidental aproximadamente a 200 metros del cruceo principal en el nivel 425, aquí la veta presenta un espesor de aproximadamente un metro con ramaleos antes y después del punto, su textura es típica de relleno de cavidades, y presenta lutitas y grauvacas como roca encajonante.

a) Ensaye Promedio

Ancho veta	Grs				
	Au	Ag	Pb	Zn	Cu
1.03	tr	240	0.2	1.1	0.01

Levantamiento Geológico (Esc. 1:500)



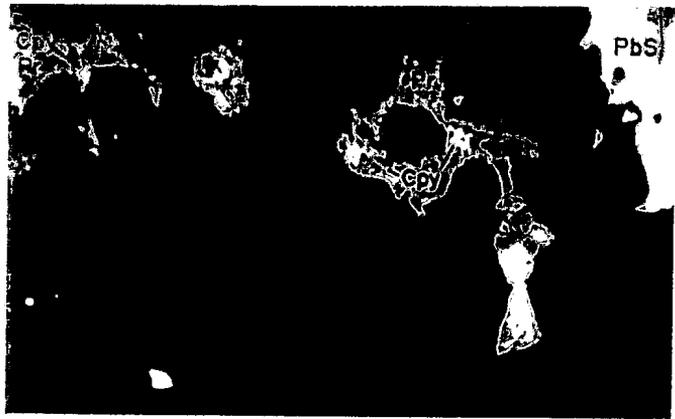
b) Porcentaje de Minerales

Blenda	70%
Galena	15%
Pirita	5%
Pirargirita	2%
Cuarzo	0%
Calcita	2%

c) Relaciones Texturales

La blenda que es el mineral más abundante (70%), presenta una fuerte coloración rojiza, debida comunmente a la presencia de Hierro; se observa intercrecida con galena, pirita y escasamente con pirargirita, los contactos generalmente son francos sin - mostrar bordes de corrosión, pero algunas veces los presenta con la pirita y con galena, mostrando un claro proceso de reemplazamiento.

La textura que presente la muestra en forma general pertenece al rango epitermal o de relleno de cavidades.



d) Sucesión Propuesta

- Pirita \_\_\_\_\_
- Galena \_\_\_\_\_
- Blenda \_\_\_\_\_
- Pyrrhotita \_\_\_\_\_
- Cuarzo \_\_\_\_\_
- Calcita \_\_\_\_\_

e) Paragénesis

Galena, blenda y pirrotita con pirita, cuarzo y calcita como minerales de ganga.

f) Observaciones

La muestra no fue pulida adecuadamente, la determinación de los minerales se realizó sin muchos problemas ya que el -

mayor porcentaje de mineral es blenda.

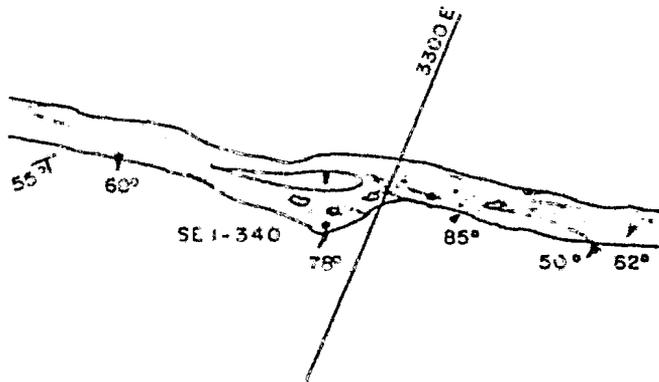
Muestra SE 1-340 (2 superficies)

Esta muestra se tomó aproximadamente a 100 metros del tope de la frente oriente en el nivel 340, presentando excelentes valores en una textura brechoide típica de relleno de cavidades. Aquí la veta tiene un espesor aproximado de 3 a 4 metros en forma ramificada entre grauvacas como roca encajonante.

a) Ensaye Promedio

Ancho veta	Grs				
	Au	Ag	Pb	Zn	Cu
2.36	0.1	570	0.3	0.8	0.01

Levantamiento Geológico (Esc. 1:500)



b) Porcentaje de Minerales

Blenda	50%
Pirargirita	20%
Pirita	15%
Galena	15%
Calcopirita	Tr

### c) Relaciones Texturales

Dentro de la ganga en forma individual se observa galena, pirargirita y pirita, en granos de diversos tamaños, estando en contacto con la blenda en forma normal.

La blenda es el mineral más abundante y al parecer el contenido de Hierro es muy alto, ya que las coloraciones rojizas - son muy intensas, se observa en intercrecimiento con galena, pirargirita y pirita.

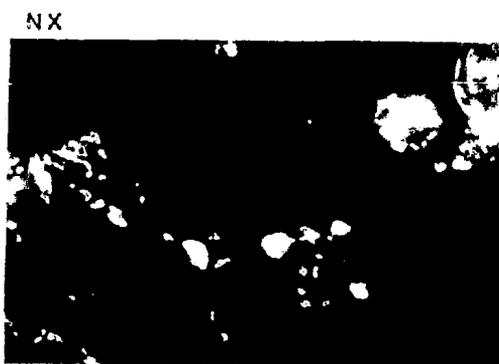
La galena y la pirargirita, a veces se muestran como exsoluciones en la blenda, al parecer igual que la calcopirita, la cual se encuentra en gran proporción en cristales extremadamente pequeños.

La galena existe en poca proporción mostrando contactos normales con blenda, pirargirita y pirita.

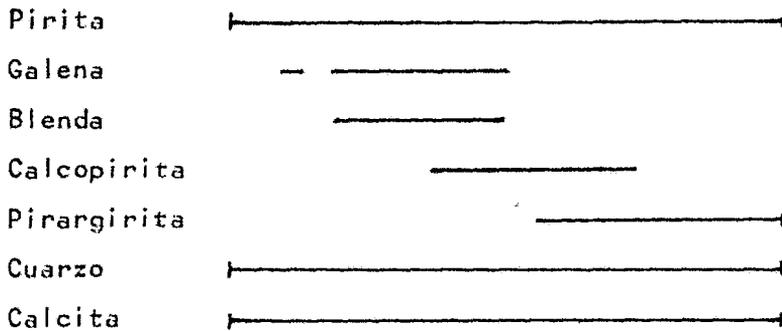
La pirargirita comunmente se presenta dentro de la -- blenda.

La pirita se presenta en forma aislada y en contacto normal con casi todos los minerales.

La textura de la muestra es típica de relleno de cavidades.



d) Sucesión Propuesta



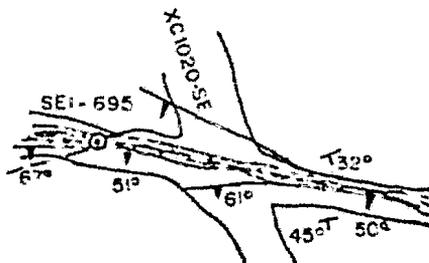
e) Paragénesis

Pirargirita, galena y blenda con pirita, calcopirita, cuarzo y calcita como minerales de ganga.

Muestra SE 1-695 (2 superficies)

La muestra fue colectada en el tope de la frente occidental, en el nivel 695, presentando una leve deformación ampliamente distribuida en la roca encajonante (lutitas y grauwacas), la veta es muy brechoide y ramaleada con escasas leyes de plomo y zinc sin presentar plata. Tiene 1.50 m. de ancho aproximadamente, en el punto que se tomó la muestra.

7) Levantamiento Geológico (Esc. 1:500)



### b) Porcentaje de Minerales

Pirita	83%
Galena	12%
Blenda	1%
Calcopirita	1%

### c) Relaciones Texturales

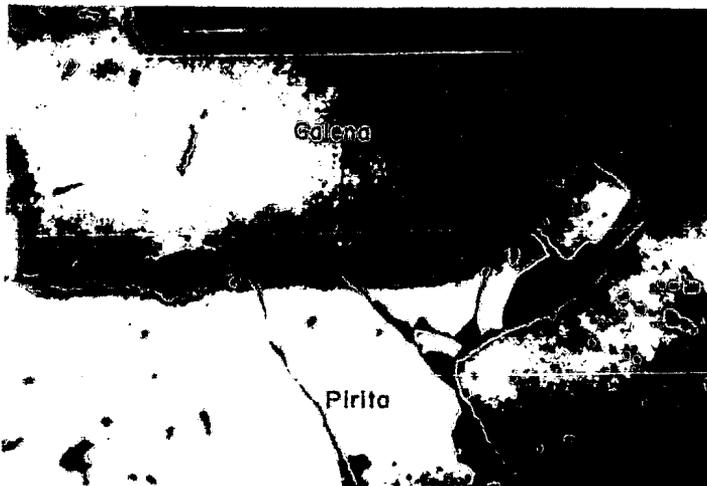
La muestra esta representada en su mayor parte por pirita mostrando granos de tamaño grande y uniforme, sus bordes parece que tienen cierta alteracion, delimitando claramente cada grano mineral.

Se observa en contacto franco con galena y blenda sin presentar bordes de reaccion, aparentemente.

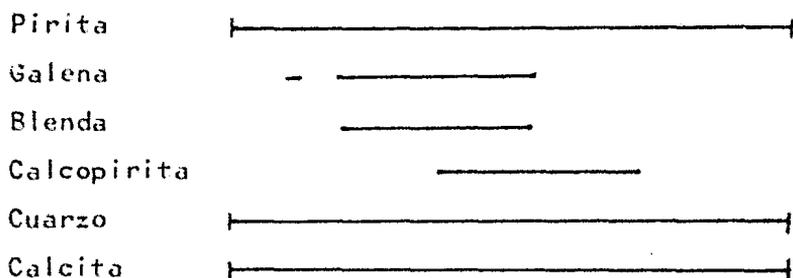
La galena tambien muestra granos grandes, observándose su típico crucero cúbico; sin presentar anomalías en sus relaciones texturales.

La blenda es muy escasa y cuando aparece, generalmente esta aislada, con exsoluciones de calcopirita en gran abundancia; cuando está en contacto con la pirita y la galena, sus bordes son normales. Sigue teniendo su alto contenido de hierro.

La textura de la muestra se inclina a ser de relleno de cavidades.



d) Sucesión Propuesta



e) Paragénesis

Galena y blenda con pirita, calcopirita, cuarzo y calcita como minerales de ganga.

f) Observaciones

No fueron observadas las sulfosales, esto nos indica que al parecer se confirma la regla de que a mayor profundidad --- (nivel 205), la plata desaparece para incrementarse el zinc y el plomo.

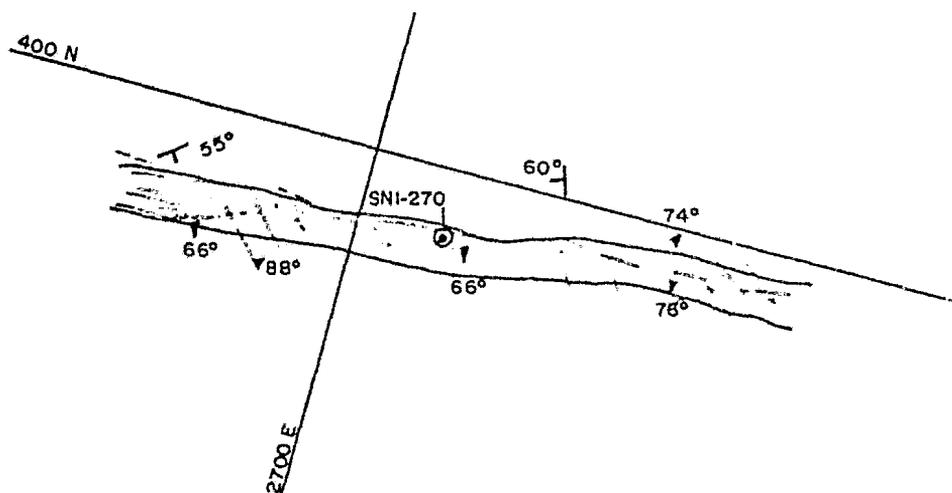
Muestras de la Veta Santo Niño

Muestra SN 1-270 (3 superficies)

La muestra fue tomada en la parte occidental del nivel 270, la veta presenta un claro brechamiento, formada principalmente por cuarzo y sulfuros con excelentes leyes y un espesor de 1.50 m., aproximadamente, con arauyaca como roca encajonante.

g) Ensayo Fromadio

Ancho veta	Leyes				
	Au	Ag	Pt	Zn	Cu
2.68	0.2	819	0.6	1.3	3.82



b) Porcentaje de Minerales

Blenda	60%
Galena	4%
Pirargirita	4%
Pirita	7%
Calcopirita	3%
Cuarzo	20%
Calcita	2%

c) Relaciones Texturales

Se observa una sulfosal de color azul grisáceo (pirargirita) mostrando claros intercrecimientos mirmequíticos con galena, pirita y calcopirita.

Los contactos de la pirargirita indican un claro proceso de reemplazamiento con la pirita que es el mineral con el cual se encuentra más comunmente en contacto. Rara vez se encuentra con

blenda y cuando se observa no muestra bordes de corrosión.

A veces se puede observar rodeada por pirita y algunas -- otras en forma aislada en contacto con la ganga, tal vez la pirargirita algunas veces esconde las reflexiones internas al reemplazar a la pirita.

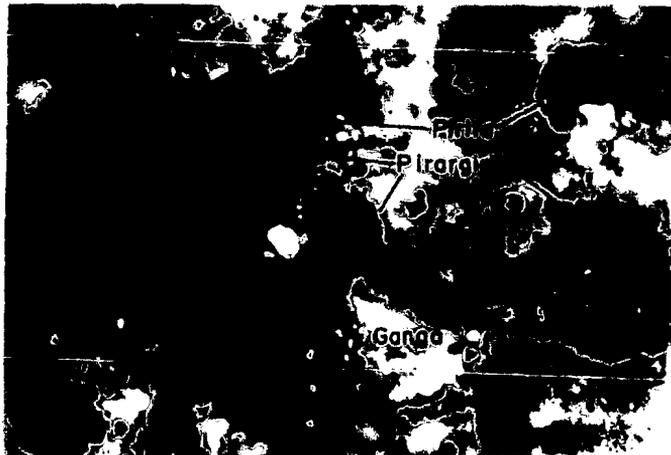
El tamaño de los granos es muy variable incluso en una -- misma sección pulida.

La blenda se encuentra en muy alta proporción (60%), presenta un color rojizo, con lo cual se deduce que tiene un alto contenido de Hierro, siendo por lo tanto la variedad marmatita, se encuentra en contacto franco con pirita, galena, y escasamente con pi-- rargirita. La calcopirita se presenta como exsoluciones exclusiva-- mente en la blenda.

La galena se encuentra escasamente distribuída en la sec-- ción, está en contacto franco con blenda y pirita.

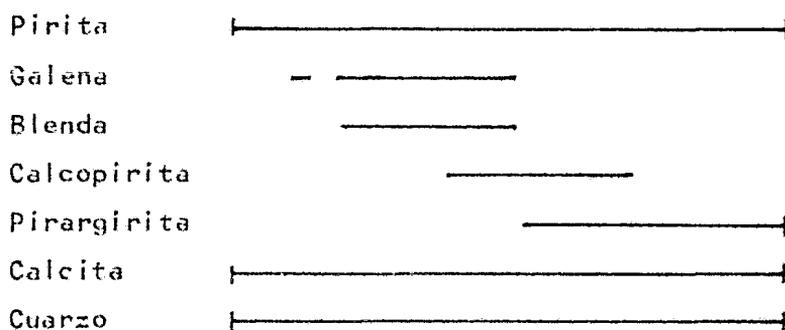
La pirita es el segundo mineral más abundante (7%) de la mena, se observa frecuentemente reemplazada por pirargirita mostran-- do claros contactos de reacción, se observa en contacto con blenda y presenta numerosas inclusiones a manera de intercrecimientos de -- pirargirita, hasta construir muchas veces, verdaderas texturas mir-- mequíticas

En forma general la muestra presenta una textura típica -- de relleno de cavidades.



N X

d) Sucesión Propuesta



e) Paragénesis

Blenda, galena, pirargirita; con cuarzo, calcita, pirita y calcopirita como minerales de ganga.

f) Observaciones

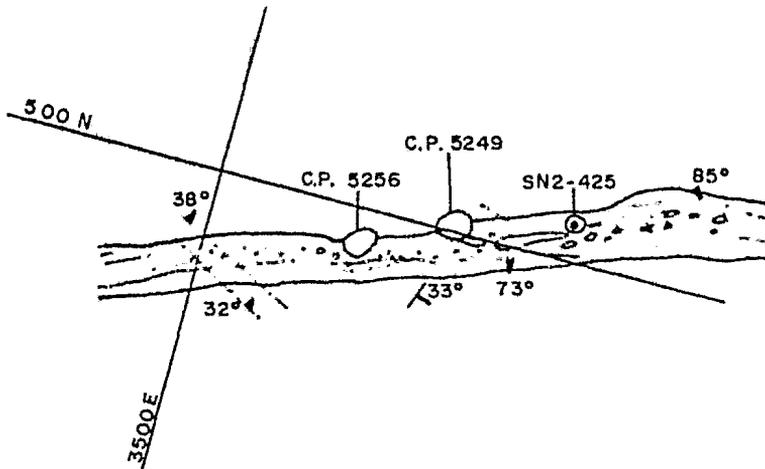
Es importante hacer notar que un gran contenido de sulfosales se encuentran íntimamente asociadas con pirita.

Muestra SN 2-425 (2 superficies)

Esta muestra se tomó aproximadamente a 300 m. del cruce principal en el nivel 425, presenta una textura típica de relleno - de cavidades con un aspecto brechoide formada principalmente de - - cuarzo y sulfuros, la veta tiene un espesor aproximado de 2.50 m., con grauvaca como roca encajonante.

a) Ensaye Promedio

Ancho veta	gms				
	Au	Ag	Pb	Zn	Cu
2.05	0.6	398	0.3	0.9	0.03



b) Porcentaje de Minerales

Blenda	5%
Pirita	0.5%
Galena	0.4%
Pirargirita	4%
Calcopirita	Tr
Cuarzo	90%
Calcita	Tr

Relaciones Texturales

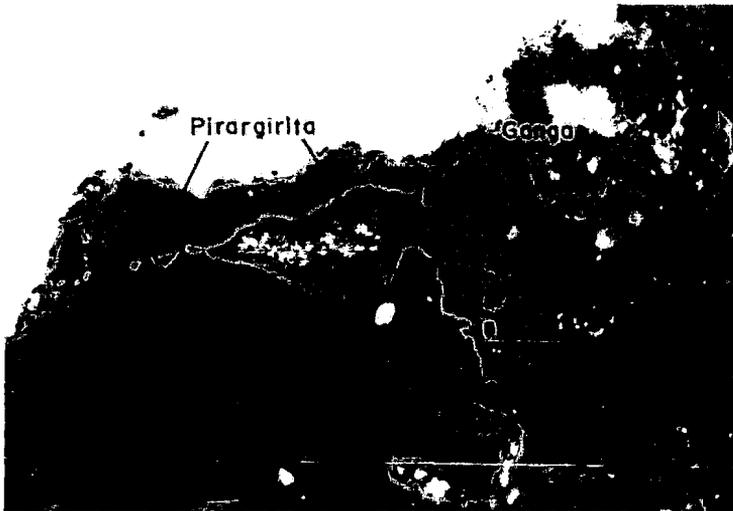
La blenda es el mineral de mena que prácticamente constituye la superficie pulida, muestra su característico color gris, presentando una vez más el aspecto rojizo en los bordes, denominándose por ésto marmatita. Sus contactos son francos con los pocos minerales que se observan, pirita y calcopirita, y algunas veces parece ser que se encuentra reemplazada por pirargirita. Es común observar a la blenda en granos aislados diseminados en el cuarzo, pre-

sentando muy diversos tamaños.

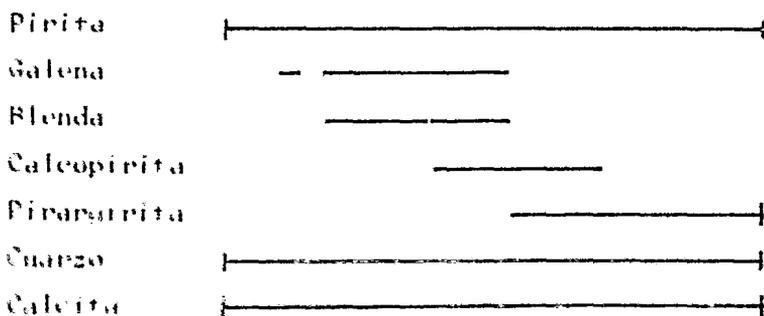
La pirargirita se encuentra en granos aislados muy pequeños; aunque sus características no se observan claramente, parece ser que reemplaza a la pirita comúnmente y a la blenda en alguna -- que otra ocasión; presenta sus características reflexiones internas de color rojo carmín, se encuentra distribuída muy al azar.

La calcopirita se restringe a presentarse como exsoluciones dentro de la blenda, en dimensiones muy pequeñas.

La textura que presenta la muestra es típica de relleno de cavidades.



d) Sucesión Propuesta



e) Paragénesis

Galena, blenda, pirargirita, con pirita, calcopirita cuarzo, y calcita como minerales de ganga.

f) Observaciones

La muestra tiene un alto porcentaje de ganga con lo - cual se cumplió el objetivo de observar con que estaba asociada.

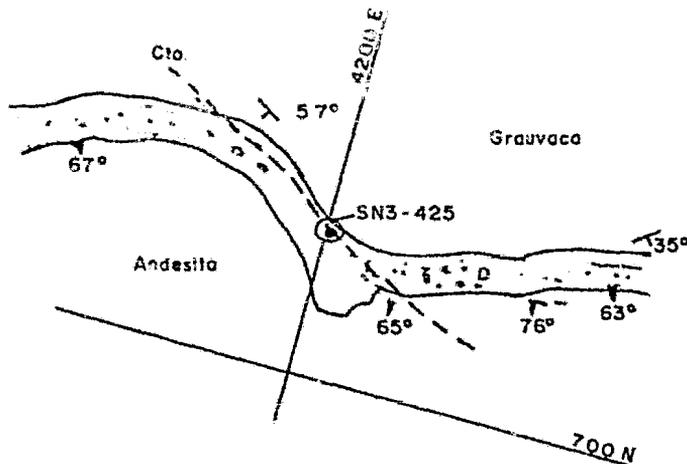
Muestra SN 3-425-2 (6 superficies)

La muestra fue tomada en la parte oriental de la veta Santo Niño, en el nivel 425, esta formada por hilos de diversos es pesores, constituída por cuarzo y sulfuros con excelentes valores de todos los minerales, la textura es típica de relleno de cavidades, la veta se encuentra encajonada por andesitas al alto y grauwacas al bajo.

a) Ensaye Promedio

Ancho veta	grs				
	Au	Ag	Pb	Zn	Cu
2.47	1.7	1069	1.0	3.0	0.09

Levantamiento Geológico (Esc.1:500)



## b) Porcentaje de Minerales

Son muy variables en el campo del microscopio; en promedio:

Pirita	15%
Cuarzo	10%
Calcita	5%
Calcopirita	5%
Polibasita	Tr
Pirargirita	30%
Blenda	20%
Galena	15%

## c) :Relaciones Texturales

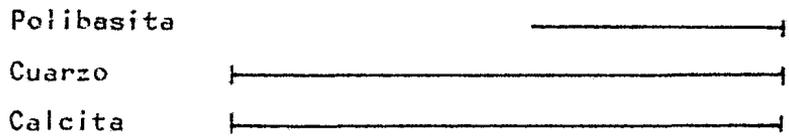
La pirita se encuentra estrechamente relacionada con una sulfosal de color azul verdoso muy claro (pirargirita), sus contactos son francos sin mostrar señales de corrosión (reemplazamiento) por lo que se sugiere una relación de intercrecimiento. Dentro de la pirita existe una gran cantidad de pequeños cristales de polibasita, también se observaron cristales muy pequeños de éste mineral rodeando a la pirita.

La pirargirita se encuentra generalmente rodeada de galena, mostrando bordes de contacto normales sin alteración. Esto nos indica el claro intercrecimiento entre ambos minerales, formándose la galena antes y durante el depósito de la pirargirita.

También puede ser observada en contacto con la blenda, pero no muy frecuentemente, mostrando contactos normales, denotando que fue formada después que la blenda.

La calcopirita se puede observar como exsolución dentro de la blenda; a veces dentro de la galena; también es posible ver pequeños granos aislados.





e) Paragenésis

Blenda galena, pirargirita, polibasita, con cuarzo, calcita, pirita y calcopirita como ganga.

f) Observaciones

En algunas ocasiones las sulfosales se encontraron dentro de la pirita, pero esto sucedió más comúnmente con la galena.

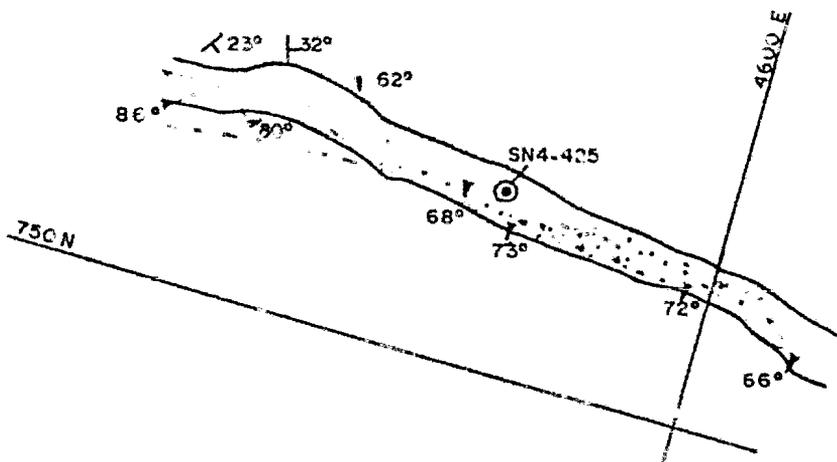
Muestra SN 4-425 (4 superficies)

Esta muestra fue tomada aún más al oriente del cruce principal, presenta excelentes valores representados en una veta de composición cuarzo-sulfuros con textura típica de relleno de cavidades y grauvaca como roca encajonante.

a) Ensaye Promedio

Ancho veta	ars				
	Au	Ag	Pb	Zn	Cu
3.17	1.9	1025	1.1	2.5	0.05

Levantamiento Geológico (Esc. 1:500)



b) Porcentaje de Minerales

Polibasita	25%
Pirargirita	25%
Galena	20%
Blenda	25%
Pirita	5%
Calcopirita	Tr

c) Relaciones Texturales

En esta muestra, las sulfosales son muy abundantes, la polibasita presenta un color verde muy claro, se observa comunmente dentro de la galena, en intercrecimientos normales y en muchos cristales se observan bordes de reacción denotando un marcado reemplazamiento esto sucede también con la blenda, mostrando a veces un completo reemplazamiento por la polibasita, llegando a formar texturas gráficas por reemplazamiento.

La pirargirita también presenta generalmente las mismas características pudiéndose a veces observar a la polibasita dentro de esta.

En la blenda se logran observar pequeños cristales de pirargirita en exsolución, llegando a formar grandes cantidades.

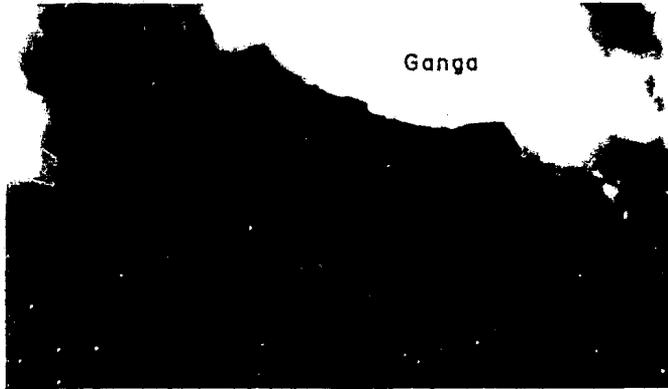
Las sulfosales, también se observan en contacto con calcopirita; presentándose aparentemente, bordes de reacción. La calcopirita se presenta en cristales medianos.

Los contactos de la galena con la blenda se observan normales, estando rodeada siempre la primera por la segunda.

Dentro de la blenda existen numerosas exsoluciones de calcopirita presentando una relación de reemplazamiento mostrada por sus bordes de reacción.

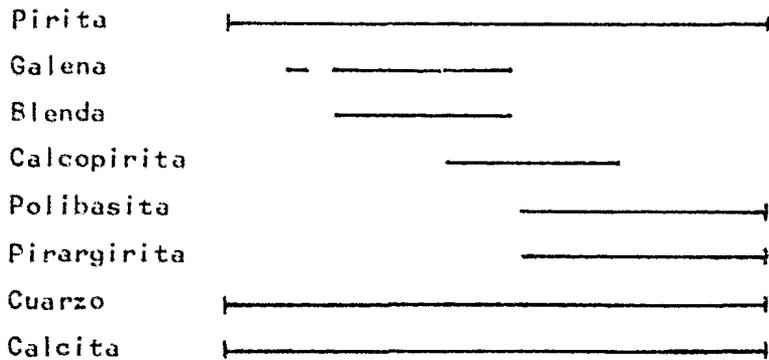
La pirita se encuentra en muy poca proporción, pero tal parece que ha sido reemplazada por las sulfosales y algunas veces se encuentra intercrecida con ellas.

Aunque hay bastante reemplazamiento la muestra presenta una textura que es típica de relleno de cavidades.



N.X.

d) Sucesión Propuesta



e) Paragenésis

Galena, blenda, polibasita y pirargirita, con pirita, calcopirita, cuarzo y calcita como ganga.

f) Observaciones

Al parecer no hay pirita, sin embargo se observaron - sulfosales reemplazando un mineral que parece que fué pirita.

## 2.- ALTERACIONES SUPERFICIALES

Las alteraciones que se observan en superficie aparente mente no tienen ninguna relación con las dos vetas estudiadas, esto parece ser porque las vetas no afloran y se acuñan aproximadamente en el nivel 215.

Así tenemos, que las alteraciones que se observan casi en todos los cerros aledaños al Cerro Proaño son:

**Silicificación.**- Es muy notoria por la gran dureza que presentan las rocas, con un gran fracturamiento.

**Caolinización.**- Es observada, ya que al romper las rocas, se presenta totalmente reemplazada por una caolinización incipiente, dando un color blanco con una textura sacaróide.

**Cloritización.**- Se presenta principalmente en las andesitas, dando un color verde oscuro.

**Argilización.**- Esta alteración es muy común, dando un caracter arcilloso a las rocas que afecta.

Aunque el tema tratado en este punto es alteraciones superficiales, se mencionarán a continuación, las alteraciones que presentan los diferentes tipos de rocas que encajonan a las dos vetas:

**Silicificación.**- Es una alteración muy común, que hace que las rocas que la presentan (generalmente grauvacas), adquieran una buena consistencia, siendo bastante duras con un marcado fracturamiento.

**Cloritización** - Es una alteración muy abundante. Como se mencionó para superficie, se presenta generalmente en andesitas; pero con frecuencia se pueden observar grandes manchones verdes dentro de la grauvaca afectada por esta alteración.

Argilización y Propilitización.- Son dos alteraciones - que se observan algunas veces en las rocas. La primera dando un - carácter arcilloso a la roca y la segunda es notable por el con- tenido de calcita, pirita y epidota.

Carbonatación.- Esta alteración se presenta como abun-- dantes vetillas de calcita, que pueden ser observadas en los cru- ceros de la mina y dentro de las lutitas calcáreas y carbonosas - del Grupo Proaño.

Piritización.- Es una alteración muy relacionada con la mineralización. Se encuentra ampliamente distribuída en las rocas encajonantes.

### 3.- COMPOSICION QUIMICA Y LEYES DEL MINERAL

Los minerales de las dos vetas, se presentan como sulfuros, silicatos y carbonatos principalmente; siendo el cuarzo - el mineral silíceo y la calcita el mineral calcáreo, ambos, minerales de ganga.

Las leyes promedio que presenta cada una de las vetas; calculadas para el mes de noviembre de 1982 son:

#### VETA SANTA ELENA

Au	grs Ag	‰ Pb	Zn	Cu
0.2	435	0.2	0.6	0.01

#### VETA SANTO NIÑO

Au	grs Ag	‰ Pb	Zn	Cu
0.5	053	0.5	1.0	0.03

Como se observa son excelentes leyes que se presentan a todo lo largo de los cuerpos minerales, dando así un gran valor a los volúmenes de material existente en ambas.

#### 4.- TONELAJE DE RESERVAS POTENCIALES

Para el cálculo de reservas se siguieron los criterios que se han establecido por la Compañía Fresnillo, con el fin de presentar datos confiables. En forma resumida, para calcular reservas a lo largo del desarrollo de 2.5 km y 0.5 km de las vetas Santo Niño y Santa Elena, se sigue el siguiente proceso:

- 1.- Toma de muestras cada 2.0 m. de veta, para ensayos.
- 2.- Se hacen los siguientes ajustes a las leyes obtenidas:
  - a) Por valores elevados en una línea de muestreo.
  - b) Por dilución, para tomar en cuenta el minado de la veta.
  - c) Por error en la toma de muestras.
- 3.- Una vez obtenidas las leyes, se promedian obteniendo un promedio final, que se dará a cada división o block de la veta.
- 4.- Se calculan áreas de reservas por block, afectadas por la ley del block. Las áreas para formar un block se dan con 10 ó 20 metros arriba, abajo y a los lados de cada labrado menor de acuerdo a las leyes y a los criterios de los geólogos encargados de esa sección.
- 5.- Teniendo el ancho promedio de la veta y multiplicándolo por el área antes obtenida, sacamos el volumen de mineral existente en cada block.
- 6.- Si multiplicamos el volumen por la densidad del mineral ( $2.8 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$ , para vetas) tenemos el tonelaje total del block.
- 7.- Sumando los tonelajes de cada uno de los blocks obtenemos las reservas probadas totales.

Las reservas posibles se determinan en base a los criterios para decidir hasta donde continuará la veta de acuerdo a los datos conocidos. El proceso de cálculo es el mismo que para las reservas probadas.

Las reservas calculadas para las vetas Santa Elena y Santo Niño al mes de noviembre de 1982 son:

	Reservas Probadas (ton)	Reservas Posibles (ton)
Veta Santo Niño	866 900	782 900
Veta Santa Elena	96 000	296 193

b.- Características Propias de la Roca Encajonante

#### 5.- LITOLOGIA

Cada una de las vetas presenta diferencias en el tipo de roca que la encajona, así tenemos que en el nivel 270 la veta Santa Elena presenta grauvacas y lutitas calcáreas y carbonosas de la Formación Plateros, que ya se ha descrito anteriormente. En el nivel 425 la veta se encuentra emplazada en su mayor parte, en el contacto de las dos rocas antes mencionadas como se observa en la Fig. No. 8. En el nivel 695, la roca encajonante es la grauvaca inferior de la Formación Valdecañas.

Aquí cabe mencionar que en la veta Santa Elena la grauvaca es una roca favorable para la mineralización, ya que se pueden observar excelentes valores cuando está presente y la lutita es una roca desfavorable ya que cuando aparece, la veta se vuelve incosteable teniendo delgados espesores, bajos valores y se ramalea abundantemente.

En la Veta Santo Niño, las rocas presentes son: grauvacas y lutitas de la Formación Plateros, andesitas de la Formación Chilitos y en el nivel 270, la roca encajonante en la última parte del lado oriente es el conglomerado de la Formación Fresnillo.

Esta veta está emplazada en su mayoría entre el contacto de las grauvacas y lutitas con la andesita. (Ver Fig. No. 8).

## 6.- FORMA DE LOS YACIMIENTOS

Debido a que las dos estructuras estudiadas cortan los planos de la estratificación, comportándose como cuerpos tabulares de grandes longitudes y pequeños espesores, se consideran típicas vetas de relleno de fisuras, presentando casi la misma orientación colocándolas por lo tanto dentro del mismo sistema (E-W), con las características siguientes:

Estructura Promedio	VETA SANTA ELENA	VETA SANTO NIÑO
RUMBO	Casi E-W	N 75° E
ECHADO	50° a 70°	60° a 85°
BUZAMIENTO	Al Sur	Al Sur

## 7.- ROCAS VOLCANICAS Y/O PLUTONICAS ASOCIADAS.

Las únicas rocas volcánicas que están íntimamente relacionadas con las vetas de estudio, son las andesitas de la Formación Chilitos, las cuales, como se mencionó anteriormente encajan a la veta Santo Niño.

En el área de Fortuna se encuentra un intrusivo de composición cuarzomonzonítica, que es posible que esté relacionado con los mantos y chimeneas de ésta sección.

Por último, existen algunos diques dioríticos, localizados en algunas partes de la mina.

## 8.- EDAD DEL YACIMIENTO

La Mineralización de las dos vetas, se considera que es de edad Terciaria: finales del Oligoceno-Mioceno; en base a que -- las estructuras alcanzan a cortar las rocas de composición riolít-

tica de edad Oligoceno-Mioceno.

## 9.- ORIGEN DE LA MINERALIZACION

Existen algunas teorías que exponen el origen de los yacimientos en Fresnillo. En este punto solo se expondrán brevemente, ya que no es el objetivo de este trabajo discutir las hipótesis geológicas.

Así, resumiendo las teorías de algunos autores:

### DE CSERNA (1977)

Propone tres etapas de mineralización: en la primera hay depósito sinsedimentario de los mantos en una bahía costera de -- circulación algo restringida; en la segunda etapa, el proceso de -- mineralización se lleva a cabo después del plegamiento Eocénico, con el emplazamiento de un tronco cuarzomonzonítico formando las chimeneas localizadas en la sección fortuna; y por último en la -- tercera etapa se lleva a cabo una deformación tectónica extensio-- nal permitiendo el desarrollo de numerosas fallas que quedaron mi-- neralizadas por procesos hidrotermales.

De Cserna menciona que puesto que los análisis isotópi-- cos del plomo de vetas y mantos son muy parecidos, probablemente -- la fuente de origen de las vetas fueron los mantos y los horizon-- tes metalíferos sinsedimentarios.

### KREZMER (1977)

Solamente sugiere que la mineralización puede ser el úl-- timo evento asociado con el emplazamiento de la cuarzomonzonita.

### MACDONALD (1978)

Concluye que el manto Cueva Santa Branch (tema de su trabajo), y las vetas Cueva Santa y 2200 se formaron a partir de flujos hidrotermales.

### RIIVALCABA (1980)

Basado en estudios paragenéticos, alteraciones hidrotermales, inclusiones fluidas y relaciones de campo, propone un modelo que describe un origen hidrotermal común, para depósitos tipo manto y vetas ricas en plata y metales básicos.

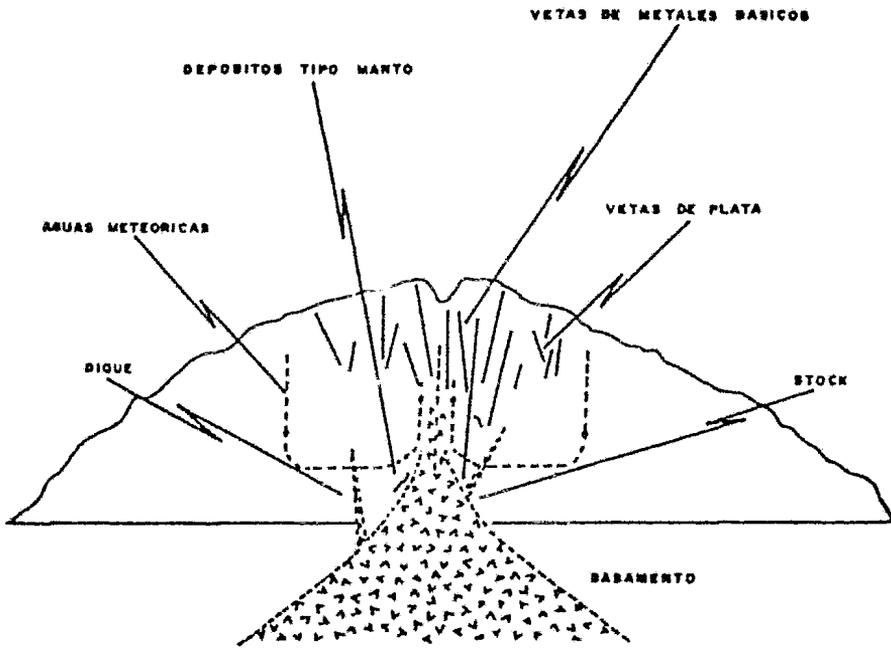
El modelo sugerido consiste de un sistema convectivo, activado primeramente por el cuerpo cuarzomonzónico, que actuó como la fuente de calor durante el ciclo de mineralización. Después al mezclarse las soluciones mineralizantes con aguas meteóricas, hubo un descenso gradual en la temperatura causando la precipitación mineral. Además Ruvalcaba propone una mineralización cíclica, de tal modo que los flujos formadores de yacimientos, circularon en un sistema convectivo (Ver Fig. No. 2).

### ARNOLD Y GONZALEZ PARTIDA (1982)

En base a estudios de isótopos de azufre (50 análisis en promedio), estos investigadores han enunciado una teoría para la determinación del origen de los yacimientos en Fresnillo. A continuación se presenta una síntesis de la misma:

a) En el Cretáceo Inferior-Medio, los metales de Cu, Pb, Zn y Fe, se precipitaron como sulfuros en un medio marino de condiciones euxínicas, debido a la reducción bacteriana de los sulfatos del agua de mar (Ver Fig. No. 10).

b) Después, con el emplazamiento del intrusivo cuarzomonzónico hay una movilización del agua connata, por aumento de temperatura formando un sistema convectivo poco o algo permeable, aún fracturado (Ver Fig. No. 11).



RUVALCABA, 1980.

	<h1>UNAM</h1>	
	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL	
<h2>MODELO CONVECTIVO</h2>		
DICIEMBRE 1982	S/N ESCALA	FIG No 9
JOSE GUADALUPE TORRES		ESPINOSA

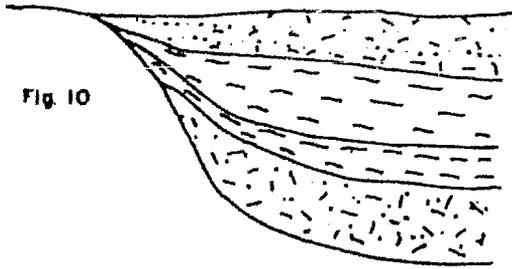


Fig. 10

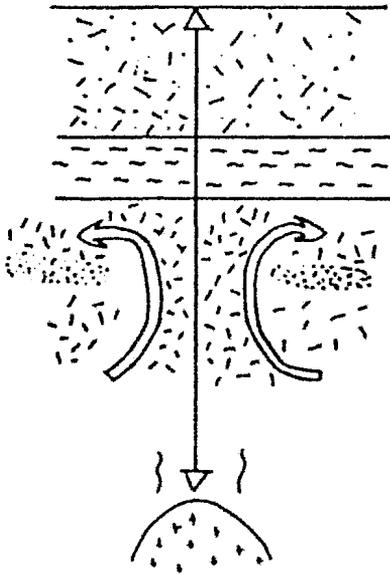


Fig. 11

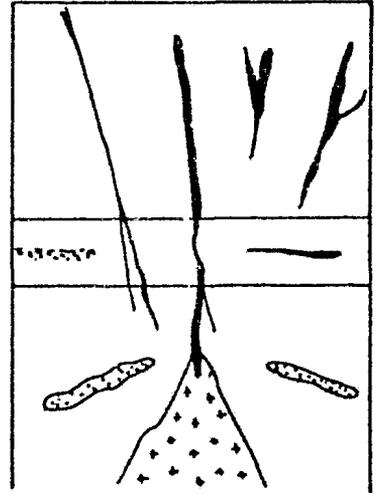


Fig. 13

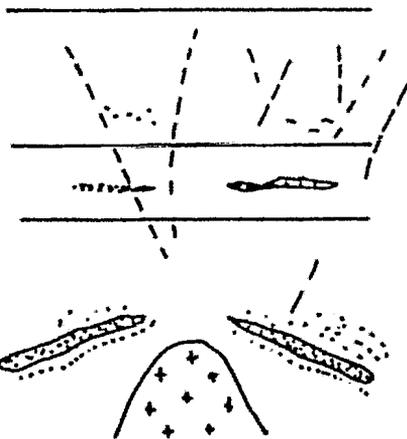


Fig. 12

TOMADO DE M. ARNOLD Y E. GONZALEZ, 1982.

	<h1>UNAM</h1>	
	FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL	
<h2>MODELO BIOGENICO</h2>		
DICIEMBRE 1982	SIN ESCALA	VARIAS FIGS.
JOSE GUADALUPE TORRES ESPINOSA		

Durante esta etapa, en la parte más caliente de la celda convectiva hay una disolución de sulfuros, que son llevados a precipitar a las zonas de enfriamiento con la intervención simultánea de un intercambio físico químico en la proximidad de rocas calcáreas.

e) Por último, cuando la intrusión llega a una profundidad de  $\pm 2$  km. de la superficie se produce una fracturación hidráulica de la roca encajonante, formando un sistema de fracturas conjugadas (Ver Fig. No. 12).

La lenta velocidad del flujo hidrotermal da lugar a la formación de los mantos y en zonas de alta permeabilidad, debido a las fracturas, el transporte se incrementa removilizando los sulfuros principalmente  $ZnS$ ,  $PbS$  y sulfosales de  $Ag$ , y llevándolos hasta grandes distancias para formar las vetas. (Fig. No. 13).

d) Como conclusión, ellos determinan que: "Los mantos y vetas son las formas de una removilización, bajo dos regímenes hidroestáticos distintos, de un proceso en donde inicialmente los sulfuros eran de origen hidrotermal, estando diseminados en las lutitas, grauwacas y talitas carbonosas".

## 10.- CLASIFICACION DE LOS YACIMIENTOS.

De acuerdo con la clasificación de Lindgren y en base a los estudios de inclusiones fluidas, que han dado temperaturas de formación de  $250^{\circ}C$  a  $350^{\circ}C$  (Kreuzer, 1977);  $251^{\circ}C$  a  $300^{\circ}C$ , (MacDonald, 1978) y  $207^{\circ}C$  a  $298^{\circ}C$  (Rivalcaba, 1982), las dos vetas estudiadas se clasifican como yacimientos mesotermales principalmente, aunque en las partes de menores profundidades se observan características típicas de yacimientos pitermales y en las partes más profundas se observan características de yacimientos hipotermales.

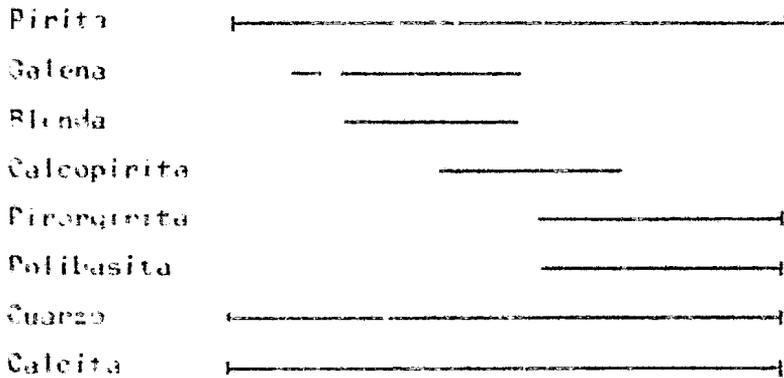
## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## A. CONCLUSIONES

- 1.- El Grupo Proaño subyace discordantemente a la Formación Chilitos.
- 2.- La Formación Chilitos es de edad Cretácico Inferior o más joven aún.
- 3.- La Formación Fresnillo, se formó a partir de las formaciones Plateros y Fortuna.
- 4.- Debido a los intensos esfuerzos tectónicos a los que fue sometida la zona, existen numerosas fallas algunas de las cuales han sido mineralizadas.

Del análisis de muestras, se concluye lo siguiente:

- 5.- La paragénesis y sucesión característica de ambas vetas es la siguiente:



Minerales de veta: Galena, blenda, pirargrita y polibasita.

Minerales de ganga: Pirita, calcopirita, cuarzo y calcita.

- 6.- El tamaño de los granos minerales, es muy variable incluso en una misma sección pulida.
- 7.- La calcopirita generalmente se encuentra como exsoluciones dentro de la blenda.
- 8.- La blenda casi siempre tiene un grito contenido de -- Blenda -- por lo que se le clasifica como la variedad marmarita.

- 9.- La pirita, galena y blenda, muchas veces son parciat-  
mente reemplazadas por pirargirita y polibasita.
- 10.- Los minerales de mena más importantes son la galena,  
blenda y las sulfosales de plata, pirargirita y poli-  
basita. Los minerales de ganga más comunes, son: la -  
pirita, calcopirita, calcita y el cuarzo.
- 11.- De acuerdo a los análisis de las muestras de la veta  
Santa Elena en el nivel 695, se concluye que el conte-  
nido de plata disminuye a profundidad aumentando las  
cantidades de plomo y zinc.
- 12.- La textura característica en todas las muestras, es -  
de relleno de cavidades, aunque abundan los reempla<sup>z</sup>a-  
mientos.
- 13.- En base a que las dos vetas presentan las mismas para-  
génesis y sucesiones, se deduce que tienen un origen  
común.

## B. RECOMENDACIONES

- 1.- Un estudio estratigráfico a detalle, aclararía porque la  
Caliza Fortuna, no se encuentra sobre la Formación Chilli-  
tos. (Tal vez el estudio que se está realizando por los -  
Geólogos de exploración de la Cfa. Fresnillo aclare todos  
los conceptos estratigráficos).
- 2.- Es necesario hacer un estudio minucioso de tamaño y con-  
teo de partículas minerales para saber si el proceso de -  
beneficio es el adecuado.
- 3.- Se deben hacer estudios químicos sobre la pirita y análi-  
sis con la microsonda electrónica, para saber si es posi-  
ble recuperar los minerales de plata asociados y no permi-  
tir se sigan desechando cantidades considerables de plata.

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

- Arnold, M.; González, P., E., 1982, Reporte Preliminar del Análisis Metalogenético del Distrito Minero de Fresnillo, Zac. Inédito.
- Arriaga G., G., 1976, Minerografía 2a. parte, UNAM, Facultad de Ingeniería, Descripción de Minerales Opacos.
- Bateman, A. M., 1979, Economic Mineral Deposits, 2a. Edición Jhon Wiley, Nueva York.
- Cantú Chaps, C.M., 1974, Una Nueva Localidad del Cretácico Inferior en México, Rev. Inst. Mexicano del Petróleo, Vol. VI, - No. 4.
- Cepeda D., L., 1970, Apuntes de Yacimientos Minerales, UNAM, Facultad de Ingeniería.
- Comisión Americana de Nomenclatura Estratigráfica, 1970, Código de Nomenclatura Estratigráfica, UNAM, Soc. Geol. Mex., - - Asoc. Mex. de Geol. Pet.
- Chico S., E., 1980, Descubrimiento de la Veta Santo Niño en Fresnillo, Zacatecas, Tesis Profesional UNAM, México, D.F. Inédita.
- De Cserna, Zoltan., 1970, Mesozoic Sedimentation, Magmatic Activity and Deformation in Northern México; in the Geological - Framework of the Chihuahua Tectonic Belt a symposium in honor of Prof. Ronald K. De Ford, ed. Charles Smith, -- West Texas Geological Society, p.99-117.
- De Cserna, Zoltan., 1976, Geology of the Fresnillo Area, Zacatecas, México, Geol. Soc. Am. Bul., V.87, No. 8, PP. 1191-1199.
- De Cserna, Zoltan; Delevaux, M.H. y Harris, D.C., 1977, Datos Isotópicos, Mineralógicos y Modelo Genético Propuesto para - los Yacimientos de Plomo, Zinc y Plata de Fresnillo, -- Zacatecas, UNAM, Inst. de Geol. Rev. Vol. 1, PP.110-116.

- Grupo Fresnillo, 1982, *Gaceta Minera, Revista Interna*, pp. 10-15.
- Guzmán A., A., 1969, *Geología de la Región de Fresnillo*, Edo. de Zacatecas, C.R.N.N.R., México.
- Guzmán E., T., De Cserna, Zoltan, 1963, *Tectonic History of México*, Am. Assoc. Pet. Geol. Mem.
- Hungler S., W., 1967, *Estudio Geológico de los Mantos de Fortuna en el Distrito Minero de Fresnillo*, Edo. de Zacatecas, Tesis Profesional, UNAM, México, D. F., Inédita.
- Kreczmer M., J., 1977, *The Geology and Geochemistry of the Fortuna Mineralization, Fresnillo, Zac.*, Univ. of Toronto, M. Sc. Thesis, Inédita.
- López M., R., 1977, *Geología y Yacimientos Minerales del Distrito Minero de Fresnillo, Zac.*, Tesis Profesional I.P.N., México, D. F., Inédita.
- MacDonald J., A., 1978, *The Geology and Genesis of the Cueva Santa Branch, Silver, Lead, Zinc Manto Ore Body, Fresnillo Mine, Mex.*, Univ. of Toronto, M. Sc. Thesis, Inédita.
- Martínez R., J.J. y de la Fuente P., 1970, *Proyecto de Exploración de la Zona Mineralizada de Fresnillo y Plateros, Zacatecas*, 2. Informe de Avance de Trabajos, C.R.N.N.R.
- Martínez P., J., 1973, *Estudio Geológico Superficial del Distrito Minero de Fresnillo, Zac.*, Tesis Profesional, I.P.N., México, D. F., Inédita.
- McCullag, Patrick, 1979, *Modern Concepts in Geomorphology*, Oxford University Press.
- Muller G., A., 1981, *Geología de Yacimientos Minerales del Area de Fortuna, Fresnillo, Zacatecas*, Trabajo Recepcional U.A.S.L.P., Inédita.
- Park and MacDiarmid, 1975, *Ore Deposits*, 3a. Edición, W.H. Freeman and Company, San Francisco.
- Pettijohn F., J., 1975, *Sedimentary Rocks*, 3a. edition, Harper and Row, Publishers,

- Pozo M., R de J del, 1980, Cocientes Metálicos: Un Nuevo Sistema de Exploración en 2270, Distrito Minero Fresnillo, Zacatecas, Trabajo Recepcional, U.A.S.L.P., Inédita.
- Querol S., F., 1980, Estudio Petrológico de la Formación Chilitos y del Conglomerado de la Formación Fresnillo, en - Fresnillo, Zacatecas, Trabajo de Investigación, Inédito.
- Ramphdor, P., 1980, The Ore Minerals and Their Intergrowths, 2a. ed., Pergamon Press, 2 Tomos.
- Ruvalcaba R., D.C., 1980, Geología, Alteración e Inclusiones -- Fluídas de las Vetas de Fisura, Santa Elena y Santo -- Niño en Fresnillo, México, Colorado State University, M. Sc. Thesis Inédita.
- Solís V., Herrera J. y Mendieta I., 1973, Estudio Geológico Su-- perficial del Distrito de Fresnillo, Estado de Zacatecas, C.R.N.N.R.
- Stone J., G., 1942, Estudio Geológico de la Región Mineralizada de Fresnillo; Fresnillo, Zac., Inédito.
- Stone J., G., y MacCarthy J., C., 1948, Mineral and Metal Varia tions in the Veins of Fresnillo, Zacatecas, México, Am. Inst. Min. Met. Eng. V. 178, PP. 91-106.
- Sumin de Portilla, V., 1981, Informe sobre el Yacimiento Fresni-- llo en Zacatecas, Asesoría sin publicar.
- Torres M., C.A., 1977, Estudio Geológico-Minero del Area del --- Glory Hole, en el Distrito Minero de Fresnillo, Zac., Trabajo Recepcional U.A.S.L.P., Inédita.
- Velázquez, S., De Santiago, P., Sandoval, M., Ballesteros, F., - 1981, Bosquejo Histórico y Descripción de Operaciones Actuales de la Unidad Fresnillo de Compañía Fresnillo, S.A. de C.V., Inédito.