

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



Geología, Reservas y Producción de los Yacimientos
Minerales en el Distrito de Fresnillo, Zac.

EULALIO ACOSTA AYALA

Para obtener el Título de
INGENIERO GEOLOGO

1984



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

	<u>PAGINA</u>
I. INTRODUCCION.	6
II. GENERALIDADES.	
II.1. Localización geográfica.	8
II.2. Vías de Comunicación.	8
II.3. Población.	9
II.4. Clima y vegetación	9
II.5. Historia	10
III. FISIOGRAFIA.	
III.1. Provincia fisiográfica.	13
III.2. Orografía.	13
III.3. Hidrografía.	16
IV. GEOMORFOLOGIA.	18
V. GEOLOGIA DE LOS DEPOSITOS.	
V.1. Breve descripción de la geología local - y lugar de los depósitos dentro del mar- co geológico.	19
V.2. Estratigrafía y petrografía	21
V.3. Estructuras	35
V.4. Historia geológica de la formación de los depósitos.	37
V.5. Forma, tamaño y dimensiones vertical y ho- rizontal de los depósitos	38
V.6. Clases de depósitos.	41
V.7. Génesis de los yacimientos.	43
V.8. Edad de los yacimientos.	51

	<u>PAGINA</u>
V.9. Mineralogía: mena, ganga y alteración. .	51
V.10. Zoneamiento: metal y alteración, en senti- do horizontal y vertical.	54
V.11. Controles del mineral, en pequeña y gran escala	54
V.12. Gulas de prospección y su viabilidad. .	55
V.13. Técnicas de prospección: geología, geo- química, barrenación de diamante, geofí- sica, tuneamiento y la viabilidad de estos métodos.	56
V.14. Problemas sin resolver.	57
V.15. Futuro del distrito.	58
 VI. RESERVAS DE LOS DEPOSITOS.	 60
VI.1. Reservas de mineral de sulfuros.	65
VI.2. Reservas de mineral oxidado al 31 de di- ciembre de 1980.	73
 VII. PRODUCCION DE LOS DEPOSITOS.	
VII.1. Producción total de toneladas de metal - y minerales varios; producción de sulfu- ros Mina Proaño.	78
VII.2. Resultados Metalúrgicos.	80
 VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	 81
 IX. AGRADECIMIENTOS.	 85
 BIBLIOGRAFIA.	 86

INDICE

	<u>PAGINA</u>
I. INTRODUCCION.	6
II. GENERALIDADES.	
II.1. Localización geográfica.	8
II.2. Vías de Comunicación.	8
II.3. Población.	9
II.4. Clima y vegetación	9
II.5. Historia	10
III. FISIOGRAFIA.	
III.1. Provincia fisiográfica.	13
III.2. Orografía.	13
III.3. Hidrografía.	16
IV. GEOMORFOLOGIA.	18
V. GEOLOGIA DE LOS DEPOSITOS.	
V.1. Breve descripción de la geología local - y lugar de los depósitos dentro del mar- co geológico.	19
V.2. Estratigrafía y petrografía	21
V.3. Estructuras	35
V.4. Historia geológica de la formación de los depósitos.	37
V.5. Forma, tamaño y dimensiones vertical y ho- rizontal de los depósitos	38
V.6. Clases de depósitos.	41
V.7. Génesis de los yacimientos.	43
V.8. Edad de los yacimientos.	51

	<u>PAGINA</u>
V.9. Mineralogía: mena, ganga y alteración. .	51
V.10. Zoneamiento: metal y alteración, en sentido horizontal y vertical.	54
V.11. Controles del mineral, en pequeña y gran escala	54
V.12. Gulas de prospección y su viabilidad. .	55
V.13. Técnicas de prospección: geología, geoquímica, barrenación de diamante, geofísica, troleamiento y la viabilidad de estos métodos.	56
V.14. Problemas sin resolver	57
V.15. Futuro del distrito.	58
 VI. RESERVAS DE LOS DEPOSITOS.	 60
VI.1. Reservas de mineral de sulfuros.	65
VI.2. Reservas de mineral oxidado al 31 de diciembre de 1980.	73
 VII. PRODUCCION DE LOS DEPOSITOS.	
VII.1. Producción total de toneladas de metal y minerales varios; producción de sulfuros Mina Proaño.	78
VII.2. Resultados Metalúrgicos.	80
 VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	 81
 IX. AGRADECIMIENTOS.	 85
 BIBLIOGRAFIA.	 86

ILUSTRACIONES

<u>FIGURA</u>		<u>PAGINA</u>
a	Modelo genético propuesto para la mineralización en la Mina Fresnillo.	45'
A	Precipitación de sulfuros biogénicos en el Cretácico Inferior - Medio.	50
B	Recrystalización in-situ en lentes por fluidos a la anomalía térmica.	50
C	Instalación de la celda convectiva, acompañada con el fenómeno de disolución y reprecipitación.	50
D	Cristalización de la cuarzo - monzonita; inicio de fracturas hidráulicas y removilización a grande escala.	50
E	Formación de la mineralización en vetas, originadas en dos sistemas de fracturas.	50
1	Localización del Distrito Fresnillo.	91
2	Provincias fisiográficas.	92
3	Plano topográfico del Distrito Fresnillo, según S.P.P. (Orografía, Hidrografía y Geomorfología).	93
4	Plano geológico de superficie en el área de Fresnillo.	94
4-A	Secciones geológicas del área de Fresnillo.	95
5	Sección P - 1400, N 48 E, viendo al W del "stock-work" de óxidos en el Cerro Proaño.	96
6	Sección E - W, viendo al N de los diseminados Cueva Santa, Espíritu Santo.	97
7	Plano y sección geológica A-A' del manto Cueva Santa "Branch"	98
8	Isométrico de los cuerpos Fortuna.	99

FIGURA

PAGINA

9	Principales vetas y mantos en la Mina Fresnillo, niveles 270 y 425	100
10	Secciones geológicas en la Mina Fresnillo. .	101
11	Sección NW 17° SE longitudinal al XC- 1020 - SE, mostrando la geología	102

I. INTRODUCCION

El Distrito de Fresnillo ha sido un centro minero importante desde la época colonial, pero a finales de la década de los sesentas casi se llegó al cierre de la mina debido a que se operaba con pérdidas. Al dársele un gran impulso a la exploración tanto en superficie como en el interior de la mina se llegaron a descubrir importantes estructuras ricas en plata, plomo, zinc y cobre que incrementaron notablemente las reservas de la mina e hizo resurgir la minería en el distrito, situándolo nuevamente como uno de los más importantes centros mineros del país.

Se describe en esta tesis de una forma explícita la geología general del mencionado distrito; en la orografía se clasificó el relieve en dos zonas orográficas: zona circundante y zona central, con el fin de facilitar la prospección a futuro; así mismo, la geomorfología se dividió en dos unidades geomorfológicas principales. Los tipos de yacimientos son: "Stock - Work", Diseminados, Mantos, Chimeneas y Vetas; de estos se trata de dar a conocer en forma establecida las estructuras, historia geológica de la formación de los depósitos, forma, tamaño y dimensiones (vertical y horizontal), clases de depósitos, génesis, edad, mineralogía de mena, ganga y alteración, zoneamiento de metal y alteración (en sentido horizontal y vertical), controles de mineral (en pequeña y gran escala), guías de prospección y su viabilidad, técnicas de prospección, problemas sin resolver y futuro del distrito.

Las reservas de mineral en la Unidad Fresnillo al 31 de Octubre de 1980 se detallan en 13 hojas de sumario, habiéndose hecho las tabulaciones de tonelaje y ley estimada en blocks y pilares de cada cuerpo mineralizado. Para la estimación de las reservas de los cuerpos se dividieron en dos grupos: depósitos diseminados y vetas. Estos grupos se dividieron en blocks y pilares, que de acuer-

do con los valores unitarios y según los límites de costeabilidad empleados para cada sistema específico de explotación, se subdividieron en tres categorías: Costeables más ganancia, Costeables, Marginales.

Para el cálculo de las reservas de los diseminados, mantos y chimeneas se procedió sobre secciones hechas cada 10 m. y cada 20 m. para el "stock - work", checadas con las áreas de las plantas de los cuerpos a diferentes niveles con la fórmula del prisma de. Para el cálculo de las reservas de las vetas se procedió sobre proyecciones longitudinales de las vetas a secciones con su respectivo avance, tanto en desarrollo como en tumbe.

La producción total de toneladas de metal de sulfuros y óxidos se describe desde el año 1921 hasta Diciembre de 1980, por recopilación obtenida del Dr. G. K. Lauther y el Ing. Sergio Velázquez S.

Los resultados metalúrgicos se obtuvieron del molino, abarcando el período del año 1980.

II. GENERALIDADES

II.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

El Distrito Minero de Fresnillo está situado en la -- parte central del Estado de Zacatecas, teniendo como coordenadas geográficas: 23° 10' 29" Latitud Norte y 102° 52' 39" Longitud Oeste -- del Meridiano de Greenwich.

Su elevación media sobre el nivel del mar es de -----
2,100 m.

II.2. VIAS DE COMUNICACION.

Por estar situado Fresnillo en la parte central de la República Mexicana y por su área de influencia a poblaciones cercanas en el aspecto comercial, se cuenta con excelentes vías de comunicación.

La carretera principal es la federal número 45 que -- une a la Cd. de México con Cd. Juárez, Chih., pasando por las ciudades de Torreón, Coah. y San Luis Potosí, S.L.P. que cuentan con fundiciones de minerales muy importantes para las necesidades de un -- centro minero.

En el poblado de Calera de Víctor Rosales, Zac., situado en la carretera Fresnillo-Zacatecas, existe un aeropuerto que presta servicios a las ciudades de México, D.F., León, Gto. y Aguascalientes, Ags., por servicio comercial y a toda la República en --- aviación privada.

Otra excelente vía de comunicación lo es el ferrocarril que une a la Cd. de México con Cd. Juárez y que pasa a 7 km. - de Fresnillo, en la llamada Estación San José, (Ver Fig. 1).

Fresnillo cuenta con servicios postales y telegráfi--cos a todo el país y al extranjero, así como servicio telefónico au--tomático conectado al sistema nacional y extranjero por la Red de Microondas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

II.3. POBLACION.

Fresnillo tiene en la actualidad una población de ---120,000 habitantes (censo, 1980) y es la ciudad más importante del -Estado después de su capital, Zacatecas.

La población se dedica al comercio, agricultura, ganaderla, minería y pequeña industria (empacadora de carnes y embotelladora de bebidas gaseosas).

Es el centro comercial de la región por su situación geográfica.

Cuenta Fresnillo con escuelas de enseñanza básica; --tanto oficiales como particulares, secundarias y preparatorias, aca--demia comercial y un centro de estudios Científicos y Tecnológicos - (CECYT) de la Secretaría de Educación Pública.

Tiene la ciudad servicios públicos tales como hospitales privados, Seguro Social, ISSSTE, teléfonos públicos, electrici--dad, alumbrado público, central camionera, bancos, centros deporti--vos, salas de cine, etc.

II.4. CLIMA Y VEGETACION.

Según estudios realizados por la Dirección de Geohi--drología y Zonas Áridas en el Estado de Zacatecas, clasifican el clima como seco templado con una precipitación media anual de 350 mm. comprendiendo el período de lluvias entre los meses de Junio a Sep--

tiembre. Su temperatura media es de 17.6° C, con invierno benigno -- (García López, 1978).

La vegetación está caracterizada por la abundancia de ciertas variedades de cactáceas tales como el nopal y la biznaga; -- así como la gran variedad de arbustos espinosos y mezquite; el pirul, el encino, el eucalipto, el madroño, el álamo blanco y el fresno no son muy comunes en Fresnillo. El maguey es cultivado en algunas rancharías cercanas a esta población.

II.5. HISTORIA.

La capital del Estado de Zacatecas, fue fundada por -- cuatro guerreros españoles, al mando del capitán Juan de Tolosa quienes llegaron al pie del Cerro de la Bufa, el 8 de Septiembre de 1546.

Desde los primeros años se dedicaron a la búsqueda de nuevos yacimientos en los lugares aledaños y fue así como se descubrió el Distrito Minero de Fresnillo, que ha sido importante centro productor. Debe el descubrimiento del mineral de plata a Francisco -- de Ibarra, en el año de 1553 (Bargallo, 1965, P. 64).

Las primeras obras se desarrollaron en el Cerro de -- Proaño, nombre que conserva en honor de su iniciador capitán Diego -- de Fernández de Proaño, en 1554. Poco se conoce de las primeras operaciones mineras en Fresnillo; juntando varias relaciones, parece poder asegurarse que las minas estaban trabajando normalmente en el -- año de 1717 y que su actividad fue notable en el año de 1751 bajo el mando de un administrador español de apellido Murguía. En 1757, sin embargo, las minas fueron paradas por dificultades económicas y sin duda también a causa de los crecientes problemas del desagüe y así -- permanecieron abandonadas hasta 1830, año en que las minas pasaron a ser propiedad del Estado de Zacatecas por el interés que tomó el en-

tonces gobernador de nombre Francisco García.

Bajo el entusiasta impulso del Sr. García, las minas volvieron a trabajar y la producción de plata se reanudó en 1832.

En 1835 se admitió capital inglés para hacer la instalación de las bombas "Cornish" movidas a vapor, que fueron instala--das en los dos tiros principales. El capital se usó también para --- construir la gran hacienda de beneficio, hoy Hacienda Proaño, fundando también la Escuela Práctica de Minería (edificio que actualmente ocupa la Delegación de Turismo, la casa de la Cultura, Artesanías y el Hospicio). La Compañía formada entonces (Cla. Zacatecano-Mexica--na) trabajó con éxito hasta 1872, no pudiendo seguir adelante debido a trastornos económicos y políticos.

En 1903 una compañía americana ("The Fresnillo Mining Co."), construyó una planta de lixiviación para el tratamiento de -- las colas del proceso de patio, y en 1911, compró las minas y cons--truyó una planta de cianuración para el beneficio de 500 toneladas - diarias. De 1913 a 1919 mina y planta permanecieron inactivas por -- completo debido a la Revolución Mexicana.

En 1919 "The Fresnillo Mining Co.", rentó sus propie--dades a una compañía inglesa ("The Mexican Corporation") la cual erigió una planta de cianuración para 2200 tons. y cuya capacidad se aumentó posteriormente para tratar 3 000 tons. diarias, empezando la - intensa explotación de los minerales de plata oxidados en 1921. En - el año de 1929 se formó la Compañía "The Fresnillo Co." mediante la fusión de "The Fresnillo Mining Co." y "The Mexican Corporation"; esta compañía sufrió una serie de cambios y la razón social prevaleció hasta el 6 de Septiembre de 1961 en que conforme a lo estipulado en la nueva ley minera, "The Fresnillo Co." se mexicanizó y se le dió - el nombre de Compañía Fresnillo, S.A. en la cual durante el tiempo -

de la mexicanización se han hecho una serie de cambios radicales -- tanto en la organización como en las técnicas de exploración, explotación y beneficio. Actualmente, Compañía Fresnillo, S.A. de C.V. forma parte de lo que se ha denominado el Grupo Fresnillo y que comprende las siguientes empresas:

COMPANIA FRESNILLO, S.A. de C.V.

ZIMAPAN, S.A. de C.V.

COMPANIA MINERA LAS TORRES, S.A. de C.V.

NEGOCIACION MINERA SANTA LUCIA, S.A. de C.V.

COMPANIA MINERA CEDROS, S.A. de C.V.

COMPANIA MINERA LA REINA, S.A. de C.V.

COMPANIA MINERA TRANS-RIO, S.A. de C.V.

MINERA OPODEPE, S. de R. L. de C.V.

Un 60% de las acciones del Grupo Fresnillo pertenecen a Industrias Peñoles, S.A. de C.V. uno de los grupos más activos en la rama industrial en México, el otro 40% pertenece a "The Fresnillo Company" (empresa norteamericana de la que "AMAX", tiene el 100% de sus acciones).

III. FISIOGRAFIA

III.1. PROVINCIA FISIOGRAFICA.

El Distrito Minero de Fresnillo se encuentra en la denominada Meseta Central (Raisz, 1964) colindante al Poniente con la Sierra Madre Occidental, (Ver Fig. 2). Debido a que el distrito se encuentra en el límite de estas dos provincias fisiográficas, presenta características morfológicas de ambas.

El área de Fresnillo presenta un paisaje definido por una depresión abierta hacia el NE, limitada por el flanco E de la Sierra Madre Occidental y pequeñas elevaciones que se encuentran al N y NW. En dicha depresión se forma una laguna estacional denominada Laguna Seca.

III.2. OROGRAFIA.

Para clasificar el relieve del Distrito Minero de Fresnillo se procedió a dividir en dos zonas orográficas, (Ver Fig. 3). La primera que circunda la región formada por las siguientes sierras y cerros: Sierra de Fresnillo, Mesa de San Albino, Sierra de Valdecañas, Sierra de Santa Cruz, Cerro El Pardillo y Lomas Santa Ana. La segunda zona ubicada en la parte central de dicho distrito formado por los siguientes sistemas de lomas: Sistema de Lomas NW-SE, Sistema de Lomas E-W y Valle Seco de Fresnillo. Estos se describen a continuación:

ZONA CIRCUNDANTE.

Sierra de Fresnillo.- Se localiza en la porción Norte del área con una elevación de 2300 a 2350 m.s.n.m., presenta una forma semicircular de 10 km. aprox. de diámetro, lo componen varios ce-

ros de estructura interna compleja y bloques formados por la presencia de una serie de sistemas de fallas lineales. Está constituido -- principalmente por rocas sedimentarias del Cretácico a excepción del Cerro Xoconoxtle que se encuentra al SW de dicha sierra, y es un antiguo cráter volcánico relleno de cenizas y aglomerado que fue sellado posteriormente por una emisión final basáltica del Terciario.

Mesa de San Albino.- Se encuentra en la porción NW-- del área con una elevación de 2300 m.s.n.m., de forma circular y 4 km. de diámetro. Está constituida por rocas piroclásticas del Terciario.

Sierra de Valdecañas.- Localizada en la parte SW de la zona con una elevación de 2820 m.s.n.m., presenta una forma circular de 15 km. de diámetro y consiste de rocas piroclásticas del Terciario cortadas por sistemas de fallas que dan forma a una serie de cerros y laderas acantiladas. Los depósitos de talud son abundantes y de gran extensión debido a dicha morfología.

Sierra de Santa Cruz.- Se localiza en la porción Sur del área con una elevación de 2270 m.s.n.m., en forma semicircular de 7 km. de diámetro. Esta se prolonga al W hasta chocar con la Sierra de Valdecañas. Está formada por lomas de pendiente suave y rocas piroclásticas, vitrofídicas, riolíticas y un dique riolítico que la corta con un rumbo NW 50° SE, pertenecientes al Terciario. Los depósitos de talud son escasos debido a su morfología.

Cerro El Pardillo.- Se encuentra al Este de la región con una elevación de 2050 m.s.n.m., de forma circular y 1 km. de diámetro. Está constituido por basaltos del Terciario y presenta pendientes suaves.

Loma Santa Ana.- Lo forman tres pequeñas lomas en --

triángulo compuestos por rocas piroclásticas del Terciario con --
suaves pendientes, y una elevación de 2100 m.s.n.m. Al centro de es-
tas lomas se forma una laguna llamada Santa Ana que se encuentra al
NE de la región.

ZONA CENTRAL.

Sistema de Lomas NW-SE.- Son las más importantes, ya
que en este sistema se han localizado las principales estructuras mi-
neralizadas. Se encuentran en la porción centro del área en forma --
alineada, presentan un rumbo NW 50° SE. Se describe cada cerro o lo-
ma según el orden de importancia:

- Cerro de Proaño: Tiene una forma circular de 1.3 km.
de diámetro con una elevación de 2300 m.s.n.m. El flanco SSW lo ---
constituyen grauvacas del Cretácico Sup., y el flanco NNE conglomera-
do y tobas del Terciario, tiene sus pendientes suaves bien asimétri-
cas (antes de su explotación).

- Loma de la Fortuna: En forma de Elipse orientada --
E-W con 2 km. de largo por 1 de ancho, su elevación es de 2230 m.s.
n.m. Lo constituyen las rocas sedimentarias del Cretácico cortadas
en su flanco Este por un dique de cuarzo-monzonita del Cretácico Su-
perior de rumbo N 30° W.

- Cerro del Pópulo: Presenta una forma circular de 1
km. de diámetro y una elevación de 2240 m.s.n.m. Está constituido -
por rocas piroclásticas del Terciario con pendientes muy suaves.

- Cerro del Cristo y Buenavista: Alojados al Sur del
sistema. Presentan las mismas características del Cerro del Pópulo
a diferencia que éstos se encuentran a una elevación de 2300 m.s.n.
m.

Sistema de Lomas E-W.- Lo forman los cerros de Chilitos, Loma Larga y algunos domos pequeños; presentan una orientación aproximada E-W, por lo visto del mismo origen y constituido por rocas piroclásticas del Terciario con suaves pendientes. Su elevación sobre el nivel del mar es de 2200 a 2300 m.

Valle Seco de Fresnillo.- Se encuentra en la porción centro del área; en este valle está ubicada la Ciudad de Fresnillo - con una elevación media sobre el nivel del mar de 2200 m. Se presenta ligeramente inclinado hacia el NE y cubierto por una gruesa capa de material detrítico que en algunos lugares alcanza hasta 30 m. de espesor, y es producto de la fuerte denudación de las zonas orográficas que lo limitan; en partes se observa no consolidada y en partes fuertemente cementadas por caliche. Este valle se encuentra disectado por numerosos arroyos que dan origen a la hidrografía. Dicho valle se extiende hacia el Suroriente hasta chocar con la Sierra de Zacatecas.

III.3. HIDROGRAFIA.

Como consecuencia directa del relieve solo existen pequeñas corrientes intermitentes de carácter torrencial en la época lluviosa. Forman las siguientes redes hidrográficas, (Ver Fig. 3):

1.- Se origina en el flanco SE de la Sierra de Valdecañas y fluye hacia el NE a través del valle hasta llegar al Llano - El Pardillo, donde la mayor parte de agua se infiltra y en ocasiones es acumulada con bordos hechos por el hombre. Es importante hacer notar desde el punto de vista geohidrológico, que en el Llano El Pardillo se explota gran cantidad de agua usada en la agricultura. En este llano el nivel freático se encuentra entre 5 y 20 m. de profundidad.

2.- Nace en la porción centro de la región; la componen las siguientes corrientes: a) Nace en el flanco SE de la Sierra de Fresnillo desviando sus aguas al E, b) Nace en el flanco E del Sistema de Lomas NW-SE tomando una dirección E, c) Nace en los flancos N y S del Sistema de Lomas E - W, así como, en el flanco NNE de la Sierra de Santa Cruz; toman éstas una dirección E que van a llegar al Llano El Pardillo.

3.- Laguna Santa Ana, situada a 30 km. al NE de Fresnillo. Sus aguas proceden del drenaje que nace en la parte E de la Sierra de Fresnillo, parte N del Cerro Pardillo y aguas procedentes de los cerros que se encuentran al N de dicha laguna.

4.- Esta fluye al NW y se origina en el flanco SW del Cerro Xoconoxtle, flanco NW del Cerro Proaño y en la prolongación NW de la Sierra de Valdecañas. Esta red se forma por arroyos intermitentes que van a desembocar a 30 km. al NW de Fresnillo en la cuenca del Rlo San Francisco, que es el principal afluente del Rlo Aguana--val.

IV. GEOMORFOLOGIA

Dentro del área comprendida en la región de Fresnillo, se presentan diferencias en el relieve, ocasionadas principalmente por las diferencias litológicas de las rocas aflorantes, marcando un trabajo desigual de los agentes erosivos para dar origen a una erosión diferencial. Por consiguiente, se procedió a dividir en dos unidades geomorfológicas principales, (Ver Fíg. 3):

1) Unidad Geomorfológica de la Meseta Central.- Está formada por las siguientes sierras y lomas: Sierra de Fresnillo, Mesa San Albino, Sierra de Santa Cruz, Cerro El Pardillo, Lomas Santa Ana, Sistema de Lomas NW - SE, Sistema de Lomas E - W. Presenta una superficie aproximada de 100,000 Has. con desniveles de 50 a 350 m. y pendientes suaves. Las rocas que las constituyen son sedimentarias e lgneas que abarcan los períodos Cretácico y Terciario. Las corrientes-que predominan se consideran insecuentes, a excepción de las consecu^{entes} y subsecuentes que se presentan ocasionalmente en las rocas sedimentarias.

En lo referente al ciclo geomorfológico, se considera que la unidad geomorfológica de la Meseta Central se encuentra en una etapa de madurez.

2) Unidad Geomorfológica de la Sierra Madre Occiden -- tal.- A esta la compone únicamente la Sierra de Valdecañas. Presenta una superficie aproximada de 50,000 Has. con desniveles de 400 a 720 m. y pendientes fuertes. Las rocas que la constituyen son lgneas que posiblemente pertenecen al período Terciario. El drenaje es dendrítico insecuente.

En lo relativo al ciclo geomorfológico, se considera que la Unidad Geomorfológica de la Sierra Madre Occidental se encuentra en una etapa de juventud.

V. GEOLOGIA DE LOS DEPOSITOS

V.1. BREVE DESCRIPCION DE LA GEOLOGIA LOCAL Y LUGAR DE LOS DEPOSITOS DENTRO DEL MARCO GEOLOGICO.

En el Distrito Minero de Fresnillo afloran rocas de los periodos: Cretácico, Terciario y Cuaternario. Dentro del Cretácico está incluida una secuencia de rocas sedimentarias e Igneas que son mencionadas de la más antigua a la más joven: Formación Chilitos, Grauvaca Inferior, Lutitas Calcáreas y Carbonosas, Grauvaca Superior y Pórfido Cuarzomonzónico. El Terciario incluye Conglomerado, Rocas Piroclásticas, Diques Riolticos, Vitrófiro y Rioltitas de Biotita. El Cuaternario está representado por Conglomerados, Caliche y Aluvión.

El lugar de los depósitos dentro del marco geológico, abarca en su mayor parte las rocas del Cretácico que son donde se encuentran los principales yacimientos minerales, y con menor influencia en las rocas del Terciario abarcando nada más hasta las rocas piroclásticas; haciéndose notorio que a medida que las rocas son más jóvenes, tanto las estructuras como la mineralización tiende a desaparecer.

En el distrito de Fresnillo existen cinco tipos de yacimientos: "Stock - Work", Diseminados, Mantos, Chimeneas y Vetas, que producen minerales económicos de oro, plata, plomo, zinc y cobre. Se localizan a lo largo de 6 km. desde la Loma Fortuna hasta el Cerro del Cristo, y desde la superficie hasta 1030 m. de profundidad.

El mayor núcleo de vetas se encuentra en el Cerro Proaño, casi totalmente explotadas; éstas fisuras al atravesar la Grauvaca Superior se ramalaron intensamente formando un "Stock Work" de óxidos, desde superficie hasta el nivel 60, que se explotó parcialmente hasta el año 1942. En la actualidad están en proceso los prepara

rativos para su reexplotación, (Ver Fig. 5).

Abajo del Cerro Proaño, del Nivel 75 al Nivel 340, -- existen cuerpos diseminados de sulfuros en un anticlinorio delimitado localmente por las vetas Cueva Santa y Espíritu Santo, los sulfuros reemplazan horizontes de rocas arcillo - calcáreas del paquete de las Lutitas Calcáreas y Carbonosas del Cretácico Medio, y ocupando perfectamente la cima de los anticlinales; estos yacimientos son nombrados: Diseminados Cueva Santa y Diseminados Espíritu Santo por su íntima relación con las vetas del mismo nombre. Son yacimientos de baja ley pero representan el 20% de la producción actual, (Ver -- Fig. 6).

Se encuentran también cuerpos de reemplazamiento masivo de sulfuros siguiendo estructuralmente el anticlinorio mencionado anteriormente, con la diferencia que a medida que profundiza los anticlinales se presentan en dimensiones más grandes y pendientes más suaves en sus flancos, dando origen a cuerpos estratiformes de reemplazamiento llamados mantos Cueva Santa "Branch" y San Pascual. El primero está delimitado localmente por las vetas Cueva Santa y 2200 del Nivel 385 al 470, (Ver Fig. 7 y 10); se encuentra dentro de la unidad de Lutitas Carbonosas y Calcáreas correspondiente a la transición entre la Grauvaca Inferior y el paquete de Lutitas Calcáreas y Carbonosas del Cretácico Medio. Estos mantos en la actualidad se encuentran explotados habiendo producido más de un millón de toneladas, (Ver Fig. 7 y 10).

Abajo de la Loma Fortuna, entre los niveles 875 y -- 1030, existen cuerpos de reemplazamiento de sulfuros llamados Mantos y Chimeneas de la Sección Fortuna, (Ver Fig. 8). Estos cuerpos se encuentran emplazados en la Grauvaca Inferior; siendo un total de seis mantos conocidos que son: Superior, Inferior, 2939, 2865, 2981 y -- 3060. Las chimeneas son dos, la 2912 y la 2907 que se encuentran cerca del intrusivo cuarzomonzonítico, ambas similares, son vertica-

les y se extienden entre los niveles 875 y 1000, (Ver Fig. 8). Estos cuerpos de la sección fortuna son productores de sulfuros de plomo y zinc, sosteniendo el 40% de la producción actual.

Actualmente, las principales vetas en producción son: Santo Niño, Santa Elena y San Ricardo, pertenecientes a un sistema - S 85° E con echado de 65° al SE, con excepción de la Veta San Ricardo y quizás Santa Cruz con un echado de 65° al NE; éstas se encuentran en las rocas del Cretácico del nivel 215 al 695. Se consideran estructuras ciegas ya que no afloran en superficie, (Ver Fig. 9). La Veta 2270, única en su sistema, con rumbo N 60° W con echado de 40° - al NE. Entre las cuatro aportan el 40% restante de la producción.

Existen por lo menos dos sistemas de vetas importantes: uno al N 30° - 40° W con echado al SW al que pertenecen las vetas: Cueva Santa, Esperanza, 2137, 2630, 2200 y 1600 que en su mayoría afloran en superficie cortando las rocas del Cretácico y parte del Terciario, (Ver Fig. 10); el otro sistema es N 60° - 85° E con echado al SE perteneciendo a las nuevas vetas de la zona del Pópulo, así como las antiguas vetas: Agripo, Refugio, San Pascual y Silver, (Ver Fig. 11).

La mineralización probablemente se formó en varias etapas en los diferentes sistemas, pudiendo ser la primera de cuarzo calcita con alteración en la roca, y la segunda de sulfuros con el reemplazamiento de los horizontes calcáreos y arcillosos.

V.2. ESTRATIGRAFIA Y PETROGRAFIA.

Localmente, en el área de Fresnillo los estudios estratigráficos-petrográficos no han suministrado suficiente información para el establecimiento de unidades formales en términos recomendables por el Código de Nomenclatura Estratigráfica (Comisión Ame

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DEL DISTRITO DE FRESNILLO.

ERA	PERIODO	CÓDIGO	TIPO DE ROCA
GENOZOICO	TERCIARIO	Qol	CONGLOMERADO, CALICHE Y ALUVION
		Trb	RIOLITA DE BIOTITA
		Tvt	VITROFIRO
		Tdq	DIQUE RIOLITICO
		Tll	ROCAS PIROCLASTICAS: Tll.-toba lítica; Trm.-toba riolítica morada; Trs.-toba riolítica rosa; Tbr.- brecha volcánica; Tig.-Ignimbritas.
		Trm	
		Trs	
		Tbr	
		Tig	
		Tcg	CONGLOMERADO
MESOZOICO	CRETACICO	DISCORDANCIA	
		KQzm	PORFIDO CUARZOMONZONITICO
		KGs	GRAUVACA SUPERIOR
		KLC	LUTITAS CALCAREAS Y CARBONOSAS
		KGi	GRAUVACA INFERIOR
		KCh And Lim-ar	FORMACION CHILITOS: And.- Andesitas, aglomerado andesítico; Lim-ar.- Limolitas y areniscas

ricana de la Nomenclatura Estratigráfica, 1970), por lo que en el presente trabajo se utilizará el nombre de Unidad o Formación informalmente, los cuales se han venido usando desde hace varios años para los trabajos geológicos de mina y superficie.

Parte de los datos de la estratigrafía y petrografía fueron tomados del informe: Estudio Geológico Superficial en el Proyecto Región Fresnillo, Zac. (1982), elaborado por el Departamento de Exploración Zona Sur de la Compañía Fresnillo, S.A. de C.V. por los geólogos: A. Vallejo, H. Mendoza y J. García.

El mapa geológico que se acompaña, está basado en los estudios de De Cserna (1976), modificado por S. Velázquez (1980), para fines de comparación, (Ver Fig. 4 y 4-A).

M E S O Z O I C O

CRETACICO:

FORMACION CHILITOS.- Los afloramientos de la formación están bien expuestos a lo largo del Arroyo de Chilitos, al SSW del Cerro del Cristo y al Sur de Fresnillo, estando totalmente cubiertos por aluvión.

Consiste de rocas de composición intermedia de color gris oscuro a verde claro con tintes café rojizo. Presentan estructuras de lavas almohadilladas "Pillow - lavas", son de textura porfídica, los minerales visibles son plagioclasas y algunos ferromagnesianos, con vesículas rellenas de cuarzo, calcita y celadonita; en general se presentan cloritizadas y a veces silicificadas.

En esta formación litológicamente se identifican rocas volcánicas como: andesitas, aglomerados andesíticos e intercala-

ción de sedimentos como: limolitas, areniscas, lentes de margas, calizas y ocasionalmente lutitas. Al oriente del poblado de Valdecañas sobre el Arroyo Chilitos son más abundantes las limonitas y areniscas que las andesitas; las limonitas son de color gris oscuro a --- gris verdoso, presentando laminaciones y en ocasiones se encuentran algo calcáreas. Las areniscas son de color verde olivo de grano fino a medio y estratificación delgada. Las margas y calizas se encuentran en forma de lentes. En general los datos de rumbo son $N 40^\circ - 75^\circ E$ con echados de 40° a 80° al SE y NW. En esta área se encuentran varios micropliegues que no permiten trazar con precisión algún pliegue que corresponda a una estructura mayor.

Los contactos para delimitar la Formación Chilitos se infirieron en base a los afloramientos, algunas norias, zanjas y barrenos de diamante. Todos los barrenos que interseccionaron esta formación tienen intercalaciones de sedimentos como grauvaca y lutitas, quedando pendiente a futuro la interpretación de estas diferencias litológicas debido a la falta de información, y comprobación directa en los lugares clave. Por esta razón en la actualidad se está considerando como una sola unidad.

Para explicar el origen de esta formación, a continuación se describirán brevemente los conceptos del Estudio Petroológico de la Formación Chilitos elaborado por Querol (1980):

1.- La litología de esta formación está representada por: aglomerados andesíticos, andesitas microporfídicas de augita, lentes y delgadas capas de caliza micrítica, feldesarenitas, arenitas volcánicas y microdioritas.

2.- La estructura interna de la formación está mal definida, pero está parcialmente estratificada, lo cual es observable

cuando aparecen las rocas sedimentarias y las estructuras en almohadillas de las lavas. Las rocas sedimentarias están íntimamente interstratificadas con las rocas ígneas, lo cual demuestra una relación temporal y sinéctica de ambos tipos de rocas. La Formación Chilitos es una secuencia de rocas volcánicas, de origen marino definida por la presencia de andesitas, aglomerados andesíticos y rocas sedimentarias interstratificadas, característica de una corteza oceánica metamorfizada hidrotermalmente. El espesor de la Formación Chilitos se ha medido de 375 m. (Querol, 1980).

La edad y correlación de esta formación, ha sido definida por investigación de varios autores con trabajos de estudios paleontológicos. Todos los fósiles colectados son de los sedimentos -- que afloran en el arroyo Chilitos. El C.R.N.N.R. (1973), les asigna una edad del Cretácico Inferior y los correlaciona con la Formación Taraises. El I.M.P. (1974), les asigna la misma edad y los correlaciona con la Formación Taraises, aunque señala que existen diferencias notables. De Cserna (1976), le llama Formación Chilitos a una secuencia de rocas andesíticas sin considerar dentro de ésta los sedimentos, y les asigna una edad del Triásico Superior correlacionándolos con las rocas verdes de Zacatecas. La Compañía Fresnillo, por conducto del Instituto de Geología de la U.N.A.M. (1982), envió unos macrofósiles que les asignaron una edad Valanginiano sup-Hauteriviense del Cretácico Inferior.

En el presente trabajo, a la Formación Chilitos se le asigna una edad del Cretácico Inferior, quedando abajo de la Grauvaca Inferior.

Sin embargo, recientes estudios basados en la observación directa tanto de campo, barrenos de diamante y de obras mineras, demuestran que la Formación Chilitos está descansando sobre la Grauvaca Superior y cubierta discordantemente por las Tobas Riolíticas del Terciario, lo cual implicaría que la edad asumida no es verdadera.

ra, existiendo las siguientes discusiones: 1º Si la Formación Chilotos está en discordancia por una falla normal o más comunmente de co bijadura, 2º Si está cabalgando sobre la Grauvaca Superior y 3º Si es un plegamiento de dimensiones regionales.

GRAUVACA INFERIOR.- Esta unidad no se ha cartografiado en superficie; quizá en la Loma de la Fortuna que está pendiente de mapear existan rocas pertenecientes a la Grauvaca Inferior, ya -- que otros trabajos la han relacionado. Solamente se encuentra en las obras mineras del distrito Fresnillo. Está constituida por una se--- cuencia de grauvas con intercalaciones de lutitas y lentes de cali za. La parte inferior de esta unidad se desconoce ya que los barrenos y obras en la mina no han delimitado ningún contacto, por lo tan to, el espesor es desconocido aunque quizá pase de los 700 m. El con tacto superior se encuentra concordante con la Unidad de Lutitas Cal cáreas y Carbonosas. La edad probable es del Cretácico Medio que de terminaron con microfósiles y la correlacionan con la Formación Cues ta del Cura (C.R.N.N.R., 1973). De Cserna (1976), en su estudio nombra la Formación Valdecañas y la correlaciona con esta unidad.

LUTITAS CALCAREAS Y CARBONOSAS.- Esta unidad en su--- perficie solo aflora y se ha mapeado en los "Glory-Holes" al WNW -- del Cerro Proaño. La descripción megascópica de estas rocas es: luti tas laminares de color gris oscuro de aspecto bituminoso y de color amarillento por intemperismo, también presenta intercalaciones de -- grauvaca y lentes de caliza. En el "Glory-Hole" de la Veta Esperanza ya explotada, se puede apreciar el plegamiento y deformación de estas lutitas. Los contactos de esta unidad en superficie aparentemente nos definen una estructura general de un anticlinal con el plano axial - de rumbo NW. El contacto de esta unidad con la Grauvaca Superior se está trazando en base a algunos barrenos de diamante (Nos. 743, 737, 1273 y 1278) y proyecciones de las obras mineras en diferentes niveles.

Hay información de algunas obras mineras recientes -- que están en explotación, así como, barrenos de diamante que cortan esta unidad de Lutitas Calcáreas indicando un espesor máximo del orden de 300 m.

Aparentemente no existe discordancia entre las Lutitas Calcáreas y Carbonosas con la Grauvaca Inferior que la infrayace, ni con la Grauvaca Superior que la está suprayaciendo. Esta unidad, dentro del Grupo Proaño (Stone y McCarthy, 1942), corresponde a las Lutitas Calcáreas y Carbonosas. El C.R.N.N.R. (1973), la correlaciona con la Formación Indidura. De Cserna (1976), la considera dentro de lo que él llama Formación Plateros. Se considera de edad Cretácico medio a superior aunque no existe argumento fuerte que lo determine, más bien es por correlaciones o comparación con otras formaciones parecidas ya identificadas, debido a que no se han encontrado -- fósiles.

GRAUVACA SUPERIOR.- En superficie, específicamente al SW del Cerro Proaño se han mapeado rocas que corresponden a esta -- unidad, y se describen como areniscas con algunas intercalaciones de limolitas y lutitas. Los afloramientos son escasos y en donde se observa mejor es en un antiguo "Glory - Hole" que está situado a 450 m. al SSW del Tiro Buenos Aires; también hay algunos pequeños arroyuelos en donde se ven algunos afloramientos.

La descripción megascópica de esta unidad es: areniscas de grano fino a grueso, color gris oscuro con tintes verdosos; el color de intemperismo es café rojizo a amarillento, y estratificación delgada. Estas areniscas están constituidas por cuarzo, feldespatos y fragmentos de roca en una matriz arcillosa con óxidos de hierro; ocasionalmente se le observan micas. También en algunas partes se les observó silicificación media de probable origen hidrotermal.

En superficie los datos de estratificación tienen un

rumbo general de N 70° E con echados de 52° a 80° al SSE. El espesor estimado para esta unidad es de aproximadamente 500 m. La Grauvaca Superior en relación con la unidad infrayacente (Lutitas Calcáreas y Carbonosas) está en aparente concordancia, la relación en la mina con la unidad suprayacente (Formación Chilitos) aparentemente no hay discordancia.

La Unidad de Grauvaca Superior está incluida en el Grupo Proaño, nombre que le asignaron Stone y McCarthy (1924). El C. R.N.N.R. (1973), la correlaciona con la Formación Caracol del Cretácico Superior. De Cserna (1976), considera a esta unidad dentro de la Formación Plateros asignándole una edad del Cretácico Inferior. En la actualidad están pendientes resultados de estudios micropaleontológicos del Grupo Proaño, así como, datación de las andesitas de Chilitos.

PORFIDO CUARZOMONZONITICO. - Dentro del periodo Cretácico se consideró una roca intrusiva de composición cuarzomonzonítica que en superficie aflora a 150 m. al SW del Tiro Fortuna. Su comportamiento estructural es de un dique con potencia aproximada de 15 m. con rumbo N 50° W y buzamiento de 47° variable al NE y SW. Es un pórfido que presenta fenocristales de cuarzo y feldespatos alterados en una matriz afanítica, el color de intemperismo es café amarillento a verdoso. En superficie se delimitó con zanjas y con los B.D.D. Nos. 524, 575 y 2224 que lo intersectaron entre 30 y 120 m. de profundidad. Este cuerpo está bien delimitado en el interior de la mina y se encuentra intrusionado a las Unidades Grauvaca Inferior y Lutitas Calcáreas y Carbonosas. En 1981 Clark F. Kenneth dató una muestra por el método de K-Ar del "stock" cuarzomonzonítico que se encuentra en el interior de la mina del Área Fortuna y dió 75.70 ± 1.5 m.a.; es decir que la edad de la intrusión es Cretácico Superior.

C E N O Z O I C O

TERCIARIO:

CONGLOMERADO.- Esta unidad sólo se ha encontrado en superficie en una cata en el Cerro del Pópulo y por barrenación de diamante (Es-82-1). Aunque está pendiente de mapear, también aflora en el Cerro Proaño, está expuesto en diferentes niveles de la mina y es cortada por varios barrenos de diamante tanto de superficie como de mina. Los datos que se mencionan a continuación son de bibliografía anterior, así como de observaciones realizadas.

Esta unidad presenta fragmentos de roca que alcanzan los 6 cm. y son de calizas, lutitas calcáreas y areniscas; son en su mayoría angulosos a subangulosos, por lo que el término de brecha sedimentaria es más apropiado y ha sido usado anteriormente por varios autores. Aquí se le llamará Conglomerado para no diferenciar de la nomenclatura que se usa en los planos geológicos de la mina.

De acuerdo al estudio petrográfico de 5 muestras realizado por Querol (1980), se observa que está constituido por fragmentos de roca y cuarzo mayores de 1 cm., en una matriz de sedarenita con cuarzo y sublitoarenita de pedernal. Los fragmentos de roca son en orden de abundancia: limolita, pedernal y arenisca arcósica.

El contacto inferior de esta unidad es por discordancia angular (localmente conocida como Falla San Pedro) con las rocas Cretácicas del Grupo Proaño y con la Formación Chilitos, en tanto -- que sobreyaciéndola en posición normal se encuentran rocas piroclásticas. El espesor del Conglomerado varía de 0 a 300 m.

En los barrenos de diamante Nos. 1043 y 120 se tienen lentes de tobas riolíticas dentro del Conglomerado, que prueba la -- existencia de actividad volcánica cuando se estaba depositando este

en una cuenca alargada orientada al NW - SE que se extendía al N de los cerros: Proaño, Pópulo y del Cristo; finalmente el Conglomerado fue cubierto por tobas que rellenaron la cuenca.

En la Cd. de Zacatecas, Clark K. (1981), dató las tobas riolíticas de esa área y obtuvo una edad de 36.8 ± 0.8 m.a. (Oligoceno); ahora bien, considerando que el Conglomerado que aflora en Fresnillo tiene lentes de tobas y es cubierto por éstas, su edad es ligeramente menor de 36.8 m.a.

ROCAS PIROCLASTICAS.- Constituyen una potente unidad que se presenta ampliamente expuesta en el distrito y ha sido cartografiada principalmente al SE de Fresnillo, Zac. Por presentar características texturales distintivas se han diferenciado cinco tipos -- que son: Ignimbritas, Brecha Volcánica, Toba Riolítica Rosa, Toba Riolítica Morada y Toba Lítica. Estas rocas se describirán a continuación de la base a la cima.

- Ignimbritas.- Sus mejores afloramientos están en los cerros de: Chilitos, Loma Larga, El Jarillo y El Peñasco, donde forman dos lineamientos paralelos orientados Este-Oeste, se encuentran planos de pseudoestratificación bien definidos con inclinación general al Sur de 15° a 30° . En la parte Norte del Cerro de Chilitos se encuentra la brecha volcánica sobreyaciendo a estas tobas. Existen otros horizontes de ignimbritas que se localizan al Sur de Rivera y en el flanco Norte de la Loma del Puerto, pudiendo ser el resultado de otro evento volcánico más reciente que el de las ignimbritas del Cerro Loma Larga.

Presentan diversos colores que van del gris claro a café, café rojizo y tonos violeta. Están compuestas por abundantes fragmentos de roca de color café rojizo con tamaños que varían de 0.5 a 10 cm. que le dan una clara textura eutaxítica; presentan feno

cristales de cuarzo, así como algunas plagioclasas y feldespatos alterados empacados en una matriz afanítica.

- Brecha Volcánica.- Se encuentran sus afloramientos cerca a la represa de Providencia y en la parte Norte del Cerro Chilitos, aquí su espesor no es mayor de 3 m. y le sobreyace la Toba -- Rioltica Rosa.

Consiste de una roca con colores que varían de rosa a tonos violáceos y rojizos, que está constituida por fragmentos angulosos de riolita café rojizo con tamaños de 0.5 a 10 cm., la mayoría fuertemente silicificados y empacados en una matriz afanítica, que comúnmente presenta vesículas de diversos tamaños y ocasionalmente fenocristales de cuarzo. Los afloramientos presentan pseudestratificación con inclinación hasta de 30° al SW y en otros son horizontales.

- Toba Rioltica Rosa.- Sus afloramientos están bien expuestos al W de la Loma del Puerto, así como en los cerros: Providencia, del Cristo y del Pópulo. Sobreyaciendo a estas rocas se tienen ignimbritas, sin embargo no existe un contacto preciso entre estas rocas, ya que es gradual y en un corto intervalo lateral o vertical hay cambios de una a otra roca.

Las tobas de esta unidad tienen colores que van del gris claro a tonos violáceos aunque el color predominante es el rosado, presentan textura porfídica con fenocristales de cuarzo cuyo contenido varía de 10 a 50%, y algunos feldespatos de hábito radial contenidos en una matriz afanítica, ocasionalmente se tienen fragmentos de riolita y pómez menores de 1 cm.

- Toba Rioltica Morada.- La presencia de estas rocas está limitada a la porción SW del fundo Apolo 12 y subyacen a las to

basálticas. Son rocas de color morado, de textura fluidal, con abundantes vesículas menores de 1 mm. presentan cuarzo en fenocristales y feldespatos en una matriz afanítica, y fragmentos de roca cuyo tamaño es menor de 1 cm.

- Toba Lática.- Sus afloramientos son escasos y se localizan al SW de la Loma del Puerto, esta roca está constituida por abundantes fragmentos de riolitas café rojizo a gris oscuro, menores de 0.5 cm. empacados en una matriz afanítica de color rosa, presenta clara pseudestratificación con suaves echados al Sur. Subyace al Vitrófiro, y en donde está en contacto con el dique riolítico presenta silicificación moderada.

Estas cinco rocas piroclásticas con diferencias texturales y definidas individualmente, como ya se mencionó, se están ubicando en una sola unidad en donde su espesor pasa de los 500 m; esto es corroborado por el barrenado de diamante No. 544 ubicado en el flanco Sur del Cerro Loma Larga. Estas rocas en general tienen una inclinación hacia el Sur con ángulos hasta de 30° y se depositaron sobreyaciendo concordantemente al Conglomerado, en discordancia angular con las rocas del Grupo Proaño y de la Formación Chilitos.

Como se dijo anteriormente, en la Mesa de la Virgen, al Sur de la Cd. de Zacatecas, Clark F. (1981), dató por el método de K-Ar una toba con sanidino que dio una edad de 36.8 ± 0.8 m.a. y es una de las más antiguas edades registradas para la serie volcánica de la Sierra Madre Occidental. Cerca de Canoas que está a 132 km. al S 68° W de Fresnillo, el mismo autor dató una ignimbrita con 25.3 ± 0.6 y 23.5 ± 0.5 m.a.

En base a las dataciones radiométricas anteriores, en el área Fresnillo podemos asignar una edad del Oligoceno para la secuencia piroclástica y quizá también para el Vitrófiro y la Riolita de Biotita.

DIQUE RIOLITICO.- En la parte SW de la Loma del Puerto se tiene un dique con rumbo aproximado de NW 50° SE con echado de 63° al NE, que presenta afloramientos esporádicos a lo largo de 400 m.

Se trata de una roca de color café oscuro, de textura afanítica, que presenta silicificación y abundante calcedonia en forma de vetillas que van a rumbo del dique. En ocasiones presenta una textura brechoide en que los fragmentos están cementados por calcedonia. Las rocas encajonantes (piroclásticas) presentan silicificación moderada, así como algunas vetillas de calcedonia. En el área existen otros pequeños diques aproximadamente paralelos al anterior.

No se ha encontrado a los diques contando a la Riolita de Biotita o al Vitrófiro, por lo que se supone que fueron emplazados en zonas de fracturamientos un poco antes de que ocurrieran -- los derrames.

VITROFIRO.- Se ha cartografiado en la Loma del Puerto donde está expuesto ampliamente. Presenta colores que van del gris, gris oscuro, negro y café grisáceo; está constituido por abundante vidrio con algunas plagioclasas y ferromagnesianos entre los cuales es posible identificar biotita; su textura varía de vítrea a fanerítica de grano fino con fenocristales de cuarzo, biotita y feldespatos potásicos-empacados en una matriz afanítica café claro.

Presenta un rumbo general de flujo hacia el Sur; en ocasiones existen variaciones que van desde un vitrófiro a una riolita fluidal, en otras el vitrófiro está en forma de fragmentos subangulosos con tamaños menores a 10 cm. que le dan aspecto de una brecha cementada por una pasta vítrea. Cubriendo a estas rocas se tiene a la Riolita de Biotita (descrita más adelante).

En base a las diferentes texturas descritas, se supone que esta roca representa el frente del derrame de la Riolita de -

Biotita; razón por la que sufrió un enfriamiento brusco y discontinuo, además, la estructura brechoide que presenta en algunos afloramientos es típica de estos frentes.

RIOLITA DE BIOTITA.- Está bien expuesta en la Loma -- del Puerto y al Sur del mismo, lo constituyen fenocristales de cuarzo, biotita y algunos feldespatos contenidos en una matriz afanítica; presenta textura fluidal, así como abundante calcedonia de forma coloforme y en pequeñas drusas. Existen dos direcciones generales de flujo: una hacia el Sur y otra hacia el NE.

CUATERNARIO:

CONGLOMERADO Y ALUVION.- El intemperismo ha actuado intensamente en la región erosionando en mayor medida las partes positivas del área (que están constituidas en su mayoría por rocas volcánicas), y acumulando en los amplios valles existentes los productos de erosión de estas rocas. Así tenemos que en las partes bajas se presenta un Conglomerado Oligomictico de riolita y areniscas conglomeráticas con estratificación sensiblemente horizontal, cubierto casi totalmente por suelo. El espesor varía de 0 a 30 m., aunque en algunas localidades como al Norte del Cerro El Peñasco se piensa -- que el espesor sea mayor.

ROCAS METAMORFICAS.- En la región de Fresnillo no se conocen rocas metamórficas formales, a excepción del metamorfismo de contacto que se presenta en las rocas Cretácicas alrededor de las intrusiones de las rocas Igneas. En el interior de la mina en Fresnillo son conocidos los "hornfels" de axinitas y hedenbergitas; principalmente en la sección de los mantos Cueva Santa "Branch" y Fortuna.

En el área Plateros, se conocen los "hornfels" y --- "skarns" entre los contactos de las rocas Igneas intrusivas con las

grauvacas y calizas.

V.3. ESTRUCTURAS.

Las estructuras de los yacimientos minerales del área Fresnillo ocupan una superficie aproximada de 1,000 Has. en sector rectangular, y hasta 1,030 m. de profundidad, (Ver Fig. 9).

"Stock-Work".- En el Cerro Proaño se presenta un gran anticlinorio con pendientes de 12° a 30° , cuyo flanco NE está cubierto por conglomerado y tobas, y el SW por aluvión. Dentro de esta estructura las rocas sedimentarias presentan pliegues en chevrón y recostados, predominando los anticlinales y sinclinales.

Existen fallas y vetas bien definidas; Falla San Pedro; es normal, con rumbo NW 60° - 80° SE y echado de 30° a 40° al NE; determina el contacto de las rocas sedimentarias con las ígneas y está mineralizada. Falla San Pascual: normal, de rumbo S 70° W buzando 65° al SE, también mineralizada. Falla Cueva Santa: inversa, con rumbo NE 55° SW y echado de 85° al SE. Las vetas principales son: Cueva Santa, Espíritu Santo y Amarillas.

Las fallas-vetas, están conjugadas con sistemas de fracturamiento que varían entre NE 20° - 60° SW y NW 40° - 75° SE de rumbo con inclinaciones de 30° a 65° al NE y SE respectivamente. Estas al llegar a la base de la Grauvaca Superior, y las que alcanzaron a atravesarla lo hicieron en forma irregular cambiando totalmente su consistencia y tornándose en ramaleos de vetas y venillas acompañadas por un fuerte microfracturamiento, dando como resultado el conocido "Stock-work", (Ver Fig. 5).

Diseminados Cueva Santa-Espíritu Santo.- Estos se encuentran abajo del Cerro Proaño entre los niveles 75 y 340, en esta zona las principales fallas-vetas están mejor formadas y tiende a desaparecer -

recer el microfracturamiento. Los anticlinales-sinclinales empiezan a tomar mejores formas controlados por las vetas Cueva Santa y Esp^uritu Santo. El paquete de rocas es una transición sedimentaria luti-ta-grauvaca, (Ver Fig. 6).

Mantos Cueva Santa "Branch" y San Pascual.- Siguiendo la secuencia estructural del Cerro Proaño, antes descrita, entre los niveles 385 y 470, los mencionados anticlinales-sinclinales se en--grandecen considerablemente tomando formas simples, siguiendo contro--ladas por las mismas vetas, aunando a éstas la 2200, (Ver Fig. 7 y 10).

Mantos y Chimeneas de Fortuna.- Abajo de la Loma Fortuna en los niveles 875 y 1030, se encuentra un pórfido-cuarzomonzontico en forma de "stock" irregular que cruzó plegando y fallando - las rocas adyacentes (Grauvaca Inferior). A continuación se describe por separado las estructuras de los cuerpos minerales:

Mantos: Están emplazados entre las intercalaciones sedimentarias que forman un gran anticlinal recumbente fallado, su eje axial tiene orientación N-S aproximada. La Falla Fortuna presenta un rumbo entre NW 20° SE en la parte superior cambiando a NW 45° SE a medida que profundiza con echado de 25° a 40° al SE, es normal con un salto aproximado de 40 m. Se formaron en un paquete de roca favorable los mantos, quedando finalmente en el block de piso el Manto Superior y en el block de techo el Manto Inferior; además de otros pequeños lentes en ambos flancos dando la apariencia de estar arriba estratigráficamente, (Ver Fig. 8).

Chimeneas: Son estructuras de forma cilíndrica que -- atraviesan las rocas sedimentarias juntas a uno y otro lado del pórfido cuarzomonzontico, alineados de NE a SW. Es notorio que éstos -- principian donde el "stock" cortó al importante paquete de roca favorable, (Ver Fig. 8).

Vetas.- Forman una verdadera red estructural (Ver Fig. 9) en las que el borde noroccidental lo constituye la Veta 2270 y la Falla San Pedro, mientras que en el borde suroccidental la Veta Esperanza y un dique casi vertical de cuarzomonzonita. Estas estructuras reflejan los esfuerzos de tensión y compresión a que estuvo sujeta la zona y que dió origen a las estructuras mineralizadas que pueden dividirse en tres sistemas principales: uno con rumbo NW 25° - - 40° SE, otro E - W y un tercero con rumbo NW 62° SE de la Veta 2270, San Ricardo y Santa Cruz. Las vetas con rumbo NW-SE y E-W, tienen echado al SW a excepción de la Veta 2270 que tiene echado de 35° al NE, la Santa Cruz y San Ricardo con echado de 65° al NE. En resumen, los tipos de vetas son paralelas y oblicuas.

En el Norte del distrito, cerca de Plateros se localiza otra zona mineralizada de menor intensidad cuyas vetas tienen rumbos NW-SE a E-W franco con echados casi verticales al Norte y al Sur; dos vetas de estas y la "2137" de Fresnillo cruzan porfidos cuarzomonzoníticos, indicando que estas vetas se formaron después del emplazamiento de los intrusivos, lo que permite inferir que las fallas mayores también se formaron después de la actividad magmática cuarzomonzonítica.

V.4. HISTORIA GEOLOGICA DE LA FORMACION DE LOS DEPOSITOS.

Los disturbios a que estuvo sometida la zona durante la Revolución Laramídica provocaron fracturas de compresión y tensión acompañadas de fallas en forma de "graven" y "horst", que posteriormente sirvieron para la conducción de soluciones mineralizantes que se emplazaron formando las vetas, estas soluciones en sus primeras emanaciones fueron principalmente de carácter silíceo y calcáreo alterando la roca encajonante, probablemente iniciaron la preparación de los mantos susceptibles a reemplazarse, posteriormente vino una emanación rica en sulfuros y sulfosales que enriquecieron los rellenos de fisura y completó el proceso de reemplazamiento metasomático.

co que dio origen a los diseminados y a los mantos.

Por otra parte los intrusivos pudieron facilitar el desarrollo de las vetas, ya que un leve movimiento descendente de las cámaras magmáticas antes de intrusionar las rocas Mesozoicas y durante el emplazamiento de las vetas, pudo empujar verticalmente lo suficiente para contribuir a la extensión regional, facilitando el desarrollo de las vetas (Cserna, 1973).

En resumen, la secuencia sedimentaria del Cretácico fue plegada durante y al principio del Terciario, especialmente en el Eoceno como en otras partes de México (Cserna, 1960) resultando pliegues anchos y abiertos. Después de este acontecimiento le siguió el emplazamiento de cuerpos plutónicos granitoides, los cuales en otras partes de México tienen relación similar a las de Fresnillo (Buseck, 1962, Ohmoro, 1966), y también por fallamientos de bloques, así como, la depositación de la brecha sedimentaria. Las fallas sirvieron como conducto para los derrames riolíticos y por último a los basálticos.

V.5. FORMA, TAMAÑO Y DIMENSIONES VERTICAL Y HORIZONTAL DE LOS DEPOSITOS.

El "Stock-Work" ó criadero en masa, está formado en la zona de aereación por un abundante fracturamiento asociado a vetas principales. Los ramaleos presentan hilos de 0.001 a 0.50 m. formando un cuerpo irregular alargado (embudo) con rumbo NW 55° - 65° SW, de aproximadamente 700 m. de largo por 200 m. de ancho y una profundidad promedio de 60 m., (Ver Fig. 5). En el Cerro Proaño el "stock-work" está constituido por cuatro "glory-holes" principales: Catillas, San Pascual, San Nicolás y Deseada.

Los Diseminados Cueva Santa - Espíritu Santo se presentan en la transición de las zonas de saturación y estática, de for

mas elípticas (conchas de tortuga) a rumbo de las vetas, de 60 a --- 100 m. de largo y 5 a 30 m. de ancho por 10 a 30 m. de espesor. Su posición va de acuerdo a la estructura estratigráfica ocupando la parte apical de los anticlinales, (Ver Fig. 6). Algunos cuerpos están alejados de las vetas, entonces presentan dimensiones menores y formas arredondadas irregulares, con 10 a 15 m. de diámetro y 12 m. de espesor.

Mantos Cueva Santa "Branch" y San Pascual, están en la zona primaria ocupando los flancos de los anticlinales. Se presentan en forma alargada con un rumbo general NW-SE y buzando de 12° a 25° al SE, con 300 m. de largo, 100 a 150 m. de ancho y 10 m. de espesor, (Ver Fig. 7).

Mantos y Chimeneas de Fortuna, se describirán por separado, (Ver Fig. 8).

- El Manto Superior tiene su punto más elevado en el subnivel 846, su parte más ancha está en el nivel 920 que ocupa una área de 6500 m^2 , es bien conocido hasta el nivel 987. El cuerpo es alargado de 220 m. de longitud buzando en la parte más elevada al Sur y cambia al SE a medida que profundiza con echados entre 55° y 65° , la relación largo - ancho es 4:1 con 10 m. de espesor. Se pensó que terminaba en el nivel 987, pero la exploración encontró que se mantuvo, volviendo a encontrarse en el nivel 1000 cuya proyección llegó hasta el nivel 1040 aumentando las reservas en 1981.

-El Manto Inferior es el más grande de todos, localizado al Este del Manto Superior, se extiende del subnivel 885 hasta el nivel 1030, en los niveles 920 y 935 cubre un área de 11000 m^2 -- aproximadamente. La forma del cuerpo es lenticular alargada de 200 m. de longitud buzando al SE con echados de 35° a 55° , tiene de 150 a 200 m. de largo y 15 a 50 m. de ancho por 10 m. de espesor.

- Los Mantos 2937 y 2981, se encuentran paralelamente

y sobre el Manto Inferior, son considerados como lentes ya que su tamaño es 4 veces menor. El Manto 3060 está compuesto por una serie de lentes, guardando cierto paralelismo y al bajo del Manto Superior, - sus tamaños son entre 5 y 7 veces menores.

Dos Chimeneas, la 2912 y 2907 están cerca del intrusivo cuarzomonzónico, ambas se presentan de forma cilíndrica con ligeras inflexiones aunque en general se consideran verticales con --- 125 m. de altura por 30 m. de diámetro aproximado, (Ver Fig. 8).

- La más grande de las dos es la 2912 y se localiza - en la porción Sur del "Stock" - cuarzomonzónico". En los niveles - superiores la chimenea está en contacto con el intrusivo y por debajo del nivel 905 tiende a alejarse de él. En el nivel 980 aproximadamente 30 m. de roca sedimentaria separan a la chimenea del intrusivo, también toma una forma más circular en cuanto se aleja del intrusivo. El área más grande observada en sección horizontal es arriba del nivel 905 con 880 m^2 . Existe un contacto entre esta chimenea y el -- Manto Superior en el nivel 935, así mismo es cortada por la Veta --- 2137.

- La Chimenea 2907 se localiza en el lado Sur del porfido cuarzomonzónico. La morfología de la 2907 es muy parecida a la de la 2912, excepto que la chimenea 2907 debajo del nivel 965 se desplaza al SE quedando adyacente al Manto Inferior.

Las vetas en la región Fresnillo en su mayoría presentan características muy comunes, siendo muy persistentes tanto a longitud como a profundidad de tipo paralelo, oblicuo y conjugado; las formas que suelen encontrarse son: curva cimoide, lazo cimoide, lazo cimoide múltiple, diagonal, fracturas paralelas y salto, sus dimensiones son muy variadas; dentro de las más importantes tenemos: Veta Santo Niño con 2500 m. de longitud, 2.50 m. de ancho y 500 m. de altura; las Vetas Cueva Santa y 2137 se conocen por más de 1400 m. de largo, 1 a 2 m. de ancho y más de 950 m. de profundidad. En la mina

Fresnillo desde sus inicios a la fecha se han encontrado más de 100 vetas, (Ver Fig. 9, 10 y 11).

V. 6. CLASES DE DEPOSITOS.

La clasificación de los yacimientos minerales tiene como objetivo la agrupación de éstos en un número pequeño de tipos que poseen determinados rasgos comunes, para así facilitar su descripción y permitir generalizaciones tendientes a descubrir su origen y orientar la prospección.

Las clases de depósitos que a continuación se presentan, están basadas en conjuntos de datos empíricos observables, así como, en las asociaciones mineralógicas presentes en los yacimientos, las relaciones entre éstos y las rocas que los encajonan.

Relleno de Cavidades:

- 1.- "Stock-work" o criadero en masa.
- 2.- Diseminados.
- 3.- Filones de Fisura.
 - a) Vetas argentíferas
 - b) Vetas de sulfuros pesados

Reemplazamiento:

- 4.- Diseminados.
 - c) Mantos
 - d) Chimeneas

- 1.- En la estructura interna del cuerpo las venillas

y microfrazuras están parcialmente impregnadas de minerales de óxidos desde la superficie hasta el nivel 44, y minerales supergénicos hasta el nivel 105; presentan cristalización fina y son ricos en sulfosales de plata.

2.- Ocasionalmente del nivel 75 al 105 se presentan diseminaciones pequeñas de minerales supergénicos, cambiando a medida que profundiza a diseminaciones mayores de minerales hipogénicos.

3.- Las formas de veta en general presentan cuarzo-cuarzo lechoso ahumado-amatista con calcita y calcedonia, con una textura típica coloforme de relleno de cavidades en la que los minerales se depositaron en diferentes etapas mineralizantes, dando un aspecto brechado con cavidades rellenas de cristales.

a) Varias vetas argentíferas con bajo contenido de plomo y zinc, de alcance vertical restringido a los niveles superiores en la mina, como se puede citar el Sistema Esperanza, Veta 2125, 2270 y más recientemente Veta Santa Elena, Santo Niño y San Ricardo.

b) Vetas de gran extensión vertical con mayor contenido de plomo y zinc y regular contenido de plata como la Veta Cueva Santa, 2137 y 2630.

4.- Los sulfuros presentan textura gruesa encontrándose se en áreas como diseminados reemplazantes y en forma estratificada recristalizada.

c) Los sulfuros son masivos y se encuentran en cuerpos estratificados siguiendo las unidades de lutitas, casi totalmente reemplazandolas. El cuarzo muestra dos hábitos de ocurrencia, cuarzo con cristales intercrecidos que raramente está reemplazado por calcosilicatos y que probablemente es el resul

tado de la silicificación del sedimento original.

La inspección de muestra de mano, indica una gran cantidad de material carbonoso concentrado a lo largo de estilolitas en las rocas compuestas de hedenbergitas, epidota, calcita y sulfuros. De aquí el carbón y sulfuros se observan en contacto.

- d) El mineral no muestra secuelas de estratificación, más bien está brechado de textura muy gruesa hasta formar verdaderas muestras de cristales. Los granos grandes de cuarzo están comunmente asociados con axinitas y calcosilicatos, calcita y sulfuros.

V. 7. GENESIS DE LOS YACIMIENTOS.

Muchas de las minas más grandes del mundo y mejor estudiadas son todavía tema de controversia. Aunque la geología ha hecho el estudio de los yacimientos minerales, la mayoría de los problemas más relacionados con el transporte y deposición de los minerales de mena siguen sin resolver. Es más frecuente observar que dos o más hipótesis sobre el origen de un cuerpo mineral dado están siendo discutidas que su génesis sea descifrada satisfactoriamente.

La geología de laboratorio juega un papel muy importante en el entendimiento de la génesis mineral. Durante los últimos años, estudios de isótopos, fluidos hidrotermales (inclusiones fluidas), principios de termodinámica y estabildades de minerales se están usando para explicar los problemas de origen de los yacimientos.

En la mina de Fresnillo se encuentran yacimientos muy diferentes en sus características más no es así en su GENESIS, ya -- que todos son considerados como resultados de un proceso verificado en diferentes etapas. Antes de abordar el aspecto puramente genético, se dará una idea de los resultados actualmente disponibles sobre las

características de las soluciones hidrotermales y estudios isotópicos:

A) CARACTERÍSTICAS DE LAS SOLUCIONES HIDROTERMALES: -
RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS DE INCLUSIONES FLUIDAS.

A.J. McDonald (1978), en un análisis microtermométrico de inclusiones fluidas en cuarzo y fluorita del Manto Cueva Santa "Branch", Veta Cueva Santa y 2200, dan una temperatura de homogenización entre 200° C y 400° C. Las inclusiones del manto y las vetas son esencialmente idénticas en todos aspectos.

Se infiere del zoneamiento de mineral secundario y -- las relaciones anómalas de metal, que los fluidos responsables de la mineralización fueron derivados de las vetas Cueva Santa y 2200. Los fluidos a temperaturas mínimas entre 200° C y 400° C migraron a lo largo de pares conjugados de fracturas reemplazando selectivamente la lutita. Los sulfuros se depositaron en fracturas y la roca reemplazada para producir un cuerpo mineralizado estratiforme.

M.J. Kreczmer (1977), señala que las determinaciones de la temperatura de homogenización en inclusiones fluidas de calcita y cuarzo asociadas con la mineralización, indican temperaturas de depósito en el rango de 250° C a 350° C para los mantos Fortuna y la Veta 2137, y de 300° C a 350° C para las chimeneas. En estudios de la etapa de enfriamiento en estas inclusiones indican salinidades -- con rango de 4 a 12 "wt" de NaCl. La mayoría de las soluciones salinas están claramente asociadas a sulfuros. Las relaciones atómicas K/Na del rango de inclusiones ("leachates") de 0.057 a 0.893, lo cual es similar a los rangos para aguas hidrotermales y volcánicas reportadas por otros autores.

Los isótopos de sulfuros para galena coexistente y esfalerita del manto, chimenea y veta fueron mineralizados por precipitación en un estrecho rango de $-3.5 \text{ } \delta \text{ S}^{34} \text{ } 0/100$ a $-6.0 \text{ } \delta \text{ S}^{34} \text{ } 0/100$.

Los sulfuros con rangos observados en δS^{34} fueron depositados bajo un rango pequeño de pH - f O_2 a $350^\circ C$ si $\delta S_{\pm S}^{34}$ fue cero.

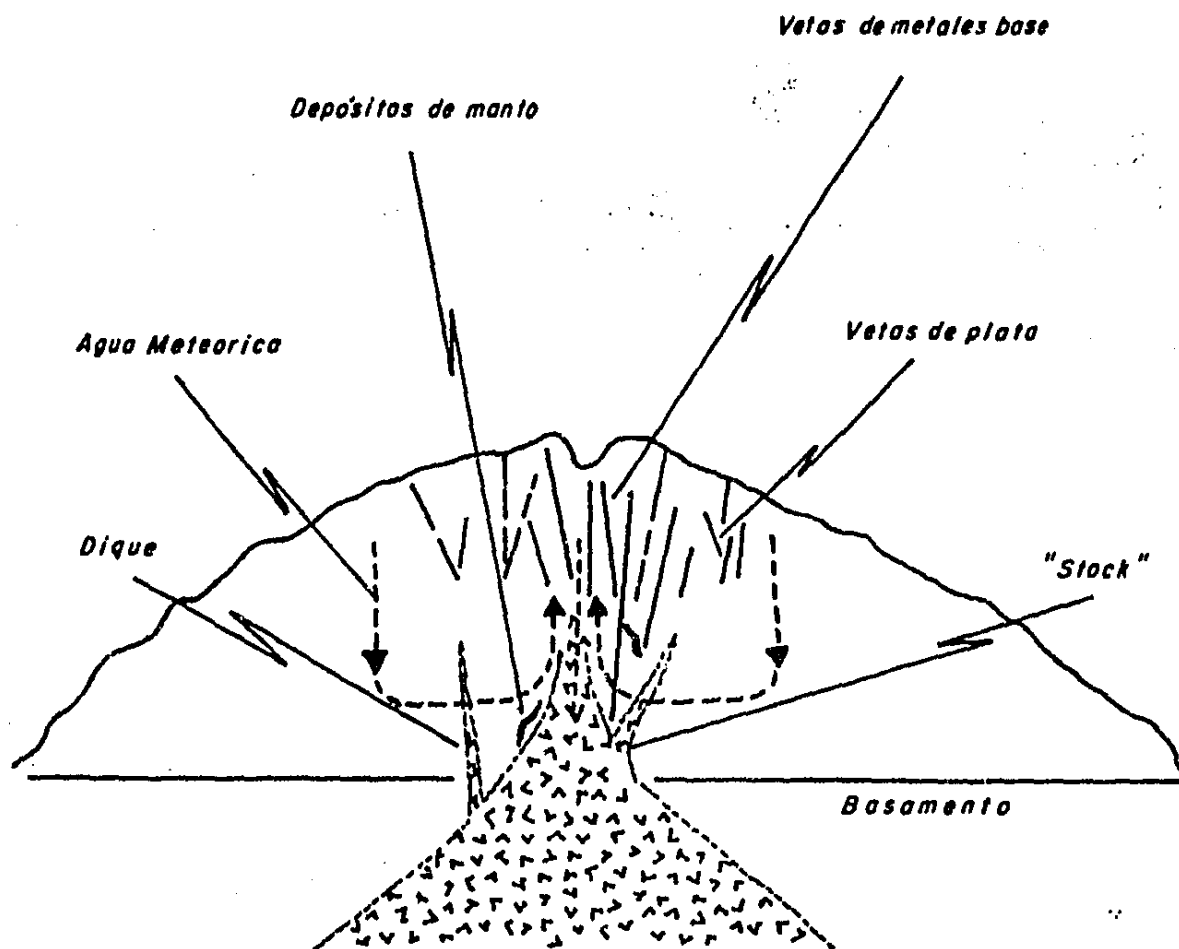
D.C. Ruvalcaba R. (1980), en el nuevo sistema de vetas realizó estudios de inclusiones fluidas en cuarzo y calcita de la etapa de mineralización económica, que indican temperaturas entre $207^\circ C$ y $298^\circ C$ con agrupamiento máximo en $235^\circ C \pm 10^\circ C$. Las temperaturas de enfriamiento de inclusiones fluidas indican el rango de 0 a 1.1 por ciento en peso equivalente de Na Cl, para los fluidos formadores de la mena. En etapa tardía, la mineralización tuvo lugar entre $184^\circ C$ y $243^\circ C$.

El origen propuesto para la mineralización consiste de un sistema convectivo, con aguas meteóricas predominantes, activado por el cuerpo cuarzo-monzonítico, el cual actuó como la fuente de calor durante el tiempo de vida del sistema, (Ver Fig. a).

Estudios de isótopos de Pb en la galena sugieren que en Fresnillo el Pb de los yacimientos, ha sido derivado de una fuente común y las rocas del basamento Precámbrico en la región contribuyeron con una cantidad significativa de plomo para las soluciones que formaron los depósitos, sin embargo, se desconoce la fuente de los otros metales. Estos pueden ser derivados de material magmático, rocas del basamento, rocas encajonantes o cualquier combinación de estas posibles fuentes. En cualquiera de las causas la fuente parece ser común para los diferentes depósitos minerales en la mina (D. C. Ruvalcaba R., 1980). Es importante hacer notar que este autor determina tres etapas de mineralización-alteración hidrotermal en las vetas Santa Elena y Santo Niño.

B) CONTRIBUCION GENETICA EN BASE A LOS ESTUDIOS ISOTOPICOS.

De Cserna Z. (1977), tomando en cuenta un análisis --



**U
N
A
M**

**FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERO GEOLOGO**

TESIS PROFESIONAL

MODELO GENETICO PROPUESTO PARA
LA MINERALIZACION EN LA MINA
FRESNILLO (Realizado por D.C. Ruval-
caba R., 1980).

SIN ESCALA

FIG. a

EULALIO ACOSTA AYALA

isotópico de plomo en los mantos, chimeneas y vetas, considera que tienen el mismo origen. De la cual concluyó que la primera etapa de mineralización consistió de procesos sinsedimentarios durante los principios del Cretácico, pudiendo afirmar que los mantos de Fresnillo tuvieron un origen sedimentario y que posteriormente sufrieron movilización tectónica. Un pequeño tronco de cuarzo-monzonita intrusionó a la secuencia sedimentaria cortando uno de los mantos (Área Fortuna), el cual propició otro período de movilización resultando el desarrollo de las chimeneas, permitiendo a la vez el desarrollo de nuevas fallas. Estas fallas quedaron mineralizadas por procesos hidrotermales. De Cserna Z. no acepta la idea referente al origen de reemplazamiento de los mantos Fortuna (epigenético) propuesta por Hungler en 1967.

Las principales ideas de la génesis de los yacimientos, realizado por M. Arnold y González P. (1983) basado en 50 análisis isotópicos de azufre en las diferentes estructuras mineralizadas se sintetiza a continuación:

Respecto al problema metalogenético se consideran dos alternativas:

- 1a.- Las diferentes estructuras son originadas por la cuarzo-monzonita, es decir de origen magmático,
- 2a.- Los mantos y vetas son las formas de una removilización bajo dos regímenes hidrostáticos distintos de un proceso, en donde inicialmente los sulfuros eran de origen biogénico estando diseminados en la Grauvaca Inferior, Lutitas Calcáreas y Carbonosas y Grauvaca Superior (del Cretácico).

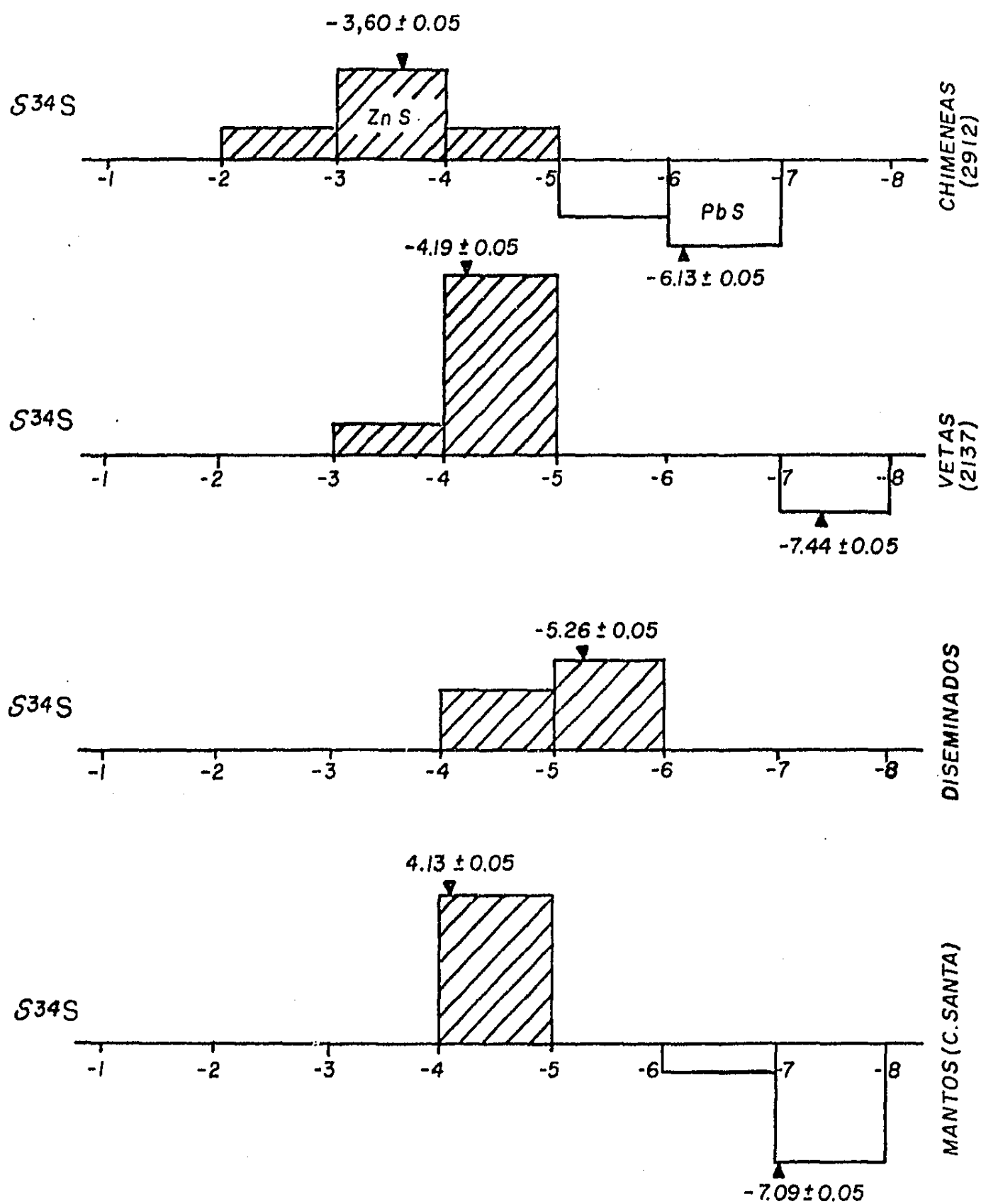
1^a Examen de la hipótesis magmática.

- a) La primera hipótesis se puede eliminar si se toman en cuenta los primeros resultados isotópicos, (Ver Graf. 1). En efecto todos los sulfuros analizados están enriquecidos en ^{32}S (composición isotópica caracterizada por $\delta^{34}\text{S} < 0$; -4.3‰, valor medio para la blenda y de -6.9 para la galena). En los intrusivos ácidos los sulfuros son siempre enriquecidos en ^{34}S , la composición isotópica media varía entre +3 a +6‰ (A. Ohmoto, 1979, M. Arnold -C. Vélez, 1983, por aparecer).
- b) Si una masa de tal magnitud fue transportada por soluciones hidrotermales emitidas por el cuarzo - monzonita, ésta debe estar profundamente alterada en el perímetro de mineralización, lo que no es el caso, la roca está fresca y prácticamente exenta de alteración, a excepción de la proximidad de la única veta (2137) que corta el intrusivo.
- c) Por los análisis isotópicos se dará una confirmación suplementaria de las pirritas existentes en forma diseminada en la cuarzo monzonita. Los $\delta^{34}\text{S}$ 5‰ deberán situarse entre el intervalo +3 a +6‰.

2^a. Proposición de un modelo de removilización.

Durante el Cretácico Inferior-Medio, los sulfuros de Cu, Pb, Zn y Fe se depositaron en un medio marino confinado de tipo euxínico. Estos metales precipitaron como sulfuro por SH_2 , resultado de la reducción bacteriana de los sulfatos del agua de mar para el período considerado, (Ver Fig. A).

El emplazamiento del intrusivo está acompañado por un

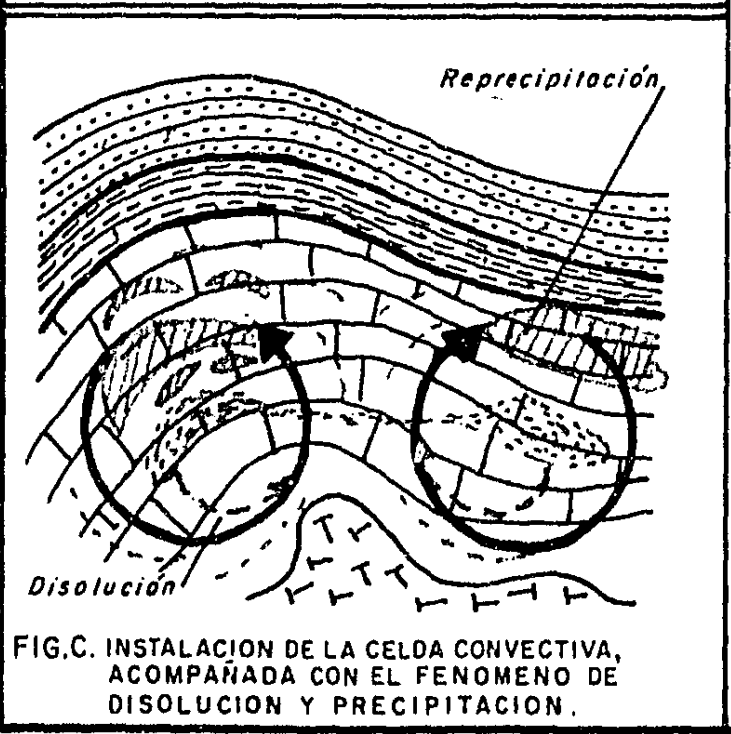
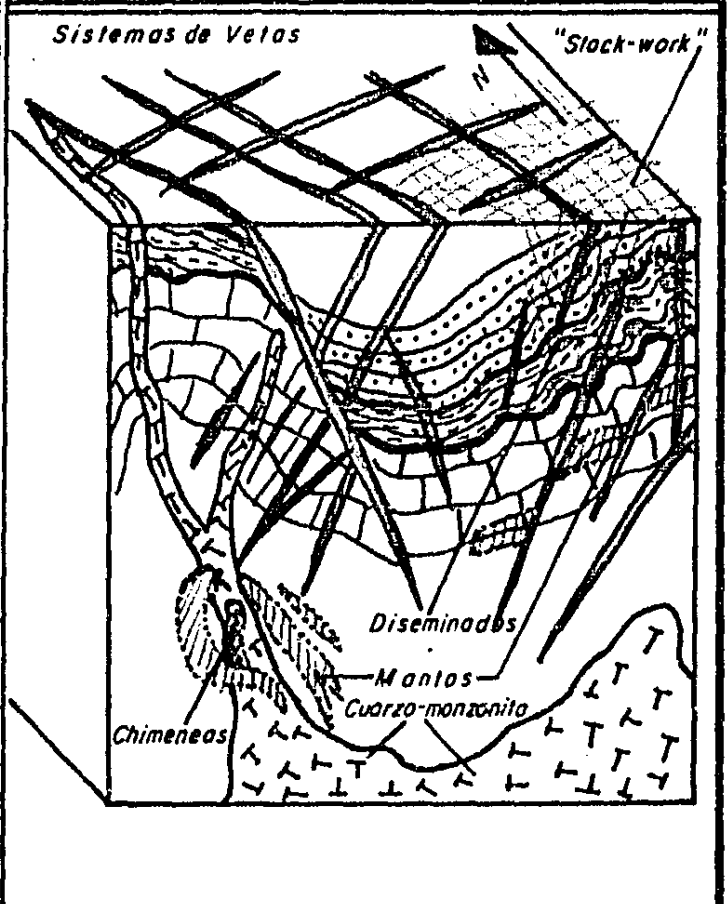
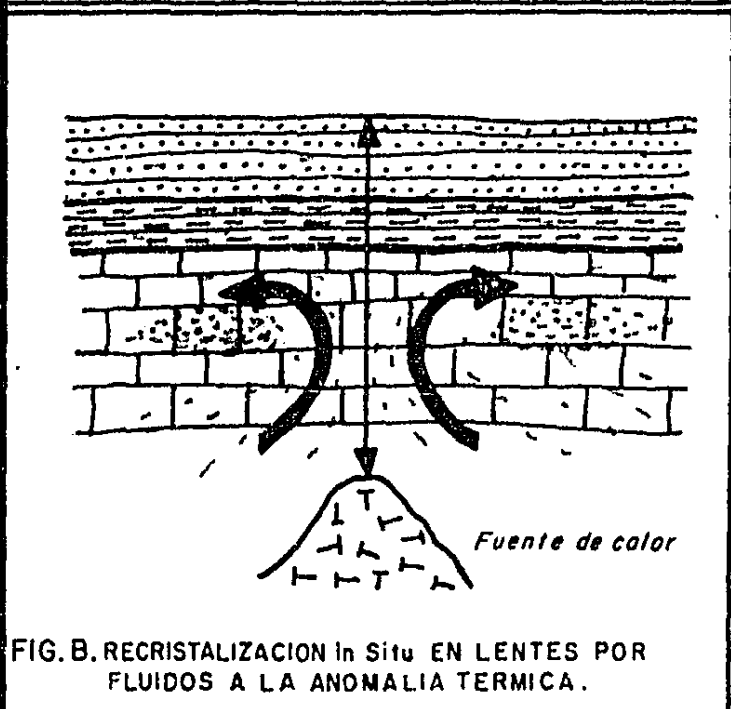
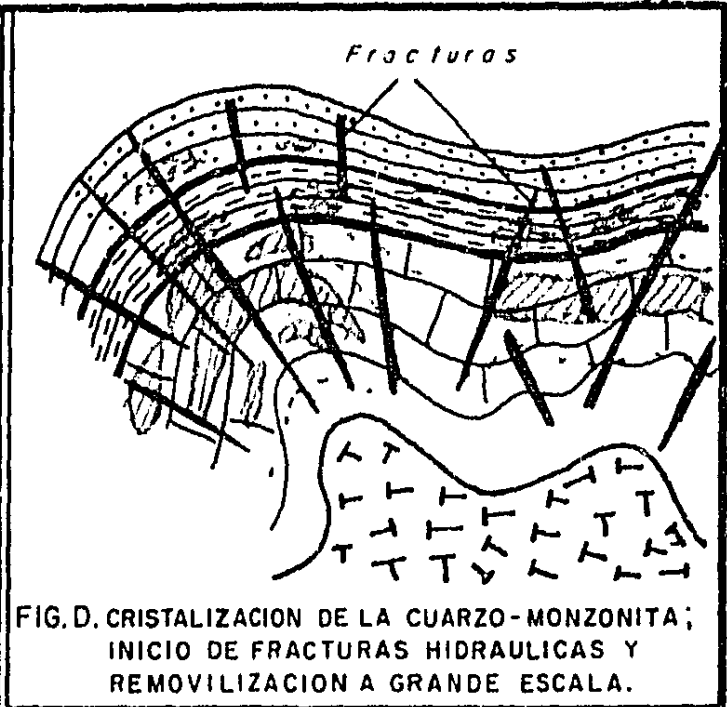
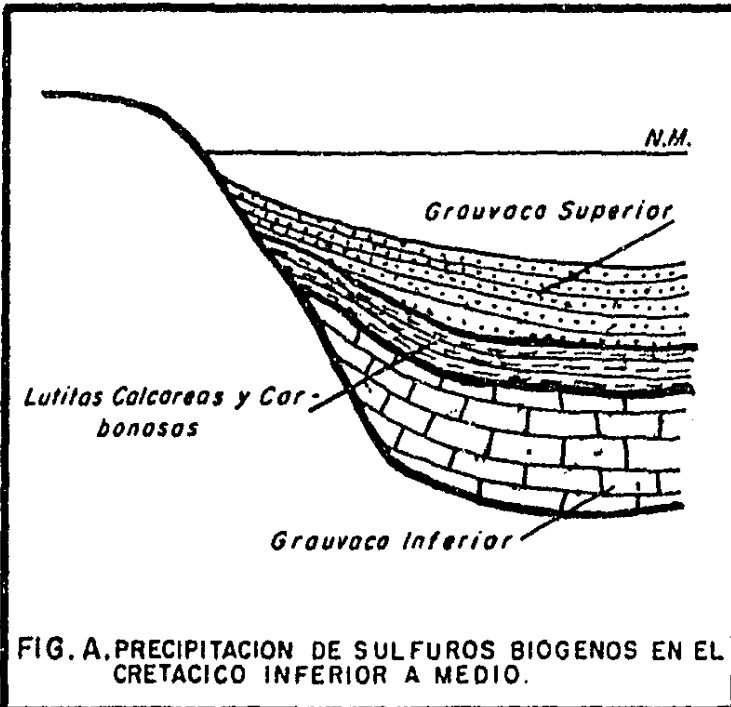


GRAFICA 1.- FRESNILLO. RESULTADOS ISOTOPICOS $S^{34}S$ ‰,
ANALISIS CRPG/CNRS FRANCIA.
(Tomado de M. Arnold y González P., 1983).

aumento de la temperatura del agua conata que se mueve lentamente -- (circulación convectiva) en un medio poco a medianamente permeable - (lutitas y grauwacas respectivamente) aun no fracturado, (Ver Fig. B). En esta etapa la circulación lenta de un fluido hidrotermal para una temperatura $T = + 350^{\circ} \text{C}$ se traduce por lo general por una recristalización, la cual puede acompañarse por una migración a corta distancia. En Fresnillo los mantos están siempre localizados en la Grauwaca Inferior y subyaciendo la Unidad de Lutitas Calcáreas y Carbonos--sas. Esta disposición se puede explicar por la existencia de preconcentraciones estratiformes de sulfuros biogénicos en la Grauwaca Inferior, la diferencia de permeabilidad entre la grauwaca y la lutita carbonosa explica igualmente que los mantos se localizan sistemáticamente en esta Formación. Cuando la cuarzo-monzonita se introduce a profundidad, existe una importante anomalía térmica circundante. Esta disposición determina el calentamiento del agua conata que aumenta sobre la intrusión. Como la densidad es mínima este tránsito de agua determina un flujo de agua fría (metéorica) localizada en la periferia, creándose así una celda convectiva si el medio es cerrado, (Ver Fig. C). En la parte más caliente de la celda los sulfuros diseminados son disueltos para precipitar en las zonas de enfriamiento con la intervención simultánea de un intercambio físico-químico (a proximidad de los calcáreos).

Esta recristalización prácticamente "in situ" permite casi verificar el modelo: la fuente de SH_2 que precipita el ZnS y -- PbS debe ser cercana a -2.5‰ : composición isotópica del SH_2 de -- origen bacteriano para el Cretácico (Arnold 1978; Pilot-Karz en ---- 1972).

A medida que la intrusión llega a una profundidad de + 2 km. de la superficie, se provoca una fracturación hidráulica de la roca encajonante. La expansión volumétrica del agua a la temperatura considerada (+ 350°C) ejerce una presión (presión de fluido) - que es superior a la presión litostática (a la profundidad considerada) de la roca encajonante (Ver Fig. D) que origina la formación



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	INGENIERO GEOLOGO
	TESIS PROFESIONAL
	MODELO GENETICO PROPUESTO PARA LA MINERALIZACION EN LA MINA FRESNILLO (Realizado por M. Arnold y González P., 1983).
	SIN ESCALA FIG. A, B, C, D, E.
EULALIO ACOSTA AYALA	

de un sistema de fracturas conjugadas. La velocidad de flujo hidrotermal muy lenta (recristalización "in situ" Mantos) se incrementa. Simultáneamente la escala de removilización se modifica (débil a una - grande amplitud). Esta etapa caracterizada por una aparición de una permeabilidad de fracturas permite el transporte, removilización a - gran distancia, que corresponde a la formación de vetas.

Los sulfuros aun diseminados o recristalizados en mantos son parcialmente removilizados y redepositados en los accidentes tectónicos (fallas). La pirita se removiliza poco. El proceso afecta por lo esencial a ZnS, PbS y las sulfosales de Ag, (Ver Fig. E). Formándose así posteriormente el sistema de vetas como se encuentran actualmente.

V. 8. EDAD DE LOS YACIMIENTOS.

Basándonos en el estudio genético hecho por M. Arnold y González P. (1983), en que los sulfuros de Cu, Pb, Zn y Fe se depositaron en un medio marino confinado de tipo eufónico al mismo tiempo que se formaron las rocas sedimentarias, y en la teoría De Cserna (1977), en la cual concluye que la primera etapa de mineralización -- consistió en procesos sinsedimentarios; se presume de una primera -- edad Cretácica Inferior - Media principalmente para los yacimientos estratiformes (antes de su removilización y cristalización).

Por otra parte es evidente que la mineralización, geológicamente hablando es reciente, pues los yacimientos cortan al conglomerado y tobas riolíticas del Terciario. Tentativamente se ha considerado de finales del Oligoceno al Mioceno.

V. 9. MINERALOGIA: MENA, GANGA Y ALTERACION.

En la mina Fresnillo existe una gran variedad de mine

rales, muchos de los cuales se presentan con forma cristalográfica - definida. En general la mineralización se presenta de la siguiente forma:

En el área de vetas nuevas: Los minerales de mena de las vetas Santa Elena, Santo Niño y San Ricardo consisten principalmente de pirargirita, cantidades variables de acantita, y cantidades menores de proustita, miargirita, polibasita, galena, esfalerita y calcopirita. Los minerales de ganga son cuarzo y calcita con cantidades variables de pirita, caolinita, montmorillonita, clorita, epidota, goethita, hematita, sericita, melanterita y celadonita. En menor cantidad se observa la adularia relacionada al mineral de mena, así como el feldespató potásico.

En el área del Cerro Proaño: Los sulfuros de metales base son más abundantes que en el área de vetas nuevas, especialmente en el fondo de las vetas y mantos (Stone y McCarthy, 1942). Las vetas exhiben un incremento gradual de minerales de plata hacia arriba. La mineralización de las partes más profundas de las vetas es similar a los depósitos de mantos profundos (De Cserna, 1977). En la cima del Cerro Proaño, la red de vetas en fisura y fracturas ("stock work") permitieron la formación del sombrero oxidado.

En el área de Fortuna: Un "skarn" se junta con la mayoría de la axinita, hedenbergita y actinolita existentes en el contacto entre el cuerpo cuarzo-monzonítico y las rocas sedimentarias. Los minerales de "skarns" han sido parcialmente reemplazados por pirrotita, galena, calcopirita y esfalerita, así como por tetraedrita, marcasita y arsenopirita. Estos sulfuros son comunes también en los diseminados Cueva Santa - Espíritu Santo.

Otros minerales que han sido reportados como presentes tanto en los mantos como en las vetas son: matildita, pavonita, tennantita y un intercrecimiento complejo de galena y matildita (De

Cserna, 1977).

La alteración de la roca encajonante hacia afuera de las vetas, puede incluir las de tipo: Filítica, Argilítica, Propilítica y Sílica, que se describen a continuación:

Alteración Propilítica.- Es la más extendida en el -- área Fresnillo, consiste principalmente de calcita, clorita y epidota, cantidades variables de pirita y en menor cantidad montmorillonita y caolinita. La intensidad de la alteración propilítica varía con la naturaleza del tipo de roca.

Alteración Argilítica.- Este tipo de alteración consiste principalmente de los minerales de caolinita y montmorillonita con cantidades variables de pirita y en menor cantidad halloisita -- ("halloysita"), sericita, clorita y epidota. El incremento en sericita marca el límite con la zona filítica hacia las vetas. La clorita y la epidota para la mayor parte define los límites con la zona propilítica. Las zonas argilítica y filítica están muy relacionadas, pero la sericita tiende a incrementarse cerca de las vetas en donde la zona filítica está presente.

Alteración Filítica.- Este tipo de alteración está -- constituida en su mayor parte por sericita, y en menor cantidad ---- illita, caolinita y montmorillonita. La zona filítica se distingue -- entre rocas con una abundancia relativa de feldespato potásico.

Silicificación: está constituida por cuarzo y calcedonia, se encuentra a nivel regional.

Alteración Potásica.- Es observada en materiales de -- veta.

V. 10. ZONEAMIENTO: METAL Y ALTERACION, EN SENTIDO HORIZONTAL Y --
VERTICAL.

En exploraciones subsecuentes es conveniente dar especial énfasis al problema de zoneamiento. En los alrededores de Fresnillo se puede concluir que existe un zoneamiento horizontal bastante bien marcado en el aumento del contenido de Ag. Además, existen pequeñas minas abandonadas de mercurio y antimonio labradas en riolitas en las inmediaciones de Fresnillo y alargándose de NW al SE. Se presentan las mineralizaciones de Pb, Ag y Zn, todo lo anterior denota un pozo de mineralización hacia el centro y noroeste de la zona.

Verticalmente el zoneamiento en las vetas es muy marcado observándose en las partes superiores un gran contenido de plata que disminuye a medida que profundiza y a la vez aumenta los valores en plomo, zinc y cobre.

Los principales minerales de sulfuros en orden paragénetico en las vetas son: cuarzo, pirita, arsenopirita, pirrotita, esfalerita, galena, calcopirita, pirargirita, proustita, polybasita, matildita, argentita y calcita (J.B. Stone, 1942).

El zoneamiento de la alteración de las rocas encajonantes de las mineralizaciones, primero se presenta junto con la mena la alteración potásica, inmediatamente después (roca encajonante) la filítica, argilítica, propilítica y al final la silicificación.

V. 11. CONTROLES DE MINERAL, EN PEQUEÑA Y GRAN ESCALA.

Los controles de mineralización más comunes son el estratigráfico y el estructural.

Las grauvacas del Cretácico Superior, en la nariz del anticlinorio se fracturaron intensamente formando el "stock-work".

Los cuerpos en forma de mantos y diseminados son controlados estratigráficamente por horizontes calcáreos de la Unidad de Lutitas Calcáreas y Carbonosas y la Grauvaca Inferior, estructuralmente por los anticlinales y sus flancos a mayor profundidad. En Fortuna los mantos y chimeneas están en parte controladas por el --- "stock" cuarzo-monzonítico que lo rodean y la transición litoestratigráfica.

Las vetas al intrusionar el Conglomerado se ramalean y sus echados se vuelven muy verticales. Otras vetas siguen contactos de formaciones, estructuras como fallas, fracturas y pliegues.

La alteración de la zona controlada a gran escala es la propilitización y en ocasiones la silicificación. La filítica a pequeña escala, así como, los minerales de hedenbergita, clorita, -- axinita que se encuentran muy cerca de los mantos, principalmente en el área Fortuna.

V. 12. GUÍAS DE PROSPECCIÓN Y SU VIABILIDAD.

El Distrito de Fresnillo, se caracteriza por contener las mineralizaciones conocidas en los rasgos positivos del relieve. Por lo tanto, se puede concluir que la fisiografía constituye una -- guía en la prospección minera de la región.

El estudio de las alteraciones en las riolitas, constituyen buenas guías mineralógicas ya que las riolitas alteradas se han encontrado siempre cerca de los principales yacimientos.

Las rocas intrusivas están directamente relacionadas con la mineralización, posiblemente la génesis de los depósitos minerales se debe a la influencia que guardan estas con las rocas sedimentarias, por lo que son de gran importancia las guías litológicas y estratigráficas.

Dentro de las guías estructurales las fisuras se pueden clasificar en dos sistemas: el primero formado por fallas que -- tienen direcciones EW, NE, NW, el segundo tiene direcciones que concuerdan con el rumbo de las capas. En los diseminados y mantos las -- guías estructurales lo forman las trampas que guardan los anticlina-- les y sus flancos.

V.13. TECNICAS DE PROSPECCION: GEOLOGIA, GEOQUIMICA, BARRENACION -- DE DIAMANTE, GEOFISICA, TUNELAMIENTO Y LA VIABILIDAD DE ES-- TOS METODOS.

En el distrito se han usado todos estos métodos, obte niéndose los mejores resultados con la geología comprobada con barre-- nos, la obra directa se desarrollo en base a resultados de barrena-- ción y en algunos casos con interpretaciones litoestratigráficas y -- proyecciones geológicas.

La Geoquímica complementa a la Geología, sin embargo ha dado resultados negativos donde abajo se han encontrado yacimien-- tos. La Geofísica fue aplicada por el C.R.N.N.R. en 1973, obteniéndose algunas zonas anómalas que posteriormente se checaron con barre-- nos pero los resultados fueron malos, de la forma que se ha logrado algo es muestreando todos los hilillos de cuarzo - clacita en los nú-- cleos de los barrenos, dándonos una idea de acercamiento ó alejamien-- to a los posibles cuerpos mineralizados según las anomalías obtenidas en el muestreo.

Geología y Geoquímica.- En superficie consiste en ma-- peo de afloramientos, estructuras y alteración, tomando énfasis en -- la alteración ligada a las estructuras, complementada con un mues-- treo geoquímico de las mismas. En la mina se usan proyecciones verti-- cales horizontales de las estructuras, así como alteración en la ro-- ca.

Barrenación de Diamante.- Basada en los resultados de

levantamientos geológicos, se proponen barrenos proyectados en sentido más o menos perpendicular a las probables estructuras y en caso de intersectar se define cada estructura por lo menos con tres barrenos, este método usado desde 1974, es el que más resultados positivos ha dado, principalmente en superficie en el área del Pópulo.

No se tiene dato exacto del inicio de la barrenación de diamante, pero se sabe que fue alrededor del comienzo del año --- 1931, cuando se principió en el interior de la mina y fue hasta 1974 cuando se intensificó notablemente la exploración con barrenos de -- diamante en superficie, nótese en la siguiente tabla:

RESUMEN DE METROS PERFORADOS

DE	A	INTERIOR MINA	SUPERFICIE
1931	Dic. 1974	87,441.96 m.	10,035.04 m.
Ene. 1975	Dic. 1980	39,497.34 m.	20,060.10 m.
Ene. 1980	Dic. 1º 82	11,414.46 m.	1,555.08 m.
T O T A L :		138,353.76 m.	31,650.22 m.

Geofísica.- En la actualidad no se aplica ningún método geofísico debido a los resultados negativos obtenidos, sin embargo es probable en un futuro próximo valerse de personal capacitado para la elección del método y su confiable interpretación.

V. 14. PROBLEMAS SIN RESOLVER.

Existen gran cantidad de problemas que aún no se han resuelto debido a la falta de información y de trabajos de laboratorio, a continuación se enumeran los principales:

1.- Edad exacta y correlación de las formaciones, que

por encontrarse en una zona de transición entre - dos provincias fisiográficas se presentan muy com plejas.

- 2.- El origen de los yacimientos, ya que hay incoheren cias en los estudios que se han hecho a la fecha, aunque la génesis que se presenta en esta tesis - es muy satisfactoria queda la duda mientras no - se compruebe.
- 3.- Tectónicamente la zona es muy compleja, aunque se tiene una buena idea sobre su naturaleza, es probable que nuevas generaciones no estén de acuerdo.
- 4.- La posición dentro de la columna estratigráfica - del cuerpo de andesitas (Formación Chilitos) ya - que algunos autores las ubican como las rocas más antiguas, en los nuevos desarrollos se ha puesto en duda tal aseveración.

V. 15. FUTURO DEL DISTRITO.

En el año de 1975 se tenían reservas solamente para - tres años, fue en este año cuando se descubrió la Veta Santo Niño y desde entonces el futuro del distrito Fresnillo cambió positivamen-- te, presentándose claro y firme por varios años.

En la Veta Santo Niño se han desarrollado 2365 m. en el nivel 270 y 2500 m. en el nivel 425. Considerando solamente 10 m. arriba más 20 m. abajo del nivel 270 y 20 m. arriba más 10 m. abajo del nivel 425, se calcularon 866,900 toneladas de mineral probado a Octubre 31 de 1982, con la siguiente ley:

Toneladas	Gms/Ton.		%	%	%
	Au	Ag	Pb	Zn	Cu
866,900	0.50	664	0.5	1.0	0.03

Se calculan 1'782,900 toneladas de mineral posible -- con bastante probabilidad de aumentar, si la veta profundiza y continúa longitudinalmente con valores económicos.

Además, en el desarrollo de los cruceros para intersectar la Veta Santo Niño, se cortaron otras estructuras de interés como son las vetas: San Judas, Santa Angela, Santa Inés, Santa Teresa y Santa Elena, en esta última se han probado 100,000 tons. Se calcula que cada una de estas estructuras puede tener entre 200,000 y 500,000 tons.

Con barrenación de diamante desde superficie se ha estado encontrando estructuras mineralizadas de interés en la zona del Arroyo de Chilitos, una de las que se ha investigado más a fondo es la Veta Santa Cruz con ensayos altos en plata comparándose con la -- Veta Santo Niño, (Ver Fig. 11).

También la barrenación de diamante en el interior ha dado resultados positivos, encontrando estructuras paralelas a la Veta Santo Niño.

En los diseminados se ha logrado determinar algunos - controles estructurales y estratigráficos que han servido para orientar la exploración con buenos resultados, logrando aumentar las reservas considerablemente.

En Fortuna se han obtenido magníficos logros con barrenación de diamante, basada en alteraciones y estratigrafía, con la cual se han encontrado cuerpos mineralizados de considerable tamaño que han alargado la vida de esta zona.

En conclusión, la vida del distrito se desarrolla en un ambiente de confianza en el futuro, pero consciente de que la Exploración Geológica es el pilar de sostén de una Empresa Minera.

VI. RESERVAS DE LOS DEPOSITOS.

Las Reservas de los Depósitos, son el inventario del mineral conocido que se estima se puede extraer, beneficiar de ser necesario, y vender o utilizar económicamente en todo o en parte, tomando en consideración las cotizaciones, subsidios, costos, disponibilidad de plantas de tratamiento, y otras condiciones que la Gerencia juzgue regirán en el período para el cual se calcularon las reservas, ya sean condiciones actuales o supuestas. Las estimaciones de reservas permiten a la Empresa estudiar su posición a corto y largo plazo, en relación a los mercados nacionales e internacionales, y plantear la producción que cada Unidad deba de entregar, de acuerdo con sus posibilidades individuales.

Después de un muestreo sistemático en los cuerpos minerales usando el método de rozas o ranuras se ensaya. Obtenidos los resultados del Laboratorio de Ensayes-en-Leyes, con promedios aritméticos se recortan cada tres líneas los valores erráticos logrando mezclas más homogéneas, para luego sacar la ley media de cada intervalo muestreado con el método Mc Kinstry (1977).

$$\text{Ley media} = \frac{\text{Suma (ancho X ensayes)}}{\text{Suma anchos}}$$

A la ley media se le aplica un factor de dilución, -- que ha sido obtenido a través del tiempo por comparación de los resultados de la Planta de Beneficio y del muestreo del laboratorio de Ensayes, este es:

Au 10%, Ag 30%, Pb 25%, Zn 15%, Cu 10%.

A las vetas se aplica un factor de dilución (Tabla para dilución, Depto. de Geología) de acuerdo a sus anchos, que varían de 0.40 m. a 1.50 m., para anchos mayores 1.50 m. Únicamente se

se consideran 0.60 m. de dilución ó sea 0.30 m. en los respaldos de la veta a cada lado.

Para sacar el cálculo de ley o tonelaje los cuerpos minerales se dividen en blocks. La ley media de los blocks se calcula a partir de las leyes medias de las frentes expuestas que lo limitan.

El peso de un block de mineral se estima calculando en primer lugar el volumen y multiplicando a continuación por el factor de conversión de volumen en tonelaje.

El volumen es el espesor medio multiplicado por el área. El espesor medio se determina al calcular el promedio de valores de las muestras. El área se calcula, bien midiendo los lados o con un planímetro sobre una sección longitudinal. Si las anchuras han sido medidas horizontalmente, el área se mide directamente sobre la sección longitudinal, pero si se hallan las anchuras verdaderas el área encontrada ha de dividirse por el seno de la pendiente a fin de corregir el acortamiento de la proyección. Aunque el procedimiento descrito es para vetas de gran buzamiento, se usan métodos análogos para criaderos de poca inclinación.

Para el cálculo de volúmenes de gran espesor (diseminados, mantos, chiméneas) se usa la fórmula del prismaoide (Mc Kinstry, 1977).

$$V = h/3 (A1 + A2 + \sqrt{A1 \times A2}) .$$

La conversión del volumen en tonelaje se hace multiplicando el volumen por el peso específico, dando el peso en toneladas métricas, esto es:

$$\text{Tonelaje del mineral} = \text{Volumen} \cdot (\text{p.e.})$$

Una vez calculado el tonelaje y ley de cada block, se suman los tonelajes de los blocks individuales y su ley media se determina multiplicando la ley de cada block por su tonelaje:

$$\text{Tonelaje de metal} = \text{Tonelaje de mineral} \cdot (\text{ley media})$$

Los valores unitarios para cada metal son los valores por gramo de oro, por gramo de plata, por por ciento de plomo, por -- por ciento de zinc, por por ciento de cobre; los cuales multiplicados por las leyes correspondientes de un mineral, y sumados los productos resultantes, dan el valor por tonelada de mineral antes de deducir los costos locales. El restar estos costos del valor del mineral dará la ganancia o pérdida por tonelada que sufrirá ese mineral si es minado, y ayuda a decidir si se incluye o no en las reservas.

Para calcular los valores unitarios se deben de tomar en consideración las cotizaciones de los metales (que son muy variables), los subsidios de que se espera disfrutar, las recuperaciones metalúrgicas, fletes a las fundiciones, costos de maquila, impuestos, etc., pero no los de minado, molienda, acarreo y manteo, y demás costos locales directos e indirectos.

La Planta de Beneficio hace mensualmente cálculos de precios unitarios para sus reportes, y es el que conoce los resultados metalúrgicos. Lógicamente es el Departamento que deberá calcular los Valores Unitarios para las Reservas.

Las reservas de mineral en la Unidad Fresnillo al 31 de Octubre de 1980, se detallan en 13 hojas de sumario, habiéndose -- hecho las tabulaciones de tonelaje y ley estimada en blocks y pilares de cada cuerpo mineralizado. Para la estimación de las reservas de los cuerpos se dividieron en dos grupos: depósitos diseminados y vetas. Estos grupos se dividieron en blocks y pilares, que de acuerdo con los valores unitarios y según los límites de costeabilidad --

empleados para cada sistema específico de explotación, se subdividieron en tres categorías: Costeables más ganancia, Costeables, Marginales.

Blocks. - Con esta denominación se consideran los cuerpos mineralizados desarrollados en contrapozos y frentes, tomándose en cuenta 10 m. en las tablas de los contrapozos y en el piso y cielo de las frentes respectivamente, también se incluyen en esta nominación 10 m. como mínimo en el cielo de los rebajes que resultan costeables para su operación.

Pilares. - Con esta denominación se agrupan varias categorías:

- a) Pilares suficientemente grandes y numerosos que -- pueden ser económicamente recuperados por medio -- del retaque de jal.
- b) Pilares económicamente recuperables por el abandono de los lugares.
- c) Cuerpos mineralizados que debieron considerarse como blocks pero que para su comprobación y extracción se requieren obras adicionales, tales como rehabilitación de los accesos y cueles de frentes y contrapozos.

Para el cálculo de las reservas de los diseminados, mantos y chimeneas se procedió sobre secciones hechas cada 10 m. y cada 20 m. para el "stock work", checadas con las áreas de las plantas de los cuerpos a diferentes niveles con la fórmula del prismatoide.

Para el cálculo de las reservas de las vetas se proce

dió sobre proyecciones longitudinales de las vetas a secciones con su respectivo avance, tanto en desarrollo como en tumba.

El peso específico usado para el cálculo de tonelaje en vetas fue de 2.80 - 2.85 tons/m³, y para los depósitos diseminados de 3.00 tons/m³.

VI. I. RESERVAS DE MINERAL DE SULFUROS.

SUMARIO Y COMPARACION DE RESERVAS MINERALES
OCTUBRE 31 DE 1979 A OCTUBRE 31 DE 1980

Fecha	Ancho (X)	Total Tons. Métricas	Gms/Ton.		%	%	%
	Rebaje		Au	Ag	Pb	Zn	Cu
10/31/79	2.02	1,356.750	0.35	461	1.10	2.00	0.08
10/31/80	2.13	1,782.290	0.35	460	1.06	2.02	0.07
Minado							
Nov/1°/79							
Oct/31/80		270.610	0.28	345	1.08	2.52	0.09

(X) Ancho estimado únicamente en rebajes sobre vetas.

COMPARACION DE LAS RESERVAS MINERALES DE
VETAS Y DEPOSITOS DISEMINADOS
AL 31 de OCTUBRE DE 1980

V e t a s	10/31/79	10/31/80	Aumento ó Disminución	Tonelaje Minado	Ganado ó* Perdido
Cueva Santa	10,400	10,400	- - - - -	- - - - -	- - - - -
C. Sta. Cross	7,410	7,410	- - - - -	- - - - -	- - - - -
C. Sta. Branch	10,470	10,470	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Esperanza	13,930	13,930	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Esperanza H.W.	4,970	4,970	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Fresnillo	3,410	3,410	- - - - -	- - - - -	- - - - -
2265	6,690	6,690	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Area Esperanza	7,260	7,260	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Concepción	28,950	28,950	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Sta. Amalia	15,170	15,170	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Sto. Niño	496,740	744,820	+ 248,080	27,989	+ 276,069
1600	3,950	2,880	- 1,070	- - - - -	- 1,070
1768	7,700	7,700	- - - - -	- - - - -	- - - - -
1850-2028	1,440	1,440	- - - - -	- - - - -	- - - - -
2137(E.W.C. Silver)	68,750	67,400	- 1,350	- - - - -	1,350
2137 F.W.	34,140	34,140	- - - - -	- - - - -	- - - - -
2190 No. 1	6,640	6,640	- - - - -	- - - - -	- - - - -
2199	1,160	1,160	- - - - -	- - - - -	- - - - -
2200	6,440	3,550	- 2,890	- - - - -	- 2,890
2270	211,940	227,320	+ 15,380	61,428	+ 76,808
2565	840	840	- - - - -	- - - - -	- - - - -
2630	18,060	17,160	- 900	- - - - -	- 900
2630 HW	1,830	1,830	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Sta. Elena	84,040	86,030	+ 1,990	5,564	+ 7,554
Sta. Elena E	9,440	9,960	+ 520	1,850	+ 2,370
Vetas Menores	15,940	15,940	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Total Vetas	1.077,710	1.337,470	+ 259,760	96,831	+ 356,591

Depósitos Diss.	10/31/79	10/31/80	Aumento ó Disminución	Tonelaje Minado	Ganado ó* Perdido
Cueva Sta. Diss.	55,140	87,030	+ 31,890	26,918	+ 58,808
Espíritu Santo	47,620	52,560	+ 4,940	27,678	+ 32,618
Manto 2031	12,130	12,130	- - - -	- - -	- - - -
Manto 2981	25,750	50,940	+ 25,190	16,738	+ 41,928
Manto Sup. Fortuna	3,430	3,620	+ 190	- - -	+ 190
Chimenea 2912	2,040	3,900	+ 1,860	- - -	+ 1,860
Chimenea 2907	7,090	6,140	- 950	- - -	- 950
Manto Inf. Fortuna	101,810	157,960	+ 56,150	72,823	+ 128,973
Manto 3060	24,030	70,540	+ 46,510	29,622	+ 76,132
Total Dep. Diss.	279,040	444,820	+ 165,780	173,779	+ 339,559
Gran Total Mina Fresnillo	1.356,750	1.782,290	+ 425,540	270,610	+ 696,150

*Resultado neto de cambio en los precios de los metales, -
límites de costeabilidad, recalculaciones y desarrollo.

SUMARIO DE RESERVAS MINERALES

OCTUBRE 31 1980

TOTAL RESERVAS (VETAS)

SISTEMA METRICO

Vetas	Rebaje	Tons.	Gms /Ton.		%	%	%	Valor
			Au	Ag	Pb	Zn	Cu	neto
Cueva Santa	1.63	10,400	0.8	136	4.1	4.4	0.22	\$ 74.68
Cueva Santa Cross.	1.20	7,410	3.7	345	0.4	0.5	0.00	" 141.80
Cueva Santa Branch	1.36	10,470	0.6	305	1.4	1.5	0.00	" 114.60
Esperanza	2.23	13,930	0.6	402	1.0	1.4	0.00	" 145.53
Esperanza H.W.	1.86	4,970	0.2	375	0.3	0.6	0.00	" 130.04
Fresnillo	1.86	3,410	1.1	447	0.8	1.5	0.00	" 166.42
2 265	1.56	6,690	0.8	455	0.3	0.9	0.00	" 161.09
Area Esperanza	1.53	7,260	0.7	446	0.2	0.6	0.00	" 156.70
Area Concepción	1.35	28,950	0.0	408	0.4	0.6	0.01	" 140.48
Area Santa Amalia	1.30	15,170	0.0	395	0.5	0.7	0.01	" 136.62
Area Santo Niño	2.53	744,820	0.5	636	0.4	0.8	0.02	" 220.95
Area 1600	1.69	2,880	1.1	129	3.0	3.5	0.65	" 70.70
Area 1768	1.39	7,700	1.1	251	2.0	3.7	0.00	" 104.16
Area 1850-2028	1.20	1,440	0.6	398	0.4	1.5	0.00	" 141.57
2137 (E.W.C. Silver)	1.57	67,400	1.2	153	3.2	5.6	0.25	" 80.13
2137 (F.W.)	1.66	34,140	0.4	131	3.8	5.7	0.28	" 71.63
2190 No. 1	1.35	6,640	0.2	219	3.1	2.3	0.93	" 96.45
2199	1.21	1,160	0.3	158	1.8	1.0	1.03	" 69.91
2200	1.49	3,550	0.3	124	3.9	8.7	0.16	" 70.31
2270	2.02	227,320	0.4	937	0.9	1.6	0.05	" 325.35
2565	1.40	840	0.2	232	0.4	0.9	1.67	" 91.40
2570	1.53	17,160	0.2	115	2.7	6.6	0.34	" 60.27
2570 H.W.	1.40	1,830	0.3	106	4.3	6.5	0.05	" 63.38
Santa Elena	2.19	86,030	0.1	389	0.3	0.6	0.01	" 134.22
Santa Elena E	2.27	9,960	0.2	535	0.3	0.3	0.00	" 183.90
Vetas Menores	1.51	15,940	0.2	162	4.4	4.4	0.20	" 81.02
Total Vetas	2.31	1,337,470	0.50	591	0.90	1.50	0.06	\$ 208.84

SUMARIO DE RESERVAS MINERALES

OCTUBRE 31/1980

TOTAL RESERVAS (DEPOSITOS DISEMINADOS)

Dep. Diseminados	Tons.	Gms/Ton.		%	%	%	Valor
		Au	Ag				
Cueva Santa Diss.	87,030	--	88	1.5	2.7	0.05	\$ 39.31
Espiritu Santo Diss.	52,560	--	83	1.7	2.8	0.05	" 38.61
Manto 2037	12,130	--	68	1.8	3.3	0.00	" 34.18
Manto 2987	50,940	--	62	1.6	3.0	0.14	" 31.73
Manto Sup. Fortuna	3,620	--	55	1.3	4.5	0.12	" 30.27
Chimenea 2912	3,900	--	56	1.3	4.1	0.16	" 29.48
Chimenea 2907	6,140	--	52	1.4	4.7	0.22	" 29.46
Manto Inf. Fortuna	157,960	--	52	1.6	4.3	0.14	" 29.55
Manto 3060	70,540	--	63	2.0	4.7	0.22	" 35.88
Total Dep. Diss.	444,820	--	66	1.6	3.7	0.12	" 33.62

TOTAL RESERVAS DE MINERAL

VETAS Y DISEMINADOS

	Tons.	Gms/Ton.		P o r c i e n t o			Valor Neto
		Au	Ag	Pb	Zn	Cu	
Vetas (Blocks)	1,124.030	0.48	633	0.65	1.12	0.04	\$ 221.35
Vetas (Pilares)	213.440	0.61	370	2.20	3.60	0.18	" 143.19
Total Vetas	1,337.470	0.50	591	0.90	1.50	0.06	" 208.84
<i>Depósitos Diseminados (Blocks)</i>							
Cueva Santa Diss.	87.030	- -	88	1.5	2.7	0.05	" 39.31
Manto 2031	12.130	- -	68	1.8	3.3	0.00	" 34.18
Espiritu Santo	55.560	- -	83	1.7	2.8	0.05	" 38.61
Manto 2981	50.940	- -	62	1.6	3.0	0.14	" 31.73
Manto Sup. Fortuna	3.620	- -	55	1.3	4.5	0.12	" 30.27
Chimenea 2912	3.900	- -	56	1.3	4.1	0.16	" 29.48
Chimenea 2907	6.140	- -	52	1.4	4.7	0.22	" 29.46
Manto Inf. Fortuna	157.960	- -	52	1.6	4.3	0.14	" 29.55
Manto 3060	70.540	- -	63	2.0	4.7	0.22	" 35.88
Total Depósitos Diseminados (Blocks)	444.820	- -	66	1.6	3.7	0.12	" 33.62
Total Blocks	1,568.850	0.34	472	0.92	1.85	0.06	" 168.00
Total Pilares	213.440	0.61	370	2.20	3.00	0.18	" 143.19
Total Reservas Mina Fresnillo	1,782.290	0.35	460	1.06	2.02	0.07	" 164.85

POTENCIAL INDICADO O RESERVAS POSIBLES
INDICADAS POR BARRENOS DE DIAMANTE Y POR PROYECCIONES DE LAS
ESTRUCTURAS CONOCIDAS (NO INCLUIDAS EN EL TOTAL)

Reservas Posibles	Toneladas	E N S A Y E S				
		Gms/Ton. Au	Ag	P o r c i e n t o Pb Zn Cu		
Manto 3060, Chimenea 2912, Manto 2981 y Manto Inf.	87,030	- -	50	1.3	4.0	0.12
Manto 2031	12,680	- -	96	2.0	3.8	0.00
Veta 2270	138,370	0.38	1093	1.06	1.9	0.07
Veta Santa Elena	192,940	0.1	348	0.2	0.6	0.00
Veta Santo Niño	1.515,410	0.5	587	0.4	0.8	0.02
Veta Concepción	9,680	1.8	427	1.0	1.0	0.00
<i>Gran Total</i>						
Reservas Posibles & Potencial Inferido	1.956,110	0.43	571	0.5	1.0	0.03

Las cotizaciones de los metales y los valores unitarios que se usaron para el cálculo de las reservas de mineral en la Unidad Fresnillo, son las siguientes:

Cotizaciones aplicadas (Dlrs) Valores Unitarios*

<u>Substancia</u>	<u>Cotización</u>	<u>Unidad</u>	<u>Valor Unitario</u>
Oro	600.00	Dlrs. oz Troy	6.16 1 gr.
Plata	15.00	Dlrs. oz Troy N. York	33.84 100 grs.
Plomo	0.33	Dlrs. Lb. Monterrey	4.50 1%
Zinc	0.32	Dlrs. Lb. Peñoles	0.93 1%
Cobre	1.15	Dlrs. Lb. Com. Intersec.	5.40 1%
Cadmio	2.50	Dlrs. LB. Promedio	- - - - -

*Los valores unitarios fueron calculados en la Unidad, con base en las cotizaciones enviadas por la Oficina de México y con tipo de cambio Dlrs. a \$24.00.

LIMITES DE COSTEABILIDAD

Los siguientes límites de costeabilidad fueron calculados por la Unidad, utilizando los presupuestos y costos para la mina incluyendo depreciación, amortización y agotamiento.

Para estos límites se recomendó modificar el límite - costeable e incluir en esta categoría un límite costeable con ganancia presupuestada (o sea todo el mineral con ensayos por arriba de - la ley del presupuesto para 1981) (Au 0.29; Ag 330; Pb 1.3; Zn 3.0; Cu 0.10) \$ 122.64.

<u>Tipo de Rebajes</u>	<u>Límites Marginales</u>	<u>Límites Costeables</u>	<u>Límites Costeables con Ganancia Presup.</u>
De Piso	49.10	56.40	+ 122.64
Alevante	49.10	56.40	--- --
Corte y Relleno	48.80	56.15	--- --
Mantos y Diss.	29.40	47.16	--- --
Color	Amarillo	Naranja	Rojo

VI.2. RESERVAS DE MINERAL OXIDADO AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980.

El objetivo principal de este proyecto es la investigación del tonelaje y ley existente a la fecha en la zona de oxidación del "Glory Hole" de Proaño, que por años paró sus actividades debido no a la falta de tonELAJES, sino a la baja en el precio de los metales, que los obligó en ese tiempo a una reducción considerable de tonelaje ya que la explotación se realizó únicamente con mucha selectividad en las zonas costeadas.

Para obtener los resultados a la fecha en el cálculo de tonelaje y ley se dió principio el 28 de Agosto de 1974, con un programa de exploración que consistió principalmente en rehabilitar 950 m. de Ftes. y Xeros. para tener acceso a las obras antiguas de la superficie al nivel 44.

Además se han colado 2119 m. de rampas exteriores e interiores hacia el corazón del "Glory Hole", con esto se ha logrado integrar la suficiente información geológica que aunada a la información proporcionada por 12,890 muestras de canal, 180 barrenos de percusión dados de la superficie y 40 B.D.D. localizados en los niveles 0 y 44. Para la recopilación de toda la información y el cálculo de tonelaje se elaboraron secciones transversales Esc. 1:1000 por los paralelos N 48° E viendo al NW con una separación de 20 m. entre sección, que muestra el perfil actual del "Glory Hole" y los límites de las áreas consideradas de la superficie al nivel 38 para su explotación.

Gran parte del estudio realizado anteriormente por el Sr. Fine que consistió en sacar muestras de canal en la superficie y los lugares accesibles del nivel 0 y 38, se han confirmado y nos han permitido delimitar con mayor exactitud las áreas para el cálculo.

Los límites actuales en las secciones no deberán considerarse tan rígidos para cuando se decida su explotación. Los límites se localizan en planta entre los paralelos 1200 - 1760. Para la estimación del tonelaje se han considerado reservas probables como las existentes entre la superficie y el nivel 0, y del 0 al 38 se consideran en el cálculo reservas posibles entre los mismos paralelos.

Para la estimación del tonelaje se ha considerado un 40% de huecos ó labrados en cada sección por recomendación del Dr. G. K. Lowther, esto debido a la cantidad de rebajes y labrados que tienen difícil acceso para su levantamiento y representación en las secciones.

El peso específico empleado en el cálculo fue de 2.5 tons/m³.

La estimación correspondiente es conservadora y se podrá incrementar ya que no incluye la información obtenida en barrenos de percusión sobre la rampa del "glory hole", catillas y la prolongación hacia el norte-poniente por abajo de la brecha sedimentaria, además existen buenas posibilidades de incrementar las reservas de óxidos entre el nivel 38 y 60 ya que la zona de transición aunque muy irregular entre óxidos y sulfuros se localiza: entre los niveles 60 y 75.

Muestreo de Volumen para pruebas de "Bulk Sample" se utilizará para experimentar sobre la uniformidad en los resultados -- obtenidos en las pruebas y estudios de Laboratorio Metalúrgico.

PROYECTO OXIDOS GLORY - HOLE

SUMARIO DE RESERVAS PROBABLES Y POSIBLES DE LA SUP. AL NIV - 38

AL 31 DE DICIEMBRE DE 1980

SECCION	TONS.	Gms/Ton.		% Mt
		Au	Ag	
P - 1200	30,070	0.09	100	0.78
P - 1220	304,900	0.11	73	0.56
P - 1240	368,200	0.11	73	0.80
P - 1260	491,700	0.16	75	0.71
P - 1280	519,750	0.36	98	0.76
P - 1300	448,550	0.08	66	0.62
P - 1320	417,050	0.32	83	0.87
P - 1340	462,700	0.31	76	0.57
P - 1360	501,200	0.31	87	0.63
P - 1380	474,400	0.14	80	0.49
P - 1400	436,250	0.30	92	0.69
P - 1420	460,850	0.10	72	0.59
P - 1440	525,100	0.40	90	0.36
P - 1460	335,500	0.30	98	0.59
P - 1480	314,700	0.52	89	0.88
P - 1500	361,000	0.35	83	0.81
P - 1520	397,200	0.19	84	0.71
P - 1540	287,600	0.14	87	0.80
P - 1560	293,250	0.25	92	0.58
P - 1580	273,750	0.50	85	0.87
P - 1600	309,950	0.25	105	0.59
P - 1620	352,800	0.18	98	0.80
P - 1640	195,930	0.19	89	0.56
P - 1660	111,000	0.24	82	0.52
P - 1680	151,800	0.20	95	0.45
P - 1700	155,000	0.32	86	0.51
P - 1720	106,800	0.16	78	0.39
P - 1740	137,300	0.21	83	0.45
P - 1760	45,150	0.17	87	0.32
TOTAL	9,269,450	0.25	85	0.65
TERRERO BELENA	702,700	0.20	87	0.50
GRAN TOTAL OXIDOS	9,972,150	0.25	85	0.64

PROYECTO OXIDOS GLORY - HOLE

SUMARIO DE RESERVAS PROBABLES DE LA SUPERFICIE AL NIV - 0

A DICIEMBRE 31 DE 1980

<u>SECCION</u>	<u>M2 AREA</u>	<u>M ANCHO</u>	<u>M3 VOL. X 2.5</u>	<u>TONELADAS METRICAS</u>
P - 1200	365	10.0	3,650 X 2.5	9,120
P - 1220	3,849	20.0	76,980 X "	192,450
P - 1240	4,775	20.0	95,500 X "	238,750
P - 1260	4,763	20.0	95,260 X "	238,150
P - 1280	4,653	"	93,060 X "	232,650
P - 1300	3,282	"	65,640 X "	164,100
P - 1320	2,917	"	58,340 X "	145,850
P - 1340	3,811	"	76,220 X "	190,550
P - 1360	4,278	"	85,560 X "	213,900
P - 1380	4,032	"	80,640 X "	201,600
P - 1400	3,219	"	64,380 X "	160,950
P - 1420	3,629	"	72,580 X "	181,450
P - 1440	5,368	"	107,360 X "	268,400
P - 1460	2,848	"	56,960 X "	142,400
P - 1480	2,747	"	54,940 X "	137,350
P - 1500	3,232	"	64,640 X "	161,600
P - 1520	4,076	"	81,520 X "	203,800
P - 1540	2,117	"	42,340 X "	105,850
P - 1560	2,066	"	41,320 X "	103,300
P - 1580	2,092	"	41,840 X "	104,600
P - 1600	2,501	"	50,020 X "	125,050
P - 1620	2,272	"	54,440 X "	136,100
P - 1640	3,105	10.0	31,050 X "	77,630
P - 1660	2,088	"	20,880 X "	52,200
P - 1680	1,476	20.0	29,520 X "	73,800
P - 1700	1,020	"	20,400 X "	51,000
P - 1720	444	"	8,880 X "	22,200
P - 1740	600	"	12,000 X "	30,000
P - 1760	486	10.0	4,860 X "	12,150

TOTAL RESERVAS PROBABLES

3,976,950

PROYECTO OXIDOS GLORY - HOLE

SUMARIO DE RESERVAS POSIBLES DEL NIV 0 AL 38

A DICIEMBRE 31 DE 1980

<u>SECCION</u>	<u>M2 AREA</u>	<u>M ANCHO</u>	<u>M3 VOL. X 2.5</u>	<u>TONE LADAS METRICAS</u>
P - 1200	8.8	10.0	8,380 X 2.5	20,950
P - 1220	2,249	20.0	44,980 X "	112,450
P - 1240	2,589	"	51,780 X "	129,450
P - 1260	5,071	"	101,420 X "	253,550
P - 1280	5,742	"	114,840 X "	287,100
P - 1300	5,689	"	113,780 X "	284,450
P - 1320	5,424	"	108,480 X "	271,200
P - 1340	5,443	"	108,860 X "	272,150
P - 1360	5,746	"	114,920 X "	287,300
P - 1380	5,456	"	109,120 X "	272,800
P - 1400	5,506	"	110,120 X "	275,300
P - 1420	5,588	"	111,760 X "	279,400
P - 1440	5,134	"	102,680 X "	256,700
P - 1460	3,862	"	77,240 X "	193,100
P - 1480	3,547	"	70,940 X "	177,350
P - 1500	3,988	"	79,760 X "	199,400
P - 1520	3,868	"	77,360 X "	193,400
P - 1540	3,635	"	72,700 X "	181,750
P - 1560	3,799	"	75,980 X "	189,950
P - 1580	3,383	"	67,660 X "	169,150
P - 1600	3,698	"	73,960 X "	184,900
P - 1620	4,334	"	86,680 X "	216,700
P - 1640	4,732	10.0	47,320 X "	118,300
P - 1660	2,352	"	23,520 X "	58,800
P - 1680	1,560	20.0	31,200 X "	78,000
P - 1700	2,080	"	41,600 X "	104,000
P - 1720	1,692	"	33,840 X "	84,600
P - 1740	2,146	"	42,920 X "	107,300
P - 1760	1,320	10.0	13,200 X "	33,000

TOTAL

5,292,500

VII. PRODUCCION DE LOS DEPOSITOS

VII.1. PRODUCCION TOTAL DE TONELADAS DE METAL Y MINERALES VARIOS.
PRODUCCION DE SULFUROS MINA PROAÑO.

(Solamente la Mina Proaño, no incluye el mineral molido de Plateros, Zacatecas ó mineral de compra de otras partes. Recopilación por el Dr. G. K. Lauther).

PERIODO	AÑOS	TONELADAS METRICAS	Gms/Ton.		Porcentaje		
			Au	Ag	Pb	Zn	Cu
1926 - JUN 1941 *,**	15 1/2	4,482.248	0.91	423	5.05	5.60	0.50
JUL 1941 - JUN 1951	10	5,469.574	0.75	318	3.53	4.31	0.42
JUL 1951 - JUN 1961	10	5,047.305	0.62	202	2.49	3.68	0.36
JUL 1961 - DIC 1971	10 1/2	4,182.279	0.50	171	2.15	3.33	0.17
ENE 1972 - DIC 1976 incl.	5	1,500.624	0.32	100	2.07	3.86	0.17
ENE 1977 - DIC 1978 incl.	2	540.408	0.27	234	1.33	3.14	0.11
ENE 1979 - DIC 1979	1	268.678	0.24	359	1.05	2.40	0.08
ENE 1980 - DIC 1980	1	272.810	0.28	350	1.12	2.52	0.08
TOTAL 1926 - DIC 1980	55	21,763.926	0.65	268	3.12	4.14	0.34

*.- De la Publicación Tecnológica de la A.I.M.E. No. 1500 del año 1942, P. 2, Stone da este tonelaje y grado para los años de 1926 a 1941 inclusive, ya que el año fiscal de la compañía termina en junio 30 de 1941 de donde es probable que esta producción sea hasta junio 30 de 1941, cuando el artículo se presentó en la reunión en "New York" en febrero 1942. Las cantidades de producción completas en los informes anuales de julio de 1929 a junio de 1941 son como sigue:

PERIODO	AÑOS	TONELADAS METRICAS	Gms/Ton.		Porcentaje		
			Au	Ag	Pb	Zn	Cu
JUL 1928 - JUN 1941	13	4,162.944	0.85	422	4.90	5.57	0.47

En años pasados casi todo el mineral de óxidos procedió del "Glory - Hole" (rebaje a tajo abierto). En el año de 1929 los rebajes a tajo abierto alcanzaron un promedio de profundidad de 300 m. abajo de los bordes, y la producción de óxidos para el año -- que terminó en junio 30 de 1929 fue reportada como sigue: el 69.5% de la producción fue de los rebajes a tajo abierto, el 11% del rebaje "Top Slice" (rebaje con marcos de madera) denominado veta El Pilar y el resto de la producción provino de rebajes y otros métodos subterráneos a lo largo de vetas angostas. Después de 1930 la producción del "Glory - Hole" decreció. En 1933 y 1934 sólo el 13 - 14% del tonelaje de óxido provino de los rebajes de vetas angostas dispersas en una área muy amplia.

Para reducir costos, el minado de óxido en el interior de la mina fue suspendido en 1938, y la producción de julio --- 1938 a junio 30 de 1942 fue casi completamente de los rebajes a tajo abierto.

**.- Producción de junio de 1928 a junio de 1935. (7 años) fue como sigue:

P E R I O D O	AÑOS	TONELADAS METRICAS	Gms/Ton		P o r c i e n t o		
			Au	Ag	Pb	Zn	Cu
JUN 1928 - JUN 1935	7	1,411.224	0.63	349	8.2	8.9	0.75

Durante este período, el mineral fue casi todo de los niveles superiores de la Veta Cueva Santa. Después de 1935, la producción comenzó con las vetas de alta plata y la mezcla con el mineral de Cueva Santa son el resultado de cabezas de alta plata y bajo plomo y zinc desde 1937 a 1942.

Además del mineral de óxido de la mina Proaño, la -- planta de cianuración trató mineral de óxidos de Zacatecas, Plate--ros, mineral de compra y jales antiguos. De este modo, desde 1934, el tonelaje total tratado (incluyendo Proaño) promedió 604,523 toneladas por año.

Por varios años después de 1937, las colas de flotación de la planta de sulfuros también pasaron a través del molino de cianuración. En junio de 1942, la operación de óxido fue suspendida en Fresnillo y en 1943 la planta de cianuración operó sólo unos cuantos días cada mes principalmente tratando mineral de compra.

PRODUCCIÓN DE ÓXIDOS MINA PROAÑO

<u>Periodo</u>	<u>TONELADAS METRICAS</u>	<u>Gms/Ton.</u>	
		<u>Au</u>	<u>Ag</u>
1921 - 1941 Incl.	12,899.225	0.30	191

La relación siguiente de informes anuales muestra descenso en tonelaje y grado de los óxidos en la Mina Proaño, durante la última parte de la operación.

<u>AÑO FINALIZADO</u>	<u>TONELADAS METRICAS</u>	<u>Gms/Ton.</u>	
		<u>Au</u>	<u>Ag</u>
Junio 30 - 1929	768.007	0.21	202
" " - 1934	473.921	0.37	198
" " - 1935	334.649	0.41	202
" " - 1936	289.289	0.51	209
" " - 1937	289.414	0.58	220
" " - 1938	247.086	0.53	205
" " - 1939	186.635	0.38	187
" " - 1940	180.133	0.31	152
" " - 1941	163.748	0.30	140
" " - 1942	143.506	0.24	139
" " - 1943	1.668	0.33	144

VII.2. RESULTADOS METALURGICOS.

	<u>Toneladas</u>	<u>Gms/Ton.</u>		<u>% Pb</u>	<u>% Zn</u>	<u>% Cu</u>
		<u>Au</u>	<u>Ag</u>			
Mineral Molido	306,803	0.30	328	1.12	2.46	0.08
Conc. de Plomo	9,730	3.90	5702	21.88	7.59	1.10
Conc. de Zinc	14,672	0.48	503	0.39	51.06	0.61

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta tesis se ha intentado mostrar por un lado - la importancia de este grupo de yacimientos económicos, y por otro establecer un esquema general del análisis de ellos, pero que encierre información esencial sobre la historia evolutiva de los yacimientos, reservas y producción, permitiendo llegar a las siguientes conclusiones:

- En la Unidad Fresnillo, no se había logrado el descubrimiento de nuevas reservas, pero a partir de los finales de la década de los sesentas, la empresa al ver que sus reservas empezaban a terminarse, elaboró arduos programas de exploración que dieron con el descubrimiento de nuevas estructuras mineralizadas en Fresnillo.

- La estratigrafía se clasificó en unidades y formaciones informales por falta de información. Dentro de las rocas ígneas extrusivas tenemos: rocas piroclásticas, vitrófiro, riolita de biotita y un dique riolítico. Las rocas piroclásticas constituyen una potente unidad que presenta características texturales distintivas, la cual se han diferenciado cinco tipos que son: ignimbritas, brecha volcánica, toba riolítica rosa, toba riolítica morada y toba riolítica, marcando un espesor aproximado de 500 m. En la Loma del Puerto se encuentra vitrófiro, riolita de biotita y un dique riolítico.

- Dentro de las provincias fisiográficas es claro que el distrito de Fresnillo está enclavado en dos: Mesa Central y Sierra Madre Occidental, según Raisz (1964).

- La orografía se clasificó en dos zonas: Zona Circundante y Zona Central, para fin de hacer estudios sistemáticos bien definidos a futuro, tanto de exploración como en prospección.

- La geomorfología se dividió en dos unidades: Unidad Geomorfológica de la Mesa Central y Unidad Geomorfológica de la Sierra Madre Occidental, a fin de facilitar los estudios geomorfológicos - estructurales a futuro.

- Es claro que en este distrito minero se encuentra una gran variedad de tipos de yacimientos, como lo son: "Stock-Work" diseminados, mantos, chimeneas y vetas. Siendo una gran escuela y reto para el geólogo.

- El rumbo de los principales sistemas de vetas es -- NW 60° - 85° SE y NE 60° - 85° SW, siendo similar su forma, estructura y origen; de lo que se infiere la posible continuidad de dichas - estructuras, como se ha demostrado con las estructuras cortadas por los barrenos de diamante dados en el Cerro del Pópulo.

- El nuevo sistema de vetas es un claro ejemplo de estructuras ocultas (ciegas) que resultan ser un gran potencial económico, constituyendo un reto para el geólogo; por lo que se puede concluir que la geomorfología - estructural y estratigrafía constituyen una guía en la prospección minera de la región.

- Ultimamente se ha demostrado que las rocas de la -- Formación Chilitos son favorables para la mineralización.

- En la mina Fresnillo se encuentran yacimientos muy diferentes en sus tipos, más no es así en su génesis, ya que todos - son considerados como resultados de un proceso verificado en diferentes etapas.

- En el aspecto génético, se da una idea de los resultados actualmente disponibles sobre las características de las soluciones hidrotermales (inclusiones fluidas) y estudios isotópicos. M. Arnold y González P. (1983) proponen que los mantos y vetas son las formas de una removilización bajo dos regímenes hidrostáticos dis--

tintos, de aquí un proceso en donde inicialmente los sulfuros eran de origen biogénico, estando diseminados en la Grauvaca Inferior, Lutitas Calcáreas y Carbonosas y Grauvaca Superior (del Cretácico).

- La exploración debe ser un programa permanente en una unidad minera, y no verse en la necesidad de dejar para último momento dichos programas de exploración y solo usufructuar las reservas existentes; de esto se hace notar la importancia que tienen los "Departamentos de Geología" en las unidades mineras.

- La exploración en Fresnillo ha hecho resurgir un gran centro minero y cosa similar podría ocurrir en tantos otros distritos mineros que han quedado abandonados por falta de reservas.

El desarrollo de esta tesis nos permite hacer las siguientes recomendaciones en general y en particular al estudio de:

- - Edad exacta y correlación de las formaciones, ya que la posición dentro de la columna estratigráfica del cuerpo de andesitas, algunos autores las ubican como las más antiguas y en los nuevos desarrollos se ha puesto en duda tal aseveración.

- - Se debe realizar un estudio sistemático de las diferentes estructuras en todos sus niveles, tanto a baja como alta temperatura, así como, estudios isotópicos de hidrógeno y oxígeno, para conocer con más exactitud las condiciones físico-químicas de las soluciones y su evolución en la formación de las diferentes estructuras mineralizadas (González Partida E. en preparación).

- - El origen de los mantos y chimeneas, ya que hay diferencias entre autores.

- - El Tectonismo de la zona, ya que es muy complejo.

- - Exploración cuidadosa y sistemática de los mantos de mineral y de depósitos diseminados dentro de las áreas desarrolladas de la mina.

- - La génesis, zonificación y relaciones con otros tipos de yacimientos del distrito de todo el nuevo sistema de vetas descubierto recientemente.

- - Aplicación de la geomorfología - estructural en la exploración superficial, así como, métodos geofísicos y geoquímicos de exploración hechos a conciencia.

IX. AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento al Dr. Eduardo González Partida que ha sido el director de esta tesis, así también como amigo ejemplar durante el transcurso de mi carrera.

Al Ing. Ricardo Chico V., Dr. G. K. Lauther, Ing. Enrique Gómez de la Rosa e Ing. Nephthali Bravo Medina por las facilidades que me brindaron para terminar mis estudios.

Al Ing. Sergio Velázquez Silva que con su ayuda fue posible la elaboración de esta tesis; por su orientación y consejos dentro de mi trabajo.

A la Srta. Silvia Picasso Tostado, por la transcripción del trabajo.

A todos mis amigos y compañeros de trabajo, y a todas aquellas personas que en algún momento tuvieron para mí un aliciente en mis estudios.

A mi madre Sra. Aurora Ayala Vda. de Acosta, y mis hermanas Ma. del Refugio, Aurora y Martha, por el respaldo que me ofrecieron para poder llevar a cabo mis planes.

A la Srta. Juana Esthela Domínguez Arellano por su amor y apoyo que me brindó.

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

- ARNOLD M., 1978. *Cristallogénese et géochimie isotopique de la pyrite: apont a la métallogénese des amas sulfurés associés a un volcanismo sous-marin. Thèse I. N. P. L. Sc. de la Terre, mén No. 40 (1981 410 p.)*.
- ARNOLD M. VELES S. V., 1983. 150 medidas consignadas en un artículo realizado sobre sulfuros diseminados en 4 intrusivos de la región de P. del Cabachi, Edo. de Sonora.
- ARNOLD M., GONZALEZ PARTIDA., 1983. Reporte preliminar del análisis metalogenético del Distrito Minero de Fresnillo, Zac. -- (Inédito).
- ARENAS, P., 1860. Descripción Geológica y Mineralógica del Mineral de Fresnillo. *Anales Mexicanos*; Pl - 62.
- ASHLEY, J. H., 1936. Mining Sulfide ore at Fresnillo; *Eng. Min. Int.* V. 137 No. 6, P. 279 - 284.
- BATEMAN, ALAN M., 1961. "Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico"., Editorial Omega, S.A.
- C. A. D. N. E., 1961. "Código de Nomenclatura Estratigráfica".
- CHURCH, J. A., 1907. Proaño, a famous Mine of Fresnillo; *Eng. Min. Int.*, V. 84, No. 2, P. 53 - 56.
- COLONY, R. J., 1929. "Petrographic report on six samples of rock -- from Fresnillo México (Inédito).
- CSERNA, Z., de 1976. Geology of the Fresnillo area, Zacatecas, México: *Geol. Soc. Am. Bul.*, V. 87, No. 8, P. 1191-1199.

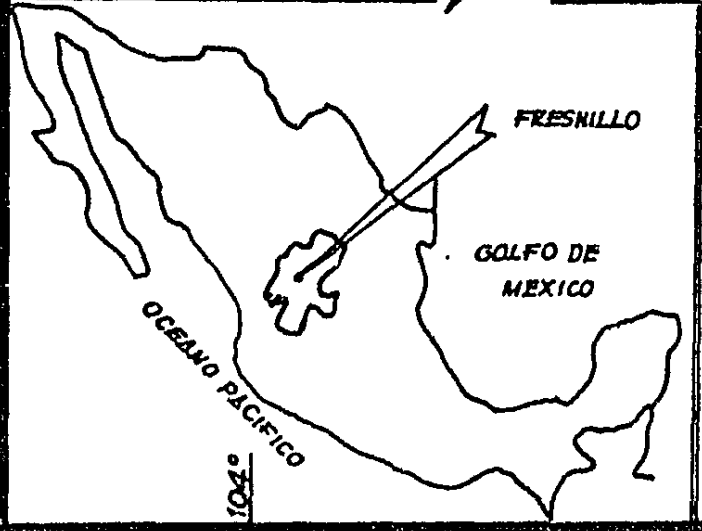
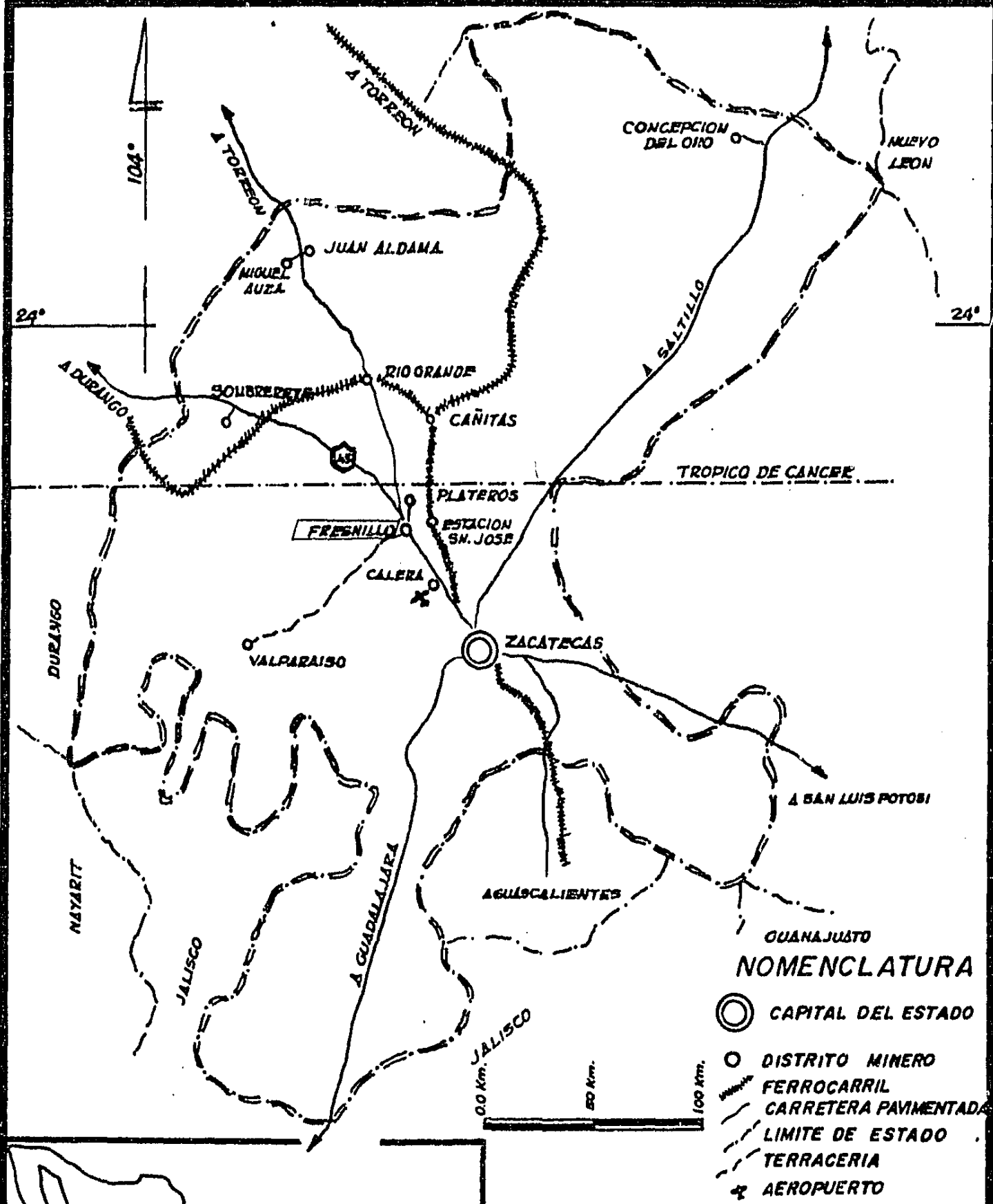
- CSERNA, Z. DE DELEVAUX, M. H. and HARRIS D. C., 1977. *Datos isotópicos, mineralógicos y modelo genético, propuesto por los yacimientos de plomo, zinc y plata de Fresnillo, Zac.* -- U. N. A. M. Inst. Geo. Rev. V. 1, No. 1, P. 110-116.
- CHICO, S. E., 1980. *Descubrimiento de la veta Snto Niño en Fresnillo, Zac. Tesis Profesional U. N. A. M.*
- DEL POZO, R. M., 1980. *Cocientes Metálicos: Un nuevo sistema de exploración en 2270, Distrito Minero Fresnillo, Zac. U. A. S. L. P. Esc. Ing. Tesis Profesional.*
- FEDERIC H. LAHEE., 1970. *"Geología Práctica". Ediciones Omega, S.A.*
- GONZALEZ PARTIDA E., 1983. *Los yacimientos polimetálicos Au-Ag de tierra caliente: proposición de un modelo de removilización sobre Michhuatlán, Temascaltepec y Sultepec, Edo. de Méx., en base a los isotopos de azufre. GEOMIMET No. 121.*
- GONZALEZ PARTIDA E., 1983. *Las inclusiones fluidas y las características genéticas de las mineralizaciones polimetálicas de tierra caliente. GEOMIMET No. 123.*
- GONZALEZ REYNA, GENARO., 1946. *La Industria Minera en el Estado de Zacatecas. Comité Directivo para la Investigación de los recursos minerales de México.*
- GUZMAN AGUIRRE, ALEJANDRO 1960. *"Geología de la Región de Fresnillo, Estado de Zacatecas". C. R. N. N. R.*
- HUNGLER S. WILLIAM., 1967. *Estudio Geológico de los Mantos de Fortuna en el Distrito Minero de Fresnillo, Edo. de Zacatecas. Tesis Profesional. U. N. A. M.*

- KOCH, G. S., and LINK, R.E., 1967. *Geometry of metal distribución in five veins of the Fresnillo Mine, Zacatecas, México.* U. S. Bur. Min. Rept. Inv. 6916, P. 64.
- KREZMER, M. J., 1977. *The Geology and Geochemistry of the Fortuna mineralization, Fresnillo, Zacatecas, México, Univ. of Toronto, unpub. M. Sc. Thesis.*
- LOWTHER, G. K., 1961. "Report On Manto Deposits in Fresnillo Mine". Fresnillo, Zac. (Inédito).
- MACDONAL JAMES A., 1978. *The Geology and Geners of the Cueva Santa Branch Silver lead zinc Manto ore body, Fresnillo Mine, México. unpub. M. Sc. Thesis Univ. of Toronto.*
- MACKINSTRY, HUGH, 1961. "Geología de Minas". Ediciones Omega, S.A.
- MARTINEZ, P. J., 1973. *Estudio Geológico Superficial del Distrito - Minero de Fresnillo, Zac. Ins. Pol. Nac. México, Tesis - Profesional.*
- MELENDEZ, M. G., 1978. *Geología y Aprovechamiento mineral del área Pópulo, Distrito Minero Fresnillo, Zacatecas. I. P. N. - Esc. Sup. de Ing. y Arquitectura. Tesis Profesional.*
- MULLER, G. A., 1981. *Geología de Vacimientos Minerales del área de - Fortuna, Fresnillo, Zacatecas. U. A. S. L. P. Esc. de Ing. Trabajo Recepcional.*
- MURGUTA., 1751. *Mining notes unpublished.*
- OHMOTO H. and RYE R., 1979. *Isotopes of Sulfur and carbon. In Barnes. Ed; Geochemistry of hydrothermal Ore Deposits, 2nd ed., pp. 509 - 567.*

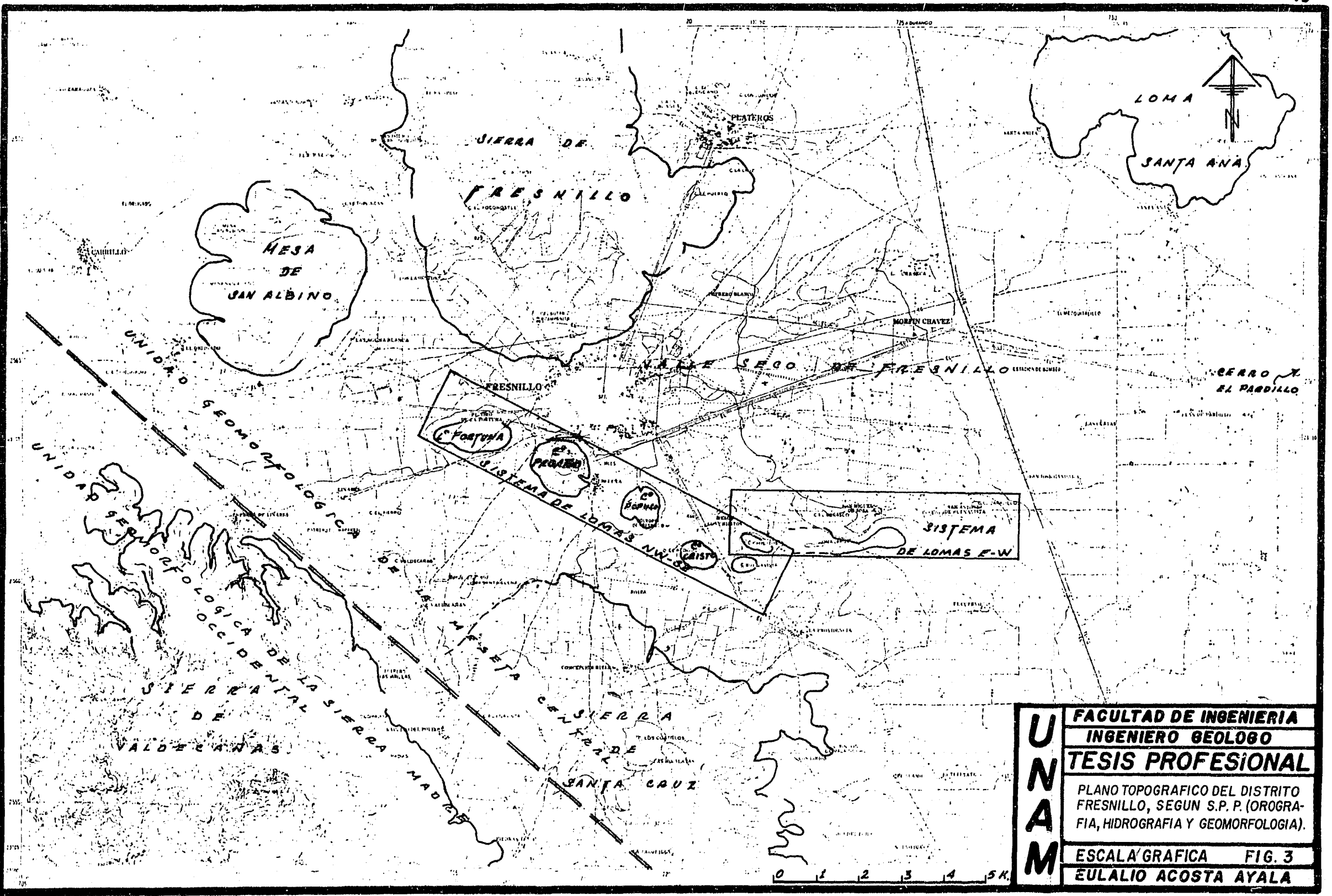
- PEREZ, J. J., 1961. "Bosquejeo Geológico del Distrito Minero de Zacatecas". C. R. N. N. R. Boletín No. 52.
- PETTIJHON, F. J., 1963. "Rocas Sedimentarias". Editorial Eudeba.
- PILOT J. and HERZEN D., 1972. S^{18} O un S^{34} untersuchungen -- and sulfate isotope. Neaue Bergbautechnik, 2, No. 3, pp. 161 - 168.
- ROMERO, S. A., 1977. Estudios Geológicos en la zona de óxidos, Proyecto Glory - Hole (Unidad Fresnillo) U. A. S. L. P. Esc. Ing. Tesis Profesional.
- SOLIS VARROATH JORGE, HERRERA MENDIETA IGNACIO., 1973. "Estudio Geológico Superficial 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, B. J. and Mc Carthy, J. C., 1942, Mineral and Metal variations in the veins of Fresnillo, Zac. México; Am Inst. Min. Met. Eng. V. 178, P. 91 - 106.
- TORRES, M. C. A., 1976. Estudio Geológico Minero Área del Glory - Hole, U. A. S. L. P. Esc. Ing. Tesis Profesional.
- TYRREL, G. W., 1961. "Principios de Petrología". Editorial Continental, S.A., México, D.F.
- VELAZQUEZ S., MENDEZ M. RABLING, C. E. y TORRES R. P., 1973. Geología Métodos de Explotación y Beneficio de los Yacimientos minerales en el Distrito de Fresnillo, Am. Int. Min. Met. Pet. Eng. Sección Minerales de la República Mexicana.

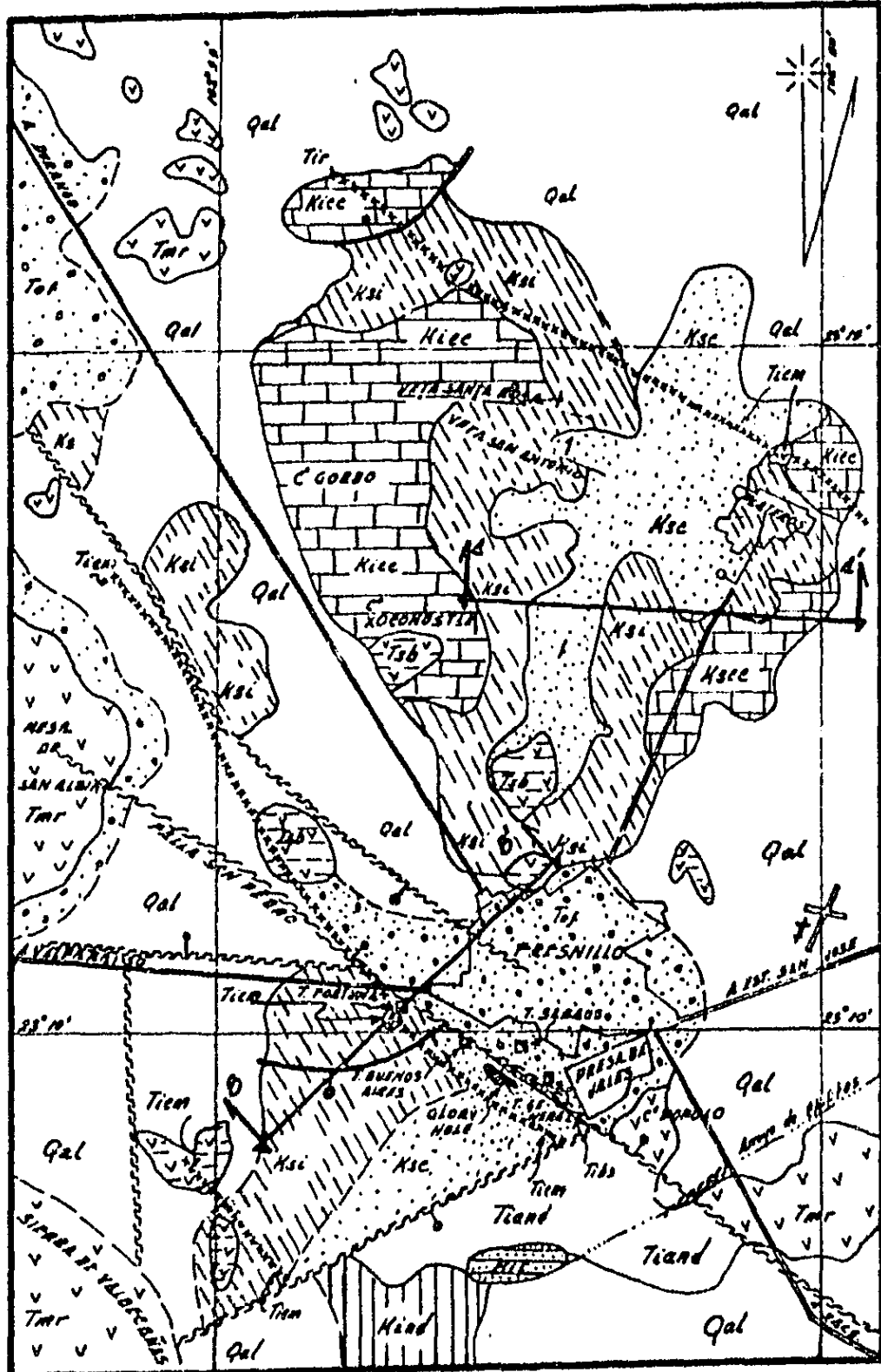
WILLIAMS TURNER GILBERT, 1968. "petrografía" Cia Editorial Continental, S.A. México, D.F.

YOUNG, G. J., 1965. "Elementos de Minería". Editorial Gustavo Gil, - S. A.



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	INGENIERO GEOLOGO
	TESIS PROFESIONAL
	LOCALIZACION DEL DISTRITO FRESNILLO
	ESCALA: GRAFICA FIG. 1
EULALIO ACOSTA AYALA	





EXPLICACION

- CUATERNARIO** { Qal DEPOSITOS ALUVIALES
- MIOCENO** { Tm BASALTO XOCONOSTIA
TmV RIOLITAS
- OLIGOCENO** { Tof VARIAS ETAPAS AMERILIZANTES
ROCAS PIRENEAS (SANDALISTAS, BACCHAS, JUNTADARITAS) TmV BARRIO
Tios BRECNA SEDIMENTARIA
- POCENO** { Tiand ROCAS VOLCANICAS NPTA. ANDESITAS (ANDESITAS Y AGLOMERADO)

- GRUPO PROANO**
- MEZOZOICO CRETACICO SUPERIOR** { Kms CRETACICO INDIFFERENCIADO (CALIZAS Y ARENISCAS)
Ksc FORMACION CARACOL (GRAVILLAS)
Ksl FORMACION INDIURA (LUTITAS)
- MEZOZOICO CRETACICO INFERIOR** { Kic FORMACION CUESTA DEL CUM (CALIZAS, LUTITAS Y GRAVILLAS)
Kil DISCORDANCIA
Kil FORMACION TRABISES (MARGAS)

SIMBOLOGIA

- CARRERA PAVIMENTADA
- CONTACTO GEOLOGICO
- FALLA DAT. POR GRAVIMETRICA
- FALLA INDICANDO BLOCKEADO
- LINEA DE SECCION



U

N

A

M

FACULTAD DE INGENIERIA

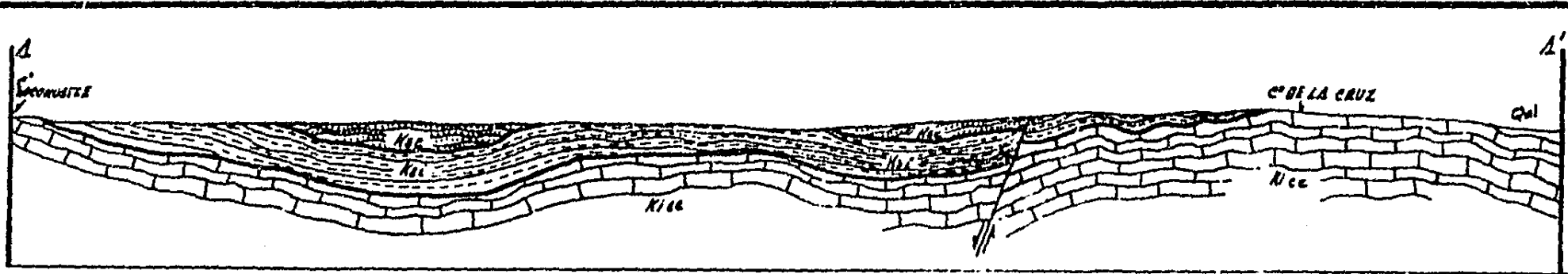
INGENIERO GEOLOGO

TESIS PROFESIONAL

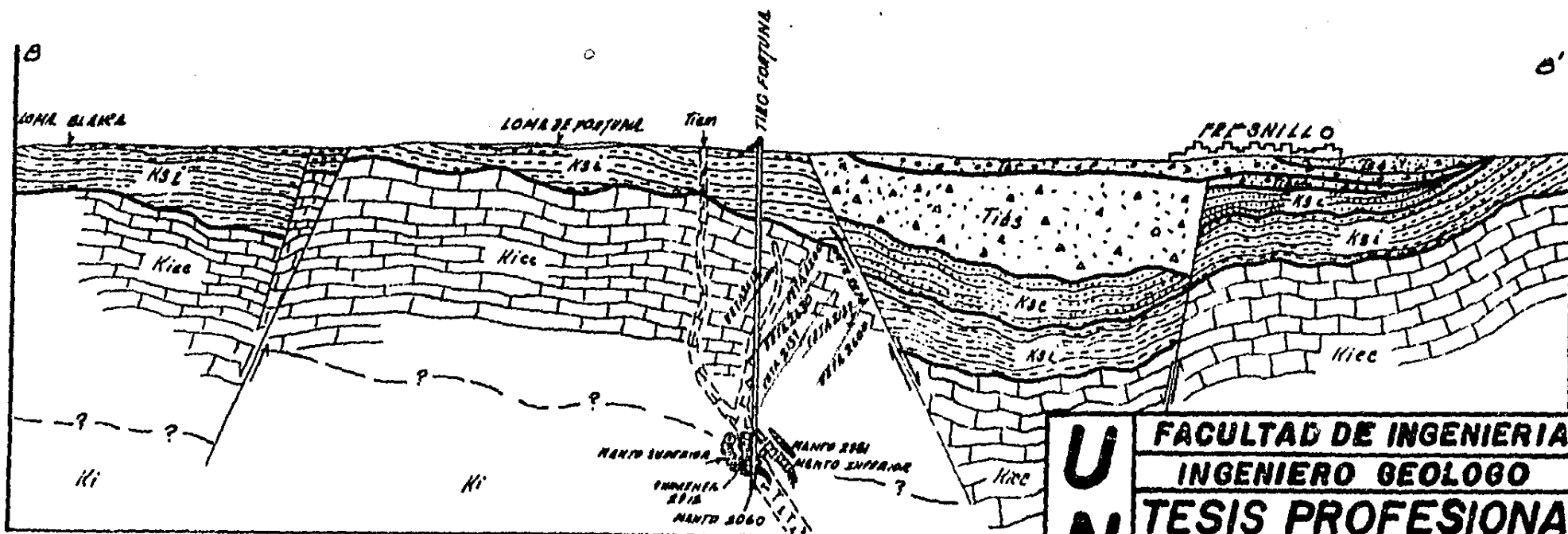
PLANO GEOLOGICO DE SUPERFICIE EN EL AREA DE FRESNILLO
(Segun: De Cserna, 1976. Modificado por S. Veldzquez S.)

ESCALA GRAFICA FIG. 4

EULALIO ACOSTA AYALA



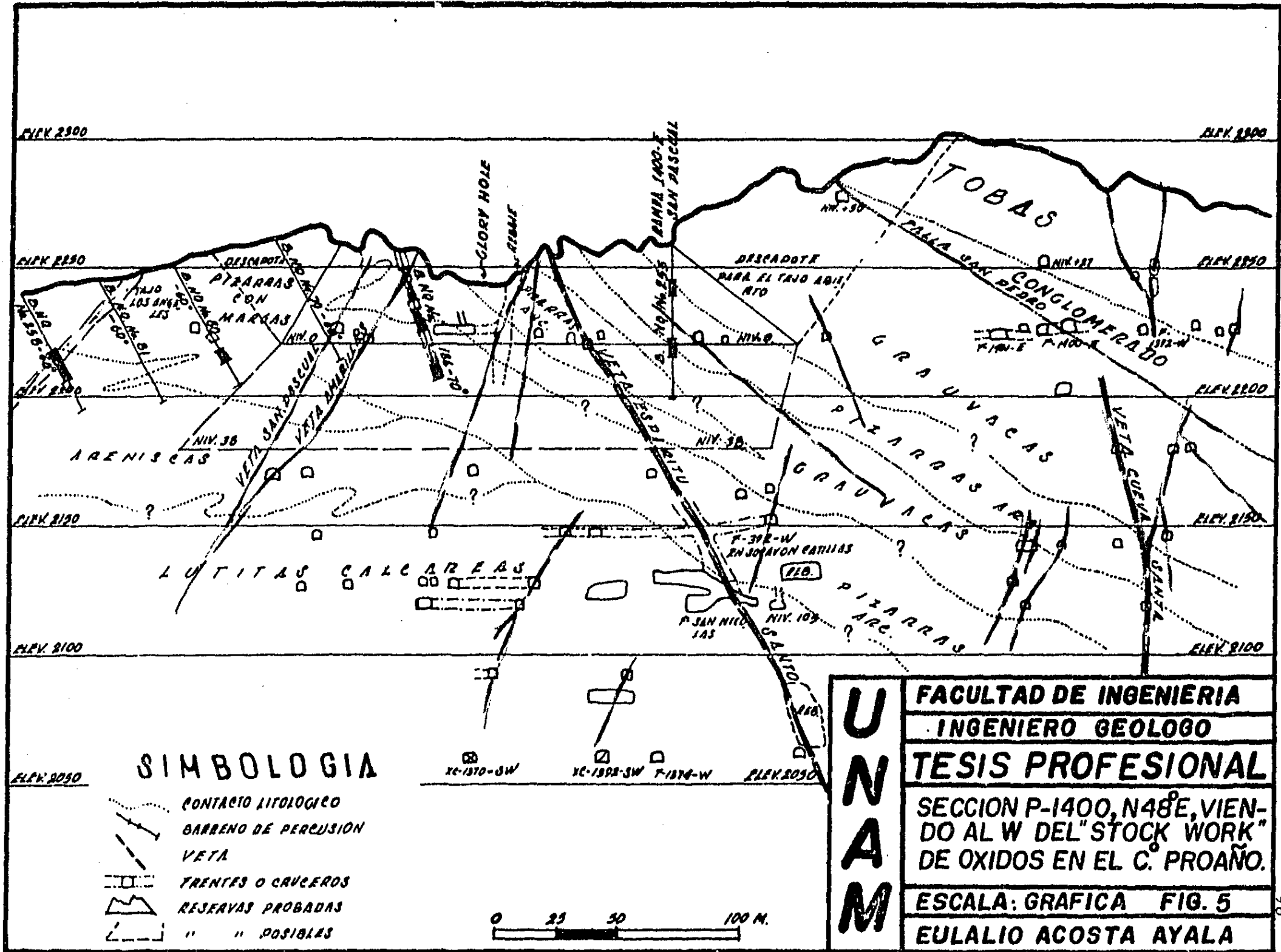
SECCION GEOLOGICA ESQUEMATICA A-A' ORIENTADA AL N88°W VIENDO AL N



SECCION GEOLOGICA ESQUEMATICA B-B' ORIENTADA AL N48°E VIENDO AL NW



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	INGENIERO GEOLOGO
	TESIS PROFESIONAL
	SECCIONES GEOLOGICAS DEL AREA DE FRESNILLO
	(Segun S. Velásquez S.)
ESCALA: GRAFICA FIG. 4-A	
EULALIO ACOSTA AYALA	

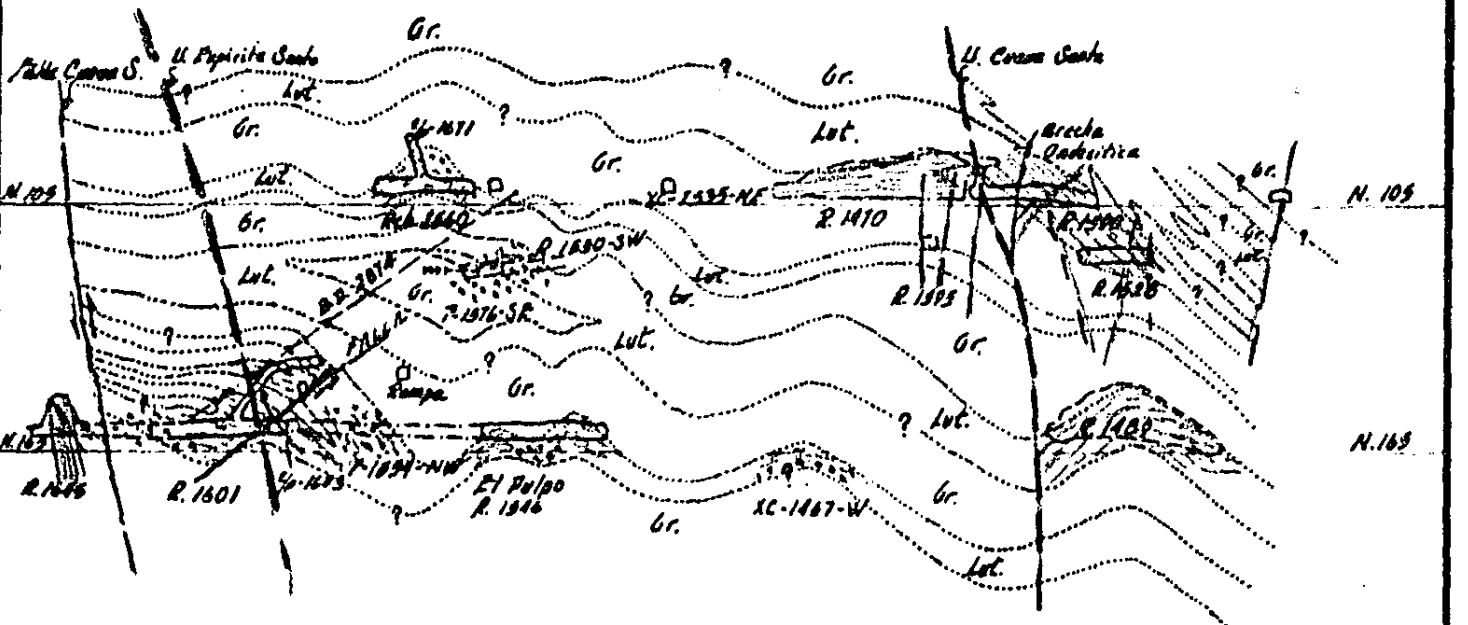
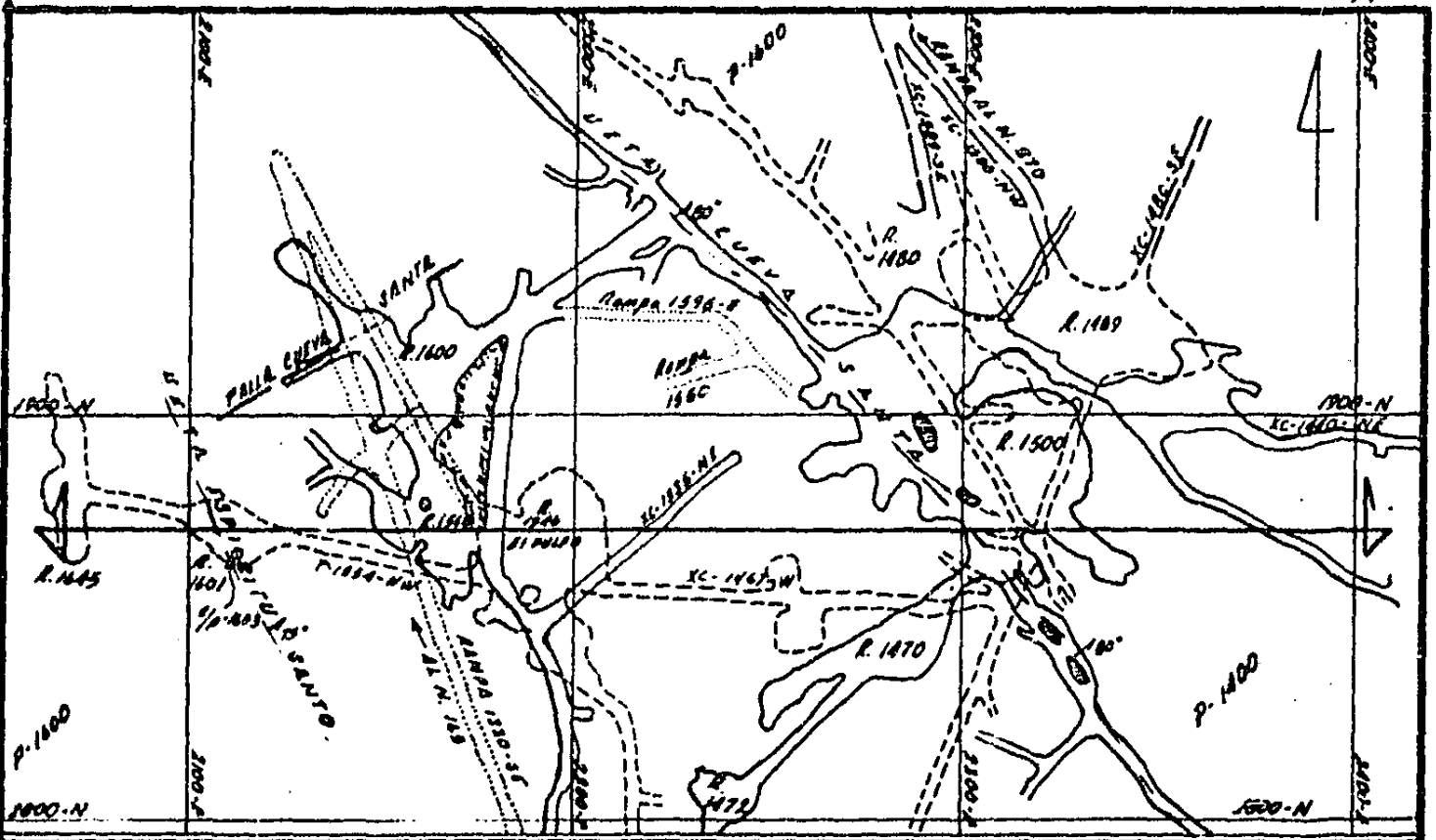


SIMBOLOGIA

- CONTACTO LITOLÓGICO
- BARRENO DE PERCUSION
- VETA
- TRENTES O CRUCEROS
- RESERVAS PROBADAS
- " " POSIBLES

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERO GEOLOGO
TESIS PROFESIONAL
 SECCION P-1400, N48^oE, VIENDO AL W DEL "STOCK WORK" DE OXIDOS EN EL C. PROAÑO.
 ESCALA: GRAFICA FIG. 5
EULALIO ACOSTA AYALA

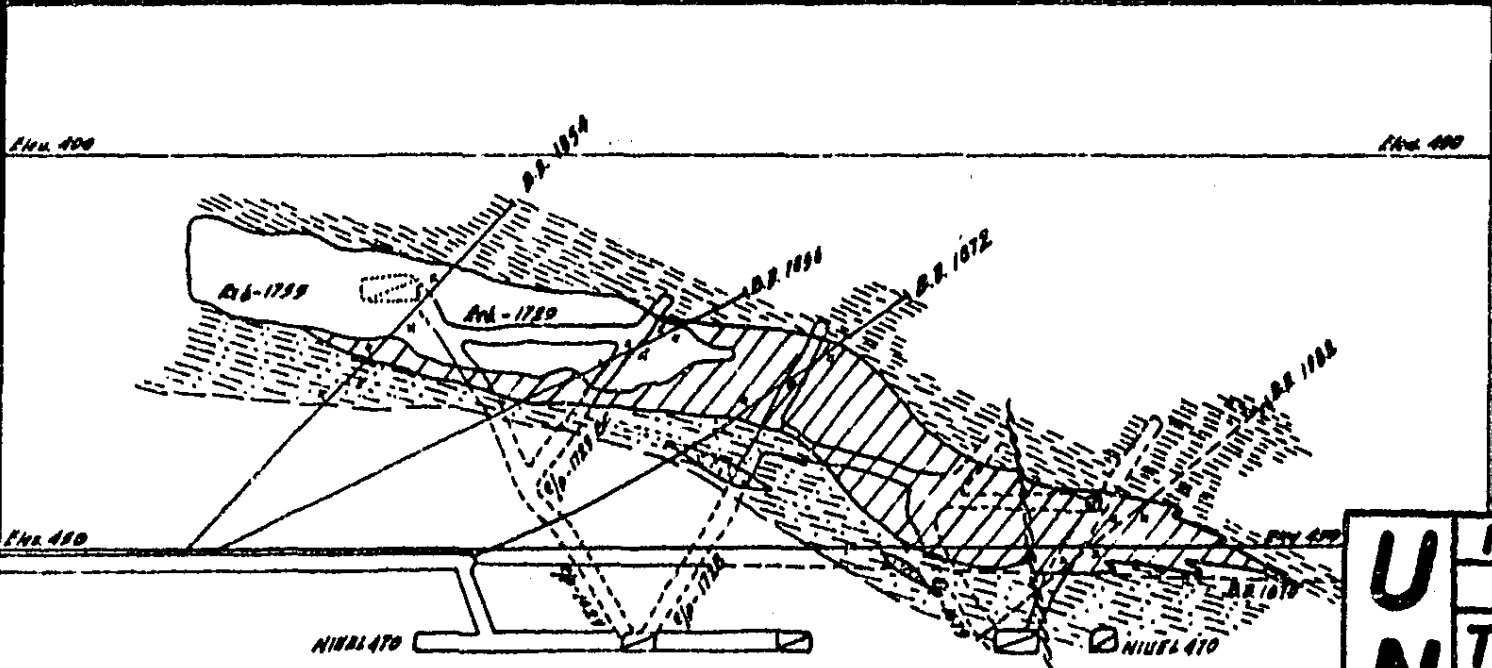
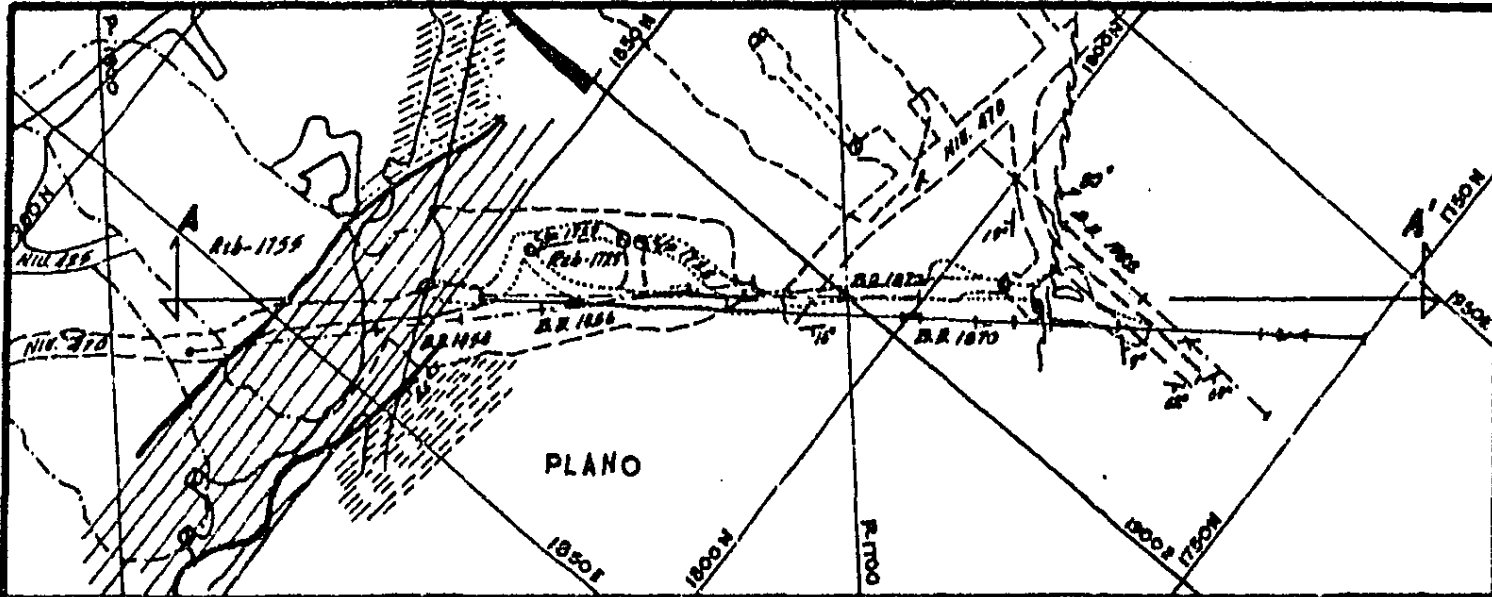


SIMBOLOGIA

- NIVEL 105
- RAMPA DEL N. 105 AL N. 165
- NIVEL 165
- RAMPA AL NIVEL 210
- PILAR
- CONTACTO ESTRATIGRAFICO
- VETA
- FALLA



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	INGENIERO GEOLOGO
	TESIS PROFESIONAL
	SECCION E-W, VIENDO AL N DE LOS DISEMINADOS CUE- VA SANTA-ESPIRITU SANTO.
	ESCALA:GRAFICA FIG. 6
	EULALIO ACOSTA AYALA



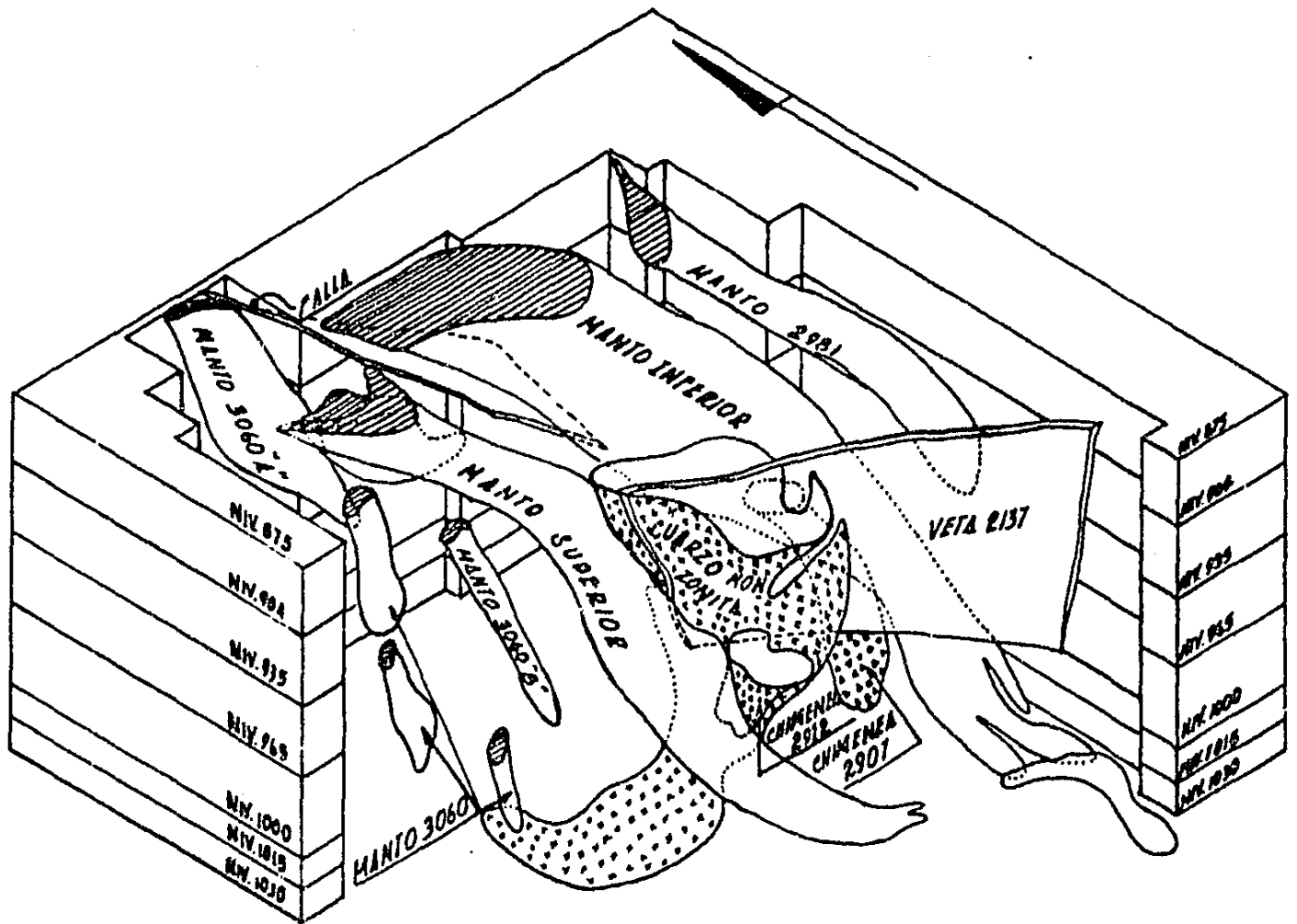
SECCION A-A'






SIMBOLOGIA	
	GABBRO CON LENTES DE LUTITA
	LUTITA CALCAREA Y CARBONOSA CON HORIZONTES LENTICULARES DE GABBRO
	LUTITA CARBONOSA O ARGILLOSA
	ZONA DE ALTERACION PNEUMATOLITICA (PRINCIPALMENTE AXINITAS)
SIMBOLOS GEOLOGICOS	
	RUMBO Y ECHADO DE CARAS
	MINERALIZACION EN CARAS
	DISSEMINADOS
	ZONA DE FALLA INDICANDO EL BUCHE Y RUMBO
	CONTACTO
	CONTACTO INFERIOR
SIMBOLOS MINEROS	
	CANAL DE POZO
	POZO
	CRUCEO
	BARRINO DE DIAMANTE
	DETALLE ANTES DE LA SECCION
	DETALLE DESPUES DE LA SECCION

**U
N
A
M**

**FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERO GEOLOGO
TESIS PROFESIONAL
PLANO Y SECCION GEOLO-
GICA A-A' DE MANTO CUEVA
SANTA "BRANCA".
ESCALA: GRAFICA FIG. 7
EULALIO ACOSTA AYALA**



SIMBOLOGIA

-  CUARZO MONZONITA
-  CHIMENEAS
-  MANTOS



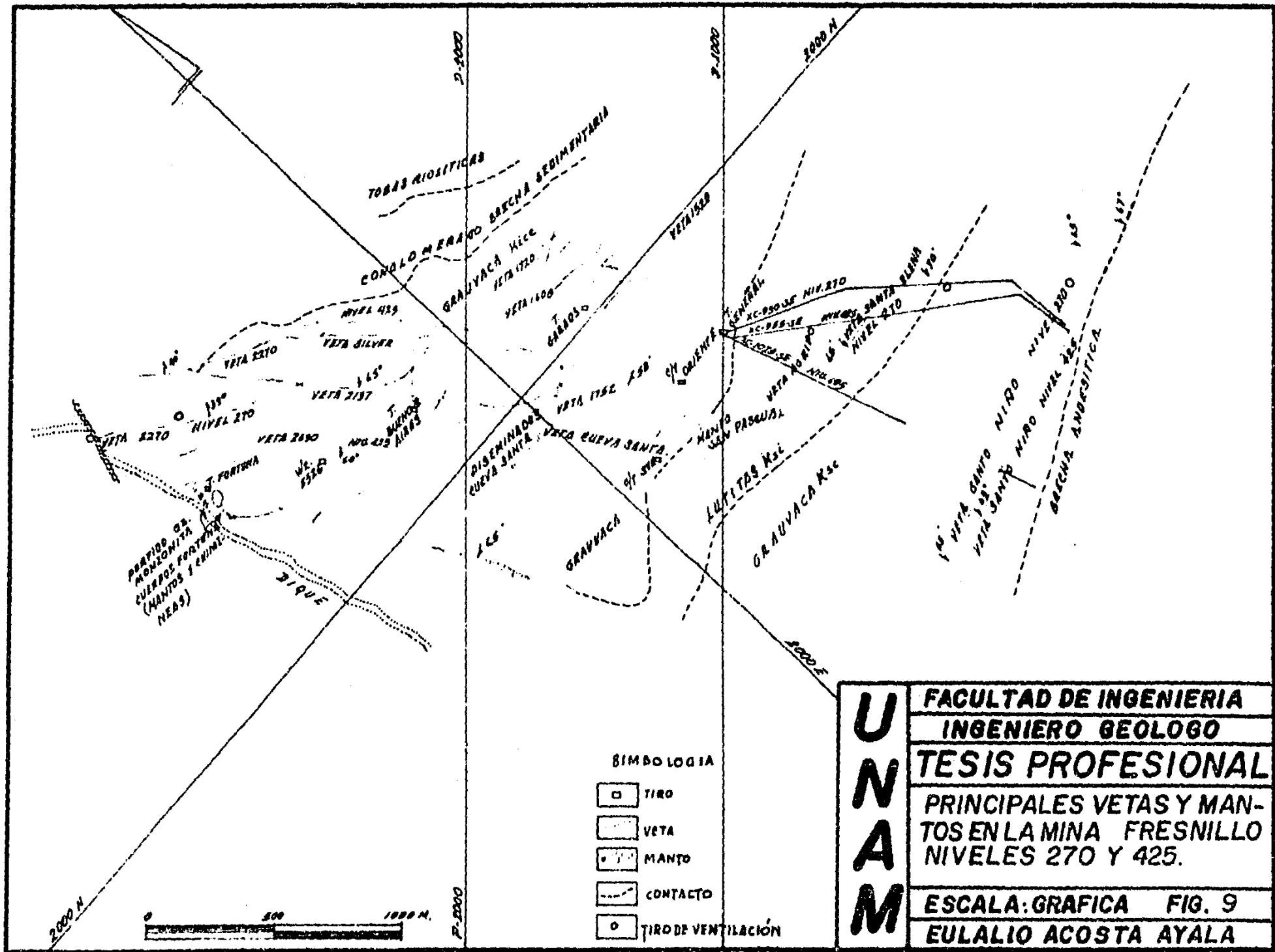
**U
N
A
M**

**FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERO GEOLOGO**

TESIS PROFESIONAL






**ISOMETRICO
DE LOS CUERPOS FORTUNA.**

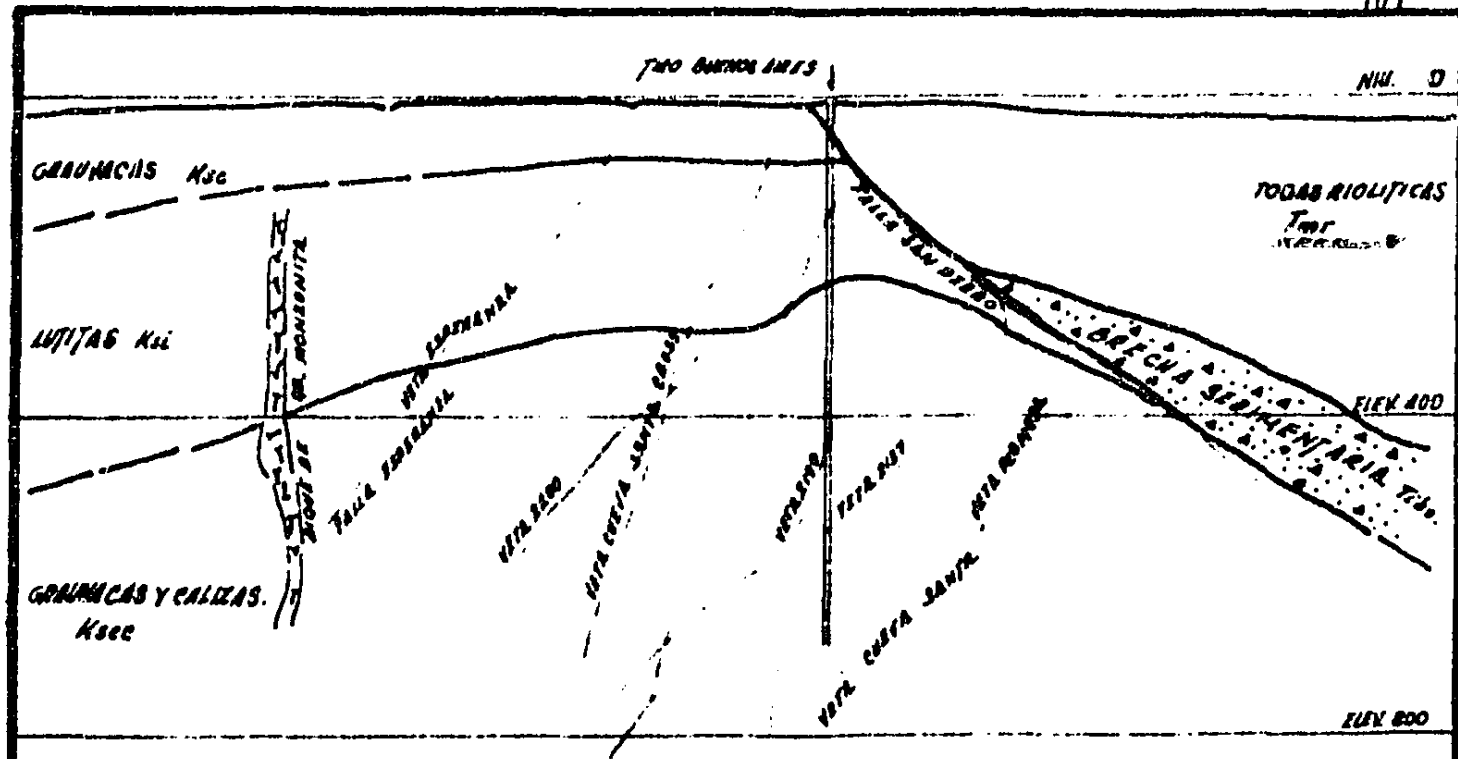
**ESCALA: GRAFICA FIG. 8
EULALIO ACOSTA AYALA**



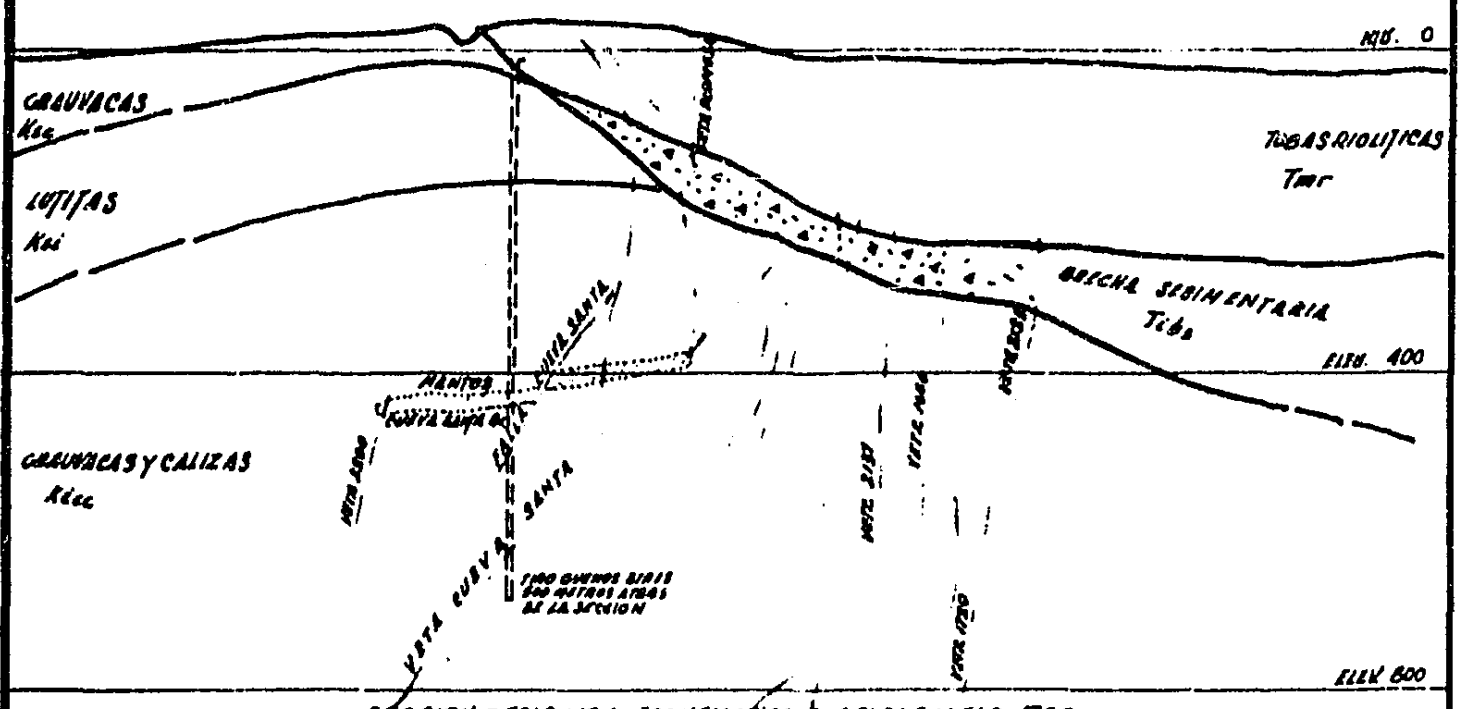
**U
N
A
M**

**FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERO GEOLOGO
TESIS PROFESIONAL
PRINCIPALES VETAS Y MAN-
TOS EN LA MINA FRESNILLO
NIVELES 270 Y 425.
ESCALA: GRAFICA FIG. 9
EULALIO ACOSTA AYALA**

- SIMBOLOGIA**
-  TIRO
 -  VETA
 -  MANTO
 -  CONTACTO
 -  TIRO DE VENTILACION



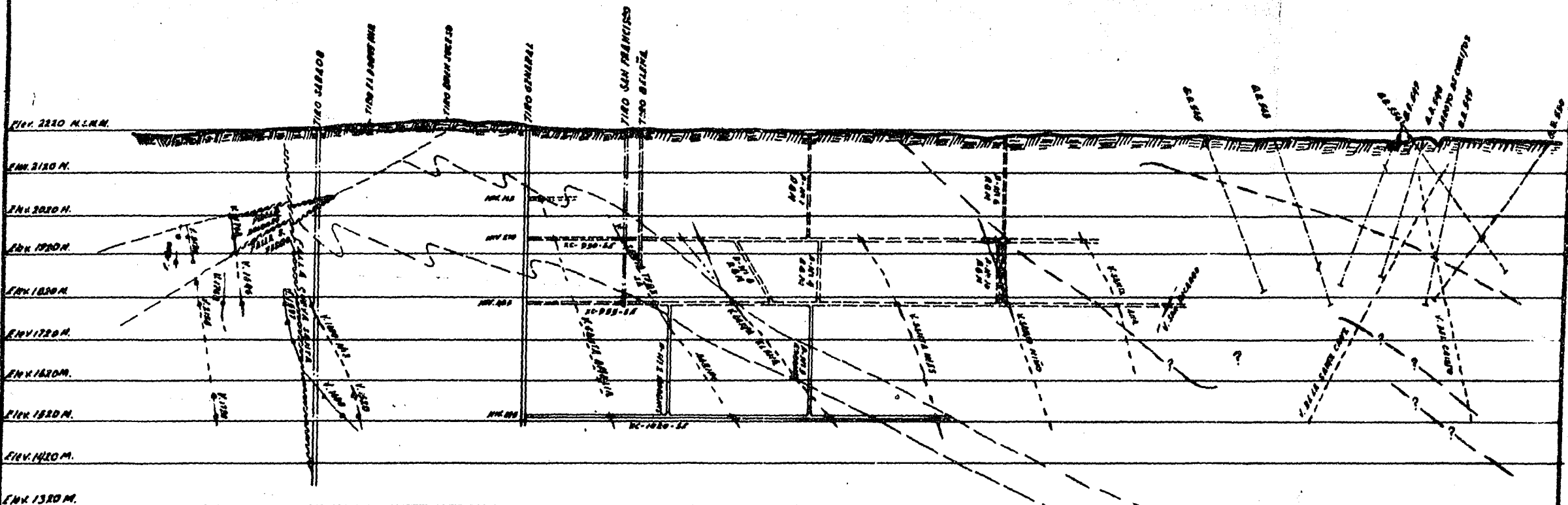
SECCION GEOLOGICA ESQUEMATICA POR EL PARALELO 2200
ORIENTADA AL N48°E, VIENDO AL NOROESTE



SECCION GEOLOGICA ESQUEMATICA POR EL PARALELO 1700
ORIENTADA AL N48°E, VIENDO AL NOROESTE

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	INGENIERO GEOLOGO
	TESIS PROFESIONAL
	SECCIONES GEOLOGICAS EN LA MINA FRESNILLO.
ESCALA: GRAFICA FIG. 10	
EULALIO ACOSTA AYALA	





S
-
B
O
L
O
G
I
A

- TOBAS
- CONGLOMERADO
- BRECHA ANDESITICA
- GRAUVACA SUPERIOR
- LUTITAS CALCAREAS
- GRAUVACA INFERIOR
- VETA
- FALLA
- RUMBO Y ECHADO
- CONTACTO
- CONTACTO INFERIOR PROYECTADO

- OBRAS EN LA SECCION
- OBRAS ATRAS DE LA SECCION
- OBRAS ADELANTE DE LA SECCION
- BARRENO EN LA SECCION
- BARRENO ATRAS DE LA SECCION
- BARRENO ADELANTE DE LA SECCION
- BARRENO CRUZANDO LA SECCION



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA
	INGENIERO GEOLOGO
	TESIS PROFESIONAL
	SECCION NW17'SE LONGITUDINAL AL XC-1020-SE, MOSTRANDO LA GEOLOGIA. <small>(Segun S. Veldquez S.)</small>
	ESCALA GRAFICA FIG. 11 EULALIO ACOSTA AYALA