



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"ESTUDIO GEOLOGICO Y EVALUACION DE RESERVAS
DE LA CHIMENEA LA CAMPAÑA, EN EL DISTRITO
MINERO LA COLORADA, ZACATECAS"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

JORGE DE JESUS HERRERA BONILLA

México, D. F.

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México

UNAM



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

"ESTUDIO GEOLOGICO Y EVALUACION DE RESERVAS DE LA CHIMENEA
LA CAMPAÑA, EN EL DISTRITO MINERO LA COLORADA, ZACATECAS".

	RESUMEN	1
CAPITULO	1 GENERALIDADES	
	1.1 Localización y Vías de Comunicación	3
	1.2 Objetivos del Trabajo.....	3
	1.3 Método del Trabajo	4
CAPITULO	2 FISIOGRAFIA	
	2.1 Orografía	6
	2.2 Hidrografía	6
CAPITULO	3 GEOLOGIA LOCAL	
	3.1 Estratigrafía	7
	3.2 Estructuras	11
	3.3 Evolución Tectónica	12
CAPITULO	4 YACIMIENTOS MINERALES	
	4.1 Forma y Dimensión de la Chimenea Brechada La Campaña	16
	4.2 Comportamiento de la Chimenea La Campaña	16
	4.3 Paragénesis y Alteraciones Hidrotermales	18
	4.4 Inclusiones Fluídas	19
	4.5 Diferentes Teorías para Explicar el Origen de las Chimeneas Brechadas	19
CAPITULO	5 OPERACION MINERA Y CALCULO DE RESERVAS	
	5.1 Obras Mineras	25
	5.2.1 Desarrollo	25

	5.2.2 Preparación	25
	5.2.3 Extracción	26
	5.3 Cálculo de Reservas	26
	5.3.1 Geometría	28
	5.3.2 Naturaleza del Muestreo	31
	5.3.3 Resultados	31
CAPITULO	6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
	BIBLIOGRAFIA	37
	APENDICES	39

INDICE DE FIGURAS

Figura	1	Plano de localización
Figura	2	Plano de localización de La Colorada
Figura	3	Provincias Fisiográficas de México
Figura	4	Plano geológico de superficie
Figura	4-A	Columna geológica
Figura	5	Proyección isométrica de la Chimenea brechada La Campaña
Figura	6	Plano geológico Nivel 60
Figura	7	Plano geológico Nivel 160
Figura	8	Plano geológico Nivel 250
Figura	9	Plano geológico Nivel 300
Figura	10	Sección E-W viendo al norte L.S. 4775 N L.R. 5100 E
Figura	11	Sección N-S viendo al este L.S. 5100 E L.R. 4800 N
Figura	12	Plano de reservas Nivel 60
Figura	13	Plano de reservas Nivel 80
Figura	14	Plano de reservas Nivel 100
Figura	15	Plano de reservas Nivel 120
Figura	16	Plano de reservas Nivel 140
Figura	17	Plano de reservas Nivel 160
Figura	18	Plano de reservas Nivel 180
Figura	19	Plano de reservas Nivel 200
Figura	20	Plano de reservas Nivel 250
Figura	21	Plano de reservas Nivel 300
Figura	22	Etapas de formación de una chimenea brechada
Figura	23	Areas seleccionadas con ley > 60 g/ton de Ag.
Figura	24	Variación de las leyes de Ag, Au, Pb y Zn respecto a la - profundidad Mina La Campaña
Tabla No. 1		Paragénesis y Alteraciones de la Chimenea brechada La Campaña
Tabla No. 2		Valor neto de fundición por tonelada para el cálculo de - - reservas global
Tabla No. 3		Valor neto de fundición por tonelada para el cálculo de - - reservas selectivo

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo fué posible gracias a las facilidades otorgadas por la Cía. Minera Victoria Eugenia, S.A. de C.V.

Quiero agradecer a:

M. en C. Tawn Albinson (Jefe de Geología de Grucat) por proponer el tema, por sus comentarios y sugerencias.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Alfredo Victoria (Profesor de las Facultades de Ingeniería y Química de la UNAM) por la dirección del trabajo y por su ayuda intelectual en la realización del mismo.

Al Ing. Felipe Franco por su ayuda prestada en el mapeo de la Chimenea La Campaña.

Al Ing. Raymundo Martínez S. por su ayuda intelectual en el estudio mineralógico y petrográfico.

RESUMEN

1

El Distrito Minero La Colorada se localiza en la porción - - Noroccidental del Estado de Zacatecas, cerca de los límites con el Estado de Durango. Fisiográficamente se encuentra en la Mesa Central del Norte, - casi en los límites de la subprovincia Mesetas y Cuencas que pertenece a - la provincia de la Sierra Madre Occidental.

Las rocas que afloran en el área son sedimentarias y volcáni- cas. Las más antiguas pertenecen a la Formación Cuesta del Cura del Cretá- cico Inferior y las más jóvenes están representadas por paquetes riolíti- cos del Terciario Superior.

El patrón de fracturamiento presenta un rumbo Este-Noreste, - el cual está relacionado con la distribución de las chimeneas brechadas - - verticales existentes en el Distrito.

Las Vetas No Conocida, Candelaria y la Chimenea La Campaña - son las estructuras mineralizadas de mayor importancia en el Distrito; la mineralización de la chimenea brechada está distribuida en su matriz bor- deando los fragmentos y se presenta en forma irregular, existen también - zonas de mayor concentración de los sulfuros en forma de bolsadas.

Los minerales de mena son: galena, esfalerita, calcopirita y escasa boulangerita; la ganga está representada por pirita y cuarzo gris - criptocristalino.

De acuerdo con las características que presenta la Chimenea - La Campaña como son forma, dimensión, distribución, alteración, etc. ésta - puede ubicarse dentro de las Brechas Magmáticas Hidrotermales definidas -- por Sillitoe (1985).

Los fragmentos de roca que constituyen la Chimenea La Campaña están constituidos por dos tipos: lutitas y traquitas, estas últimas tam--

bién forman parte de la roca encajonante de la brecha, debido a lo cual se considera que los fragmentos sedimentarios debieron viajar como mínimo unos 300 metros para alcanzar su posición actual. Brunham (1985) propone que el origen de las chimeneas puede atribuirse a una serie de explosiones provenientes del subsuelo y a una liberación de fluidos hidrotermales desde una cámara magmática durante una segunda etapa de ebullición.

El cálculo de reservas se realizó con el método general (media - aritmética simple), dividiendo la chimenea en bloques de área regular (medidos con planímetro) y un espesor de 18 metros. El volumen global fué de 1'128,238 toneladas con 81 g/ton. de Ag, 0.12 g/ton. de Au, 3.2% de Pb y 3.2 de Zn. Una segunda evaluación de zonas seleccionadas (bolsadas) da un tonelaje de 921,138 toneladas con leyes de 95 g/ton. de Ag, 0.13 g/ton de Au, 3.9% de Pb y 3.1% de Zn.

1 GENERALIDADES

1.1 Localización y Vías de Comunicación

La Unidad Minera La Colorada se localiza en la parte noroccidental del Estado de Zacatecas, perteneciente al Municipio de Chalchihuites y está inscrita en las coordenadas 23°22' de Latitud Norte y 103°45' de Longitud Oeste (Fig. 1 y 2).

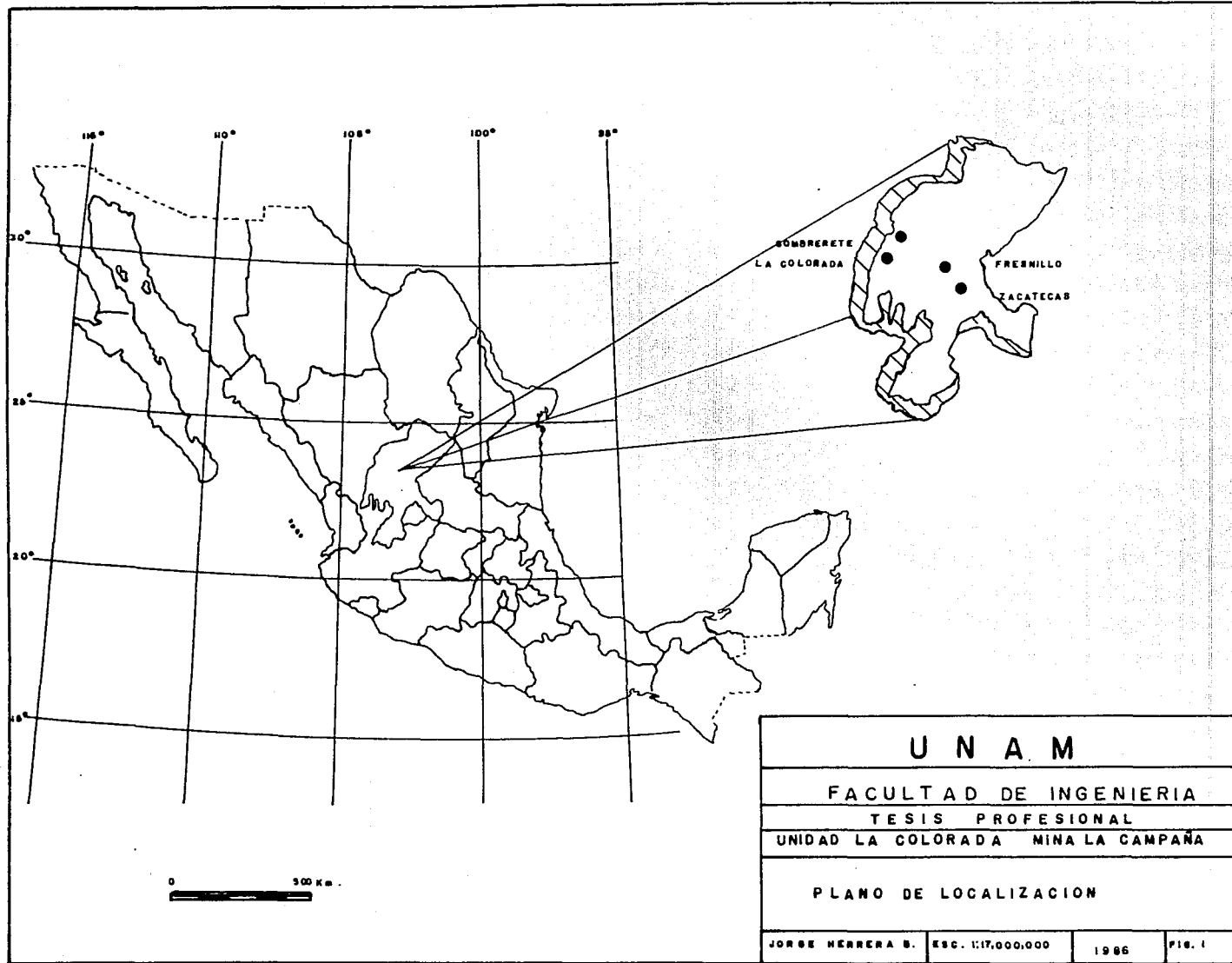
La Unidad consta de varias minas como son Canoas, Colorada, Candelaria y la Campaña, de las cuales actualmente las dos últimas se encuentran en operación; además existe una planta de beneficio con capacidad para 250 toneladas diarias. Toda la Unidad ocupa una área aproximada de 5 kilómetros cuadrados y pertenece a la Compañía Minera Victoria Eugenia, S.A de C.V.

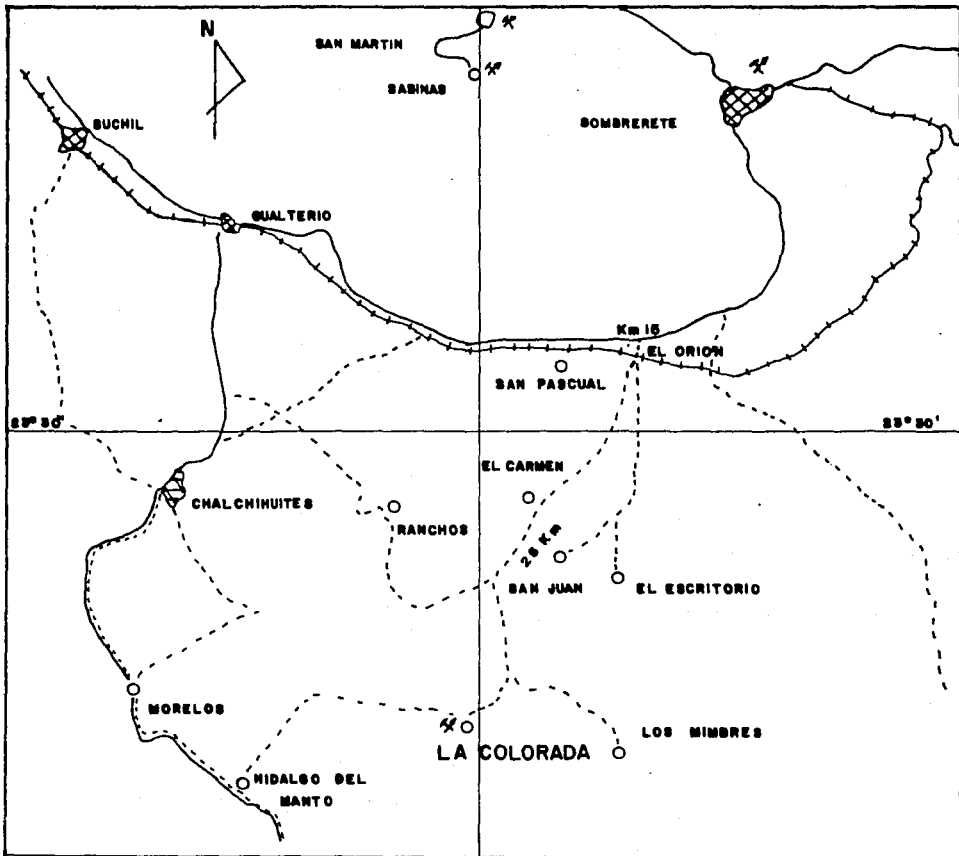
La carretera No. 45 México-Ciudad Juárez es la de mayor importancia, comunica las ciudades de Zacatecas con Durango pasando por Fresnillo y Sombrerete. Al Suroeste de este último Poblado se localiza el Yacimiento. Para llegar a la Unidad se toma el camino que va de Sombrerete a Chalchihuites y al llegar al kilómetro 15, entronca a la izquierda otro camino de terracería que pasa por el poblado de El Orión, el cual cuenta con la Estación de Ferrocarril Lodemena. A partir del entronque a 25 kilómetros se encuentra La Colorada.

1.2 Objetivos del Trabajo

Los objetivos fundamentales del presente trabajo son los siguientes:

- a) Cartografiar la Geología de la Chimenea La Campaña para conocer la paragénesis de la misma y entender su génesis.
- b) Efectuar dos evaluaciones de reservas, una global y otra selectiva, para conocer el potencial económico que presenta la Chimenea.





EXPLICACION

MUNICIPIO



POBLADO



CARRETERA



TERRACERIA



BRECHA



FERROCARRIL



MINA



U N A M		
FACULTAD DE INGENIERIA		
TESIS PROFESIONAL		
UNIDAD LA COLORADA		
PLANO DE LOCALIZACION DE LA UNIDAD MINERA LA COLORADA		
JOSÉ HERRERA S.	ESC. 1:250 000	1986
		FIG. 2

1.3 Método de Trabajo

El método de trabajo consistió de varias etapas; primero en - el campo se efectuaron algunos levantamientos geológicos en el interior de la mina y se reconocieron en superficie los diferentes tipos de rocas y los contactos existentes entre ellas. En gabinete se construyeron los planos -- geológicos y de muestreo de cada uno de los niveles de la brecha y se procedió a efectuar el cálculo de reservas global, como éste arrojó resultados - muy bajos de plata, se efectuó otro cálculo, siendo este selectivo para mejorar la ley de plata.

Además se consultó la bibliografía referente a este tipo de - yacimientos. Por último en el laboratorio de Petrografía y Mineragrafia se estudiaron algunas muestras para obtener la paragénesis y alteraciones del cuerpo brechado.

Los levantamientos geológicos tienen como objeto detallar con - la mayor precisión posible todos los accidentes geológicos como:

- a) Estructuras mineralizadas o zonas de mayor concentración de sulfuros.
- b) Fracturas estériles.
- c) Contacos con las rocas encajonantes.

Para el cálculo de reservas global, se midió el área del cuerpo a explotar con ayuda de un planímetro, posteriormente se ubicó o se vació - en los planos de cada nivel todas las muestras, éstas representadas por una raya y un número; por último se efectuó el promedio aritmético de todas las muestras con la siguiente fórmula:

$$LEY = \frac{\sum ANCHO \times LEY}{\sum ANCHOS}$$

Para obtener la ley promedio de cada nivel.

Ya con el área y la ley promedio de cada nivel se obtuvo la ley media existente entre nivel y nivel con la siguiente fórmula:

$$\text{LEY MEDIA} = \frac{\sum \text{AREAS} \times \text{LEY PROMEDIO C/NIVEL}}{\sum \text{AREAS}}$$

Se realizó un segundo cálculo de reservas de zonas seleccionadas, disminuyendo el tonelaje e incrementando la ley.

2 FISIOGRAFIA

2.1 Orografía

La Colorada se localiza en la Mesa Central casi en los límites de la subprovincia Mesetas y Cuencas, la cual pertenece a la Sierra Madre Occidental, de acuerdo con la clasificación de E. Raiz (1964), (Fig. 3).

La expresión topográfica más sobresaliente en la región es la Sierra Negra que se extiende aproximadamente 30 kilómetros hacia el Norte de la mina; dicho rasgo está conformado por un paquete de traquitas de edad Terciario Medio. La Sierra Negra presenta una elevación de 3,000 metros sobre el nivel del mar y los valles colindantes tienen elevaciones de 2,200 a 2,300 metros sobre el nivel del mar.

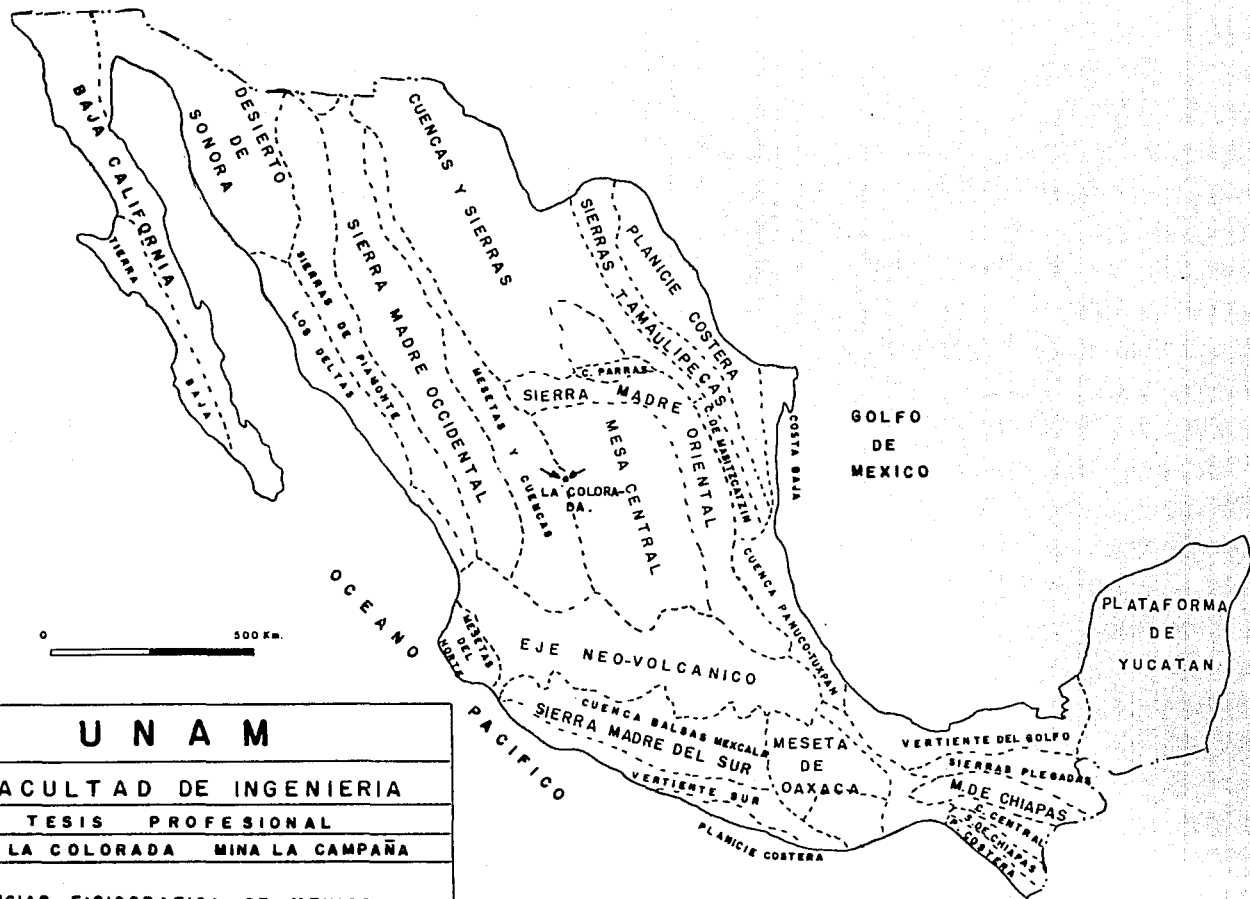
Otro rasgo topográfico importante es la presencia de domos con una pendiente de 20° en promedio, los cuales se encuentran aislados unos de otros, constituidos igualmente por traquitas y que morfológicamente tienen la misma expresión que la Chimenea La Campaña.

El valle intermontano de Chalchihuites está en continuo relleno, ya que tiene aporte de la Sierra Madre Occidental del Poniente y de la Sierra Negra del Oriente.

Dentro del ciclo geomorfológico se puede decir que la región se encuentra en etapa de juventud, ya que las rocas que constituyen la Sierra Negra forman valles profundos con secciones en V aguda.

2.2 Hidrografía

El sistema de drenaje es del tipo dendrítico en la Sierra Negra y del tipo radial en los domos, con corrientes intermitentes. Integrando ambos drenajes a partir de las partes más altas hacia los valles dando lugar a abanicos aluviales y a depósitos de piamonte.



0 500 Km.

U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

UNIDAD LA COLORADA MINA LA CAMPAÑA

PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE MEXICO

SEGUN EDWIN RAISZ 1964

JORGE HERRERA B.

ESC. 1:13,500,000

1986

FIG. 3

3 GEOLOGIA LOCAL

La secuencia litológica presente en el área, está constituida por calizas con bandas de pedernal color negro interestratificadas con lutitas del Cretácico inferior; lutitas y calizas intercaladas con areniscas del Cretácico Superior; flujos traquíticos del Terciario Temprano a Medio - y una secuencia riolítica del Terciario Superior. Además se encuentran presentes dos discordancias, una en la cima de las calizas cretácicas y otra - sobre las traquitas; la primera está representada por un conglomerado formado principalmente por cantos de caliza y la segunda por un conglomerado - - constituido por clastos angulosos de la secuencia volcánica traquítica - - (Fig. 4).

3.1 Estratigrafía

ALBIANO CENOMANIANO

En base a la similitud litológica, posición estratigráfica y - estudios paleontológicos realizados en el Norte del Estado de Zacatecas por el Consejo de Recursos Minerales, se ha determinado que las rocas más antiguas del área corresponden a la Formación Cuesta del Cura.

FORMACION CUESTA DEL CURA

Imlay (1936), definió a esta Formación como una serie de calizas gris oscuro con intercalaciones de pedernal negro y designó como localidad tipo la Cuesta del Cura situada a 6.4 kilómetros hacia el Oriente de Parras, Coahuila.

Esta Formación está compuesta por una caliza de color gris - - oscuro a la intemperie y de un color negro al fresco, que presenta bandas de pedernal de 2 a 5 centímetros interestratificadas; la roca está compuesta por más del 10% de granos soportados por lodo, correspondientes a un - - wackstone y packstone, la potencia de los estratos va de 15 a 25 centímetros. Esporádicamente se encuentran estratos de lutitas de 10 a 20 centímetros de potencia interestratificados con las calizas; esto ocurre en la - - zona poniente del yacimiento y su porcentaje va aumentando conforme se avan

za al oriente. El ambiente de depósito se deduce que es de aguas profundas y tranquilas, esto es por la presencia del pedernal y los componentes formadores de la roca.

La Formación Cuesta del Cura aflora en la zona poniente del yacimiento, en Canoas, Cerro San Teresco y parte de la Meseta de Cabrales, extendiéndose aproximadamente 10 kilómetros al norte, donde constituye el Cerro La Gloria. El espesor de la secuencia no está expuesto en su totalidad, pero por las obras mineras que llegan al nivel 295, se puede asegurar una potencia mayor a los 400 metros, esto se puede observar en la zona de Canoas (Fig. 4 y 4-A). En el área no se observa ningún contacto inferior, siendo esta formación la más antigua, el contacto superior se puede observar en el Arroyo Canoas con la Formación Indidura; al pie de la Sierra Negra con el conglomerado Ahuichila y con la secuencia traquítica se observa en el camino de terracería que va hacia Chalchihuites. A esta formación se le asigna una edad del Albiano al Cenomaniano Inferior, basándose en un estudio paleontológico de microfauna correspondiente a esa edad, realizado por Rogers; et. al. en 1957 (en López, R; 1979).

Se correlaciona con las Formaciones Tamaulipas Superior y Aurora del Nor-este de México y con la Formación El Abra en la cuenca Tampico-Misantla

CENOMANIANO-TURONIANO

FORMACION INDIDURA

Imlay (1938, en Terrazas, A; 1979) definió a esta Formación como una secuencia de lutitas y calizas de color rosa y la localiza en la Sierra de Parras.

Es una alternancia de lutitas y calizas de color pardo verdoso a la intemperie y un color verde oscuro al fresco; las lutitas presentan una textura arcillosa y las calizas están soportadas por lodo (Packstone), el espesor de los estratos va de 10 a 20 centímetros. En esta secuencia al-

SIMBOLOGIA

- ARTIFICIAL
- LINEAL
- VEA, VETA INFERNA
- CONTACTO GEOLÓGICO, CONTACTO IMPERIO
- EDADO DE VETA
- EDADO Y EDADO DE LOS ESTRATOS Y ASES
- CARRETE DE TERRACERÍA
- TIRAS
- MURDIO

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

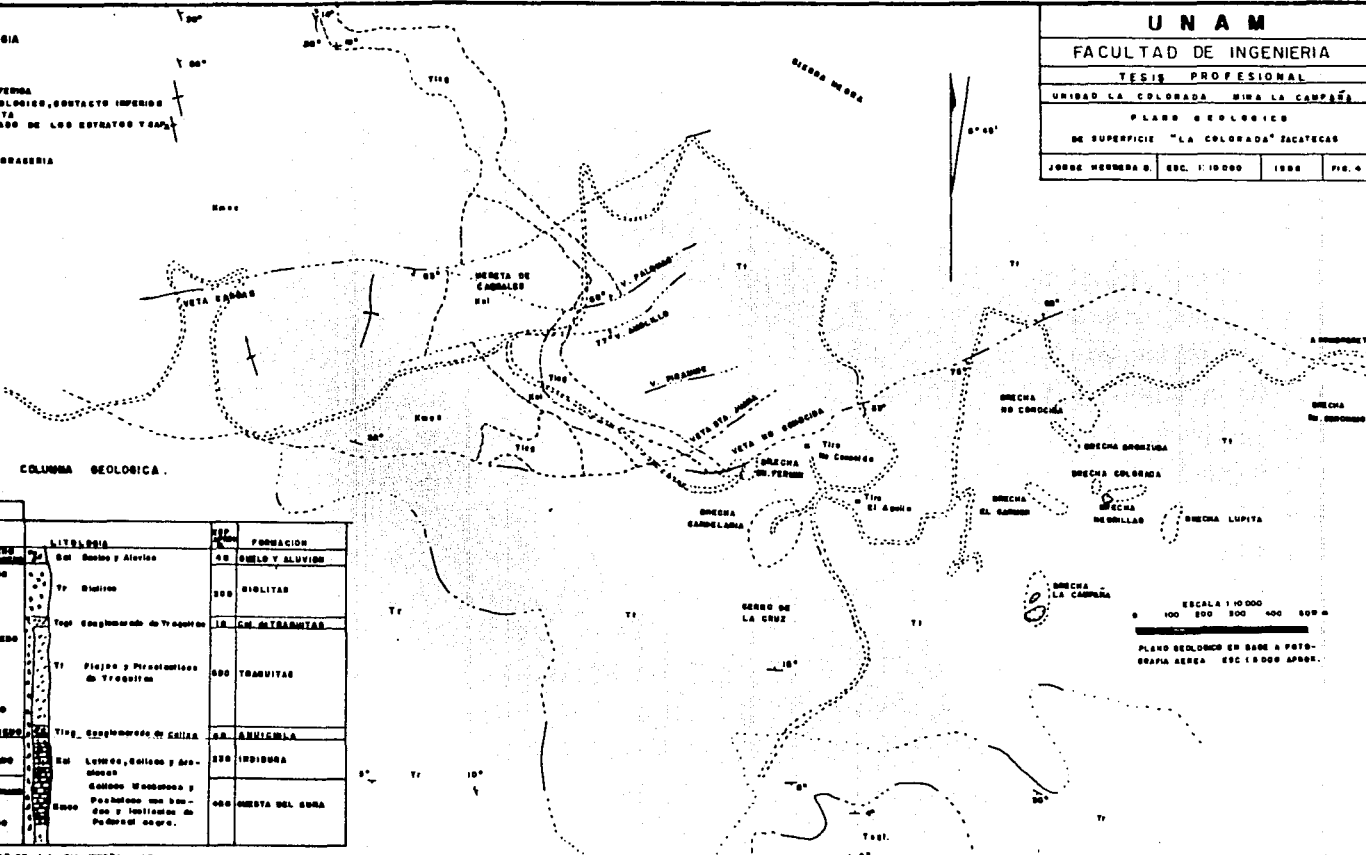
TESIS PROFESIONAL

UNIDAD LA COLORADA MINA LA CAMPANA

PLANO GEOLÓGICO

DE SUPERFICIE "LA COLORADA" ZACATECAS

JORGE HERRERA S.	ESC. 1:10000	1988	FIG. 4
------------------	--------------	------	--------



COLUMNA GEOLÓGICA.

EDAD		LITOLÓGICA	ESP. (M)	FORMACIÓN
PERIÓDICO	LOCAL			
TERCIARIO	MIOCENO	Gr. Sables y Arcillas	00	OMBLIO Y ALUVIO
	OLIGOCENO	Tp. Sables	300	BILITAS
	PALEOCENO	Tp. Conglomerado de Trocitos	10	CH. MISTRAMITAS
CRETÁCICO	CRETÁCICO SUPERIOR	Tp. Flejes y Piramontes de Trocitos	600	TAMBITAS
	CRETÁCICO INFERIOR	Tp. Conglomerado de Chilas	60	ARHUJILLA
CUATERNARIO	ALBUQUERQUE	Gr. Lomas, Colinas y Arenas	200	INDIURA
	ALBUQUERQUE	Gr. Colinas, Maderas y Pechales con bloques e inclusiones de Pedregal negro.	600	PISTA DEL SMO

ESCALA 1:10000

0 100 200 300 400 500 M

PLANO GEOLÓGICO EN BASE A FOTOGRAFIA AEREA. ESC. 1:5000 AEROF.

COLUMNA GEOLOGICA

E D A D								
ERA	SISTE- MA.	PERIO- DO.	PISO					LITOLOGIA
CENOZOICO	QUAT.	NEOGENO	HOLOCENO PLEISTOCENO	Qel	SUELOS Y ALUVION	40	SUELO Y ALUVION	
			MIOCENO	T1	RIOLITAS	300	RIOLITAS	
			OLIGOCENO	Teg1	CONGLOMERADO TRAQUITAS	Cgl. DE TRAQUITAS		
			EOCENO	T1	FLUJOS Y PIROCLASTICOS DE TRAQUITAS	880	TRAQUITAS	
			PALEOCENO	T1eg	CONGLOMERADO DE CALIZA	40	ANUICHILA	
			PALEOCENO	T1eg	CONGLOMERADO DE CALIZA	40	ANUICHILA	
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	TURONIANO	Kcl	LUTITAS, CALIZAS Y ARENISCAS	230	INDIDURA	
		INFERIOR	CENOMANIANO	K1cc	CALIZAS WACKSTONE Y PACKSTONE CON BANDAS Y LENTICULAS DE PEDERNAL NEGRO	480	CUESTA DEL CURA	
			ALBIANO	K1cc	CALIZAS WACKSTONE Y PACKSTONE CON BANDAS Y LENTICULAS DE PEDERNAL NEGRO	480	CUESTA DEL CURA	

gunos paquetes de areniscas se encuentran interestratificados, presentando un color verde-amarillento a la intemperie y un color verde claro al fresco, su textura es de grano fino y los estratos presentan una potencia que varía de 30 a 50 centímetros; el ambiente de depósito se deduce que es de aguas someras tranquilas por el tamaño del grano de las areniscas y por el depósito de las arcillas cuando las corrientes aportadoras de sedimentos más gruesos se detenían.

La Formación aflora en la Meseta de Cabrales y en el camino que va del tajo San Benito a Canoas. El espesor de la secuencia varía de 220 a 240 metros (comunicación personal de Soto, M). Figs. 4 y 4-A.

Los contactos inferior y superior se observan claramente en el arroyo Canoas; la Formación Indidura sobreyace a la Formación Cuesta del Cura y subyace a la Formación Ahuichila. La edad determinada por Imlay (op. cit.) va del Cenomaniano Superior al Turoniano Superior y se correlaciona con el grupo Eagle Ford del Noreste de México y Sur de Texas.

TERCIARIO

Discordantemente sobre las rocas anteriores aparece el Sistema Terciario. La discordancia es de tipo erosional y su presencia se infiere por un conglomerado formado por cantos de caliza que se encuentra entre la Formación Indidura y la secuencia traquítica, esta última depositada en el Terciario Temprano. La cima de las traquitas está coronada por conglomerados de fragmentos de esta roca, lo cual señala un hiatus en el magmatismo. Cubriendo este conglomerado se encuentran depósitos riolíticos.

EOCENO-OLIGOCENO

ROCAS SEDIMENTARIAS FORMACION AHUICHILA

Rogers (1961, en Terrazas, A. 1979) definió a este depósito en las cercanías de Ahuichila, cerca de los límites de Durango, Coahuila y Zacatecas; se le da ese nombre al depósito continental que forma mesetas o bancos de conglomerado muy bien cementados. Esta unidad corresponde a un

depósito de cantos de caliza en un 90% y por areniscas en un 10%, cementados fuertemente en una matriz calcárea; el diámetro de los fragmentos varía de 1 a 30 centímetros, su color va de un verde grisáceo a un gris oscuro. La secuencia se considera tipo molasa ya que es el resultado de la erosión que sufrieron las rocas existentes tras la fase final de una orogenia. Normalmente no son marinas sino que se desarrollan en cuencas intramontañosas.

Esta Formación se encuentra aflorando en la Meseta de Cabralles, al pie de la Sierra Negra y en el camino que va del tajo San Benito hacia Canoas; su espesor no sobrepasa los 40 metros. (Fig. 4-A). Sobreyace a la Formación Cuesta del Cura y a la Formación Indidura en forma discordante, también ocurre interestratificada en algunos afloramientos con las traquitas del Eoceno, lo cual sugiere que su ocurrencia se efectuó antes y después de la depositación de los primeros eventos volcánicos. Kinkle (1955 en Terrazas, A. 1979) le da una edad del Eoceno a principios del Oligoceno; Rogers (op. cit.) le ha asignado al Eoceno correlacionándola con el Conglomerado El Morro de Zimapán, Hgo. y con el Conglomerado Rojo de Guanajuato, Gto.

ROCAS VOLCANICAS

a) SECUENCIA TRAQUITICA. Estas rocas se encuentran ocupando el área norte y noreste de la zona (Fig. 4). Presentan un color que varía de gris a verdoso y tienen una textura porfirítica; la secuencia está constituida principalmente por cristales de feldespato potásico (sanidino) y en menor proporción por cristales de augita y hornblenda.

Trabajos realizados en la mina La Campana, muestran la existencia de esta roca en el nivel 300, además de que la Sierra Negra que está constituida por la misma, presenta una diferencia de altitud mayor a los 300 metros; por lo tanto esto sugiere un espesor mínimo de 580 metros. (Fig. 4-A). Los flujos traquíticos sobreyacen a las Formaciones Cuesta del Cura e Indidura y en ocasiones al conglomerado calcáreo y subyacen a las riolitas del Oligoceno Mioceno. La edad del vulcanismo traquítico se desco-

noce, pero puede correlacionarse por su posición estratigráfica con la Serie Volcánica Inferior de la Sierra Madre Occidental de edad Cretácico Tardío a Terciario Temprano es decir de 100 a 45 m.a. (Mc Dowell y Keizer, 1977; en Mc Dowell and Clabaugh; 1979).

b) CONGLOMERADOS TRAUÍTICOS. Al finalizar el depósito de flujos traquíticos, sobrevino un tiempo de erosión, esta evidencia se refleja por una secuencia de fragmentos volcánicos de 2 a 4 centímetros de diámetro. Su composición es traquítica y se localiza en la zona sureste de la región (Fig. 4). La distribución del conglomerado es irregular y generalmente no excede los 10 metros de potencia (Albinson, 1973).

c) TOBAS RIOLÍTICAS. Esta última secuencia volcánica se encuentra distribuida en el sur y sureste del área de estudio (Fig. 4) y está constituida por capas de brecha volcánica, tobas de lapilli y tobas de cristales de cuarzo y sanidino que según Hauspeni y otros (1984; en Soto, M. 1987) en muestras de roca similares del área de Sombrerete, los cristales de cuarzo se presentan en un porcentaje que varía de 5 a 10%, el sanidino de 10 a 28%, plagioclasa de 1 a 2% y del 61 al 68% restante consiste en matriz compuesta por sanidino, cuarzo y menor proporción hematita. Edades radiométricas de 5 muestras de esta misma área por el método de Potasio-Argón dieron una edad de 24.6 ± 0.29 m.a. a 30.23 ± 0.36 m.a. analizándose feldespatos potásicos y plagioclasa (en Soto, M. 1987).

La secuencia riolítica se correlaciona con la Serie Volcánica Superior de la Sierra Madre Occidental, la cual ha sido fechada entre 34 a 27 m.a. (Mc. Dowell y Keizer, 1977; en Mc Dowell and Clabaugh; 1979).

Estas rocas sobreyacen a las traquitas del Terciario Temprano y presentan un buzamiento predominante al sur franco, donde alcanzan un espesor aproximado de 300 metros (Albinson, 1973).

3.2 Estructuras

La Formación Cuesta del Cura se encuentra deformada, presentando pliegues en chevrón, recumbentes e isoclinales, formando uno de és-

tos el Cerro San Teresco. El rumbo de los pliegues es noroeste-sureste y - se encuentran generalmente recostados hacia el noreste. El patrón de fracturamiento tiene un rumbo este-noreste buzando hacia el sureste; la estructura principal se denomina "No Conocida" siendo la veta Candelaria un lazo cimoide en el alto de la misma. Las chimeneas brechadas se presentan con - una orientación vertical, siendo los contactos con la roca encajonante definidos pero irregulares.

3.3 Evolución Tectónica

Para hacer una reconstrucción de los eventos geológicos ocurridos en el centro y centro-occidental del país es necesario tomar en cuenta la evolución tectónica que sufrieron la Mesa Central y la Sierra Madre Occidental.

De acuerdo con Clark, et. al. (1980), en el Norte de México existió un arco magmático durante el Triásico Tardío a Jurásico Tardío, por otro lado Damon (1981, en Martínez, S. 1984) propone un arco volcánico que se extendía desde el sureste de los Estados Unidos hasta el Estado de Chiapas durante el Triásico-Jurásico.

Una secuencia de rocas verdes de edad Triásico localizadas - en Fresnillo y propuestas por De Cserna de 1976 (en Morán, 1981) apoya la existencia del arco magmático propuesto por Clark en 1980.

En el área de Zacatecas sobre una secuencia metamórfica, -- descansan rocas sedimentarias marinas parcialmente metamorfizadas, estas - rocas contienen fósiles del Triásico Superior (Burckhardt, 1930; en Morán, 1981). Las rocas sedimentarias marinas de Zacatecas y las existentes en -- Peñón Blanco y Charcas, S.L.P. constituyen los únicos afloramientos reconocidos del Triásico marino en esta porción de México.

Para el Jurásico Temprano continúa en el centro y norte del país un depósito continental de capas rojas y que se prolonga hasta el - - Jurásico Medio.

Durante el Jurásico Superior en la zona noroccidental del -- país disminuye la actividad magmática debido al inicio de la apertura del Golfo de México a través de una dorsal intracontinental (Coney, 1983; en - Martínez, S. 1984). Y en la porción centroccidental de México se generaliza una transgresión marina, la cual evoluciona como un geosinclinal (Tardy, 1980; en Morán 1981) en el que se individualizan dos cuencas; una es la del Antiguo Golfo de México y la otra, la Cuenca Mesozoica de México (ahora - Mesa Central y Sierra Madre Oriental); en ellas se desarrolló una sedimentación clacárea pelágica; separando estas dos cuencas se encuentra la Plataforma San Luis Valles sobre la que se desarrolló una sedimentación nerítica.

En el Cretácico Inferior (Albiano) se generaliza una transgresión marina que cubre la plataforma San Luis Valles y se desborda sobre - la porción occidental del país (Rangin y Córdoba, 1976, en Morán 1981). En el área de estudio se desarrolla un depósito calcáreo con bandas de pedernal negro y que corresponde a la Formación Cuesta del Cura, la cual se -- observa en la zona noreste del distrito (área de Canoas, Fig. 4).

En el inicio del Cretácico Superior, la sedimentación cambia - con el aporte de detritos provenientes del occidente, en donde tenía lugar un levantamiento asociado a la actividad plutónica y volcánica (arco magmático propuesto por Coney y Reynolds en 1977. Para el suroeste de los Estados Unidos y propuesto por Damon, Clark y otros en 1978 para el norte de - México en Clark, 1980).

Durante esta época los mares se retiran hacia el oriente y se desarrolla en el área de la Cuenca Mesozoica de México los depósitos de - las Formaciones Indidura (lutitas y calizas) que en la zona de estudio se - encuentra constituyendo la Meseta de Cabrales, de la Formación Caracol -- (lutitas y areniscas), de la Lutitas Parras y del Grupo Difunta (lutitas y areniscas).

Según el modelo de Coney,(1976, en Morán 1981) las deforma-- ciones de la Orogenia Larámide de fines del Cretácico y principios del - Terciario son coincidentes con la variación en la orientación de las pla-

cas tectónicas Norteamericana y Paleopacífica, que convergían oblicuamente y a partir de entonces, empezaron a hacerlo frontalmente.

Las primeras manifestaciones de las deformaciones orogénicas de los inicios de Cenozoico, son los depósitos tipo flysch (areniscas y lutitas de origen marino) y el período de máxima deformación orogénica se inicia en la Mesa Central, constituyendo los depósitos conglomeráticos lacustres y de tipo molasa (conglomerados, brechas posttectónicas no marinas), correspondientes a las formaciones Conglomerado Rojo de Guanajuato (Edwards, 1955 en López, R., 1979) y en el área de estudio al Conglomerado Ahuichila (Rogers, et. al. 1961 en López R; 1979).

El siguiente evento magmático de importancia comenzó en el Cretácico Tardío y duró hasta el Terciario Tardío (135-16 m.a.), en el que el magmatismo empezó cerca de la margen continental y según Clark, et. al. (1980) migró lentamente hacia el este hasta alcanzar una distancia aproximada de 1000 kilómetros desde la trinchera. Después comenzó el retroceso del arco volcánico hacia el oeste hace 40 m.a. llegando a la costa a unos 150 kilómetros de la trinchera hace 20 m.a. (Damon et. al. 1983; en Martínez, S. 1984).

La secuencia volcánica del Cretácico Tardío al Terciario Temprano de la Sierra Madre Occidental y la mayoría de los depósitos de minerales metálicos paralelos a la costa del Pacífico, están directamente relacionados con la actividad subvolcánica del arco magmático mencionado anteriormente.

En el Terciario Temprano, se tiene en la zona de estudio un depósito volcánico traquítico, que por su posición stratigráfica se puede correlacionar con el Complejo Volcánico Inferior de la Sierra Madre Occidental; el hiatus volcánico en la Sierra Madre Occidental hace 45 m.a. pudo deberse, según Mc Dowell y Clabaugh (1979) a dos razones: una, a la disminución de la velocidad de la placa de convergencia o un cambio en el ángulo del plano de subducción, y la otra, a la subducción de una dorsal activa localizada al este de la Dorsal del Pacífico.

En la zona de estudio, se encuentra un conglomerado formado por clastos de traquita y probablemente representa el hiatus volcánico - existente en la Sierra Madre Occidental; al término de este período de calma, sobrevino el emplazamiento de ignimbritas y rocas asociadas a lo largo de la Sierra Madre Occidental hace 34 a 27 m.a. al que Mc. Dowell y Keizer (1977; en Mc. Dowell and Clabaugh, 1979) denominaron Super Grupo - Volcánico Superior; la secuencia riolítica existente en La Colorada, puede correlacionarse por su posición estratigráfica con este supergrupo.

4 YACIMIENTOS MINERALES

En el Distrito Minero existen dos tipos de cuerpos mineralizados situados en áreas diferentes; el primero se encuentra en la zona poniente y está formado por vetas que siguen un patrón de fracturamiento con un rumbo preferencial este-noreste constituidas por cuarzo, esfalerita, galena y sulfosales de plata.

El segundo tipo localizado en la zona oriente, está constituido por chimeneas brechadas en las cuales se emplazó la mineralización, principalmente de galena y esfalerita (Fig. 4). La distribución de estos cuerpos coincide con el patrón de fracturamiento del Distrito.

En la zona oriente han sido definidas nueve chimeneas brechadas: Bronzuda, Lupita, El Carmen, Negrillas, Colorada, San Jerónimo, Candelaria, San Fermín y La Campaña, siendo esta última a la que se refiere la presente.

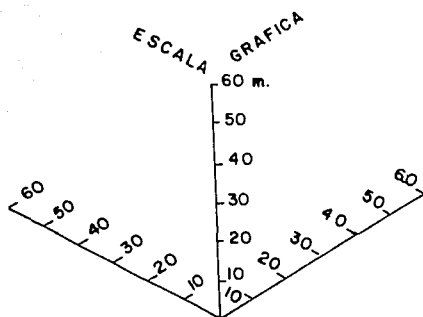
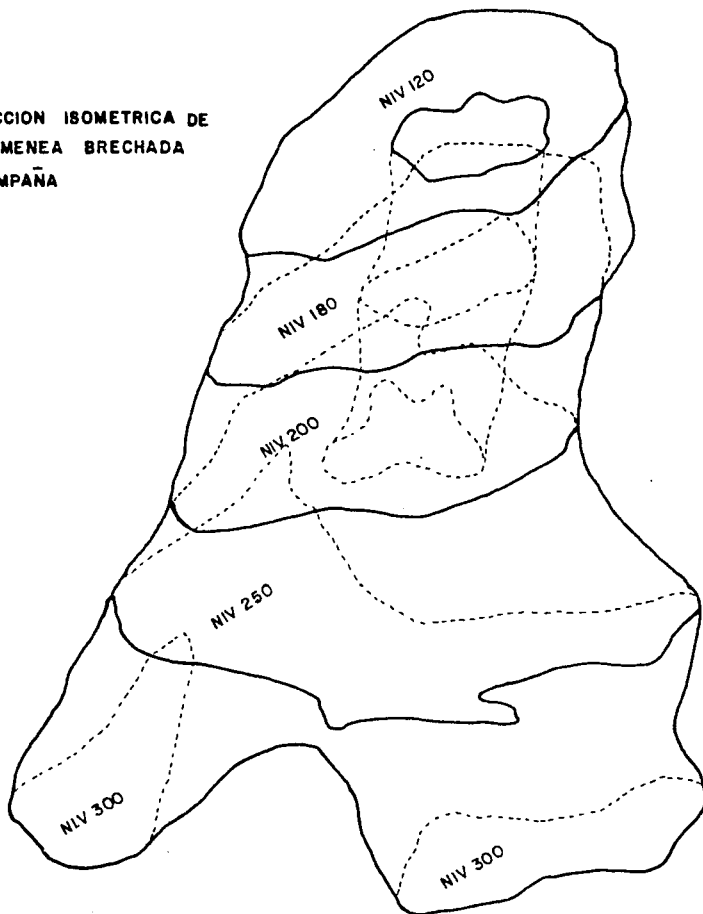
4.1 Forma y Dimensión de la Chimenea brechada La Campaña

En planta la chimenea presenta una forma elíptica, teniendo su eje mayor una dirección norte-sur con una dimensión de 180 metros - - aproximadamente y un eje menor este-oeste con 35 metros (Fig. 5). Esta geometría se presenta del nivel 60 al nivel 160 mientras que a mayor profundidad se invierten las dimensiones de los ejes, ya que en el nivel 250 el cuerpo presenta en su eje norte-sur 35 metros de longitud y su eje este-oeste 80 metros (Fig. 5). En el subnivel 260 la chimenea presenta una bifurcación esto es, dos raíces semejando una pieza molar en todo su conjunto (Fig. 10). En sección norte-sur, la misma presenta forma de una copa (Fig. 11). Hasta la fecha la mina tiene una profundidad de 320 metros y - aún no se conoce el fondo de la mineralización.

4.2 Comportamiento de la Chimenea La Campaña

Con el mapeo geológico efectuado en superficie e interior de

PROYECCION ISOMETRICA DE
LA CHIMENEA BRECHADA
LA CAMPANA



TESIS PROFESIONAL 1986
JORGE HERRERA S.
FIG. 8 ESC. 1:1400

mina (Figs. 6, 7, 8 y 9), se reconoció una secuencia volcánica de traquitas como la roca encajonante de la chimenea; la traquita presenta un color que varía de verde claro a amarillo debido a la cloritización y a la argilización, su textura es porfirítica.

Dentro de la chimenea La Campaña se observaron dos zonas de brecha (sur y norte) diferentes, ya que la distribución, tamaño y forma de los fragmentos varía de una con respecto a la otra; también difieren en cuanto a la concentración de sulfuros y en las alteraciones presentes en cada una de ellas. Así pues en la zona sur, los fragmentos presentan un tamaño que va de 1 a 30 centímetros de diámetro, aunque pueden existir bloques mayores a un metro. Los fragmentos en su mayoría tienen una forma que varía de subredondeada a subangulosa, el 90% de estos fragmentos son de origen volcánico (traquitas) y tienen un color verde claro. Otros fragmentos presentes en esta zona de la brecha son de origen sedimentario (lutitas negras) y se encuentran en un 10%; su tamaño nunca sobrepasa los 3 centímetros de diámetro. Los fragmentos de la brecha se encuentran cementados por cuarzo gris criptocrystalino, sulfuros y por polvo de roca silicificado. El contacto con la roca encajonante está bien definido.

En el área norte de la chimenea, la distribución de los fragmentos volcánicos disminuye en proporción con respecto a los sedimentarios (en relación 1:3 respectivamente); el tamaño de éstos nunca sobrepasa los 4 centímetros de diámetro, mientras que los de traquitas van de 50 centímetros a un metro de diámetro, aunque pueden existir fragmentos mayores a 4 metros. La forma de los fragmentos va de angulosa a subangulosa. La matriz de la chimenea está constituida por material muy fino inconsolidado (polvo de roca) y en pequeña proporción por sulfuros, la silicificación es débil y esto ocasiona que la brecha se desmorone fácilmente. El contacto con la roca encajonante es gradual y puede variar de 50 centímetros hasta varios metros. Cabe destacar que en esta zona gradacional se encuentran bloques grandes de traquita separados por intrusiones de brecha.

4.3 Paragénesis y Alteraciones Hidrotermales

Basado en datos de campo, estudios petrográficos y mineralográficos, se determinaron dos etapas en el proceso de mineralización de la brecha La Campaña:

- La primera etapa denominada Pirita-Etapa I (Tabla I) ocurrió después de la formación de la brecha y está manifestando el inicio de la circulación de fluidos hidrotermales a través de los espacios existentes entre los fragmentos, produciendo alteraciones bien desarrolladas como argilización, sericitización y ligera silicificación. A nivel megascópico se puede observar que la chimenea en la zona norte presenta argilización y sericitización abarcando algunos metros, mientras que la zona sur presenta dominante silicificación.

Asociada a estas alteraciones se deposita pirita cúbica eudral diseminada dentro de los fragmentos brechoides y en los bordes de los mismos, formando en algunos casos una capa de hasta 1 mm. de espesor.

- La segunda etapa denominada Pirita-Etapa II (Tabla I) consistió en un aporte de cuarzo cristalino, así como la depositación casi simultánea de galena y esfalerita formando reemplazamientos con la Pirita Etapa I. La calcopirita ocurre como exsolución de la esfalerita, aunque también existen cristales grandes intercrecidos con galena y calcocita, junto con esta mineralización se presenta la formación de pirita anedral masiva de la cual deriva el nombre de esta segunda etapa.

La mineralización es de carácter irregular, ya que se encuentra distribuida en bolsadas, las cuales no están controladas por estructuras definidas dentro de la brecha; los minerales de mena son: galena, esfalerita, calcopirita y escasa bournonita; al no encontrar minerales de plata distribuidos en la matriz de la brecha, probablemente ésta se encuentra asociada a la galena y a la esfalerita. La ganga está representada por cuarzo gris criptocristalino y pirita.

MINERAL	ETAPA I	ETAPA II	MINERALIZACION SUPERGENICA
PIRITA	_____	_____	
GALENA	_____	_____	
ESFALERITA	_____	_____	
BOULANGERITA		_____	
CALCOPIRITA		_____	
CUARZO		_____	
CALCOCITA			_____
COVELITA			_____
SERICITIZACION	_____		
ARGILIZACION	_____		
SILICIFICACION	_____	_____	

TABLA No.1 Paragénesis y Alteraciones de la Chimenea La Campaña

U N A M			
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
PARAGENESIS Y ALTERACIONES DE LA CHIMENEA LA CAMPAÑA			
JORGE HERRERA.		1986	TABLA I

Los sulfuros y el cuarzo se alojaron principalmente en la matriz de la brecha bordeando los fragmentos, en fracturas dentro de la chimenea y fuera de la misma y en menor proporción como reemplazamiento de los fragmentos.

4.4 Inclusiones Fluídas

Un estudio de 240 inclusiones fluídas realizadas en esfalerita, indica temperaturas de formación entre 260 °C y 315 °C y salinidades entre 5% y 13.8% peso equivalente Na Cl y promedios de 290 °C y 8% Na Cl (Albinson, 1984).

Por consiguiente se considera un yacimiento Mesotermal - según la típica Clasificación de Lindgren (1907 en Cepeda; 1979).

4.5 Diferentes Teorías para Explicar el Origen de las Chimeneas Brechadas

Existen diferentes teorías para explicar la formación de las chimeneas Brechadas.

Buttler (1913; en Martínez, S, 1984) propone un brechamiento a partir de una falla, la cual va agrandándose por la corrosión de los fragmentos debido a la circulación de fluídos hidrotermales. Posteriormente los espacios son rellenados por minerales de mena y ganga.

Sillitoe (1985) hace una clasificación de yacimientos relacionados a brechas desde un punto de vista genético, basándose en la actividad magmática y de los fluídos acuosos (magnéticos y meteóricos). Esta clasificación comprende cinco teorías:

a) Brechas Mágmatícas Hidrotermales.- Son el producto de una liberación de fluídos hidrotermales desde la cámara magmática durante la segunda etapa de ebullición, independientemente de la fuente original del fluído. Estas brechas están relacionadas a intrusiones y a depósitos porfirífticos.

b) Brechas Hidromagmáticas (Hidrovolcánicas).- Definidas por Mc. Donald (1972, en Sillitoe 1985) como producto de una interacción de un magma y una fuente externa de agua. La categoría Hidromagmática está subdividida dentro de:

Brechas Freáticas.- En las cuales solamente el calor magmático tiene acceso a los fluidos meteóricos contenidos en los poros de la roca.

Brechas Freatomagmáticas.- La interacción de las aguas subterráneas con el magma en sí, puede generar directamente la formación de los fragmentos brechoides.

c) Brechas Magmáticas (Volcánicas).- Resultan de la fragmentación y erupción de magma desde la cámara.

d) Brechas de Intrusión.- Son el producto directo del movimiento del magma de manera pasiva hacia la superficie.

e) Brechas Tectónicas.- Estas brechas son el resultado del desplazamiento de fallas.

De acuerdo con los rasgos que presenta la chimenea La Campaña, puede ser ubicada dentro de las Brechas Magmáticas Hidrotermales, ya que tiene características semejantes a las definidas por Sillitoe (1985) para este tipo de brechas, a continuación se presentan algunas de estas características definidas por ese autor.

a) Forma y Dimensión.- Las chimeneas pueden estar restringidas a encontrarse solas o en grupo, generalmente son burdamente circulares y poseen dimensiones verticales de rango variable de 100 a 800 metros y dimensiones horizontales de 50 a 300 metros, algunas chimeneas están raramente inclinadas en más de 15° de la vertical; estos cuerpos brechados pueden presentar bifurcaciones como por ejemplo, en San Antonio de la Huerta, Sonora (Sillitoe, 1985), dividida hacia abajo en dos prolongaciones; también las chimeneas A-B en Inguarán, Michoacán (Sawkins, 1979 en Sillitoe, 1985)

en donde la bifurcación en éstas se encuentra en la parte superior; los - contactos entre la chimenea y la roca encajonante son generalmente abruptos y en muchos casos están formados por fracturas verticales que pueden estar mineralizadas.

b) Distribución.- Los fragmentos presentan una porosidad con porcentajes de 5 a 30%, esos huecos están rellenos parcialmente por minerales de ganga y sulfuros. En algunas chimeneas existe material clástico de tamaño arcilloso (polvo de roca) en una matriz acompañada por fragmentos, con formas que varían de subangulosa a subredondeada, todo esto se atribuye a la atricción entre los mismos; por lo general las chimeneas brechadas presentan fragmentos de la misma composición, pero existen formadas por dos o mas unidades litológicas.

c) Alteración y Mineralización.- Menos del 50% de las chimeneas presentan mineralización y si es que existe puede ser de Ag, Pb, Zn, y en algunos casos de Cu, W y Mo. La sericitización es la alteración más común en las brechas, pudiendo existir cloritización, silicificación y propilitización. La alteración presente en las chimeneas puede terminar abruptamente o continuar en la roca encajonante decenas de metros, ésta se da inmediatamente después o durante la fragmentación y puede acompañar al primer evento mineralizante.

Estudios de inclusiones fluídas relacionadas a intrusiones brechoides, - revelan que los rangos de temperatura de los fluídos mineralizantes fluctúan entre 310° a 470°C y las salinidades varían entre el 1 y 50% en peso equivalente Na Cl (Shelton, 1963; tomado de Sillitoe, 1985), la elevada - temperatura y salinidades de los fluídos mineralizantes, son similares a las encontradas en los estados tempranos de los depósitos porfídicos - (Sheppard, et. al, 1971; en Sillitoe, 1985).

Las características físico-químicas de la mineralización - encajonada en las chimeneas de La Colorada (290°C, 8% Na Cl, en Albinson, 1984) son parecidas a las encontradas en las vetas del mismo Distrito, e indican que espacialmente ocupan una posición distal a un posible intrusivo

aprofundidad, del cual no se ven evidencias en superficie.

MODELO GENETICO

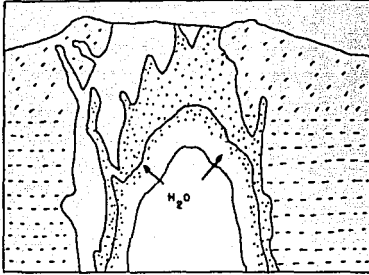
La brecha de la Chimenea La Campaña está conformada por traquitas y lutitas. Considerando el espesor conocido de las traquitas (\pm 580 metros) y siendo ésta la roca encajonante de la brecha dentro de la cual aparecen abundantes fragmentos de lutitas, éstas últimas debieron viajar mínimo 300 metros para alcanzar su posición actual. Por consiguiente su origen no puede atribuirse a brechas formadas por colapso, por desplazamiento de falla o por disolución de roca, más bien su origen se atribuye a un conjunto de explosiones provenientes del subsuelo y para tal efecto debió existir una fuente generadora de energía capaz de romper una columna de roca de varios cientos de metros.

La fuente generadora de energía fué propuesta por Burnham (1985) y la atribuye a un magma hidratado durante la segunda etapa de ebullición (magma saturado de H_2O \rightarrow cristales + fluidos acuosos) y la subsecuente descompresión (Fig. 22a). Por medio de esta reacción se produce un incremento en el volumen del cuerpo magmático que depende directamente del contenido inicial de agua y de la deformabilidad de la roca encajonante y depende inversamente de la profundidad (presión litostática). Con el aumento de volumen del cuerpo magmático, la roca encajonante se deforma y se rompe a profundidades de 4-5 kilómetros (Fig. 22b) (Burnham, 1985).

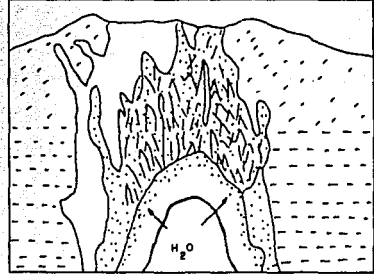
Después del fracturamiento de la roca, la expansión del fluido liberado produce energía suficiente para levantar un peso equivalente de roca igual al magma del sistema a una altura aproximada de 1 kilómetro, sin considerar efectos de fricción (Fig. 22c) (Burnham, op. cit.).

Esta energía producirá una mezcla de fragmentos, polvo de roca y una elevación hacia la superficie del material brechoide. Si la presión de los fluidos sobrepasa los valores establecidos, esta presión mantendrá los canales abiertos a profundidad y por lo tanto los espacios abiertos se rellenarán (Fig. 22d).

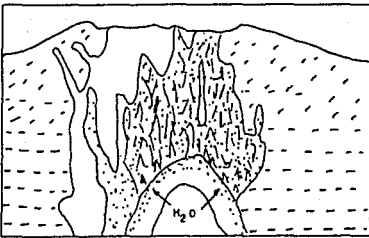
Fig. 22 Diferentes etapas en la formación de un cuerpo brechoide según Burnham (1985).



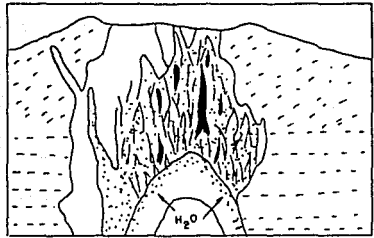
a.- presencia de un magma a profundidad.



b.- La fuente generadora de energía saturada de agua provoca el fracturamiento de la roca encajonante.



c.- Los fluidos liberados provocan explosiones y ascenso de fragmentos.



d.- Ascenso de soluciones mineralizantes.

Después de la formación de la brecha, se presenta una etapa en la cual las soluciones hidrotermales empiezan a fluir provocando alteraciones de los fragmentos. Estas alteraciones, principalmente sericitización y caolinitización presentes en la zona norte de la chimenea y en pequeñas proporciones en la zona sur, siendo la silicificación exclusiva de la zona sur.

Posteriormente se presenta la etapa principal de mineralización, representada por galena y esfalerita en bolsadas, las cuales no están controladas por fracturas, esta mineralización se encuentra bordeando los fragmentos formando con el polvo de roca la matriz de la chimenea brechada (Fig. 22d).

La fuente generadora de energía, propuesta por Burnham (1985) que suministró los gases explosivos responsables de la formación de las brechas de La Colorada, es un intrusivo a profundidad. Se encuentran algunos afloramientos de diques riolíticos en las cercanías de la Chimenea San Jerónimo, aproximadamente a 1 kilómetro de La Colorada, además en la Sierra de Chalchihuites, 10 kilómetros al norte del distrito, aflora un stock diorítico de aproximadamente 2 kilómetros de diámetro.

La Chimenea La Campaña se encuentra junto con ocho chimeneas brechadas, de las cuales únicamente cuatro están mineralizadas. La estructura principal en el distrito es la veta "No Conocida" la cual se encuentra interrumpida por la Chimenea Candelaria, evidenciando que el fracturamiento del distrito fue primero que el emplazamiento de las chimeneas brechadas.

5 OPERACION MINERA Y CALCULO DE RESERVAS

5.1 Obras Mineras

La mina La Campaña consta de ocho niveles que van del nivel 60 al nivel 300, los cuales tienen entre ellos pilares cada 18 metros. La zona explotable del cuerpo está rodeada por una rampa de 3 por 2 metros en espiral con una pendiente del 20% en promedio que fue proyectada para abastecer en equipo y materiales a las personas que llevan a cabo la explotación. La mina cuenta además con un tiro llamado San Antonio, el cual va del nivel 60 al 300 y de un hueco que comprende del nivel 120 al 200 el cual presenta un área que varía de 600 a 1000 metros cuadrados; este hueco que por tradición se le llama Hundido se aprovecha como chorreadero de carga y representa la parte rica del cuerpo que fuera explotada por la Compañía Minera Victoria Eugenia, S.A. de C.V. en los años 60'S. La producción en dicho hueco asciende aproximadamente a 200,000 toneladas; las leyes de Au, Ag, Pb, Zn se desconocen, ya que no hay planos de muestreo de dicha zona. Individualmente cada nivel o plaza presentan una forma irregular y en conjunto representan un cilindro con un orificio en el centro.

5.2.1. Desarrollo

El desarrollo se llevó a cabo por medio de frentes sin vía de 3 por 3 metros en cada uno de los niveles, los cuales se proyectaron a partir de la rampa cortando el cuerpo mineralizado hasta encontrar la roca encajonante, el rezagado se efectuó con scoop-tramp de 1 yarda cúbica.

5.2.2 Preparación

Consistió en abrir plazas a partir de las frentes existentes; estos zócalos presentan pilares y su función es el sostén entre cada nivel. Para el desalojo de material fragmentado se cuenta con el Hundido (hueco) el cual, también tiene la función de ventilar las zonas de trabajo.

En su mayoría estas plazas se encuentran en la zona donde se

emplazó la mineralización más rica.

5.2.3 Extracción

El método de explotación que se usa es el denominado tumba sobre carga.

El mineral que se obtiene en las labores, se manda por el Hundido que sirve como chorreadero, donde por gravedad cae al nivel 200 y ahí se tritura con una quebradora de quijada de 29" x 36" que lo reduce de tamaño; de ahí se manta por el tiro San Antonio que consta de un bote con capacidad de 1 tonelada. Este material es alojado en una tolva, posteriormente por gravedad se deposita en conchas con capacidad de 1.2 toneladas, que son acarreadas por una locomotora diesel la cual hace un recorrido de 200 metros aproximadamente y las deposita en tolvas almacenadoras. Para el acarreo del mineral hasta la planta de beneficio, se cuenta con dos camiones de volteo de 10 toneladas c/u.

5.3 Cálculo de Reservas

El resultado del cálculo global de reservas dió un volúmen de 1'128,238 toneladas con leyes de 81 g/ton de Ag, 0.12 g/ton de Au, - 3.2% de Pb y 3.2% de Zn.

Los contenidos metálicos son muy bajos y dados los costos actuales de explotación y precio de los metales, hacen a la Chimenea - brechada La Campaña poco atractiva para su explotación, ya que la utilidad neta por tonelada es de \$ 1.72 dólares (Tabla No. 2).

TABLA No. 2 VALOR NETO DE FUNDICION POR TONELADA PARA EL CALCULO DE RESERVAS GLOBAL (MAYO 1985)

Elemento	Precio en Dólares	OZ/Kg	Factor de Mercadeo	Recuperación Metalúrgica	Ley	Dólares USA
Ag	6.42	32.15	0.79	0.85	0.081 Kg/ton	11.23
Pb	3.7 Unidad		0.50	0.80	3.2%	4.74
Zn	8.8 Unidad		0.15	0.65	3.2%	2.75
TOTAL						18.72

CUSTO POR TONELADA \$ 16.00 DOLARES

SUBTOTAL = \$ 18.72 - \$ 16.00 = \$ 2.72 DOLARES

DEDUCCIONES = \$ 1.30 DOLARES

UTILIDAD NETA = \$ 1.72 DOLARES/TON

Para resolver este problema, podría pensarse en una evaluación de reservas de las zonas mas ricas, esto es, cuantificar los bloques con leyes de plata mayores. Así por ejemplo, seleccionando áreas más pequeñas dentro de los bloques minables se logró elevar la ley de plata a: 95 g/ton, Au 0.13 g/ton, Pb 3.9% y Zn 3.1%, con la consiguiente reducción del tonelaje a 921,138 toneladas. Con esta segunda evaluación de reservas se incrementó la utilidad neta por tonelada a \$ 2.92 dólares (Tabla No. 3). No se consideró aumento alguno para el costo de operación por tonelada para un tumbé selectivo.

TABLA No. 3 VALOR NETO DE FUNDICION POR TONELADA PARA EL CALCULO DE RESERVAS SELECTIVO (MAYO 1985)

Elemento	Precio en Dólares	OZ/Kg	Factor de Mercadeo	Recuperación Metalúrgica	Ley	Dólares USA
Ag	6.42	32.15	0.79	0.85	0.095 Kg/ton	13.17
Pb	3.70 Unidad		0.50	0.80	3.9%	5.78
Zn	8.80 Unidad		0.15	0.65	3.1%	2.66
TOTAL						21.61

COSTO POR TONELADA \$ 16.00 DOLARES
SUBTOTAL = \$ 21.61. - 16.00 = \$ 5.61.DOLARES
DEDUCCIONES = \$ 2.69 DOLARES
UTILIDAD NETA = \$ 2.92 DOLARES/TUN

Viendo estos resultados podría pensarse ya en una explotación de la Chimenea.

Siguiendo este procedimiento podrían seleccionarse sólo - aquellas zonas cuya concentración las haga mas costeables, claro está, el número de toneladas disminuiría considerablemente y el costo de extracción aumentaría dada la selectividad de las zonas explotables, pero la utilidad sería mayor.

5.3.1 Geometría

Para el cálculo general de reservas, la geometría de la zona del cuerpo que se piensa explotar presenta la forma de un cilindro con un orificio en el centro; para el cálculo selectivo, la geometría de las zonas reconocidas es irregular y ya en su conjunto forman bloques continuos. A continuación se presenta el procedimiento que se siguió para la obtención del cálculo selectivo.

Las áreas seleccionadas de cada nivel contienen muestras - que en su mayoría presentan valores de plata arriba de los 60 g/ton.

Estas zonas se midieron con un planímetro, obteniendo su - área y cuidando que cada una de ellas tuviera correspondencia con otra área seleccionada en el nivel inferior de la mina y así formar bloques continuos.

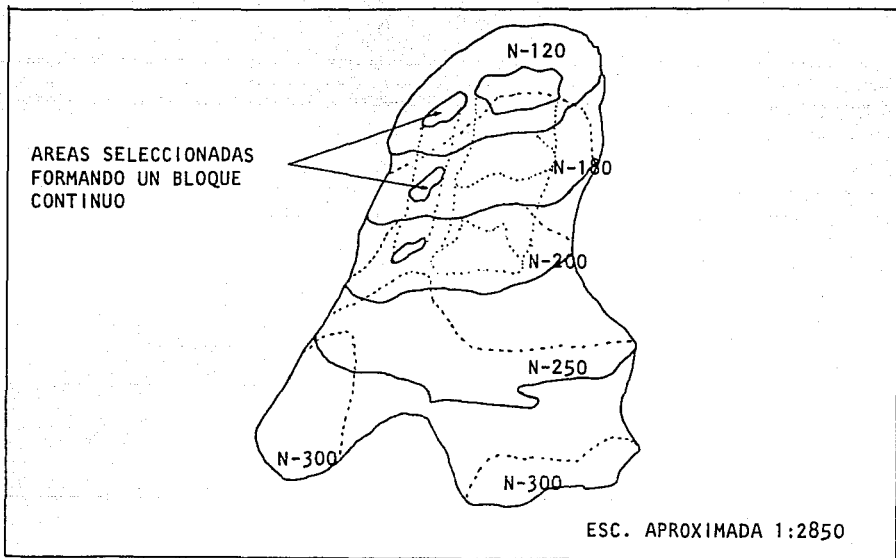


FIG. 23 AREAS SELECCIONADAS EN CADA NIVEL, CON CORRESPONDENCIA VERTICAL PARA FORMAR "PEQUEÑOS BLOQUES" CONTINUOS.

Después se realizó el cálculo de la ley promedio de Au, Ag, Pb y Zn de c/u de las zonas seleccionadas en cada nivel. Posteriormente se efectuó el Balanceo (tomando en cuenta áreas y leyes) de una zona seleccionada con otra del nivel inferior que tuvieran correspondencia vertical. El resultado obtenido corresponde a un "pequeño bloque" comprendido entre

las zonas seleccionadas de cada nivel, ejemplo:

ZONAS SELECTIVAS	AREAS M ²	PROMEDIO ENSAYES			
		Ag	Au	Pb%	Zn%
160-C	319	143	0.2	7.7	1.6
180-C	174	183	0.2	2.5	6.1
	493	157	0.2	5.8	2.2

$$\text{LEY DEL PEQUEÑO BLOQUE 160-C/180-C} = \frac{\sum \text{áreas} \times \text{Ley promedio}}{\sum \text{áreas}}$$

Para el cálculo del tonelaje existente entre las dos zonas seleccionadas, se promedió el área de las dos y se multiplicó por 18 metros que hay de desnivel entre las dos, ese producto se multiplicó por la densidad del mineral, que en este caso es igual a 2.9 ton/m³.

$$\text{TONELAJE} = \frac{\sum \text{áreas}}{2} \times \text{altura} \times \text{DENSIDAD}$$

$$\frac{319 + 174}{2} \times 18 \times 2.9$$

$$246.5 \times 18 \times 2.9$$

$$12,867 \text{ ton.}$$

Por último se efectuó el Balanceo (tomando en cuenta área y ley) de los "pequeños bloques" que tuvieran correspondencia vertical y así obtener una ley promedio, la cual junto a la suma de tonelaje de cada uno de los "pequeños bloques" vienen a formar un bloque continuo que va - del nivel 60 al subnivel 189. En total se obtuvieron tres de estos bloques.

5.3.2 Naturaleza del Muestreo

El muestreo de cada uno de los niveles se efectuó de la forma siguiente: Conforme se iba abriendo la plaza, se sacaban las muestras de canal (2 metros de largo por 3 centímetros de ancho por 2 centímetros de profundidad aproximadamente) a la altura de la cintura. Este procedimiento deja mucho que desear tanto para la ubicación de las muestras como por la posible contaminación de las mismas.

Para tener una idea más precisa con respecto a la ley existente, se necesitaría efectuar un remuestreo sistemático en enrejado y en el cielo.

5.3.3 Resultados

CALCULO GENERAL DE RESERVAS MINA LA CAMPANA, LA COLORADA, ZAC.					
		Leyes Promedio			
Niveles	Toneladas	Ag g/ton	Au g/ton	Pb %	Zn %
60-80	119,851	94	0.1	2.7	4.9
80-100	65,409	78	0.1	2.6	4.0
100-120	56,846	55	0.1	2.7	2.1
120-140	77,856	59	0.1	2.3	2.0
140-160	96,648	57	0.1	2.0	1.8
160-180	101,164	65	0.1	2.1	1.9
180-200	121,887	111	0.1	4.5	2.9
250-300 (I)	282,822	62	0.1	2.4	2.8
250-300 (II)	205,755	118	0.2	5.8	5.0
Gran Total	1'128,238	81.	0.12	3.2	3.2

NOTA: Para el cálculo de la ley promedio y el tonelaje del block 60-80 se tomaron en cuenta únicamente los valores de Ag, Au, Pb y Zn correspondientes al nivel 80.

La variación de la ley con respecto a la profundidad se puede apreciar en la Fig. 24.

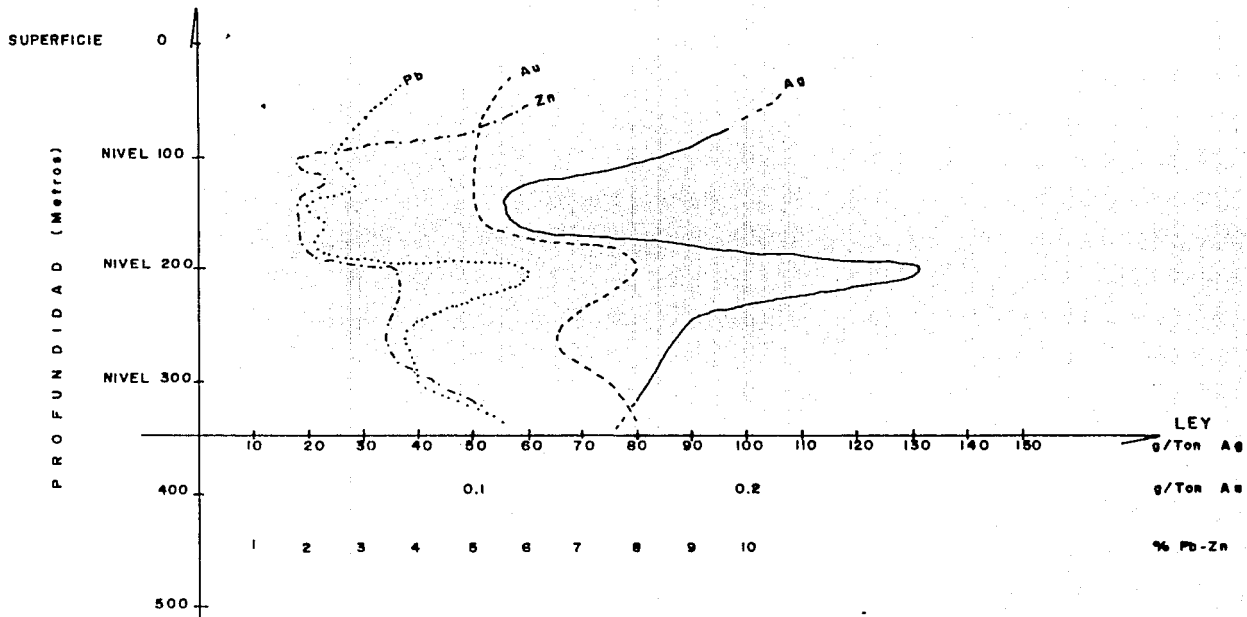


FIG. 24 VARIACION DE LAS LEYES RESPECTO A LA PROFUNDIDAD
MINA LA CAMPAÑA

Este documento es propiedad de la Compañía General de Minas y Metalurgia, S.A. y no debe ser reproducido, distribuido o utilizado sin el consentimiento escrito de la Compañía.

CALCULO SELECTIVO DE RESERVAS MINA LA CAMPAÑA, LA COLORADA, ZAC.						
PRIMER BLOQUE			Leyes Promedio			
Zonas Selectivas	Area (M ²)	Toneladas	Ag g/ton	Au g/ton	Pb (%)	Zn (%)
80-A/60	659	33,704	80	0.1	2.3	
80-A/120-A-B	525	57,159	86	0.1	2.5	1.0
120-A/140-A	245.5	12,815	106	0.2	3.0	1.1
120-B/140-B	130	6,786	60	0.1	1.4	1.5
140-A-B/160-A	335	17,487	76	0.1	2.5	1.4
160-A/180-A	329.5	17,200	72	0.2	2.5	1.1
TOTAL	2224	145,151	82	0.11	2.4	1.1

CALCULO SELECTIVO DE RESERVAS MINA LA CAMPAÑA, LA COLORADA, ZAC.						
SEGUNDO BLOQUE			Leyes Promedio			
Zonas Selectivas	Area (M ²)	Toneladas	Ag g/ton	Au g/ton	Pb (%)	Zn (%)
80-B/60	190	9,918	76	0.04	2.2	2.7
80-B/100-A	137	7,151	72	0.05	2.7	2.6
100-A/120-C	155	8,091	66	0.1	3.4	2.9
120-C/140-C	279	14,563	63	0.1	2.7	2.9
140-C/160-B	465.5	24,299	69	0.1	2.2	2.3
160-B/180-B	596	31,111	77	0.1	2.3	2.0
TOTAL	1822.5	95,133	71	0.09	2.4	2.4

CALCULO DE RESERVAS SELECTIVO MINA LA CAMPAÑA, LA COLORADA, ZAC.						
TERCER BLOQUE			Leyes Promedio			
Zonas Selectivas	Area (M ²)	Toneladas	Ag g/ton	Au g/ton	Pb (%)	Zn (%)
80-C/60	322	16,808	97	0.1	3.5	7.3
80-C/100-B	191	9,970	100	0.1	3.4	6.2
100-B/120-D	181	9,448	96	0.1	3.8	3.3
120-D/140-D	302	17,516	92	0.1	4.0	3.9
140-D/160-C	319	18,502	143	0.2	7.7	1.6
160-C/180-C	246.5	12,867	157	0.2	5.8	2.2
TOTAL	1561.5	85,111	115	0.13	4.9	4.0

No se realizó el balanceo de las zonas selectivas del nivel 180 con las del nivel 200, ya que éste se considera por las leyes promedio de Ag, Au, Pb y Zn que presenta, como una zona selectiva en sí. Por lo tanto las leyes promedio de cada zona selectiva del nivel 180 tienen influencia 9 metros hacia abajo hasta el subnivel 189 y las leyes promedio del nivel 200 tienen influencia 9 metros hacia arriba hasta el mismo subnivel.

CALCULO SELECTIVO DE RESERVAS MINA LA CAMPAÑA, LA COLORADA, ZAC.						
			Leyes Promedio			
Zonas Selectivas	Area (m ²)	Toneladas	Ag g/ton	Au g/ton	Pb (%)	Zn (%)
180-A/189	350	9,135	76	0.2	2.1	1.0
180-B/189	593	15,477	81	0.1	2.4	2.1
180-C/189	174	4,541	183	0.2	2.5	6.1
TOTAL	1117	29,153	95	0.14	2.3	2.3

CALCULO SELECTIVO DE RESERVAS MINA LA CAMPAÑA, LA COLORADA, ZAC.						
			Leyes Promedio			
Zona Selectiva	Area (m ²)	Toneladas	Ag g/ton	Au g/ton	Pb (%)	Zn (%)
200/189	2989	78,013	131	0.16	6.0	3.5

NOTA: Del nivel 200 al nivel 250 ya se extrajo el mineral.

CALCULO SELECTIVO DE RESERVAS MINA LA CAMPAÑA, LA COLORADA, ZAC.						
			Leyes Promedio			
Zona Selectiva	Area (m ²)	Toneladas	Ag g/ton	Au g/ton	Pb (%)	Zn (%)
250-300	6739	488,577	86	0.14	3.8	3.7

**RESUMEN DEL CALCULO SELECTIVO DE RESERVAS DE LA
MINA LA CAMPANA, LA COLORADA, ZACATECAS.**

Zonas Selectivas	Area (m ²)	Leyes Promedio				
		Toneladas	Au g/ton	Ag g/ton	Pb (%)	Zn (%)
Primer Bloque	2224.0	145,151	82	0.11	2.4	1.1
Segundo Bloque	1822.5	95,133	71	0.09	2.4	2.4
Tercer Bloque	1561.5	85,111	115	0.13	4.9	4.0
180-A-B-C/189	1117.0	29,153	95	0.14	2.3	2.3
200/189	2989.0	78,013	131	0.16	6.0	3.5
250/300	6739.0	488,577	86	0.14	3.8	3.7
GRAN TOTAL	16,453.0	921,138	95	0.13	3.9	3.1

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1) La Chimenea La Campaña está formada por fragmentos de traquitas color verde y por fragmentos de lutitas color negro.

Dentro de la chimenea se observan dos zonas diferentes: la zona sur, en donde predominan los fragmentos volcánicos cuya forma varía de subredondeada a subangulosa y cuyos tamaños oscilan entre 1 a 30 cm. de diámetro. Los fragmentos sedimentarios nunca sobrepasan los 3 cm. de diámetro. Esta zona se encuentra bien silicificada y la concentración de sulfuros es mayor que en la zona norte. En el área norte los fragmentos de traquita disminuyen en proporción con respecto a las lutitas (1:3). La forma de las traquitas van de subangulosa a angulosa y su tamaño varía de 50 cm. a un metro de diámetro, los fragmentos de lutitas son angulosos y presentan un tamaño máximo de 4 cm. La matriz de la Chimenea La Campaña en esta zona está constituida por material muy fino no consolidado y en pequeña proporción por sulfuros; la silicificación es débil y esto provoca un desmoronamiento de la brecha.

2) En planta la Chimenea La Campaña presenta una forma elíptica, con su eje mayor (180 m) en dirección norte-sur y su eje menor (35 m) orientado este-oeste. Esta geometría se presenta del nivel 60 al nivel 160, y a mayor profundidad (nivel 250) las dimensiones de los ejes varían, teniendo el eje norte-sur 34 m de longitud y el eje este-oeste 80 m. A partir del subnivel 260 el cuerpo presenta una bifurcación semejjando una pieza molar.

3) Estudios petrográficos y mineragráficos indican que la mineralización de la brecha está formada por:

Minerales de ganga: cuarzo y pirita.

Minerales de mena: galena, esfalerita, calcopirita y boulangerita.

Esta mineralización está relacionada a un evento hidrotermal posterior a la formación de la chimenea y se encuentra emplazada en la

matríz bordeando los fragmentos.

4) Datos de inclusiones fluídas indican temperaturas de formación entre 260 y 315 Centígrados y salinidades entre 5% y 13.8% peso equivalente NaCl (Albinson, 1984), por consiguiente se considera un yacimiento Mesothermal según la clasificación de Lindgren.

5) De acuerdo con las características que presenta la chimenea La Campaña puede ubicarse dentro de las Brechas Magmáticas Hidrotermales definidas por Sillitoe (1985), que dice que estas brechas son el producto de una liberación de fluídos hidrotermales desde una cámara magmática durante una segunda etapa de ebullición, independientemente de la fuente original del fluído.

6) Se efectuaron dos cálculos de reservas; uno global que incluye todo el halo de lo que fue la mineralización más rica y otro cálculo selectivo que sólo considera zonas de mejor ley dentro del mismo halo. Los resultados de ambos cálculos son los siguientes:

CALCULO	TONELADAS	Ag g/ton	Au g/ton	Pb (%)	Zn (%)
GLOBAL	1'128,238	81	0.12	3.2	3.2
SELECTIVO	921,138	95	0.13	3.9	3.1

7) Los resultados mencionados anteriormente (bajos en ley de plata) indican que la explotación de la Chimenea La Campaña, tendrá que ajustarse a un cálculo de reservas tan selectivo como las condiciones económicas lo requieran, como son una cotización mas alta de los metales, mantener el costo de operación lo mas bajo posible.

8) Es interesante desarrollar varios barrenos en abanico a partir del nivel 320 a profundidad (100 a 150 metros) intentando perforar en forma paralela al cuerpo, esto con el objeto de obtener una idea de la variación de la ley abajo de este nivel.

BIBLIOGRAFIA

- Albinson, T; 1973 Breccia Pipes of the La Colorada Mining area Zacatecas, Mexico: Unpub senior thesis. Minneapolis Minesota, Macalester College. pp 1-40.
- Albinson, T; 1984 Evaluación y Programa de Exploración del Distrito Minero La Colorada, Zacatecas. Informe Geológico mensual correspondiente a Marzo de 1984.
- Albinson, T; 1985 "Zonamientos Térmicos y su Relación a la Distribución de Mineral en Algunos Yacimientos Epitermales en México". Manuscrito XVI Convención Nacional de la AIMMG, Oct. Mazatlán, Sin. pp 1-20.
- Alvarez, Jr. M. 1961 "Provincias Fisiográficas de México". Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, tomo 24, No. 2, pp 1-20.
- Bateman, A; 1969 Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico. Editorial Omega, 1968.
- Burnham, C; 1985 "Energy Release In Subvolcanic Enviroments: Implications for Breccia Formation". Economic Geology, Vol. 80 pp 1515-1522
- Cepeda, L; 1979 Yacimientos Minerales (Apuntes). Facultad de Ingeniería. pp 89-105
- Clark, Kenneth y Damon; 1980 "Magmatismo en el Norte de México en Relación a los Yacimientos Metalíferos". Revista Geomimet No. 106, pp 49-71
- García de Miranda, E. y Falcón de Gyves, Z; 1981 Atlas Porrúa de la República Mexicana, Editorial Porrúa, México. pp 94-95
- Imlay, R. W; 1936 Evolution of the Coahuila Península, México, Parte IV Geology of the Western Part of the Sierra de Parras: Geol. Soc. America. Bull; V. 47 pp 1091-1152
- López, R. E., 1979, Geología de México, Tomo II, 2a. ed., Edición escolar, México, D.F., 454 p.
- Mc. Dowell, F. and Clabaugh, S; 1979 "Ignimbrites of the Sierra Madre Occidental and their Relation to the Tectonic History of Western México". Geological Society of America, Special Paper No. 180 pp 113-124

- Martínez, R; 1984 "Estudio Metalogenético de La Brecha de Cobre La Sorpresa, Ameca, Jal". Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería. UNAM, pp 1-81
- Morán, D 1981 Geología de la República Mexicana S.P.P.
- Raisz, E; 1964 "Landforms of Mexico" Cambridge, Mass. Geographic office naval Research. 2a. Ed.
- Sillitoe, R. H; 1985 "Ore-Related Breccias in Vulcanoplutonic arcs" Economic Geology, Vol. 80, pp 1467-1514
- Soto, M; 1987 "Relaciones en Espacio y Tiempo entre Chimeneas y Vetas del Distrito Minero de La Colorada, Zac". Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería. UNAM, pp 1-97
- Terrazas, A; 1979 "Estudio Geológico y Minero del Area de Diez de Abril, Dgo". Tesis Profesional. Facultad de Ingeniería. UNAM, pp 1-67

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

APENDICES

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO LABORATORIO DE PETROGRAFIA

MUESTRA No. LD-84-715

I. DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO:
Muestra tomada en interior mina Nivel 60, se observa una brecha oxidada, aumento de fragmentos de lutitas y existe un fracturamiento en toda la brecha.

II. DESCRIPCION MACROSCOPICA:
Brecha formada por fragmentos de traquitas y lutitas de color gris oscuro, cloritizada.

III. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

A. TEXTURA: Brechoide

B. MINERALOGIA:

MINERALES ESENCIALES MINERALES ACCESORIOS MINERALES SECUNDARIOS

Fragmentos de traquitas
con un tamaño mayor a
4 mm.

sericita
clorita
epidota
pirita
hematita
feldespato K
cuarzo

MATRIZ:

CEMENTANTE:

Existe una mineralización de galena, esfalerita y pirita acompañados por cuarzo y feldespato potásico entre los espacios de la brecha.

C. ALTERACIONES HIDROTERMALES:

Ligera alteración sericítica y propilítica.

D. OBSERVACIONES:

Los fragmentos de traquita presentan contornos subangulosos con algunos cristales de cuarzo y feldespato, reemplazados a sericita, clorita y epidota y ligeramente desvitrificados. Otros de los fragmentos presentan una alteración casi total a hematita.

IV. CLASIFICACION: Brecha mineralizada.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

MUESTRA No. LD-84-713

- I. DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO:
Muestra tomada en interior mina Nivel 100 (zona norte). Brecha formada por fragmentos de lutitas y traquitas, existe poca silicificación, la alteración presente es la caolinización.
- II. DESCRIPCION MACROSCOPICA:
Brecha formada por fragmentos de traquita caolinizada y cementados por sulfuros.
- III. DESCRIPCION MICROSCOPICA:
- A. TEXTURA: Brechoide
- B. MINERALOGIA:
- | MINERALES ESENCIALES | MINERALES ACCESORIOS | MINERALES SECUNDARIOS |
|------------------------|----------------------|-----------------------|
| Fragmentos de traquita | | cuarzo |
| sanidino | trazas | pirita |
| | | feldespato K |
| | | sericita |
- MATRIZ:
- CEMENTANTE: Galena, Pirita, Esfalerita acompañados por cuarzo en los espacios interfragmentales, así como feldespato K.
- C. ALTERACIONES HIDROTERMALES:
Siricitización.
- D. OBSERVACIONES:
Los fragmentos de traquita presentan escasos cristales de sanidino alterados a minerales arcillosos, con un reemplazamiento por cuarzo y pirita eudral alrededor de los bordes de los fragmentos.
- IV. CLASIFICACION: Brecha mineralizada.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

MUESTRA No. LD-84-721

I. DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO:
Muestra tomada en interior mina Nivel 120. La brecha presenta fragmentos de traquita y lutitas, la alteración presente es la caolinización, fracturas incipientes.

II. DESCRIPCION MACROSCOPICA:
Brecha formada por fragmentos de traquita algo piritizados y alterados, cementados por sulfuros y cuarzo.

III. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

A. TEXTURA: Brechoide

B. MINERALOGIA:

MINERALES ESENCIALES MINERALES ACCESORIOS MINERALES SECUNDARIOS

Fragmentos de traquita
de tamaño mayor a 4 mm.

cuarzo secundario
sanidino
pirita euedral
epidota
esfalerita

MATRIZ:

CEMENTANTE:

En los espacios entre los fragmentos se observa una mineralización de cuarzo, feldespato potásico, esfalerita, galena y pirita, así como escasos oxidos de fierro y epidota.

C. ALTERACIONES HIDROTERMALES:
Potásica.

D. OBSERVACIONES:

Los fragmentos de traquita de contornos subredondeados, presentando una alteración a feldespato potásico de tamaño microcristalino. - Existe abundante cuarzo secundario formando pequeñas drusas en fracturas junto con mineralización de esfalerita, galena, pirita y feldespato potásico.

IV. CLASIFICACION: Brecha mineralizada.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

MUESTRA No. LD-84-717

I. DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO:

Muestra tomada en interior mina Nivel 160. La brecha en esta zona sur muestra silicificación, escasa caolinización.

II. DESCRIPCION MACROSCOPICA:

Brecha compuesta por fragmentos de traquita con feldespatos alterados, existiendo reemplazamiento de galena.

Además la brecha tiene material de roca y cuarzo criptocristalino.

III. DESCRIPCION MICROSCOPICA:

A. TEXTURA: Brechoide

B. MINERALOGIA:

MINERALES ESENCIALES	MINERALES ACCESORIOS	MINERALES SECUNDARIOS
Fragmentos de traquita de tamaño mayor a 4 mm.		cuarzo sanidino pirita euedral galena esfalerita

MATRIZ:

CEMENTANTE:

En los espacios existentes entre los fragmentos, se observa una mineralización de cuarzo subedral o fino, así como feldespato potásico.

C. ALTERACIONES HIDROTERMALES:

Ligera silicificación.

D. OBSERVACIONES:

Los fragmentos de traquita presentan contornos subredondeados y se encuentran formados por cuarzo criptocristalino y feldespato, producto de la desvitrificación así como por pirita fina euedral diseminada.

IV. CLASIFICACION: Brecha mineralizada.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
LABORATORIO DE PETROGRAFIA

MUESTRA No. LD-84-726

I. DESCRIPCION DEL AFLORAMIENTO:
Muestra tomada en interior mina Nivel 250; tomada cerca del contacto de la brecha con la roca encajonante.

II. DESCRIPCION MACROSCOPICA:
Fragmentos tabulares brechoides constituídos por pórfidos feldespáticos (color blanco-rosado, con algunos ferromagnesianos alterados). Los fragmentos están cementados por sulfuros como galena, esfalerita, calcopirita.

III. DESCRIPCION MICROSCOPICA:
Sección delgada realizada de un solo fragmento.

A. TEXTURA: Porfirítica felsófica.

B. MINERALOGIA:

MINERALES ESENCIALES		MINERALES ACCESORIOS		MINERALES SECUNDARIOS	
sanidino	70%	piroxeno	3%	epidota	5%
Oligoclasa	5%	(augita)		hematita	
andesina		pirita	5%	sericita	7%
cuarzo	5%	apatito	trazas		

MATRIZ:
Microlitos de sanidino ligeramente orientados en una dirección - preferente e intercrecidos con microlitos de cuarzo y feldespato.

CEMENTANTE:

C. ALTERACIONES HIDROTERMALES:
Existen vetillas posteriores rellenas por esfalerita y escasa pirita asociados a epidota y sericita.

D. OBSERVACIONES:
Fenocristales de sanidino euedrales a subedrales. De tamaño promedio a 2 mm con un zoneamiento a adularia. Estos cristales presentan una alteración preferencial del centro hacia afuera, de cuarzo, sericita y óxidos. Los cristales de plagioclasa y cuarzo se encuentran dentro de la matriz.

IV. CLASIFICACION: Traquita de piroxeno.

ESTUDIO MINERAGRAFICO

MUESTRA No. 84-307

LOCALIDAD: Nivel 60

A. TEXTURA: Relleno de los espacios entre los fragmentos y de reemplazamiento.

B. MINERALOGIA:

MENA:

Galena. Es abundante y presenta bordes de avance sobre la pirita (reemplazamiento), además presenta pequeñas inclusiones de esfalerita y calcopirita.

Esfalerita. Presenta contactos eutécticos junto con la galena lo cual indica que cristalizaron al mismo tiempo a partir de una mezcla. También se encuentra formando un zoneamiento con los demás sulfuros.

Calcopirita. Se encuentra en forma de exsolución dentro de la esfalerita.

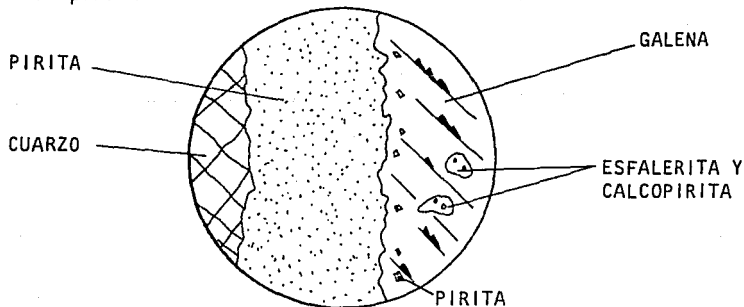
GANGA:

Pirita. Formando parte de una primera etapa de mineralización y un zoneamiento progresivo.

Cuarzo y Feldespatos.

PARAGENESIS

Pirita
Galena
Esfalerita
Calcopirita



ESTUDIO MINERAGRAFICO

MUESTRA No. 84-354

LOCALIDAD: Nivel 100

A. TEXTURA: Relleno de vetillas o espacios abiertos y algunas disseminaciones en los fragmentos.

B. MINERALOGIA:

MENA:

Esfalerita. En esta muestra es el sulfuro mas abundante, ya que ocupa gran parte de los espacios abiertos, presentando exsoluciones de calcopirita.

Galena. Ocupa los pequeños espacios dejados por la esfalerita, y formando manchones dentro de la esfalerita, presentando contactos inactivos.

Existen pequeñas inclusiones de pirita en la galena.

Calcopirita. Se encuentra en forma de exsoluciones dentro de la esfalerita, aunque existen algunos cristales dentro de la galena. La alteración de la calcopirita es la covelita.

GANGA:

Pirita. Cristales euedrales y subedrales de pirita disseminados dentro de los fragmentos y en pequeños aglomerados cristalinos dentro de los espacios de la brecha, relacionados a la mineralización.

Cuarzo y Feldespato K.

PARAGENESIS

Pirita

Esfalerita

Galena

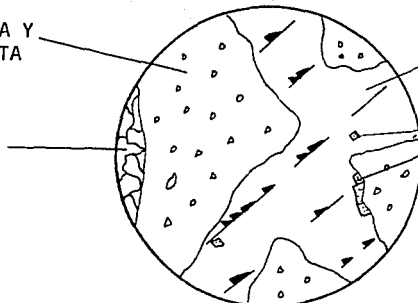
Calcopirita

Covelita

ESFALERITA Y
CALCOPIRITAFRAGMENTO
DE ROCA

GALENA

PIRITA



ESTUDIO MINERAGRAFICO

MUESTRA No. 84-359

LOCALIDAD: Nivel 120

A. TEXTURA: Relleno de espacios entre la brecha y algunas diseminaciones.

B. MINERALOGIA:

MENA:

Esfalerita. No es muy abundante en la muestra y presenta algunas exsoluciones de calcopirita.

Galena. Escasa en la muestra y se encuentra asociada a la esfalerita, presentando contactos o bordes inactivos. Además presenta exsoluciones muy escasas de boulangierita y calcopirita.

Calcopirita. Se encuentra en forma de exsoluciones dentro de la esfalerita o en cristales grandes dentro de los espacios. Este mineral presenta alteraciones a covelita y calcocita muy abundantes sólo en el contacto de la calcopirita y el encajonante.

GANGA:

Pirita. Presenta dos familias, una eudral de grano grueso diseminada dentro de los fragmentos de roca, con evidencias de recristalización y una segunda mas fina, asociada a la mineralización.

Cuarzo. Feldespato.

PARAGENESIS

Pirita
Esfalerita
Galena
Calcopirita
Boulangierita
Covelita
Calcocita

FRAGMENTO DE ROCA
CON PIRITA EUEDRAL

GALENA

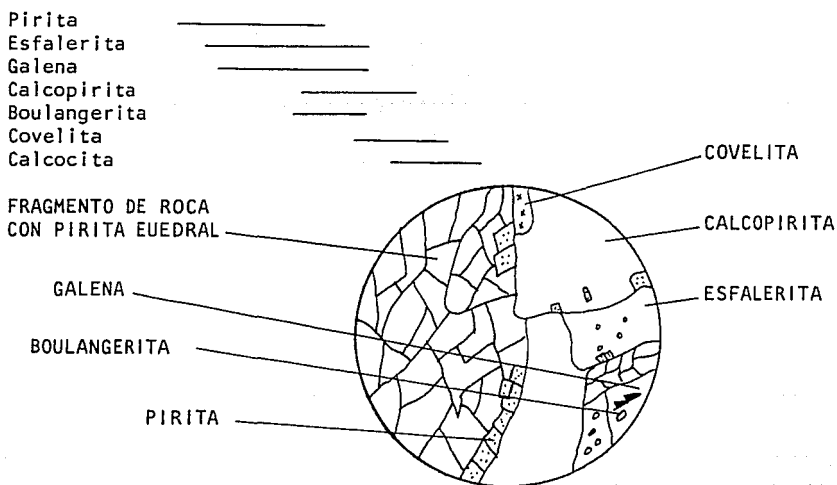
BOULANGERITA

PIRITA

COVELITA

CALCOPIRITA

ESFALERITA



ESTUDIO MINERAGRAFICO

MUESTRA No. 84-364

LOCALIDAD: Nivel 160

A. TEXTURA: Relleno de huecos o vetillas y diseminados.

B. MINERALOGIA:

MENA:

Esfalerita. Se encuentra relleno de vetillas dentro de la ganga, presentando pequeñas exsoluciones de calcopirita; además de la esfalerita presenta contactos inactivos de sucesión después de la galena.

Galena. Se presenta en forma aislada dentro de la ganga o relacionada con esfalerita por contactos inactivos.

Calcopirita. En exsoluciones dentro de la esfalerita y escasamente dentro de la galena.

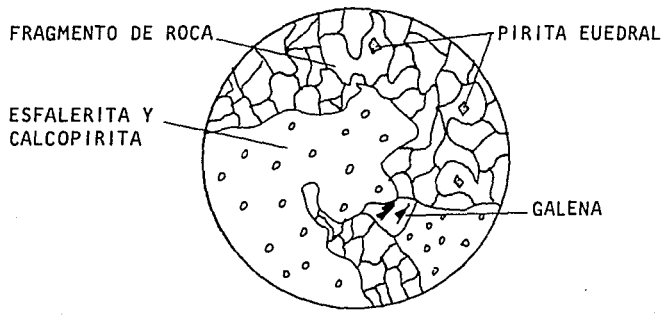
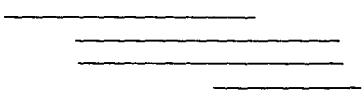
GANGA:

Pirita. En forma eudral diseminada en toda la muestra.

Cuarzo, Feldespato

PARAGENESIS

- Pirita
- Esfalerita
- Galena
- Calcopirita



ESTUDIO MINERAGRAFICO

MUESTRA No. 84-368

LOCALIDAD: Nivel 250

A. TEXTURA: Relleno de vetillas y de huecos entre los fragmentos de la brecha por sulfuros y ganga.

B. MINERALOGIA:

MENA:

Galena. Ocupa la mayor parte de la mineralización entre los fragmentos y se asocia a la esfalerita en pequeños manchones, formando una sucesión inactiva.

Esfalerita. Se encuentra dentro de la galena en una sucesión inactiva; así mismo dentro de la esfalerita existe exsolución de calcopirita, la cual tiende a producir sulfuros secundarios como la covelita.

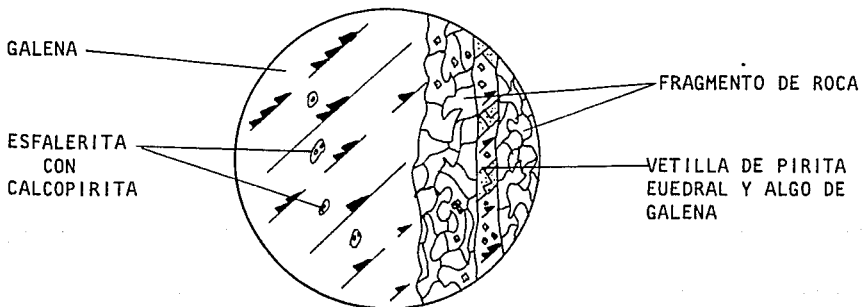
GANGA:

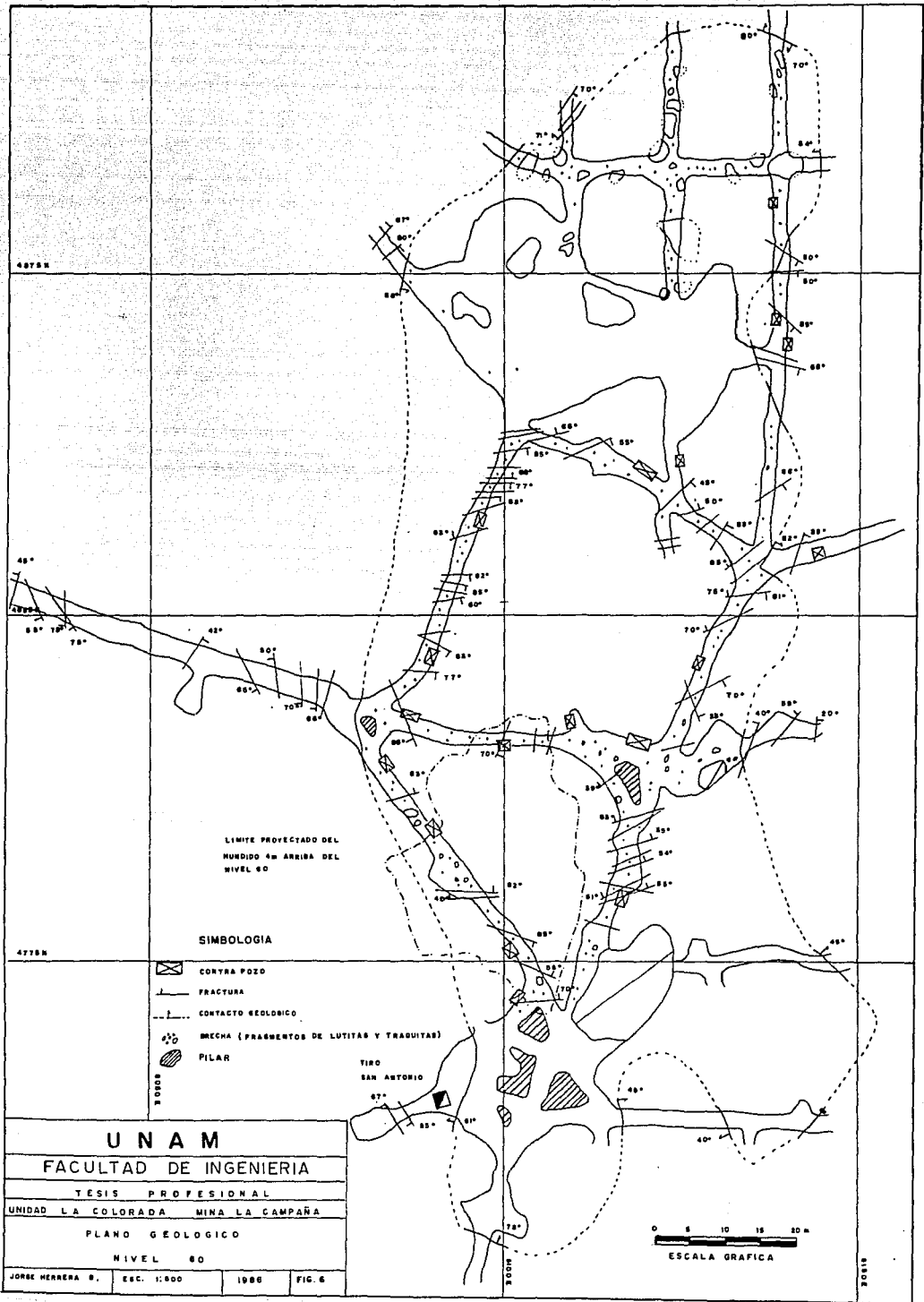
Pirita. Se encuentra en forma euedral diseminada dentro de los fragmentos de la roca, o en pequeñas vetillas junto con escasa galena. Así también se presenta en manchones subedrales alrededor de los fragmentos.

Cuarzo, Feldespato

PARAGENESIS

Pirita	_____
Galena	_____
Esfalerita	_____
Calcopirita	_____
Covelita	_____





LÍMITE PROYECTADO DEL
MUNDIDO 4M ARRIBA DEL
NIVEL 60

SIMBOLOGIA

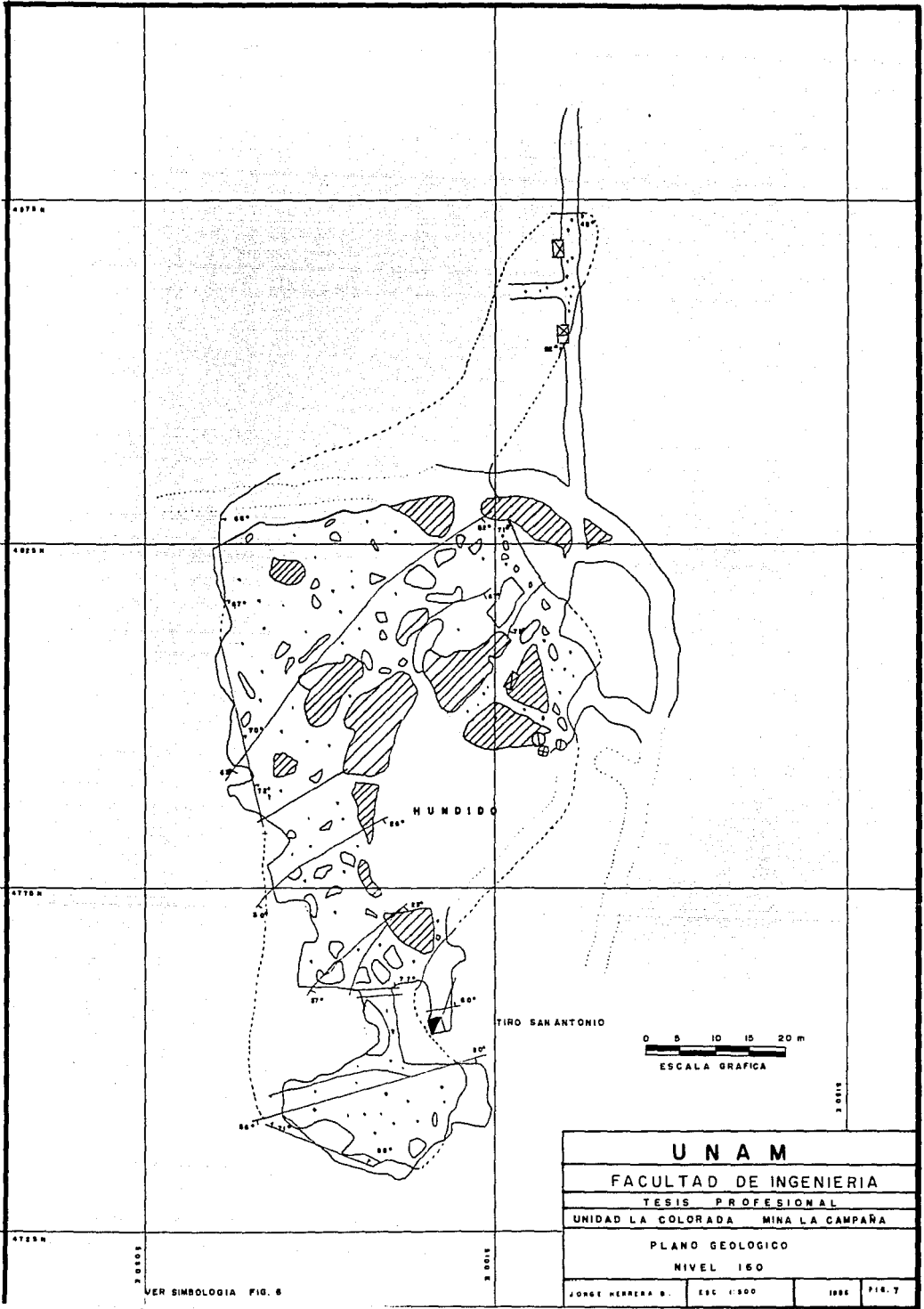
- CONTRA POZO
- FRACTURA
- CONTACTO GEOLÓGICO
- MECCHA (FRAGMENTOS DE LUTITAS Y TRAGUITAS)
- PILAR

TIRO
SAN ANTONIO

U N A M			
FACULTAD DE INGENIERIA			
T E S I S P R O F E S I O N A L			
UNIDAD LA COLORADA MINA LA CAMPAÑA			
P L A N O G E O L Ó G I C O			
N I V E L 6 0			
JORGE HERRERA B.	ESC. 1:500	1988	FIG. 6

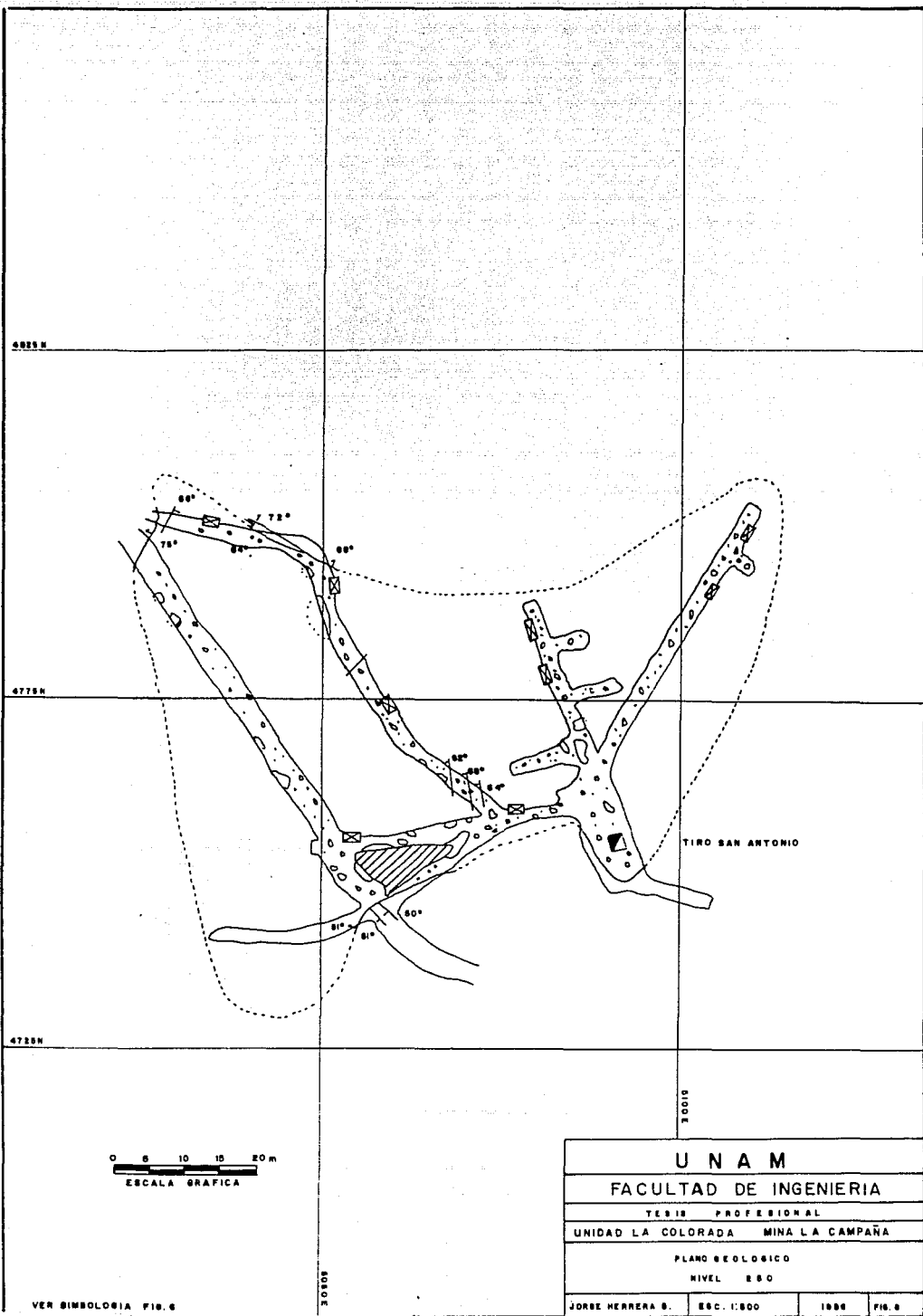


20115



VER SIMBOLOGIA FIG. 6

UNAM			
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
UNIDAD LA COLORADA MINA LA CAMPAÑA			
PLANO GEOLOGICO			
NIVEL 150			
JORGE HERRERA B.	ESC 1:500	1988	FIG. 7



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

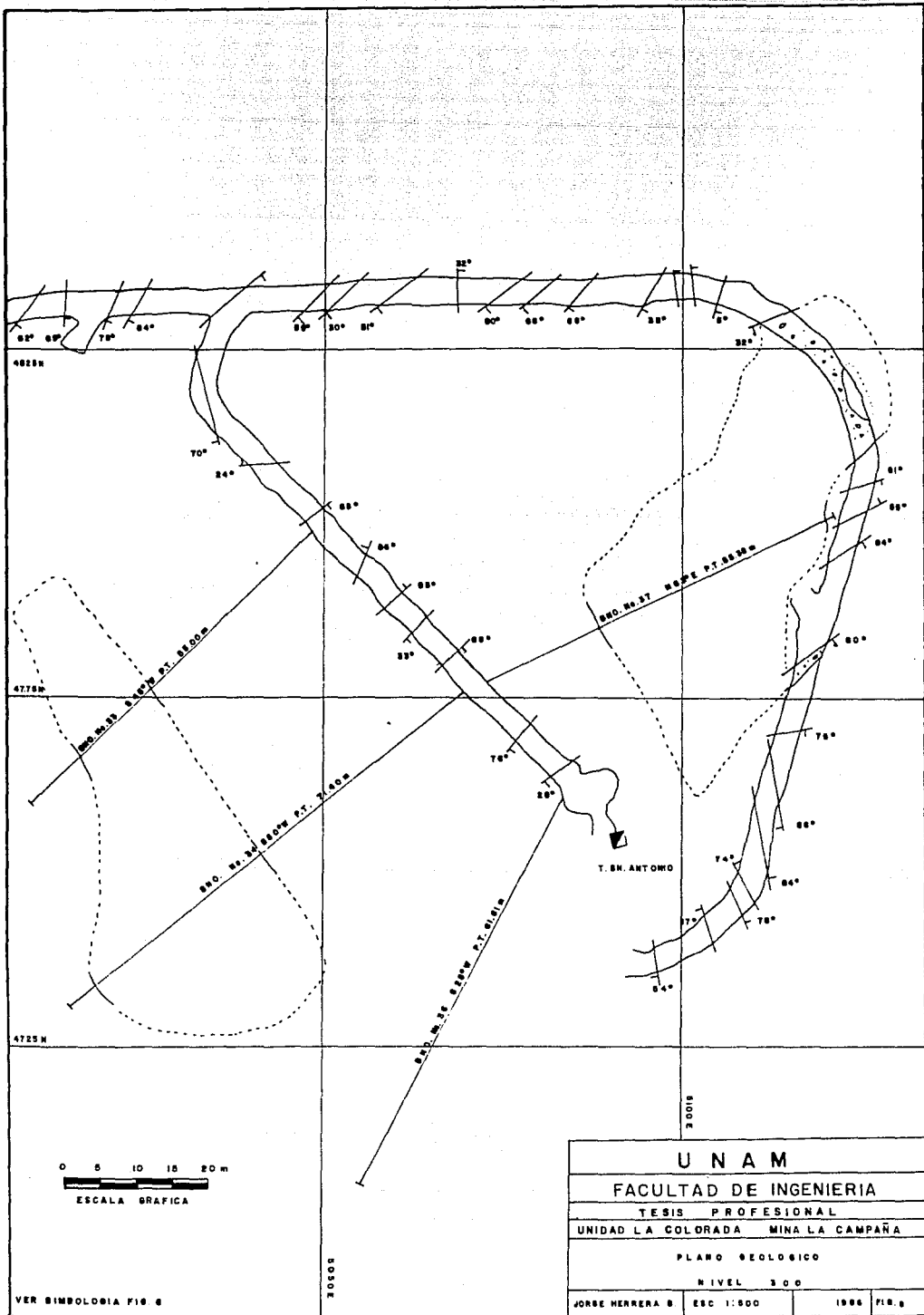
UNIDAD LA COLORADA MINA LA CAMPAÑA

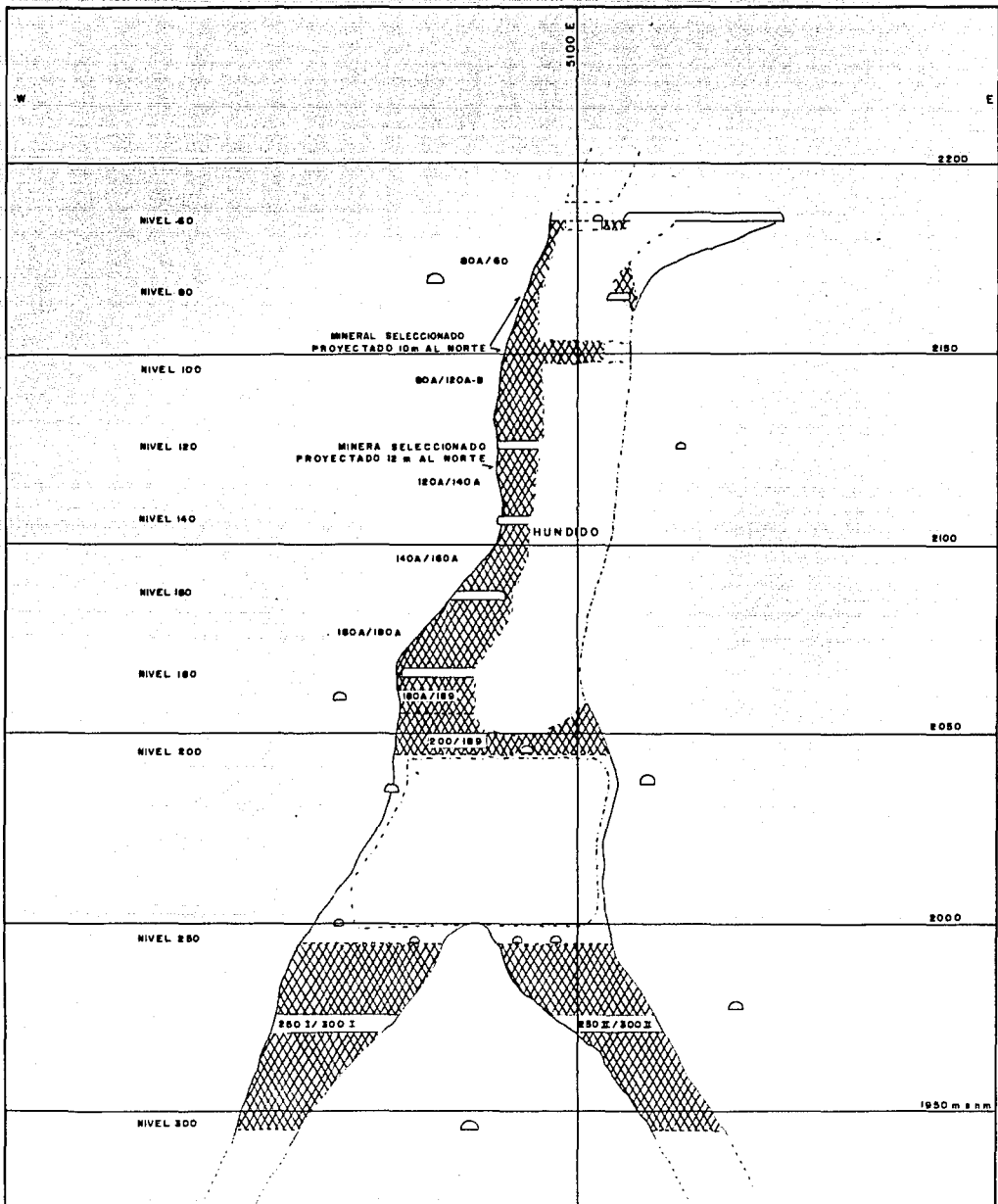
PLANO GEOLOGICO

NIVEL E80

JORGE HERRERA S. ESC. 1:500 1986 FIG. 6

VER SIMBOLOGIA FIG. 6



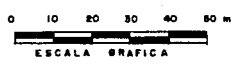
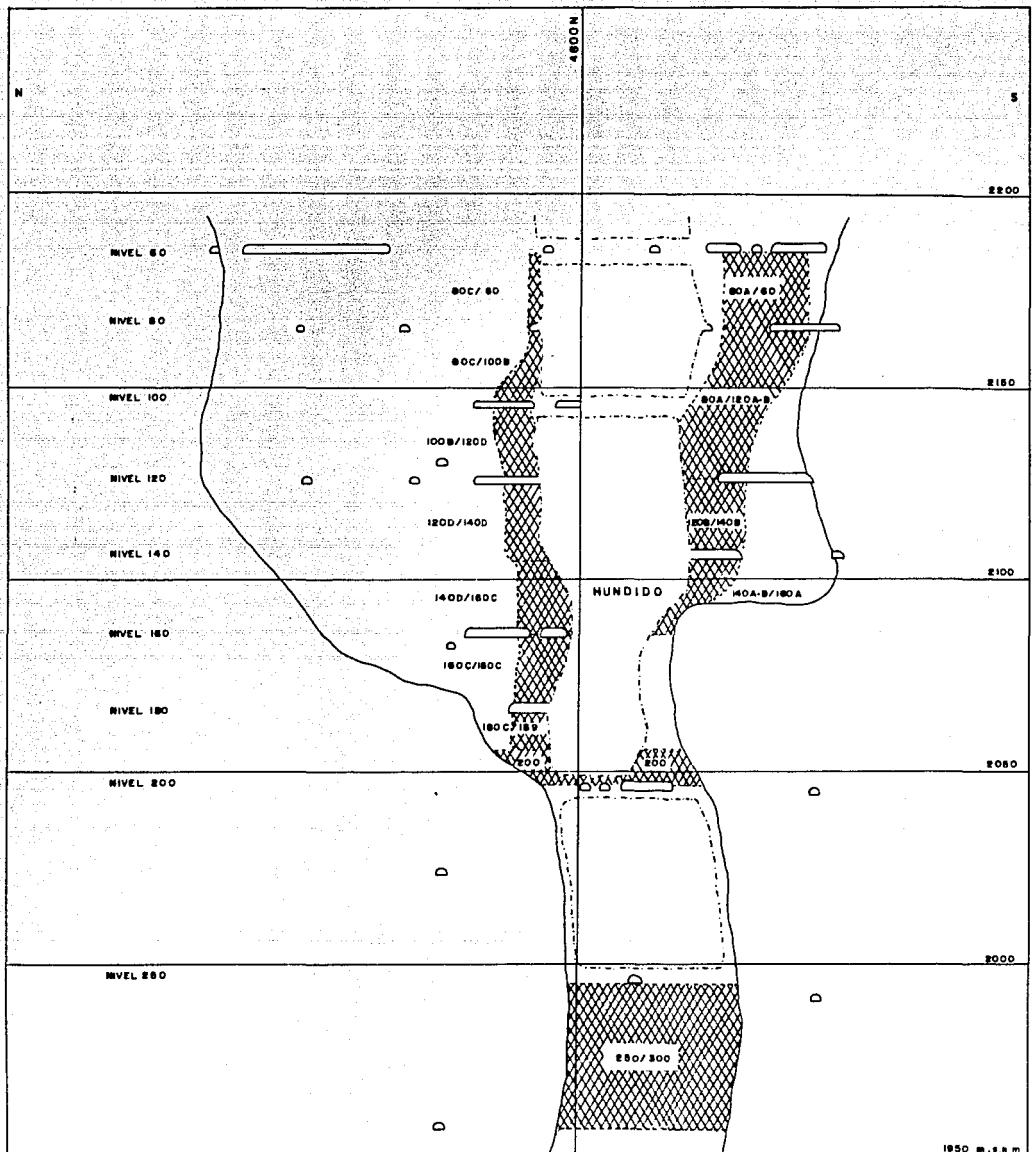


CONTACTO GEOLOGICO ———

LIMITE DEL HUNDIDO - - - -

CONTACTO DE BLOQUES CONTINUOS CON LEY > 60 g/Ton Ag - - - -

U N A M			
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
UNIDAD LA COLORADA MINA LA CAMPANA			
SECCION E-W VIENDO AL NORTE			
L S 4775 N L R 5100 E			
JORGE HERRERA B	ESC.APROX.11430	1966	FIG. 10



CONTACTO GEOLOGICO —
 LIMITE DEL HUNDIDO - - - -
 CONTACTO DE BLOQUES CONTINUOS CON LEY >80 g/Ton Ag - - - -

U N A M			
FACULTAD DE INGENIERIA			
TESIS PROFESIONAL			
UNIDAD LA COLORADA		MINA LA CAMPANA	
SECCION N-S VIENDO AL ESTE			
L.S. 9100 E LR 4800 N			
JORGE HERRERA B.	ESC APROX 1:1430	1986	FIG. II

NIVEL 60
FIG. 12

4875 N

4825 N

4775 N

LIMITE PROTEGIDO DEL
HUMIDDO 4m ARRIBA DEL
NIVEL 60

-  MINERAL EN RESERVA
-  MINERAL SELECCIONADO EN RESERVA

TIRO SAN ANTONIO



TESIS PROFESIONAL
J. HERRERA B. 1986

3000

3000

3000

NIVEL 80

FIG. 18

4878 N

4828 N

4778 N



HURDIDO

TIRO SAN ANTONIO

3000

TESIS PROFESIONAL
J. HERRERA B. 1986

3000

3000

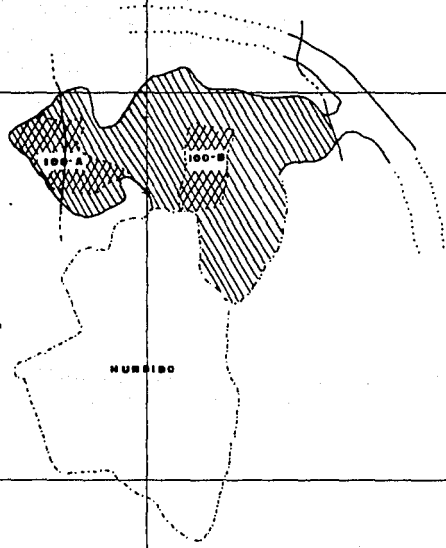
NIVEL 100

FIG. 14

4875N

4825N

4775N



2000E

2000E

2000E

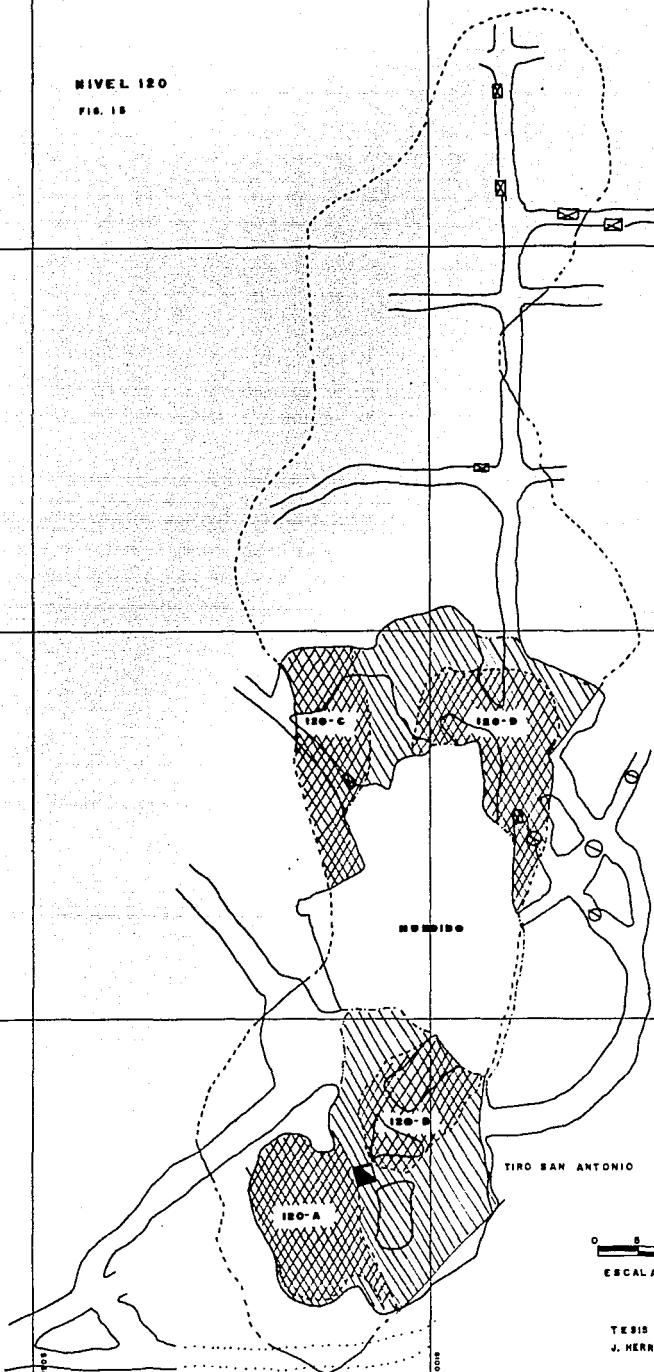
TESIS PROFESIONAL
J. HERRERA B. 1986

NIVEL 120
FIG. 18

4676 N

4677 N

4678 N



0 5 10 20 m
ESCALA GRAFICA.

TESIS PROFESIONAL
J. HERRERA S. 1986

3 000

3 005

3 000

NIVEL 140

FIG. 18

4870 m

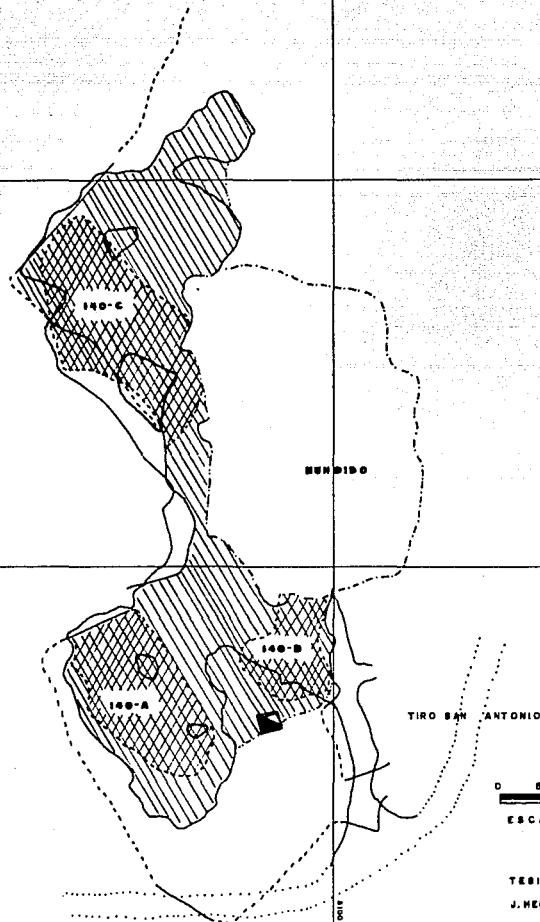
4820 m

4770 m

3 0000

3 0010

3 0100



0 5 10 15 20 m
ESCALA GRAFICA.

TESIS PROFESIONAL
J. HERRERA B. 1988

NIVEL 160

FIG. 17

4875 m

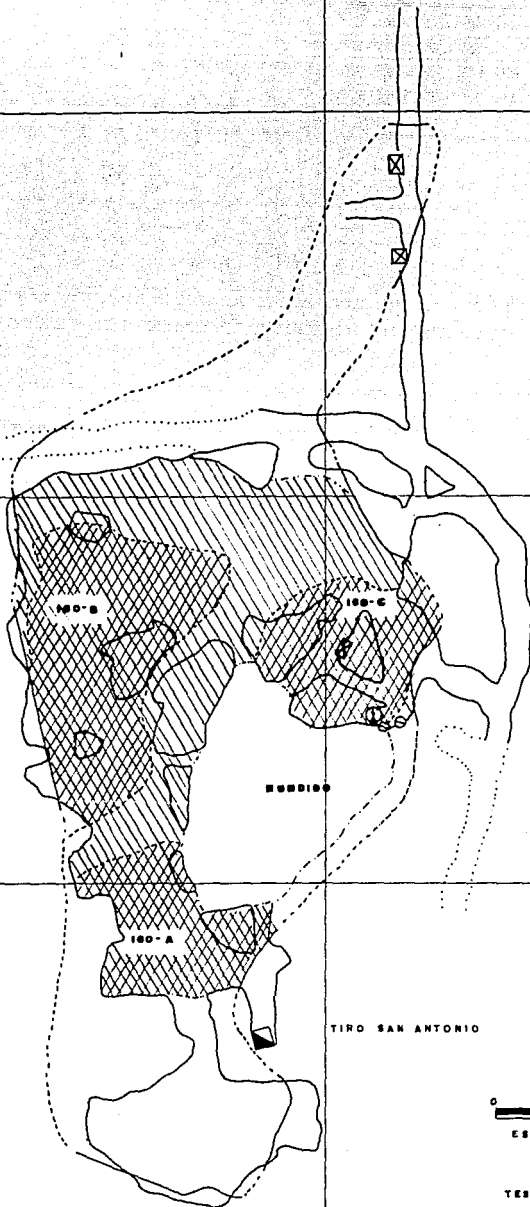
4855 m

4775 m

30015

30015

30015



TIRO SAN ANTONIO

0 5 10 15 20 m

ESCALA GRAFICA .

TESIS PROFESIONAL
J. HERRERA S. 1988

NIVEL 100

FIG. 10

4875 N

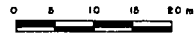
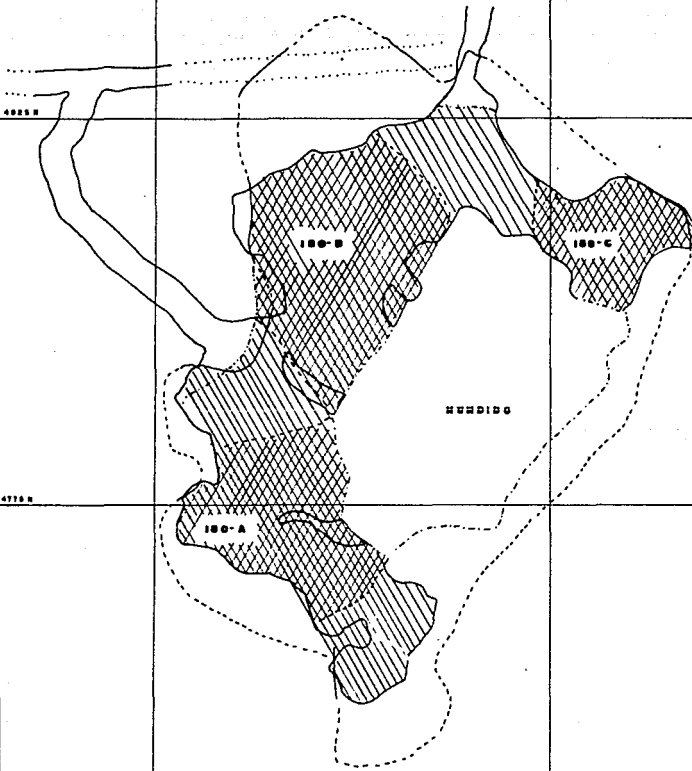
4825 N

4775 N

3 0015

3 0015

3 0015



ESCALA GRAFICA.

TESIS PROFESIONAL

J. HERRERA B. 1990

NIVEL 200

FIG. 18

4825 M

LÍMITE PROYECTADO DEL
HUMEDAL EN ARRIBA DEL
NIVEL 200

4775 M

EGO-A

TIRSO SAN ANTONIO

4725 M

0 5 10 15 20 m

ESCALA GRAFICA.

TESIS PROFESIONAL
J. HERRERA B. 1998

3 000

3 000

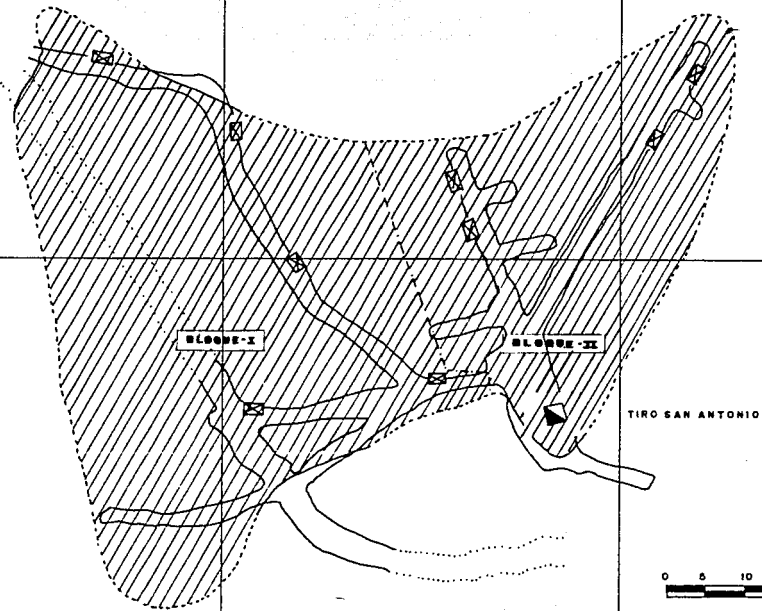
NIVEL 250

FIG. 20

5825 N

4775 N

4725 N



TIRO SAN ANTONIO

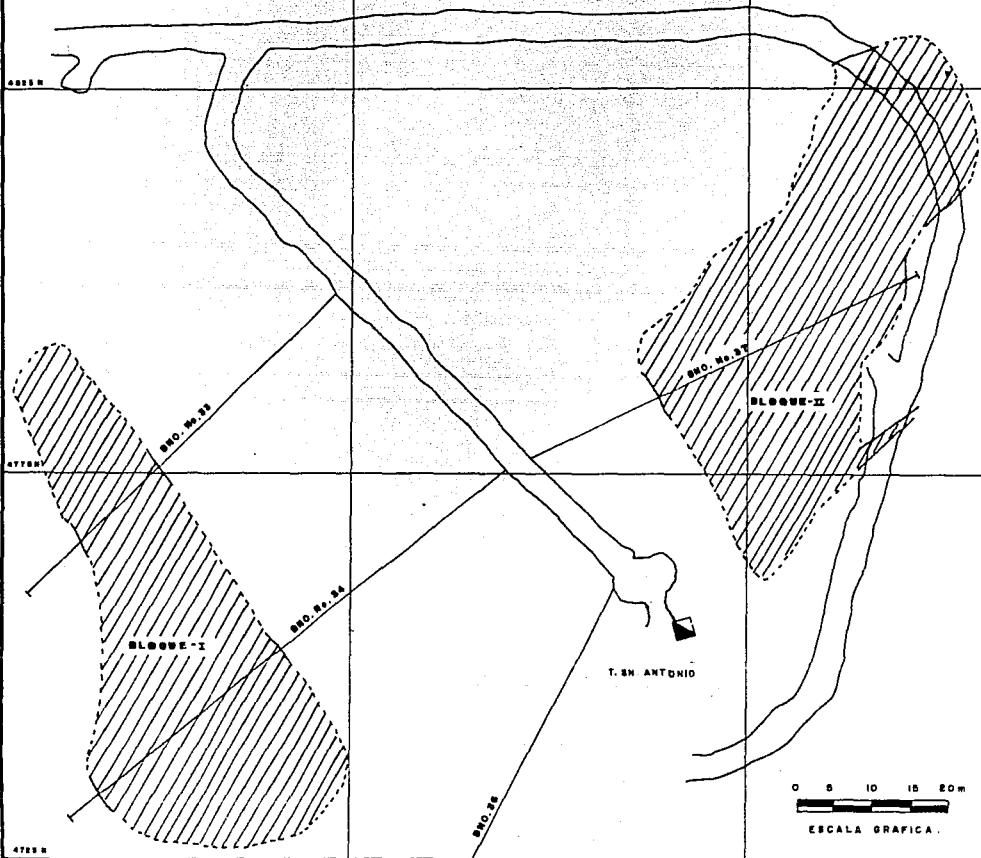
0 5 10 15 20m

ESCALA GRAFICA.

TESIS PROFESIONAL
J. HERRERA B. 1986

NIVEL 300

FIG. 21



0 5 10 15 20 m
ESCALA GRAFICA.

TESIS PROFESIONAL
J. HERRERA B. 1986

3 0109

3 0109