

24/18



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**GEOLOGIA Y EVALUACION DE RESERVAS DE LA  
VETA "LA GUITARRA", MUNICIPIO DE  
TEMASCALTEPEC, EDO. DE MEXICO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

**INGENIERO GEOLOGO**

P R E S E N T A :

**MARIA MAGDALENA LUNA GARCIA**



MEXICO, D. F.

1988



## **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.

- C O N T E N I D O -

	Pág
AGRADECIMIENTOS.....	3
OBJETIVOS.....	4
RESUMEN.....	5
CAPITULO I GENERALIDADES	
I.1. Localización y Vías de Acceso.....	8
I.2. Clima.....	8
I.3. Vegetación.....	8
I.4. Antecedentes Históricos.....	10
I.5. Situación Legal.....	12
CAPITULO II. GEOMORFOLOGIA	
II.1. Geomorfología Regional.....	13
II.2. Disección del Relieve.....	18
II.3. Geomorfología Local.....	22
CAPITULO III GEOLOGIA REGIONAL	
III.1. Estratigrafía.....	25
III.2. Geología Estructural.....	27
III.3. Tectónica y Geología Histórica.....	34
III.4. Yacimientos Minerales.....	35
CAPITULO IV GEOLOGIA LOCAL	
IV.1. Litología.....	37
IV.2. Alteraciones.....	44
IV.3. Morfología de la Veta.....	45
IV.4. Mineralogía de la Veta.....	46
IV.5. Paragénesis.....	51
IV.6. Génesis del Yacimiento.....	53
CAPITULO V ESTIMACION DE RESERVAS	
V.1. Nociones Generales.....	54
V.2. Estimación de Reservas de la Veta La Guitarras.....	55
V.3. Estimación de Reservas por el Método de Bloques Minables.....	57
V.4. Estimación de Reservas por Geoestadística.....	59
V.5. Comparación de los Resultados por los Dos Métodos.....	64
CONCLUSIONES.....	111
BIBLIOGRAFIA.....	113

INDICE DE PLANOS

	Pag
No. 1 Plano de Localización del Proyecto La Guitarra.....	6
No. 2 Plano Altimétrico.....	14
No. 3 Mapa de Zonificación Geomorfológica.....	15
No. 4 Plano Geomorfológico.....	19
No. 5 Mapa de Densidad de la Disección del Relieve (Km/Km2).....	21
No. 6 Plano con la Relación Geomorfología - Mineralización.....	23
No. 7 Plano Geológico de Superficie de la Veta La Guitarra.....	38
No. 8 Plano Geológico del Nivel San Francisco..	40
No. 9 Plano Geológico del Nivel Amelia II.....	42
No. 10 Plano Geológico del Nivel San Rafael ...	43
No. 11 Planta y Sección de la veta La Guitarra mostrando las Reservas por el Método de Bloques Minables.....	69
No. 12 Planta y Sección de la veta La Guitarra mostrando las Reservas por el Método Geostatístico.....	70

## AGRADECIMIENTOS

"Enseñar a leer y escribir es hacer hombres y mujeres capaces de juzgar la vida desde un punto de vista propio" (Vasconcelos) Pero, ¿que seríamos capaces de hacer sin haberlo aprendido antes, que no sea respirar, deglutir, dormir y cosas similares? Todo lo demás lo hemos aprendido en algún momento y de algún modo. Aprender no es solamente estudiar exhaustivamente un libro de texto o participar atentamente en una clase. Se aprende involuntariamente cuando se ve lo que otros hacen, cuando se oye lo que otros dicen, cuando se prueba algo hasta que da resultado. Con el limitado repertorio de reflejos innatos que venimos al mundo, no estaríamos aptos para la vida si no fuera por el aprendizaje. Para aprender dependemos en gran medida de lo que otros nos enseñan, de lo que la sociedad nos ofrece como materia de aprendizaje; como un ser humano conversando con otro ser humano, intercambiando sus pensamientos, tenemos: padres, hermanos, amigos, libros, periódicos, etc.

Mi más profundo agradecimiento a las personas que han y siguen participando en mi aprendizaje a través de la vida, en especial a las que me apoyaron en la realización de este trabajo: Mis padres, Dr. George K. Lowther Robertson, Ing. Enrique Gómez de la Rosa, Dr. Juan Manuel Berlanga Gutierrez, Dr. José Lugo Hubp, Dr. Francisco Quere! Suárez, Dr. Carlos A. Velez Sánchez Verin, Ing. Juan Longoria Martínez, Ing. Pedro Corona Chávez y compañeros de trabajo (Sra. Mariza Cardenas de Santa María, Sr. Anibal F. Cabral O'guin y Sr. Ernesto A. Montaña Rivera)

## OBJETIVOS

Este trabajo pretende cubrir los siguientes objetivos : Estudiar exhaustivamente el depósito mineral de La Guitarra, Temascaltepec, Edo de México; encontrar relaciones de la mineralización con la Geomorfología, elaborar planos geológicos de superficie e interior y hallar guías de la mineralización, conocer la mineralogía de la veta para dar elementos útiles en la realización de estudios posteriores y calcular las reservas minerales por dos métodos diferentes para conocer la importancia económica del yacimiento.

## RESUMEN

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona SW del Estado de México, aproximadamente a 50 Km al SW de la ciudad de Toluca, siendo sus coordenadas geográficas 19° 03' 32" de latitud norte y 100° 05' 00" de longitud oeste del Meridiano de Greenwich, con una elevación promedio de 2,270 m.s.n.m.

El Distrito de Temascaltepec, es conocido desde 1,555 y fue uno de los más productivos del país durante la Colonia. Se divide en tres secciones: la oriente o de la mina Rincón, la centro o de Temascaltepec y la poniente o de La Guitarra.

En el área de La Guitarra, los trabajos han sido intermitentes desde el siglo XVI hasta 1972 y desafortunadamente hay poca información sobre la producción. A partir de 1972 es cuando la compañía Contratista Tormex reanudó los trabajos en el lugar, que consistieron en: cartografía, muestreo y 8 barrenos de diamante en la superficie, de los cuales, los números 3, 5 y 7 cortaron la veta La Guitarra, con anchos mayores de 7.00 m y leyes superiores a 100 gr/ton de plata. En 1980 la Compañía Fresnillo, S.A. de C.V. realizó nuevos trabajos de exploración, entre los que se encuentran: cartografía, muestreo, perforación de 9 barrenos de diamante en la superficie, rehabilitación y cuete de obras mineras. Entre los resultados de la barrenación, la del barreno No. 14 fué la más significativa que cortó a la veta en un ancho de 6.35 m con 18.90 gr/ton de oro y 4871 gr/ton de plata. En mayo de 1992 la Compañía Fresnillo, S.A. de C.V. transfirió el proyecto a la Compañía Minera Las Torres, S.A. de C.V.

En la región afloran rocas volcánicas, metamórficas y sedimentarias, en conjunto estas rocas alcanzan espesores de 4 700 m (De Cserny, 1985). Haciendo una descripción de la secuencia estratigráfica, de las rocas más antiguas a las más jóvenes, tenemos: secuencia vulcano-sedimentaria metamorfozada, Formación Balsas, rocas ígneas intrusivas, rocas ígneas extrusivas, sedimentos lacustres y conglomerados. La región fue objeto de cuando menos dos fases de deformación compresivas y dos distensivas.

La zona objeto de estudio se encuentra en el límite de dos grandes estructuras del relieve mexicano: El Eje Neovolcánico y La Sierra Madre del Sur. Con el fin de tener un mejor conocimiento de la zona se hizo una clasificación detallada de las formas del relieve entre las que se encuentran: volcanes, derrames de lava, superficies de piroclastos, laderas de lava, mesas de lava, laderas de piroclastos, laderas de

montañas-bloque, laderas de montañas plegadas, planicies aluviales, taludes coluviales, valles montañosos y barrancos.

Se encontró una relación de la disección del relieve con la área de La Guitarra, ya que existe una anomalía de 3.0 Km/Km, también hay relación estrecha entre las corrientes de mayor orden (tres y cuatro) con las vetas.

La veta La Guitarra tiene un rumbo general de NW70 SE, un echado promedio de 74 grados hacia el sureste, su espesor varía de 2 a 15 m y aflora casi en forma continua en una longitud de 3 Km. Se encuentra encajonada en granito de biotita, dique microgranítico y cortada por diques de dolerita; las alteraciones de la roca encajonante son: silicificación, sericitización, cloritización y argillización, las tres primeras son de tipo hidrotermal y la última meteorica.

El mineral esencial de la veta lo constituyen diversas variedades de cuarzo blanco, bandeado, gris, breccias de cuarzo blanco y breccias de cuarzo bandeado. Se observaron dos generaciones de cuarzo bandeado, una anterior al depósito de cuarzo gris y otra posterior. En la mayor parte de la mineralización importante (valores en un rango de 90 a 800 ppm de Ag, continuos a rumbo) está incluida en cuarzo bandeado.

De acuerdo a las texturas que se observaron se reconocieron tres eventos de mineralización hipogénica: evento I se caracteriza por tener principalmente galena, evento II está representado por esfalerita, antimonipearcita, pirita y calcopirita, evento III se caracteriza por fracturas y microfrazuras que cortan transversalmente al cuarzo bandeado, los minerales presentes son: pirargirita-proustita, tetrahedrita, tenantita, enargita-estibioenargita, marcasita, pirita botroidal y estibinita. Se observó plata nativa, como resultado de enriquecimiento supergénico.

La estimación de reservas en conjunto es una operación muy importante y compleja que necesita mucho cuidado de los encargados de cumplirla (recuérdense que en ella hay que utilizar tanto datos técnicos como económicos concernientes al yacimiento). En el presente trabajo se estimaron las reservas de la veta La Guitarra con la información del muestreo realizado en los niveles: San Francisco, Amelia II, San Rafael y contrapozos entre ellos.

Se usaron dos métodos de cálculo para conocer las reservas de la veta La Guitarra, el método de bloques minables y el geostatístico, cuyos resultados son:

Resumen Comparativo del Cálculo de Reservas de la  
Veta Las Guitarras, Mpio. de Tamascaltepec, Edo. de  
México.

	Método de B Minables	Método Geostatístico
Tonelaje (T.M.) con Ley de Ag mayor o igual 183 gm/ton.	95,200	87,200
Desviación (T.M.)		660
Ley Promedio Au(gm/Ton)	1.86	1.68
Desviación L.P. Au(gm/Ton)	---	0.21
Ley Promedio Ag(gm/Ton)	272	266
Desviación L.P. Ag(gm/Ton)	---	10
Ancho Promedio(m)	1.89	2.44
Desviación A.P.(m)	---	0.035

Ambos métodos tienen ventajas y desventajas, pero haciendo una comparación, mediante la geostatística se logra obtener la "mejor estimación lineal imparcial posible" de las leyes y tonelaje de un bloque o de todo el yacimiento), obteniendo el promedio pasado de toda la información disponible, optimizando el uso de ella y minimizando a la vez la variancia de estimación.

## CAPITULO I. GENERALIDADES

=====

### I.1. LOCALIZACION Y VIAS DE ACCESO.

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona SW del Estado de México, aproximadamente a 50 km al SW de la Ciudad de Toluca y a unos 4 km al NW en línea recta de Temascaltepec, siendo sus coordenadas geográficas 19° 03' 32" de latitud N y 100° 05' 00" de longitud W del meridiano de Geenwich (Plano No. 1) con una elevación promedio de 2270 m.s.n.m.

El acceso se logra por la carretera federal No. 134 (México D.F. -Zihuatanejo, Gro.), en su tramo de la ciudad de Toluca a Temascaltepec se recorre hasta el kilómetro 68, donde existe un camino de terracería hacia Valle de Bravo, sobre el cual, en el kilómetro 12 entronca un camino vecinal maderero, con una longitud de 3 km, el cual se sigue para llegar a la zona de estudio.

Temascaltepec cuenta con una caseta de Teléfonos de México que funciona de las 8:00 hasta las 21 hrs. dicha caseta consta de un conmutador operado via larga distancia operadora, con tres líneas, y una Oficina de Administración de Correos.

### I.2. CLIMA.

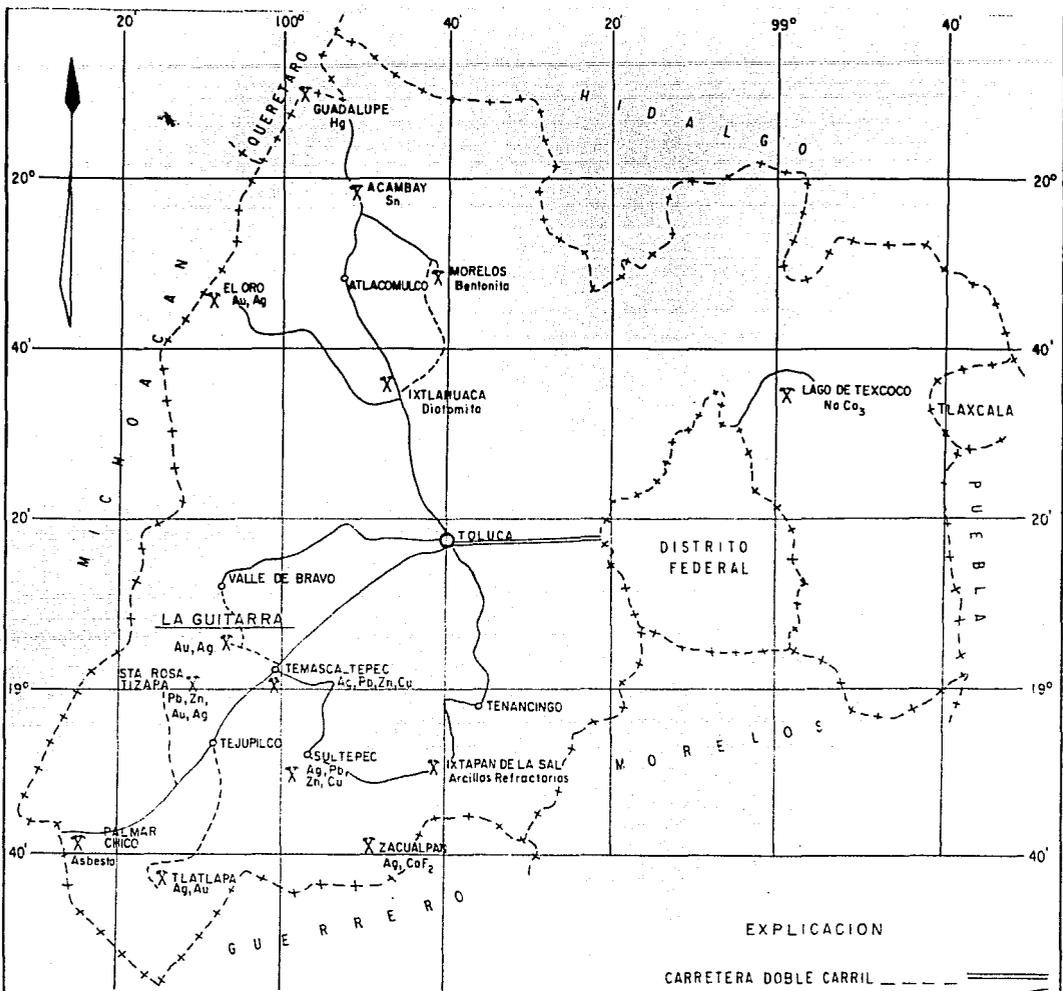
El clima según la Síntesis Geográfica del Estado de México (SPP, 1981), pertenece al grupo de climas templados y al subgrupo semicálido subhúmedo.

El clima semicálido subhúmedo se caracteriza por presentar un porcentaje de lluvias invernal de 5%. La precipitación pluvial media anual es mayor de 800 mm. y la temperatura media anual oscila entre 18 y 22 C. La máxima incidencia de lluvias se presenta en los meses de Junio, Julio y Septiembre, con un rango entre 250 y 260 mm. y la mínima se registra en los meses de Febrero, Marzo y Diciembre, con un valor de 5mm. La temperatura máxima se registra en los meses de mayo con un valor promedio de 25 y 26 C y mínima en Enero con un valor promedio de 16 a 17 C.

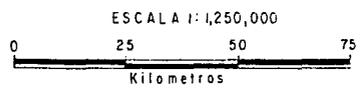
Las heladas representan una frecuencia de 20 a 120 días al año, con un rango principal de 80 a 100 días.

### I.3. VEGETACION.

En el área predominan los bosques. Estos pueden ser de dos tipos según la elevación del terreno. El bosque de pino encino distribuido en las elevaciones +600-2200 m.s.n.m., el número promedio de árboles por



- EXPLICACION
- CARRETERA DOBLE CARRIL
  - CAMINO PAVIMENTADO
  - CAMINO DE TERRACERIA
  - LIMITE ESTATAL
  - MINA



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	PLANO DE LOCALIZACION	
	PROYECTO LA GUITARRA	
	MARIA MAGDALENA LUNA GARCIA	PLANO No. 1

hectárea es de 125 y su diámetro menor de 35 cm.; los elementos que lo constituyen son: en el estrato arbóreo, pino (Pinus moctezumae), encino (Quercus, spp), pino amarillo y real (Pinus teocote) y encino chinu (Quercus laurina); y en el estrato arbustivo, madroño (Arbustus glandulosa), escoba (Braccharis conferta) y otros elementos. El bosque de pino oyamel se encuentra distribuido principalmente entre 2200-1800 m.s.n.m., y está constituido por diversas especies con dominio del primero; se encuentra frecuentemente en áreas forestales muy explotadas o en condiciones de disturbio del bosque. Existe también pastizal inducido. Es una comunidad herbácea que surge en las zonas donde se ha eliminado la vegetación natural, ya sea por desmonte, incendios, sobrepastoreo o abandono de un área agrícola.

#### 1.4. ANTECEDENTES HISTORICOS.

El Distrito de Temascaltepec, es conocido desde 1555 y fue uno de los más productivos del país durante la Colonia. Antes de Guerra de Independencia existían 18 haciendas de beneficio en las márgenes de los ríos Vado y La Presa; había, además, en casi todas las casas "galemas" o "chacuacos", esto es, pequeños hornos de fundición (Cárdenas y Martínez, 1947).

Existen dos versiones acerca del descubrimiento del distrito, una corresponde a las relaciones en microfilm del Archivo de Indias de Sevilla, localizable bajo el número 238 del ramo Patronato, mencionado por Romero-Quiróz (1971) y según el cual fue en 1555 cuando un natural de Taxcallitlán teniendo noticias de la existencia de una albarrada que tenía grandes cantidades de oro y plata, condujo a ella a 5 españoles, pero fue hasta 1556 que volvieron otros dos españoles llamados Juan Gómez de Salazar y Francisco Gómez Bernal y labraron vetas de las que sacaron oro y plata; por la noticia del descubrimiento acudieron españoles de otros distritos y poblaron dicha albarrada, pero por la dureza de la veta se dejó de labrar, entonces se bajaron una legua porque descubrieron vetas más blandas y de mejor beneficio.

La segunda versión es mencionada por Dickeman (1911), en García (1982) según la cual el mineral de Temascaltepec fue descubierto en 1552 por un prófugo de la justicia llamado Jorge Medina, quien al presentar su hallazgo al Virrey fue indultado.

Aparentemente el descubrimiento fue hecho en el extremo sur de la Veta La Guitarra, en las porción correspondiente a la Veta Doncellas.

A mediados del siglo XIX un banquero francés llamado Jecker, emprendió nuevos trabajos, iniciando el

túnel Jecker, el Pozo Jecker y abriendo la Mina La Guitarra. Al triunfo de la República, Jecker tuvo que huir del país; su muerte en París motivó que sus intereses en México fueran abandonados y las minas, cerradas (Aguilar, 1968).

Desafortunadamente hay poca información sobre la producción, en 1922 Saunders menciona que sólo había un lugar donde se estaba trabajando, conocido como el Socavón Amalia y se extraían alrededor de 1000 ton/mes de mineral, con leyes de 1200 y 22 gr/ton de Ag y Au respectivamente.

En el año de 1956 el Ing. Francisco Antúnez Echegaray realizó un estudio de La Guitarra-El Rey, estimando el "mineral probado" en 6 millones de toneladas con 4 y 270 gr/ton de Au y Ag, respectivamente.

En 1960 fue examinada por el Ing. Pedro Sánchez Mejorada de Peñoles, quien estimó la veta con 14 muestras de canal, obteniendo un ancho promedio de 13.5 m, 0.9 y 89 gr/ton de Au y Ag, respectivamente, a lo largo de 1.5 km.

Hacia el año de 1959, el Sr. Ernesto Ancira, junto con un capitalista norteamericano de apellido Miller, fundó la Compañía Minera Ancimilco, S.A., y hacia 1963 en que se agotaron los fondos del Sr. Miller, los Sres. Ancira y Fridus formaron Bensillice S.A., es así como la Veta La Guitarra fue explotada nuevamente, extrayendo de ella oro, plata y sílice. En 1965, fue declarada en quiebra Bensillice S.A. Con el cierre de las operaciones se sucedió el embargo de la maquinaria por parte de 120 obreros que laboraban, siguiéndose un pleito obrero-patronal. El litigio se resolvió a favor de los primeros (Aguilar, 1968).

El Ing. Aguilar en su informe de 1968 menciona que durante los últimos 6 años de operación (1959-1965) la ley promedio de molino fue de 4 y 270 gr/ton de Au y Ag respectivamente con una producción de 80 a 100 ton/día.

En 1972 la Compañía Contratista Tormex, S.A. bajo un contrato con los concesionarios, reanudó los trabajos en el área, que consistieron en cartografía y muestreo de la Veta La Guitarra, tanto en superficie como en algunas obras mineras accesibles, y además se dieron 8 barrenos de diamante en superficie, de los cuales los más significativos fueron los números 3, 5 y 7 que cortaron a la veta con anchos y leyes siguientes respectivamente: 10 m, 0.5 Au, 105 Ag; 7.45 m, 5.36 Au, 197 Ag y 7.5 m, 0.65 Au, 155 Ag (leyes expresadas en gr/ton).

A partir de 1980, la Compañía Fresnillo S.A. de C.V. realizó nuevos trabajos de exploración entre los que se encuentran: cartografía, muestreos, perforación de 9 barrenos de diamante en superficie, rehabilitación y cuele de obras mineras.

Los barrenos de diamante más importantes se enlistan abajo:

B.D.D.	No	Ancho (m)	Au (gr/ton)	Ag (gr/ton)
10		4.00	3.48	897
		0.25	5.00	4642
13		3.00	0.73	160
		1.50	1.00	180
		3.55	0.40	138
14		6.35	18.90	4871

Debido a que con la información proporcionada por los barrenos, es difícil calcular reservas de mineral con cierta confiabilidad, se decidió explorar con obra directa (se tratarán en el Capítulo V los resultados obtenidos).

En Mayo de 1982, la Compañía Fresnillo S.A. de C.V. transfirió el proyecto a la Compañía Las Torres S.A. de C.V., por lo que hasta Diciembre de 1986 conjuntando los trabajos realizados por ambas compañías, pueden resumirse en: 9 barrenos de diamante en superficie y 78 en interior, así como un desarrollo de 3636 m de obras mineras.

#### 1.5. SITUACION LEGAL.

La veta la Guitarra está cubierta por fundos a lo largo de 3 km, aparentemente en su zona más importante. Un área de 110 has. se encuentra concesionada a la familia Camou con 16 fundos y 212 has están concesionadas a la Compañía Minera las Torres S.A. de C.V.

Los fundos colindan al norte con los concesionados al Sr. Mario H. Gottfried y a 1 km al sur con Reservas Mineras Nacionales.

## CAPITULO II GEOMORFOLOGIA

=====

### II.1 GEOMORFOLOGIA REGIONAL.

La zona objeto de estudio se encuentra en el límite de dos grandes estructuras del relevo mexicano: El Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. La primera se caracteriza por una morfología de tierras altas a más de 2,000 m.s.n.m. con numerosos edificios volcánicos de pequeñas dimensiones. La segunda es una extensa vertiente inclinada hacia el sur, localmente con montañas-bloque, plegadas y volcánicas. La unión entre el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur se produce en una transición, donde se asocian las formas volcánicas cuaternarias con las montañas más antiguas en un relieve de fuerte contraste.

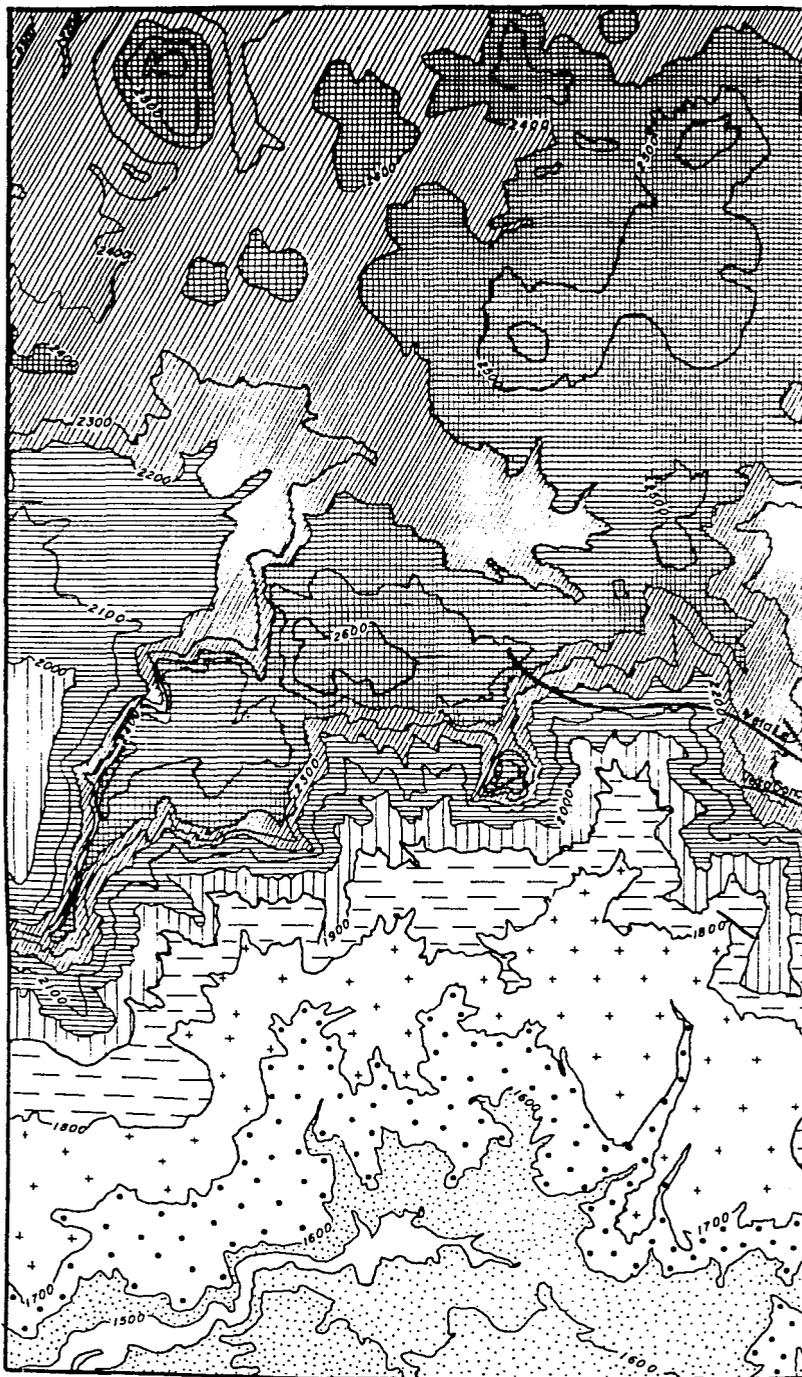
La porción superior de la vertiente presenta una inclinación fuerte que varía de más de 35 grados por encima de los 2,000 m.s.n.m. a 15 grados hacia los 1,800 m.s.n.m.

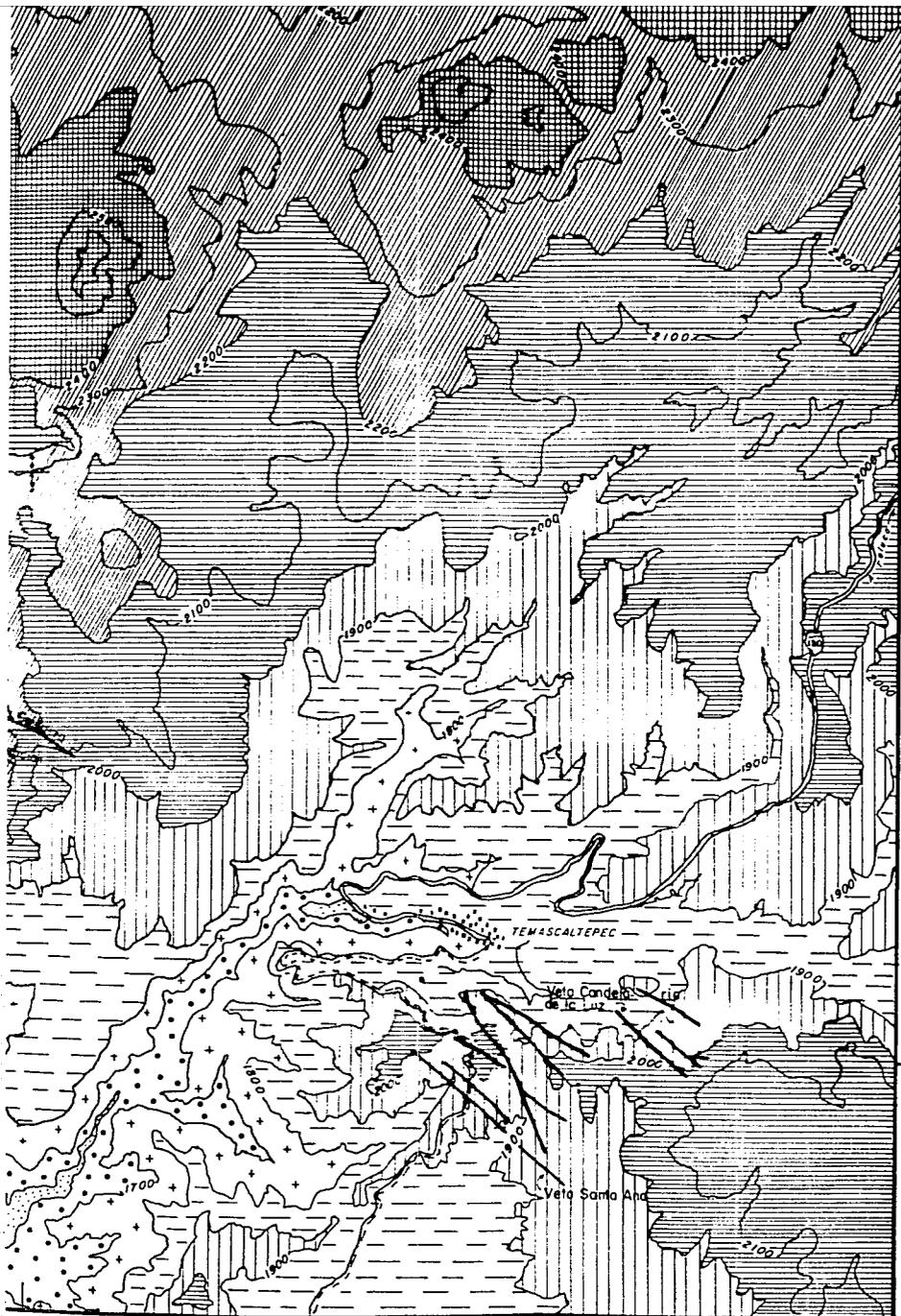
El río Temascaltepec es la corriente más importante del área, misma que es alimentada por numerosos afluentes que escurren por la vertiente del sur. Las cabeceras de los afluentes del Temascaltepec avanzan sobre el territorio del Eje Neovolcánico, incrementando la superficie de la gran cuenca hidrológica del Balsas.

En el Eje Neovolcánico la red fluvial tiene un desarrollo menor. Se trata en general de barrancos que constituyen pequeñas subcuencas de otra mayor, la del río Tilostoc.

En el plano altimétrico (plano No. 2) se reconocen cuatro zonas principales delimitadas en función de la altitud, además de un escarpe de extensión regional. La mayor altitud corresponde a las acumulaciones volcánicas mayores y en apariencia más jóvenes. La segunda es también de acumulación volcánica, pero ocupando un relieve de menor altitud que la anterior. La tercera zona (ladera inferior) corresponde a la zona de unión entre el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur. Un escarpe delimita parcialmente a la primera zona de la segunda y la tercera. La última zona es el valle montañoso del río Temascaltepec.

Para la superficie que comprende este trabajo, se ha realizado una zonificación geomorfológica y una clasificación más detallada de las formas del relieve. Esto es con el fin de tener un mejor conocimiento de la región objeto del estudio (plano No. 3).





**LEYENDA**

**RANGO DE ALTURAS**

-  > 2400 m.s.n.m.
-  2200 - 2400 m.s.n.m.
-  2000 - 2200 m.s.n.m.
-  1900 - 2000 m.s.n.m.
-  1800 - 1900 m.s.n.m.
-  1700 - 1800 m.s.n.m.
-  1600 - 1700 m.s.n.m.
-  1500 - 1600 m.s.n.m.
-  > 1500 m.s.n.m.

ESCALA 1:50,000



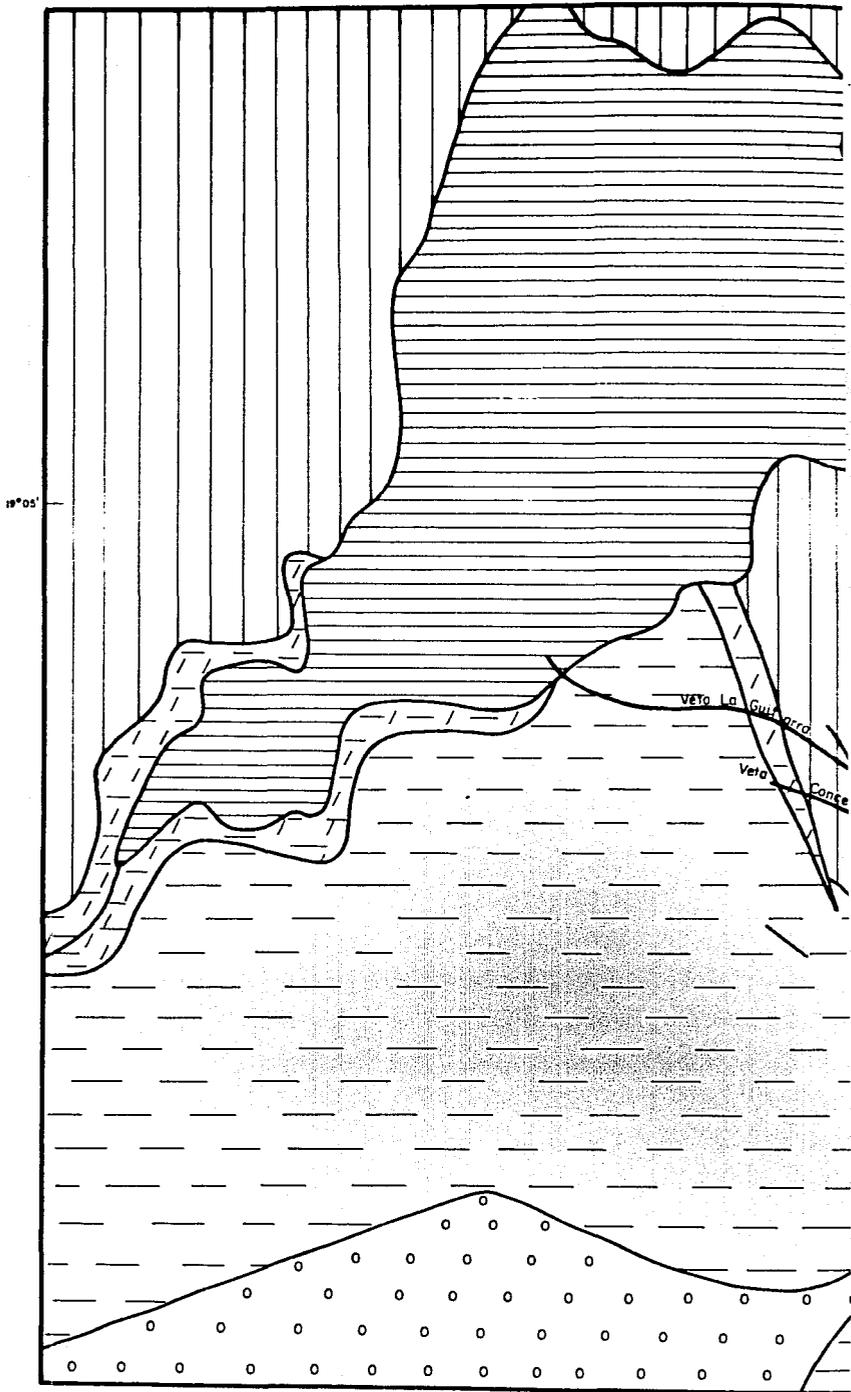
UNAM

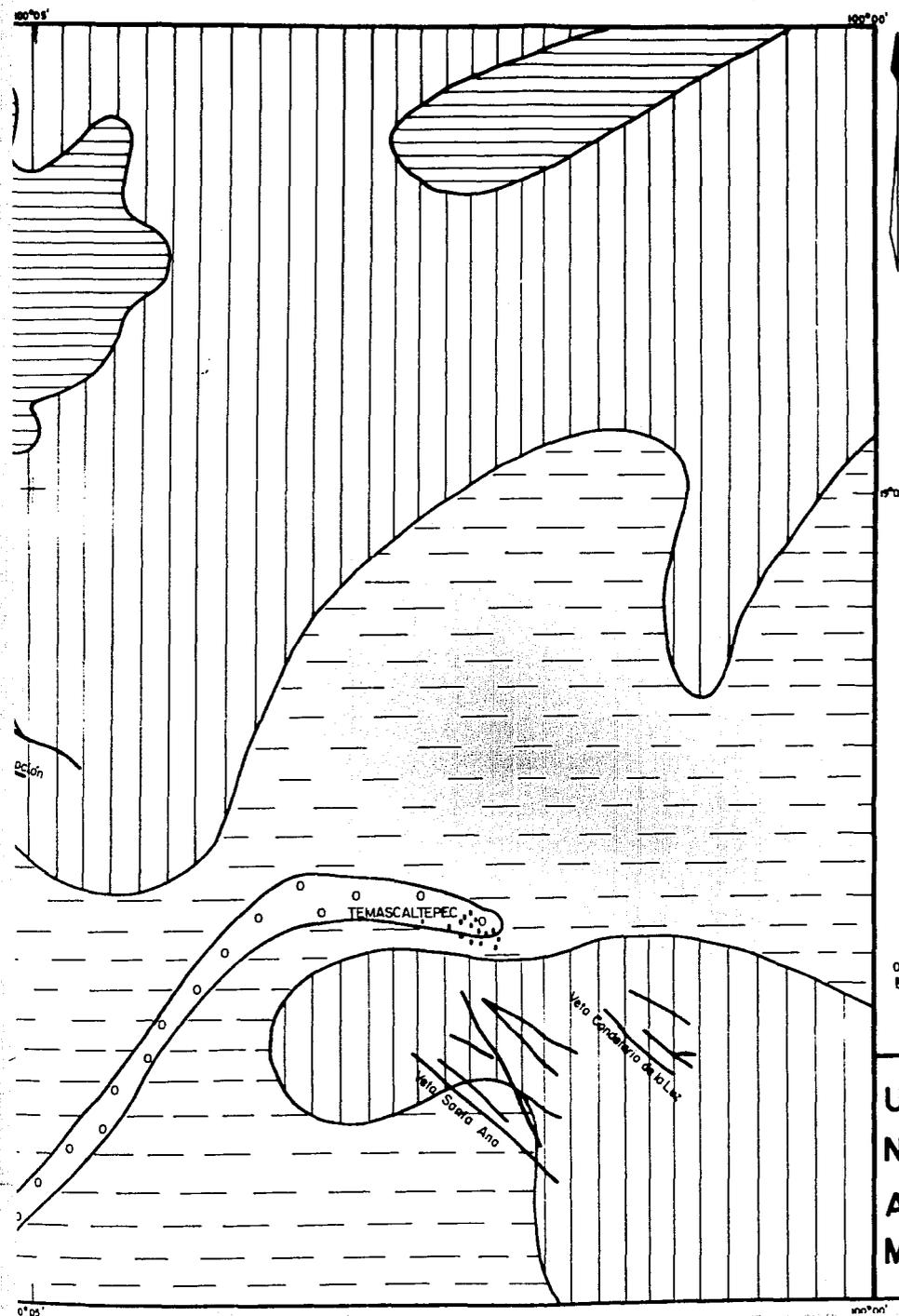
FACULTAD DE INGENIERIA  
TESIS PROFESIONAL

PLANO ALTIMETRICO

TEMASCALTEPEC, EDO. MEX.

MARIA MAGDALENA LUNA GARCIA PLANO 2





**LEYENDA**

-  ZONA DE MAXIMA ALTITUD (>2400 m - 2700 m.) DE MONTAÑAS VOLCANICAS.
-  LADERAS SUPERIORES (>1900 m.), DE MONTAÑAS VOLCANICAS.
-  ESCARPE PRINCIPAL (>2000 m.) DE ROCAS VOLCANICAS.
-  LADERAS INFERIORES (>2000 m.) DE MONTAÑAS VOLCANICAS PLEGADAS Y DE BLOQUE.
-  MAXIMA DEPRESION (1500-1800 m.) DE VALLE PRINCIPAL (MONTANOSO-EROSIVO)

ESCALA 1: 50,000



**U**  
**N**  
**A**  
**M**

FACULTAD DE INGENIERIA  
TESIS PROFESIONAL

MAPA DE ZONIFICACION  
GEOMORFOLOGICA  
TEMASCALTEPEC, EDO. MEX.

MARIA MAGDALENA LUNA GARCIA      PLANO N° 3

### 11.1.1 Formas del Relieve.

Un análisis más detallado realizado a partir de la interpretación de las fotografías aéreas que cubren el área objeto de estudio en escala 1:50,000, permitió elaborar un mapa geomorfológico preliminar, (plano No. 4) en el que se reconocen las formas que se describen a continuación:

#### Volcanes.

Numerosos edificios volcánicos se encuentran concentrados en la zona estudiada. Son jóvenes, cuaternarios y para su representación cartográfica se subdividieron en cinco tipos:

1.- Volcán Mayor de Lava. Es el Cerro Gordo, con una altura absoluta de 2,650 m y relativa de hasta 400 m. Presenta una pendiente media de 32 grados y un diámetro en su base de 1.7 km en su eje mayor. Presenta pequeños barrancos, pero con un débil corte vertical por erosión. Estos rasgos morfológicos permiten suponer que se trata de un volcán muy joven. Su composición es basáltica.

2.- Volcanes Secundarios de Lava. Son de menores dimensiones, generalmente de menos de 200 m de altura relativa y diámetro en su base menor de 300 m, están constituidos de lavas basálticas y en el mapa se representan ocho volcanes de este tipo.

3.- Volcanes Menores. En la zona cartografiada se reconocieron 20 conos pequeños, generalmente menores de 100 m de altura relativa y diámetro en su base de hasta 700 m. Están constituidos de lavas y en apariencia son parásitos, o sea simultáneos en su origen con volcanes mayores.

4.- Volcanes Cineríticos. Son conos constituidos esencialmente por material piroclástico. Presentan alturas relativas de 180 m y pendientes de aproximadamente 30 grados. El diámetro en su base es de 800 a 900 m. En la zona cartografiada se reconocen dos conos cineríticos jóvenes, con débil grado de erosión: El Peñón y El Tezontle.

5.- Domos Volcánicos. Sólo se reconoció uno en la zona estudiada constituido por riolita, presenta altura relativa de 400 m y pendiente de aproximadamente 53 grados. El diámetro en su base es de 600 m. Localmente se le conoce a este domo como Cerro El Peñón.

#### Derrames de Lava.

Son formas del relieve ampliamente extendidas en la zona. Las hay de las más diversas dimensiones. Algunas se encuentran rodeando un cono volcánico; otras alcanzan algunos kilómetros de longitud. También se sobrepone las lavas de diversos volcanes, por lo que es difícil su reconocimiento individual. Aunque su relieve es irregular, la pendiente general es del orden de los 4 a 6 grados.

Las corrientes fluviales se presentan en los contactos entre lavas y en las grietas mayores de éstas. Las lavas individuales no cubiertas por materiales piroclásticos, ni cortadas por la acción fluvial, son las más jóvenes, como las de los volcanes: Capulín, Pelón, Tezontle, Sacamecate y otros.

#### Superficie de Piroclásticos.

Estas son pequeñas porciones del relieve, casi planas, originadas por una acumulación de material piroclástico fino que rellena alguna depresión.

#### Laderas de Lava.

Son superficies constituidas de lavas con una pendiente fuerte, en general de más de 10 grados. Constituyen montañas antiguas cortadas por numerosos barrancos, o sea, el grado de erosión es más avanzado.

#### Mesas de Lava.

Son también formas del relieve antiguo, anteriores al volcanismo cuaternario. Están constituidas de lavas riolíticas, ocupan altitudes superiores a los 2,400 m.s.n.m. y están delimitadas por escarpes de más de 200 m. Estas mesas se encuentran en retroceso por la acción remontante de las cabeceras de los barrancos.

#### Laderas de Piroclásticos.

Son superficies constituidas de material piroclástico con una pendiente original de aproximadamente 5 grados, pero cortadas por barrancos, incluso de más de 100 m de profundidad, por lo que estas laderas se aprecian en el mapa sólo como franjas estrechas de menos de 250 m de ancho.

#### Laderas de Montañas-Bloque.

Son las superficies constituidas por rocas intrusivas del tipo del granito. No se aprecian en su conjunto, ya que están cubiertas por material volcánico

cuaternario. Afloran en la superficie entre 1,700 y 2,000 m. s. n. m. donde, en apariencia, la erosión ha removido las capas de material volcánico que los cubrieron en otra época. Se encuentran asociados a volcánicos muy jóvenes, cuyos productos ocultan esta estructura.

#### Laderas de Montañas Plegadas.

Se diferencian de las anteriores sólo por la litología, en este caso esquistos. Son antiguos también a los cuerpos graníticos.

#### Planicies Aluviales.

En realidad se trata de pequeñas superficies planas del fondo de algunos valles montañosos, constituidos por material aluvial.

#### Taludes Coluviales.

En la base de algunas laderas montañosas afectadas por intensa erosión se forman mantos de acumulación, por gravedad, de los detritos que son desplazados ladera abajo.

#### Valles Montañosos y Barrancos.

En el mapa se representan estas formas erosivas, aunque sólo las más representativas por su profundidad y anchura, de tal manera que proporcionan una idea del proceso de la disección del relieve en la región. Se puede apreciar que éste es más intenso en las laderas de material piroclástico joven y en las de lava más antigua.

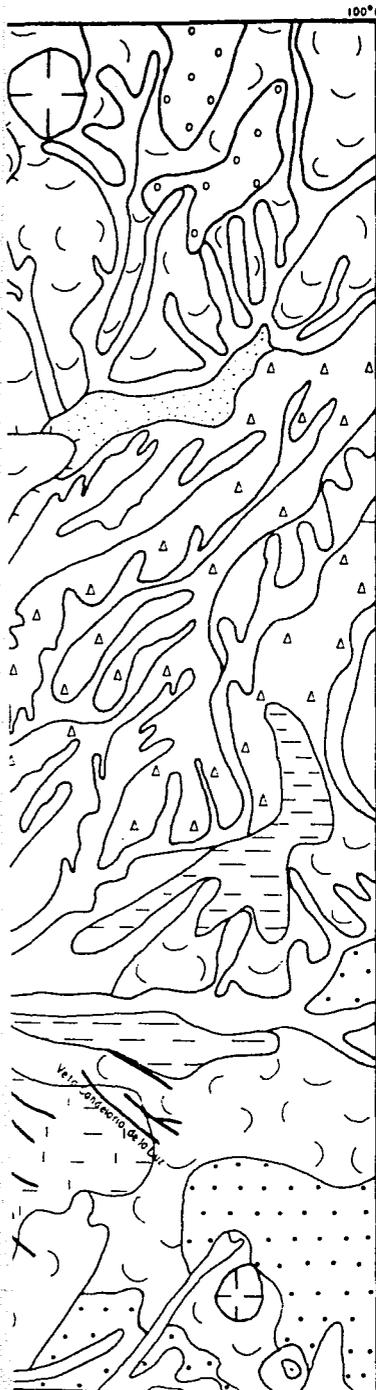
### 11.2 DISECCION GENERAL DEL RELIEVE.

Está representada por valores de kilómetros entre kilómetros cuadrados ( $\text{km}/\text{km}^2$ ) y significa la longitud total de talwegs (línea que representa la porción más profunda de un cauce) por unidad de superficie.

#### Método Aplicado.

Debido a que el método considera formas erosivas lineales (talwegs), se determinaron las longitudes de las corrientes fluviales (km) en áreas de  $20 \text{ km}^2$  y se dividieron entre éste valor, se obtuvo así la densidad ( $\text{km}/\text{km}^2$ ), número que se indicó en el centro de cada área, finalmente por una simple interpolación, se unieron puntos de igual valor, quedando elaborada la carta con isolíneas (ver mapa de densidad de la disección del relieve, plano No. 5).





## LEYENDA

### FORMAS DEL RELIEVE

-  VOLCANES DE LAVA PRINCIPALES
-  VOLCANES DE LAVA SECUNDARIOS.
-  VOLCANES MENORES (PARASITOS)
-  VOLCANES CINERITICOS
-  DOMOS VOLCANICOS.
-  DERRAMES DE LAVA
-  CONTACTOS ENTRE DERRAMES DE LAVA.
-  ESCARPE DE LAVA.
-  PLANICIE DE MATERIAL PIROCLASTICO.
-  MESAS DE LAVA
-  LADERAS DE LAVA
-  LADERAS DE MATERIAL PIROCLASTICO
-  LADERAS MONTAÑOSAS EN ROCAS INTRUSIVAS
-  LADERAS MONTAÑOSAS EN ROCAS METAMORFICAS
-  PLANICIES ALUVIALES
-  MANTOS COLUVIALES (DEPOSITOS DE TALUD)
-  VALLES MONTAÑOSOS Y BARRANCOS

### SIMBOLOS COMPLEMENTARIOS

-  VETAS

ESCALA 1:50,000



FACULTAD DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

PLANO GEOMORFOLOGICO

TEMASCALTEPEC, EDO MEX

MARIA MAGDALENA  
LUNA GARCIA

PLANO No  
4

U  
N  
A  
M

Los valores más bajos de la disección del relieve (1.6 a 1.8 km/km<sup>2</sup>) corresponde a la porción donde los volcanes menores son más abundantes. Este es un relieve joven correspondiente al Eje Neovolcánico. En tanto que los derrames de lava y planicies de material piroclástico quedan comprendidos entre 1.8 a 2.2 km/km<sup>2</sup>.

La disección de 2.2 a 2.5 km/km<sup>2</sup> está relacionada con la porción oeste de la zona y consiste en laderas de lava, y también con la porción este, de planicies aluviales. En el sur los valores varían de 2.5 a 2.8 km/km<sup>2</sup> y están representados principalmente por laderas montañosas de rocas metamórficas, laderas de material piroclástico y laderas montañosas en rocas intrusivas.

La relación de la disección del relieve con los yacimientos hidrotermales se apoyan en dos consideraciones (Lugo, 1980):

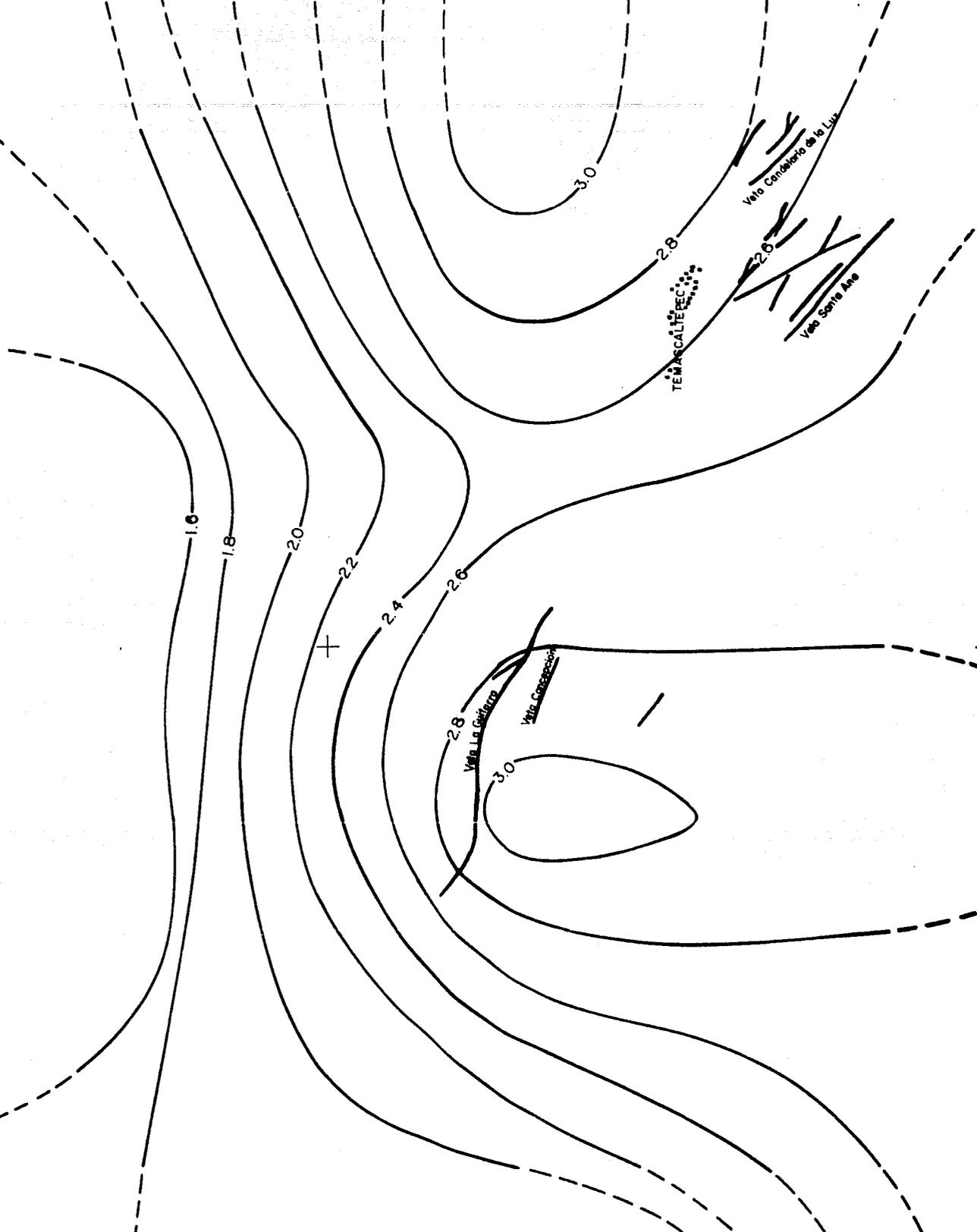
1) Este tipo de yacimientos presenta un desarrollo de fracturación mayor que en las zonas contiguas, debido a que son zonas que han sido sometidas a tensiones mayores.

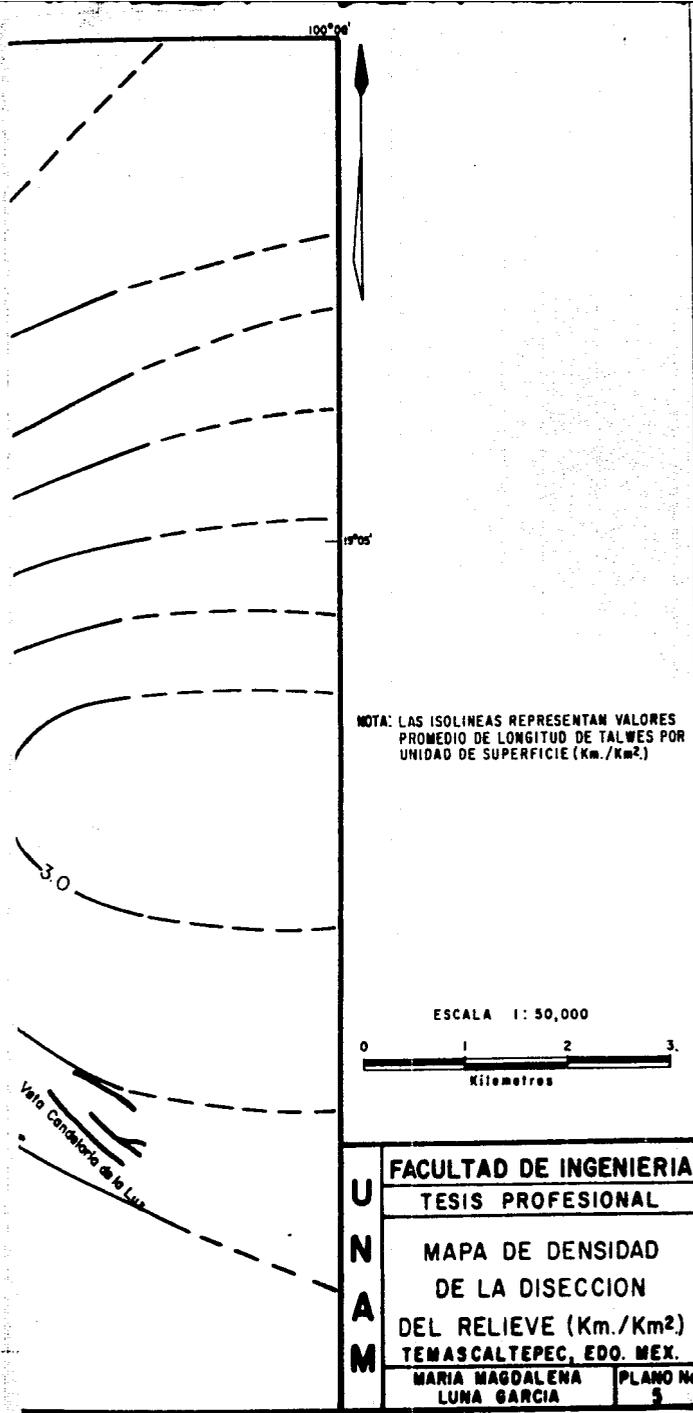
2) El agua durante su escurrimiento se concentra en las fisuras de las rocas, las que modela en forma selectiva (erosión diferencial). Por esto, en la mayoría de los casos la red fluvial es una expresión directa del sistema de fracturas (la regla no se cumple en casos como los relieves de mesetas o capas de espesor considerable de materiales no consolidados).

Lugo (1981), encontró una relación entre la densidad de disección y los siguientes yacimientos: El Oro y Angangueo con valores anómalos de 4 y 3.5 km/km<sup>2</sup> respectivamente, Zacuaipan de 3.5 a 4 km/km<sup>2</sup> (aunque por sus dimensiones no es precisamente una anomalía), Taxco de 3 a 4 km/km<sup>2</sup> y en Tejupilco hay dos anomalías importantes, de valores mayores de 3.5 km/km<sup>2</sup>. En las proximidades de una de ellas se encuentran los yacimientos de Sultepec.

En el presente trabajo, se observan dos anomalías (plano No. 5) de 3 km/km<sup>2</sup>, de las cuales una corresponde a laderas de material piroclástico y la otra a la zona de La Guitarra.

Lo anterior, permite establecer que el método de análisis de la densidad del relieve puede ser utilizado en los estudios preliminares en la exploración de yacimientos hidrotermales, y en algunos casos permite señalar las zonas más favorables para realizar estudios complementarios.





### 1.3 GEOMORFOLOGIA LOCAL

La observación de la carta topográfica en escala 1:4,000 con las vetas y diques principales marcados en la misma, permite reconocer una relación clara entre las estructuras mineralizadas y el relieve terrestre.

En la carta topográfica se trazaron todas las corrientes fluviales y se clasificaron por órdenes, de acuerdo con el método de A. Stralher (com. per. Lugo, 1987), resultando el orden mayor equivalente a cuatro, asimismo, se trazaron las divisorias principales. Se reconoce lo siguiente (ver plano No.6):

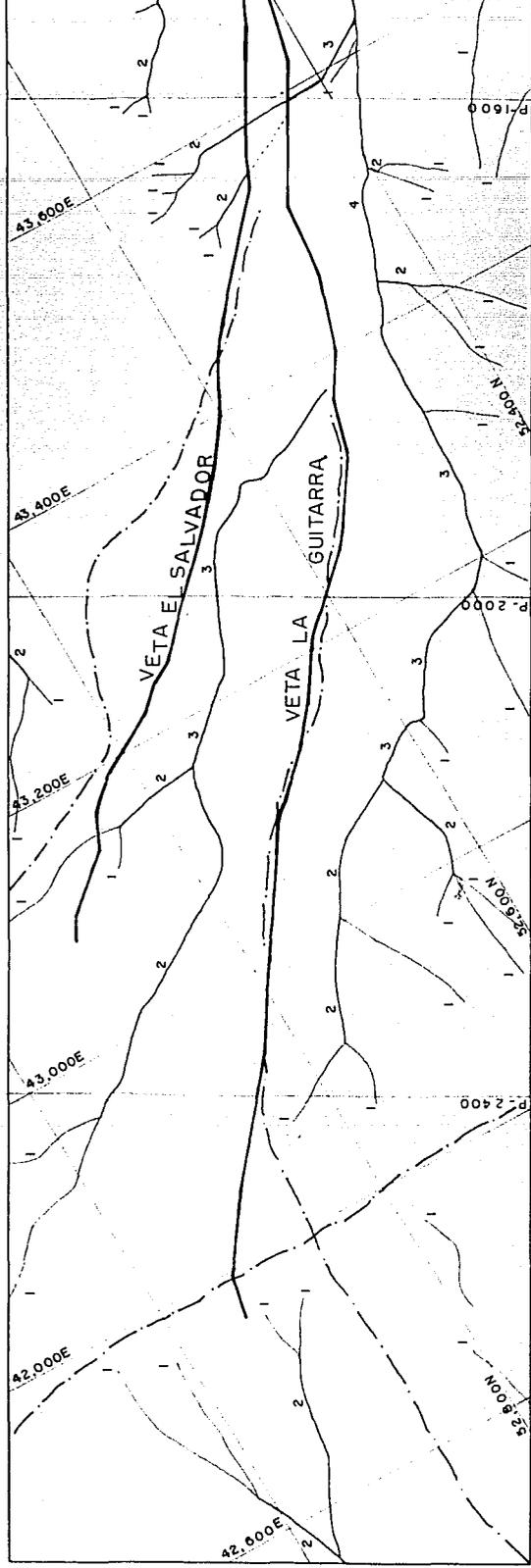
1) En la porción NW (izquierda), la parte más alta (2,500 a 2,400 m.s.n.m.). La veta La Guitarra corresponde en posición y orientación a una de las divisorias principales. A ambos lados de la divisoria se extienden barrancos con profundidad promedio de 30 m y alcanzan las corrientes hasta un tercer orden. Otra relación interesante en esta zona, es el paralelismo general de corrientes fluviales de orden mayor y las vetas de La Guitarra y El Salvador.

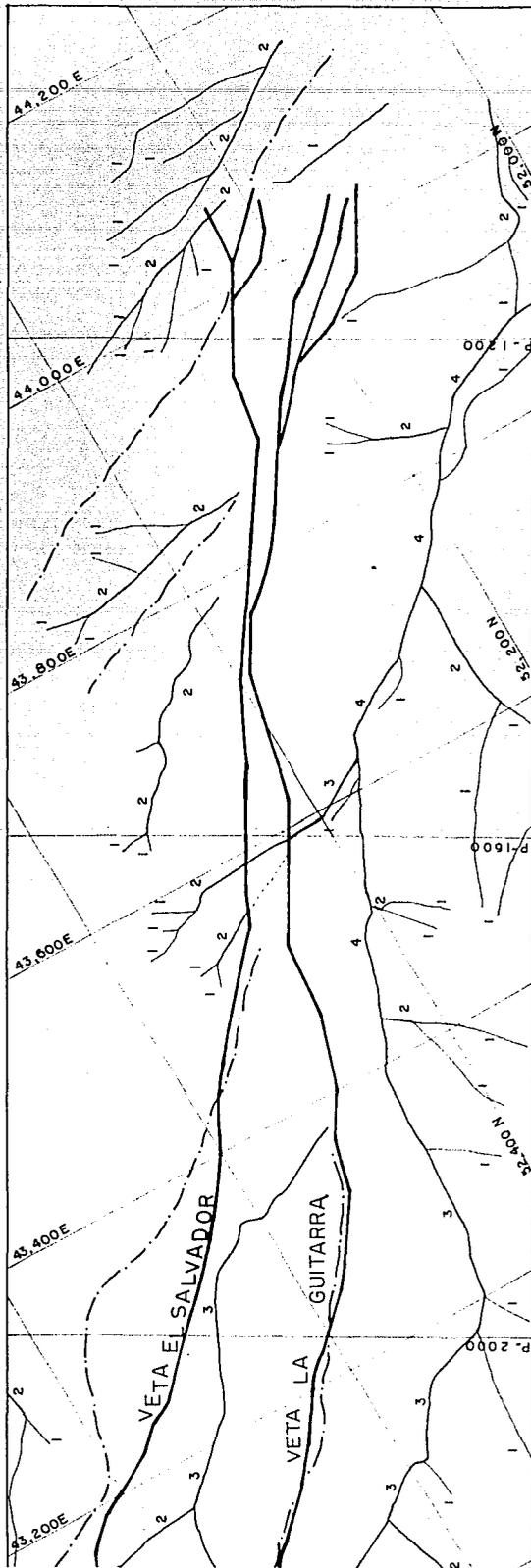
2) En la porción central de la zona estudiada (2,400 a 2,300 m.s.n.m.) la veta La Guitarra deja de ser "controlada" por la divisoria y corresponde a la ladera montañosa, pero es casi paralela a una corriente fluvial de cuarto orden. En cambio, la veta El Salvador queda situada en la divisoria.

3) En la zona SE (derecha) del mapa, la más baja (2,300 a 2,100 m.s.n.m.) se aprecia un mayor desarrollo de la red fluvial con corrientes menores y también bifurcaciones de la veta y presencia de diques. Se reconoce también un paralelismo entre las vetas y diques con las corrientes principales.

En la zona estudiada, la mineralización se ha emplazado a lo largo de fracturas de orientación general NW que en muchos casos corresponden a divisorias de un relieve montañoso de rocas graníticas.

El paralelismo general de las corrientes mayores con las vetas, puede explicarse como un sistema de fracturas con la misma orientación, donde por ser zonas de mayor debilidad, la erosión fluvial se realiza a lo largo de ellas; mientras mayor y más profunda es una fractura son más grandes las posibilidades de que se convierta en un valle fluvial, por lo tanto los ordenes más altos de corrientes (cuatro y tres) reflejan procesos de erosión fluvial más antiguos y presencia de fracturas más importantes en las rocas.





LEYENDA

-  Veta
-  Divisoria
-  Corriente

ESCALA 1:4,000



U N A M	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	TESIS PROFESIONAL
	PLANO RELACION GEOMORFO- LOGIA-MINERALIZACION TEMASCALTEPEC, EDO. MEX.
	MARIA MAGDALENA LUNA GARCIA
	PLANO No 6

La corrientes de primer orden son en general las que han formado los barrancos más jóvenes y en los que el control estructural es más débil. Las corrientes de segundo orden en unos casos es clara su asociación con fracturas importantes y en otros casos son semejantes a las de primer orden.

Todo lo anterior demuestra que en el caso de la zona estudiada existe relación estrecha entre las estructuras mineralizadas y la geomorfología.

## CAPITULO III GEOLOGIA REGIONAL

=====

### III. 1. ESTRATIGRAFIA.

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias, volcánicas y metamórficas, en donde la mayoría sólo están nombradas como unidades litoestratigráficas de manera informal; este conjunto de rocas alcanza espesores de 4700 m (De Cserna, 1985)

Las rocas expuestas en Temascaltepec, Edo. de México, pertenecen a la secuencia vulcano-sedimentaria metamorfizada que afloran en la Tierra Caliente, en un área que abarca los Estados de Guerrero, Michoacán y Edo. de México (Campa et al, 1974; Parga, 1981; Elías, 1981; Montero, 1985; De Cserna, 1985) (Ver Resumen de Columnas Estratigráficas).

Las características estratigráficas de las rocas formadas en este medio de depósito son difíciles de precisar debido a la gran cantidad de parámetros de que depende este tipo de cuenca: la inestabilidad tectónica, aporte de material volcánico y sedimentario, evolución compleja a través de un tiempo geológico relativamente corto y, además, la gran deformación y metamorfismo que ha sufrido, de manera que en muchas ocasiones se pierden los rasgos primarios. Se comprenderá que una descripción de este tipo de secuencia hace fácil una especulación en relación a su evaluación estratigráfica, a través del tiempo geológico.

La secuencia vulcano-sedimentaria deformada y metamorfizada ha sido motivo de una gran discusión, en relación a la estratigrafía y edad asignada a ésta, en áreas cercanas a la de estudio (Fries y Rincon-Orta, 1965; Campa et al, 1974; Campa, 1978; Parga, 1981; Elías, 1981; De Cserna, 1985; Montero, 1985).

En este trabajo se presentará una breve descripción estratigráfica haciendo mención oportuna de la nomenclatura y trabajo de cada autor y se anexará una síntesis de la discusión para asignarle la edad a esta secuencia.

#### A) Secuencia Vulcano-Sedimentaria Metamorfizada (Esquisto Taxco-Taxco Viejo)

Esta secuencia de rocas metamórficas constituye estratigráficamente la unidad más antigua, presentando el mayor grado de deformación e intrusión en toda la región.

Los primeros estudios de esta secuencia fueron hechos en la región de Tejupilco por Dolfus y Monserrat en 1867 (en De Cserna, 1987), donde los describieron como micaesquistos intrusionados por granito. Fries (1965) los correlaciona con las rocas metamórficas del Estado de México. Campa et al (1974) define a la secuencia metamórfica como una alternancia de metasedimentos con rocas verdes o metavolcánicas (metalavas andesíticas y dacíticas) asignándoles una edad del Titiiano-Neocomiano. A partir de este trabajo se desprende un gran interés por estudiar las rocas metamórficas de esta región, y se llevan a cabo varios trabajos, Campa et al (1981) hace una interpretación regional; Parga (1981), Eilas (1981), hacen una descripción más detallada de esta secuencia en Zacazonapan y Almoloya de las Granadas dividiendo a la secuencia en unidades litológicas y de acuerdo a su posición estructural, donde no necesariamente representan su posición estratigráfica. Las unidades descritas son:

1) Augengneis Arroyo Frío (Parga, 1981)

Definido como un ortogneis granodiorítico de cuarzo, microclina, biotita y muscovita con inclusiones de esquistos de mica y granate. El contacto de esta unidad es muy discutido pudiendo ser de intrusión o discordante con la demás secuencia y representando la posible parte inferior de la secuencia metamórfica.

2) Secuencia Metapelítica-Arenosa (Parga, 1981; Eilas, 1981; Montero, 1985)

Esta secuencia está constituida por unidades de roca pelítica-arenosas metamorizadas, concordantes, imbricadas y lenticulares entre sí, definiendo un marco tectónico muy activo:

2.a) Esquisto Cuarzo-Feldespático. Parga (op.cit) define así a una unidad de esquistos de cuarzo, microclina y muscovita con espesor aproximado de 120 m variando de textura esquistosa a granoblástica.

2.b) Filitas Temascaltepec (Eilas, 1981). Constituida por una gruesa secuencia de filitas grafiticas de aproximadamente 1500 m de espesor, variando a esquistos de granate.

2.c) Esquisto de Biotita y Tremolita-Actinolita. Eilas (op. cit.) define así a unos esquistos de biotita, en ocasiones con gran abundancia de cuarzo y feldespatos variando esporádicamente a esquistos de tremolita-actinolita con pirita y pirrotita diseminada.

2.d) Esquistos Campanario. Parga (1981) designa así a un paquete de rocas de aproximadamente 1500 m de espesor variando desde esquistos de clorita, muscovita a biotita, gradando hacia la cima a filitas con intercalaciones de filitas grafiticas y metacalizas.

A esta secuencia Montero (1985), le asigna una edad del Jurásico Superior (?) y marca un régimen de sedimentación, típico de gran actividad tectónica; siendo cortado bruscamente por un paquete de metafelsitas (Elias, 1981) con un contacto aparentemente discordante y tectónico.

### 3) Secuencia Metapelítica-Calcareá. (Elias, 1981; Parga, 1981).

3.a) Metafelsita La Pila. Elias (op. cit.) llama informalmente como metafelsita La Pila a un paquete de rocas volcánicas de composición riolítica afectada por bajo grado de metamorfismo, presentando cuarzo, feldspato potásico, muscovita, biotita y clorita con una textura esquistosa parcialmente milonítica. Se le asigna una edad de Jurásico Superior (?), (Montero, 1985) y mantiene un contacto incierto con las demás unidades, presentándose concordante (?) con los Esquistos Campanario-Filitas Temascaltepec y subyaciendo en aparente discordancia a las filitas grafiticas así como cabalgando sobre metacalizas y filitas calcáreas (Parga, 1981; Elias, 1981).

3.b) Filitas Grafiticas y Sericiticas (Parga, op. cit; Elias, op. cit.). Está constituida por rocas de color gris a gris oscuro dependiendo del contenido de grafito, en bandas intercaladas con bandas de sericita y/o granos xenoblásticos de cuarzo con un espesor de 20 a 190 m.

3.c) Esquistos Verdes El Llano. Elias (1981). Designa informalmente así a esquistos verdes con intercalaciones conglomeráticas, filitas carbonosas y micaesquistos con un espesor aproximado de 400 m.

3.d) Metacalizas. Parga (1981). Describe informalmente así a un paquete constituido por metacalizas color gris a negro bien foliadas y recrystalizadas con filitas calcáreas hacia la base. El contacto entre las metacalizas y la Formación Amatepec es muy discutido ya que por un lado Montero (1985), lo observa por sobrecorrimiento, Parga (1981) por su parte, menciona una relación discordante manifestando que

litológicamente las rocas situadas por encima de la discordancia son predominantemente calcáreas con intercalaciones de lutitas, grauwacas y lavas con estructura en almohadilla.

4) Secuencia Volcánico-Sedimentaria Metamorfizada (Pantoja, 1959; De Cserna, 1978; De Cserna 1985; Montero, 1985).

Esta secuencia marca un cambio en las características de sedimentación, caracterizándose ahora por la interdigitación de rocas volcánicas, lavas almohadillas y calizas. Se le asigna una edad del Cretácico Medio Tardío (?) (De Cserna, 1978) y se le considera como la parte superior de la secuencia metamórfica.

4.a) Formación Amatepec (De Cserna, 1985). Definida formalmente como una secuencia de calizas con intercalaciones de estratos delgados de grauwacas y areniscas calcáreas. Presenta fragmentos de megafósiles y microfósiles mal conservados de edad Albiano (Bonet en De Cserna, op. cit. ). Presenta un bajo grado de metamorfismo (Montero, 1985) y se considera la transición lateral de la Formación Morelos.

4.b) Formación Xochipala (De Cserna, 1978). Esta formación está constituida por rocas volcánicas y calcáreas divididas en dos miembros:

Miembro Inferior, constituido fundamentalmente de rocas volcánicas de composición intermedia en ocasiones con estructura de brecha y de lavas almohadilladas.

Miembro Superior, consiste de calizas negras en estratos delgados con intercalaciones de limonitas y lutitas calcáreas. Ambos miembros se encuentran afectados por un muy bajo grado de metamorfismo.

4.c) Andesitas Crétácicas (Montero, 1985). Reconocidas únicamente en núcleos, obtenidos por barrenos de diamante en el área de Tizapa y Santa Rosa como andesitas de color gris claro con presencia de minerales secundarios en los que se incluyen cuarzo, feldespatos y sulfuros.

4.d) Formación Arcelia (Pantoja, 1959; De Cserna, 1978). Definida por Pantoja (op. cit.) como Formación Malpaso en la región de Huetamo Mich. y descrita por De Cserna (1978) como Formación Arcelia. Consiste en lutitas negras muy silíceas con intercalaciones de lavas almohadilladas con algunos intervalos de caliza impura. A esta unidad se le asigna una edad del Cretácico Tardío (De Cserna, op. cit.)

B) Formación Balsas (Fries, 1960; De Cserna, 1965; De Cserna y Fries, 1981).

La Formación Balsas de origen netamente continental está constituida por breccias, conglomerados, areniscas, limolitas, tobas andesíticas y calizas lacustres. Representan un depósito postorogénico y se le asigna una edad que abarca desde el Campaniano hasta el Eoceno (De Cserna, 1965), mientras que, Montero (1985) le asigna una edad de Eoceno-Oligoceno.

C) Rocas Igneas Intrusivas.

c.1) Tronco Granitoide Terciario. En el área de la Guitarra se localiza un tronco granitoide de longitud mayor igual a 12 km y de edad Terciario Inferior (?), cuya composición varía desde granito al NE y adamellita al SW, con variaciones locales a diorita más hacia el occidente (Montero, op.cit). Coexisten además una gran cantidad de diques aplíticos y micrograníticos emplazados en la última fase de cristalización del tronco y espacialmente relacionados al ascenso de fluidos hidrotermales mineralizantes.

D) Rocas Igneas Extrusivas.

d.1) Riolita Tilzapotla. Se le denomina así a un gran volumen de rocas volcánicas de composición riolítica, variando su estructura desde riolita fluidal, tobas, vitrófidos, ignimbritas y lavas (Fries, 1960; De Cserna y Fries, 1981; De Cserna, 1985).

Esta unidad fue cartografiada en Tilzapotla y correlacionada hasta Taxco por mostrar una buena continuidad lateral y representa un problema vulcanológico por resolverse. La edad asignada para estas riolitas es del oligoceno por simple correlación con las fechadas en Taxco por Fries (op.cit).

d.2) Diques de Dolerita. Se observan en los socavones San Rafael y Amelia II del área La Guitarra, anteriormente habían sido cartografiados como diques andesíticos (López-Medel, 1982). Megascópicamente presenta una mesostasis afanítica que alberga minerales máficos y plagioclasas. Su color varía de gris oscuro a gris verdoso.

d.3) Andesitas y Basaltos. Se manifiestan fundamentalmente como derrames de lava, aglomerados y cenizas que descansan discordantemente sobre la riolita Tilzapotla, por lo que se le asigna una edad desde el

Plioceno al Cuaternario. Se manifiestan geomorfológicamente por conos cineríticos y derrames de lava asociados, su litología varía desde andesitas con pequeños fenocristales de plagioclasa hasta basaltos de olivino.

#### E) Sedimentos Lacustres y Conglomerados.

Existen comunmente depósitos epiclásticos de limo, arenas, arcillas, aglomerados, tobas y conglomerados con fragmentos de riolita, andesita y basalto, así como de esquistos. Estos depósitos son de edad Plio-Pleistoceno y están relacionados al último evento de tectónica tensional de la región.

#### F) Discusión.

La geología histórica de la secuencia metamórfica está llena de incertidumbre y genera polémica, debido a que los datos radiométricos, paleontológicos y de relaciones de campo han tenido divergencias en su obtención e interpretación.

Fries (1960), De Cserna (1978), De Cserna y Fries (1981), Elías (1981), Parga (1981) y De Cserna (1985), consideran a las rocas metamórficas existentes en el Estado de México correlacionables con el Esquisto Taxco y le asignan una edad del Paleozoico Tardío, diferenciando esas de una secuencia también metamórfica más joven y que se correlaciona con las rocas verdes en Taxco Viejo de edad Triásico-Jurásico (Figura , Resumen de Columnas Estratigráficas).

Campa, et.al. (1974), Campa (1978), Colorado (1979), Carfantán (1981) y Montero (1985) consideran también que esta secuencia es correlacionable con el Esquisto Taxco, pero le asignan una edad Mesozoica, aunque existe entre ellos diferentes interpretaciones. Campa, et.al. (1974) consideran como una misma secuencia las rocas verdes que afloran en Taxco Viejo, Taxco e Ixtapan de la Sal de edad Titoniano-Neocomiano; Carfantán (1981), Ortega (1981) y Montero (1985), interpretan una sola secuencia y la correlacionan con el Cinturón Cordillerano.

Existen datos y evidencias para ambos postulados que a continuación se enlistan.

#### G) Datos y Evidencias.

1. De Cserna, et.al. (1974) proporcionan edades Pb-alfa y Rb-Sr de:
  - a) Zircones del Complejo Metamórfico de Guerrero en Tierra Caliente, obteniendo edades desde 100

# RESUMEN DE COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS

- 1 Fm Acales
- 2 Fm Zocampatl
- 3 Fm Ocuilcoapan
- 4 Fm Cuernavaca
- 5 Andesita basáltica
- 6 Andesita Zempoala
- 7 Toba yohan
- 8 Fm Tepealco
- 9 Fm Tepealco
- 10 Andesita Huixtla
- 11 Fm Xochitlaco
- 12 Fm Grifito
- 13 Metafelsito La Pica
- 14 Auguigneis Arroyo Frio

\* TELDLORAN - OTAMÁN DE LA BAL

PERIODO	SERIE	PIEDRA	HOJA TEJUPILCO	HOJA TAXCO	LITOLOGIA	UMD	H m	DESCRIPCION GEOLOGICA	UNIDAD	(Hm)	DESCRIPCION	U
CUATERNARIO			ALUVION	ALUVIONES					BASALTOS Y ANDESITAS			BASALTOS
			BASALTO							SEDIMENTOS LACUSTRES Y CONGLOMERADOS		
PLIOCENO			AND. BASALTICA	AND. BASALTICA								GRUPO TILZAPOTLA
			RIOJITA TILZAPOTLA	RIOJITA TILZAPOTLA								
OLIGOCENO												FORMACION BALSAS
			FORMACION BALSAS	FORMACION BALSAS								
EOCENO												FORMACION BALSAS
PALEOCENO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
MAESTRICHTIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
CAMPANIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
SANTONIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
TURONIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
CENOMANIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
ALBIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
APTIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
BARREMIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
HAUTERVIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
VALANGINIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
BERRIASIANO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
JURASICO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
TRIASICO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
CRETACICO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)
PALEOZOICO												FORMACION MEXCALE (Rocas tipo Flysch)

de Castro, 1982; De Castro y Fries 1981      Area de Taxco, Mpc Zempoala, Parg. Fries, 1981; Elias Heras, M., 88      Zempoala, Tehuacan, Mpc, Ed. M. (Moran), 1985      Corral, 1974; Camps, 1978

(más, menos 10) m.a. a 80 (más, menos ) m.a.  
(Cretácica)

b) El Esquisto Taxco con el método de Pb-alfa de  
edad de 1020 (más, menos 110) m.a.

2. La secuencia metamórfica de Tierra Caliente presenta menor grado de metamorfismo que los Complejos Acatlán y Oaxaca, de aquí que se considere una historia diferente (Ortega, 1981).
3. Encontraron fauna Titoniano-Aptiano en la secuencia metamórfica de Ixtapan de la Sal-Teloloapan (Campa et al. 1974).
4. Se obtuvo una edad del Jurásico-Cretácico Superior en rocas de Arteaga Mich. por medio del método K-Ar (Múgica, 1980).
5. Reportan una edad de 180 (más, menos 44) m.a. al Esquisto Taxco (Cuevas, et al. 1981 -en Parga, 1981-).
6. Encontraron fragmentos erráticos de moluscos en el área de Tizapa, Estado de México (Parga, 1981 y Elías, 1981).
7. La secuencia Almoloya-San Lucas tiene menor grado de metamorfismo que en Ixtapan de la Sal (Montero, 1985).
8. Emplazamiento granodiorítico a secuencia pre metamórfica (Díaz, 1977).
9. Existe una secuencia con aproximadamente 700 m de espesor (Fm. Ayotusco) de pizarras con intercalaciones de cuarcita concordantes bajo la secuencia Taxco Viejo (Díaz, 1977).
10. Correlaciona a eventos similares en todo el país y manifiesta una edad Mesozoica para todo el cinturón orogénico del Pacífico que varía en tiempo y espacio y con algunos cambios locales (Carfantan, 1981).

### III. 2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

En la región de Temascaltepec se presenta un estilo de deformación correspondiente a una tectónica superpuesta, en donde se llevaron a cabo por lo menos dos fases de deformación compresiva y dos de deformación distensiva.

Fries (1960), define dos fases de deformación compresivas con base en una discordancia en la Formación Morelos del Albiano que cubre rocas más antiguas plegadas, foliadas y metamorfozadas.

De Cserna (1978), postula un gran levantamiento del basamento entre Taxco y Tejujilco que provoca la exposición de la secuencia.

Campa, et al. (1974), identifican en Ixtapan de la Sal-Teloloapan una primera fase sinmetamorfismo desarrollada a fines del Cretácico Temprano, una segunda oblicua a la primera y una tercera superpuesta; ellos indican que pudieron ocurrir simultáneamente o fueron producidas por una tectónica posterior. Después se lleva a cabo un conwamiento tardío desarrollado post-Eoceno y finalmente eventos de tensión con fallas normales y fracturas, de la misma edad.

Colorado (1979), Parga (1981) y Elias (1981) hacen una descripción de mayor detalle de cada fase de deformación.

- a). Primera fase, pre-Albiana (Colorado, op.cit.) caracterizada por una esquistocidad axial asociada a un plegamiento de tipo isoclinal de gran amplitud, contemporánea al metamorfismo, posiblemente fue la de mayor intensidad.
- b). Segunda fase, Albiano-Cenomaniano (Colorado, op.cit.) representada por la deformación de la esquistocidad anterior en forma de pliegues asimétricos cerrados con plano axial casi horizontal y con la formación incipiente de una segunda esquistocidad.
- c). Tercera fase, Laramídica (Colorado, op.cit.). Representada por pliegues de magnitud kilométrica con ejes norte-sur y convergencia al este y noreste caracterizándose por antiformas débilmente buzantes y fallas inversas.
- d). Cuarta fase, post-Eoceno (Colorado, op.cit.). Representada por un arqueamiento regional del eje formado en la tercera fase, adquiriendo una orientación NNW-SSE acompañada del emplazamiento de plutones.
- e). Fase de Tensión, Oligoceno-Cuaternario (Colorado, op.cit.; Elias, op.cit.; Parga, op.cit.).  
Posteriormente a las fases compresivas ocurren a diferentes escalas, fallas normales con desplazamientos estimados hasta cientos de metros en sentido vertical además asociadas a fallamiento lateral, fractu-

turas, generando grandes zonas de debilidad para el emplazamiento de los fluidos hidrotermales.

### III: 3. TECTONICA Y GEOLOGIA HISTORICA

La naturaleza premetamórfica de la secuencia nos muestra una cuenca de depósito de características vulcanosedimentarias, de un margen continental activo de tipo arco insular, donde las características sedimentológicas y estratigráficas implican un ambiente de cuenca post-arco (Campa et al. 1974).

La evolución que ha tenido la región es muy compleja y trascendental para la reconstrucción paleogeográfica del Mesozoico en México, debido a que esta secuencia es correlacionable al menos en características tectónicas generales a la franja cordillerana que se extiende a través de la región circunpácfica (Campa et al. 1974; Damon, 1981; Carfantán, 1981; Campa et al. 1983).

No se tienen suficientes elementos en la actualidad para aplicar un modelo tectónico.

Las rocas premetamórficas en su parte inferior están constituidas por una granodiorita que infrayace discordantemente (?) a sedimentos pelítico carbonosos interdigitados con tobas melanócratas, en su parte media. Suprayacimiento se encuentran grauvacas y grauvacas conglomeráticas intercaladas con sedimentos pelíticos y tobas de composición intermedia.

Esta secuencia se encuentra sobreyacida discordantemente (?) por rocas ignimbríticas que marca un cambio relevante en la sedimentación; suprayacen lutitas carbonosas y grauvacas cada vez más calcáreas.

Existe discusión acerca de la presencia de una discordancia o contacto tectónico entre la secuencia anterior y una secuencia de carbonatos interestratificados con rocas andesíticas masivas y lavas en almohadilla del Cretácico temprano; y de cualquier manera se marca un cambio importante en la evolución de la cuenca.

En el Cretácico Tardío toda la secuencia es deformada por la Orogenia Laramide, enmascarando la estructura de la tectónica anterior, simultáneamente se deposita en forma discordante la Formación Balsas con características litológicas y cronológicas no bien definidas (Pantoja, 1959), que rellena una gran cantidad de cuencas endorreicas marcando un ambiente de depósito continental.

Toda la secuencia estratigráfica anterior se ve nuevamente deformada e intrusionada en el Eoceno, por dos cuerpos de composición diorítica y granodiorítica, estando éste relacionado a la formación de los yacimientos hidrotermales en su etapa final de emplazamiento.

En el Oligoceno tuvieron lugar efusiones riolíticas que desarrollaron formas de altos topográficos notables y pendientes pronunciadas. Por mostrar continuidad lateral y ocupar las riolitas, la misma posición estratigráfica encima de la Formación Balsas que abarca las Hojas Taxco y Tejujilco (De Cserna y Fries, 1981 y De Cserna, 1985), se optó por señalarlas como Riolita Tlilzapotla. Si estas rocas se formaron a partir de distintos centros eruptivos en la región que abarcan las hojas mencionadas, es todavía un problema volcanológico no resuelto.

Finalmente y asociado al último evento de tensión existe un período de vulcanismo que ayuda a la formación de gran cantidad de aparatos volcánicos, que aportan material andesítico-basáltico que rellena las cuencas lacustres con sedimentos de origen continental.

### III. 4. YACIMIENTOS MINERALES.

Según Salas (1975) el Distrito Minero de Temascaltepec, se ubica en la provincia del Eje Neovolcánico que cruza la república mexicana de este a oeste entre los paralelos 19 y 21 grados de latitud norte, se extiende desde el macizo volcánico de los Tuxtles, Ver., por el lado del Golfo de México hacia el oeste hasta la Bahía de Banderas en las costas del Pacífico, según la obra denominada Carta y Provincias Metalogenéticas de la República Mexicana; cabe aclarar que la distribución mineral en provincias fisiográficas, es la base de la regionalización de la obra citada.

Entre algunos distritos mineros ubicados en el Eje Neovolcánico tenemos los siguientes: El Oro-Tlalpujahuá, son vetas con rumbo NW-SE y valores de Ag, Au, Pb, Zn y Cu en ganga de cuarzo principalmente, que intrusionan a una secuencia vulcanosedimentaria metamorfozada; Ixtapan del Oro, México, aquí las vetas de cuarzo con minerales de Ag, Au, Pb y Zn, tienen orientación NW-SE y encajonan en rocas metamórficas y andesitas; Sultepec, México, en este lugar las vetas intrusionan a una secuencia metamórfica que esencialmente consisten de pizarras carbonosas, lutitas y calizas metamorfozadas en facies de esquistos verdes, las vetas siguen una orientación preferencial NW-SE; Zacualpan, México, aquí las vetas de sulfuros con orientación preferencial NW-SE intrusionan

a una secuencia volcánica metamorfoseada interestratificada con rocas metasedimentarias.

El Distrito de Temascaltepec puede dividirse en tres secciones:

La oriente o de la Mina Rincón, que comprende toda la zona cubierta por andesitas y conglomerados; la de Temascaltepec en donde las rocas de la superficie son filitas, pizarras y basaltos de olivino, finalmente la Guitarra, donde afloran granitos.

En la sección oriente o de la Mina Rincón, el sistema principal de vetas denominado marmajas, agrupa entre otras vetas a: Echada, Blanca, El Socorro, Candelaria, De La Luz, etc., este sistema tiene un rumbo general de oriente a poniente con longitud de 2 km y echado promedio de 60 grados al sur, encajonando principalmente en filitas, aunque se encuentran algunas vetas en andesitas, los criaderos tienen una matriz de cuarzo, calcita y feldespatos sódicos, conteniendo pirita (con inclusiones de oro), argentita, pirargirita y proustita. La sección Temascaltepec es la continuación al poniente de la zona de la Mina Rincón, en esta sección se localiza la Mina de Agua, cuya veta principal es la Santa Ana, que arma en filitas y pizarras, conteniendo una matriz de cuarzo con menas constituidas de sulfoarseniuros y sulfoantimoniuros de plata y galena, el rumbo general de la Veta Santa Ana es N45W con echado de 67 al SW. En la sección de La Guitarra las vetas tienen rumbos NW, generalmente con echados al SW, encajonando en granito; el mineral principal que constituye las vetas es el cuarzo y entre algunos minerales que contienen plata se encuentran: antimonipearcitam, pirargirita-proustita y miargirita.

Un rasgo importante de esta región lo constituye la estrecha relación que existe entre los distritos mineros antes mencionados y las estructuras o controles estructurales presentes, tales como los lineamientos reconocidos en las imágenes de satélite Landsat (Salas, op.cit.) en especial los que tienen rumbo NW.

## CAPITULO IV GEOLOGIA LOCAL

=====

La cartografía geológica de superficie en este trabajo se limitó a seguir la veta La Guitarra por dos kilómetros más o menos, con una zona de influencia a cada lado de 150 m de ancho y se apoyó en los planos topográficos a escala 1:1000. En la mencionada cartografía se diferenciaron: litología, tipos de cuarzo, tipos de breccias de cuarzo, alteraciones y se tomaron muestras tanto para estudio petrográfico como minerográfico (plano no.7).

La cartografía geológica del interior se realizó en los niveles: San Francisco, Amelia II y San Rafael, diferenciando al igual que en superficie, la litología, los tipos de cuarzo y tipos de breccias; cabe aclarar que se basó la elaboración de estos planos en gran parte en los realizados por Vélez S. (1985) a escala 1:200 (planos nos. 8, 9 y 10).

### IV.1 LITOLOGIA

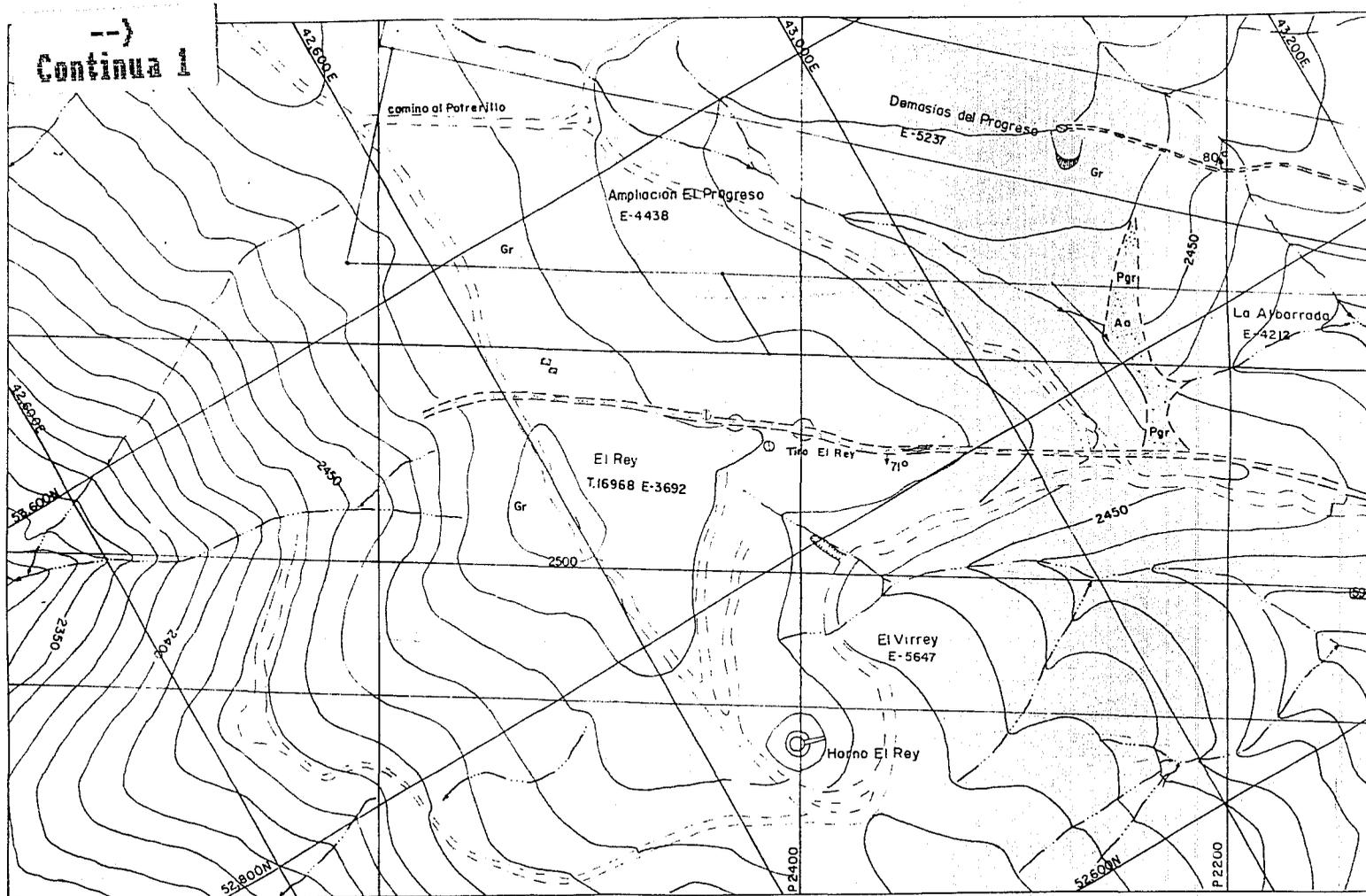
A continuación se hará una descripción de unidades litológicas, de acuerdo a las relaciones que guardan entre sí.

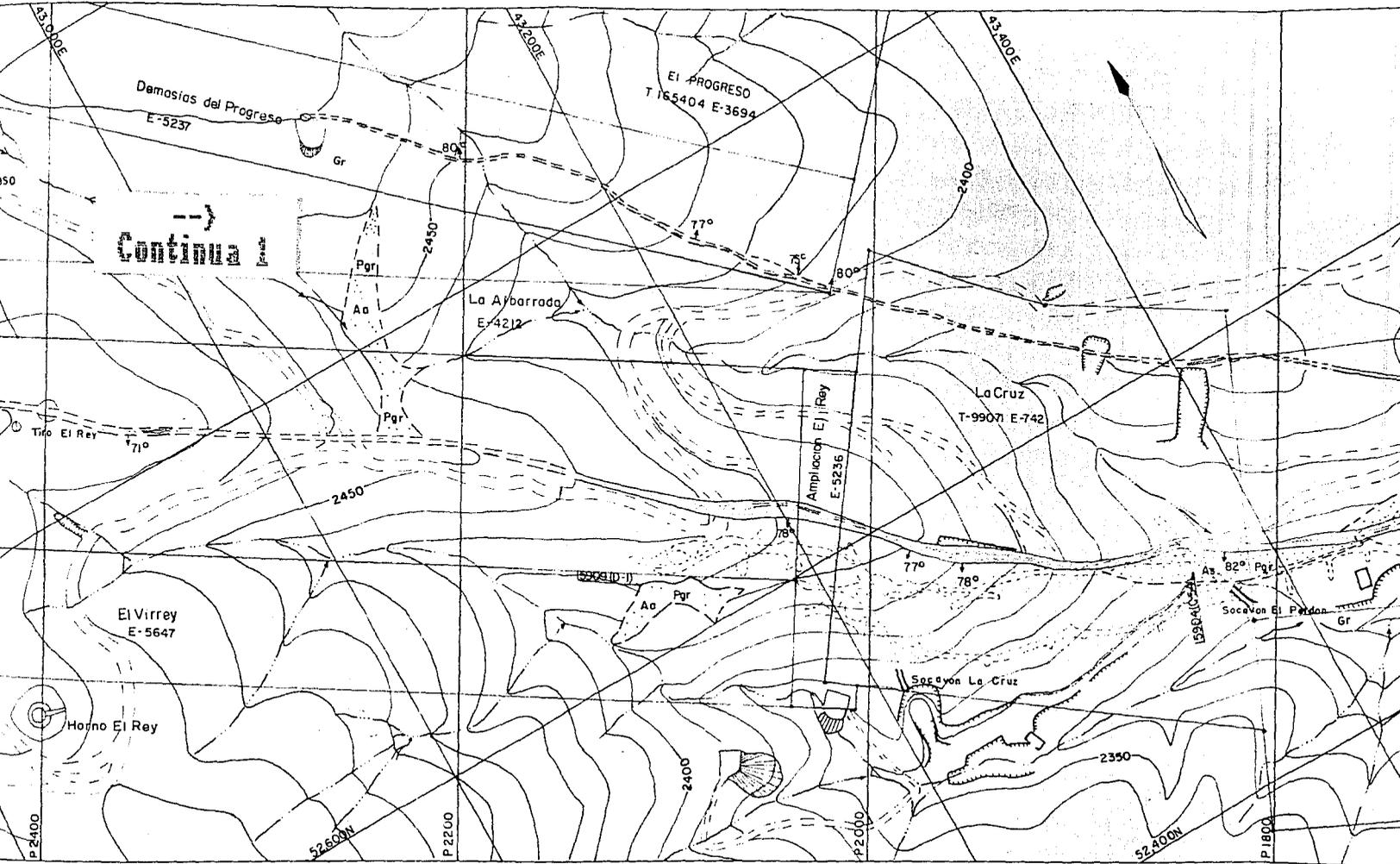
#### Granito de Biotita.

El granito de biotita, se encuentra cubriendo la mayor parte del área cartografiada, tanto en superficie como en el interior y encajona a la veta La Guitarra en mayor porción en superficie. Este tipo de roca megascópicamente presenta una textura fanerítica de grano medio a grueso; los minerales observables son: cuarzo, feldespatos y biotita. El color al fresco es gris claro y bajo la acción del intemperismo adquiere un color amarillo ocre perdiendo la roca su compacidad hasta ser deleznable. Al microscopio se observa una textura granítica, holocristalina, de grano grueso. La composición mineralógica está integrada por: perfitita, la cual contiene pocas plagioclasas cuya composición estimada es An16-An5. Las plagioclasas están frecuentemente alteradas a sericita y ocasionalmente a caolinita; el cuarzo en este tipo de intercrecimiento representa un porcentaje mayor del 10% del total. La biotita se presenta como cristales subedrales a eudrales y en ocasiones se encuentra parcialmente cloritizada. Los minerales accesorios que se encuentran son: apatito y minerales opacos (ilmenita-magnetita). Los minerales secundarios son: clorita, que reemplaza a la biotita, la hematita que se observa en microfracturas y las sericita que se presenta alterando feldespatos.

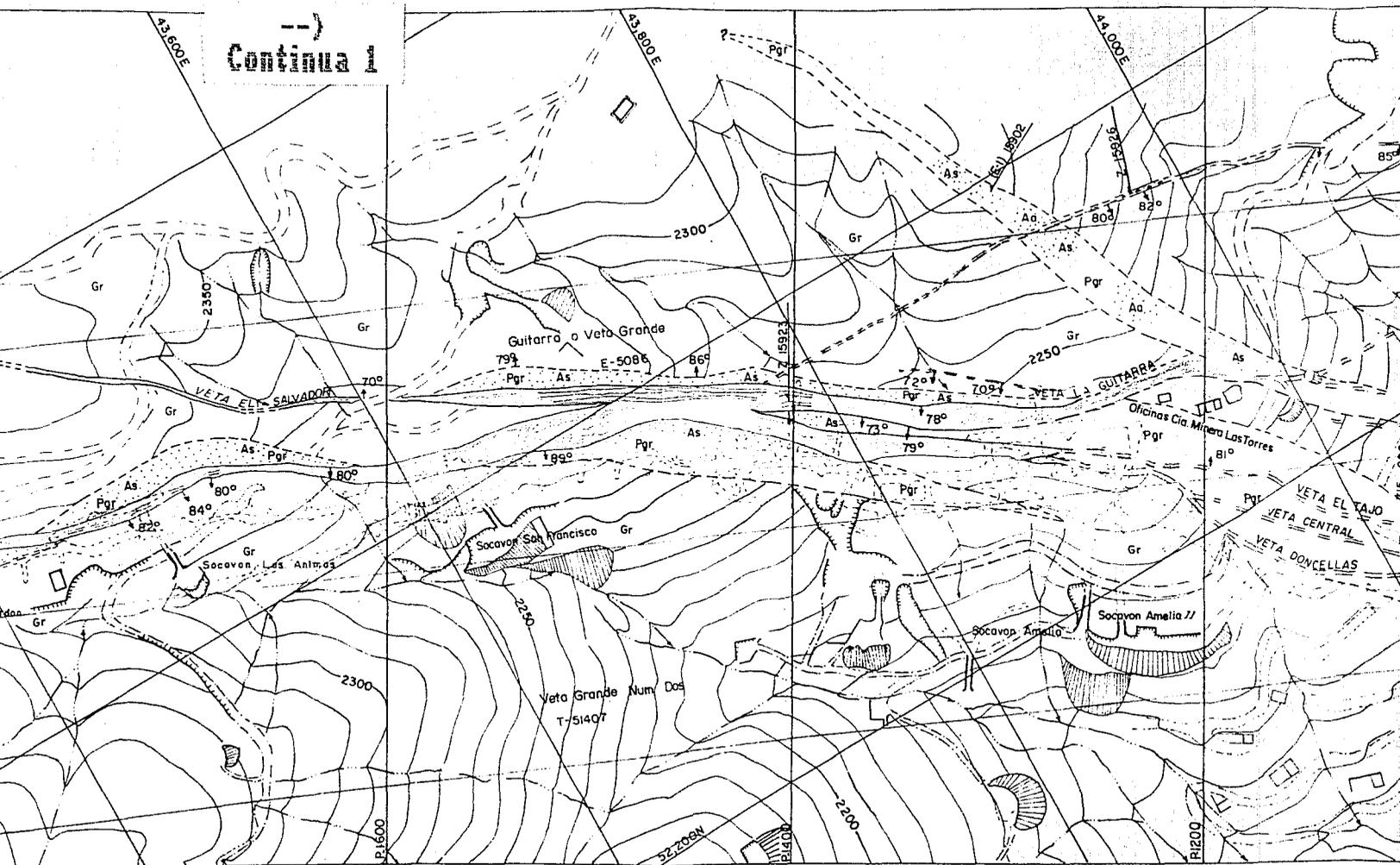
Continúa

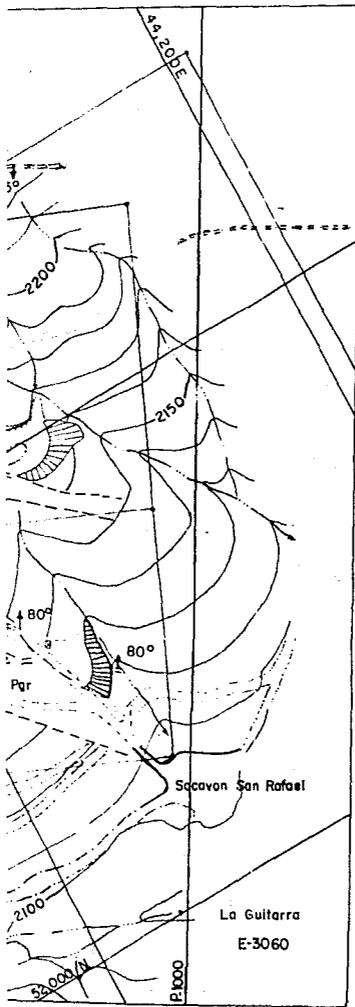
Paralelo





Continúa





## LEYENDA

### SÍMBOLOS GEOLÓGICOS

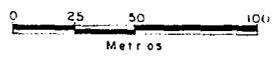
- Pgr DIQUE MICROGRANÍTICO
- Gr GRANITO DE BIOTITA
- [Symbol] CUARZO BANDEADO
- [Symbol] CUARZO BLANCO
- [Symbol] BRECHA DE CUARZO
- [Symbol] VETA DEFINIDA
- [Symbol] VETA INFERIDA
- [Symbol] ARGILIZACION
- [Symbol] SILICIFICACION
- [Symbol] CONTACTO DEFINIDO
- [Symbol] CONTACTO INFERIDO
- [Symbol] RUMBO Y ECHADO

### ALTERACIONES

### SÍMBOLOS TOPOGRÁFICOS

- [Symbol] ARROYOS
- [Symbol] CAMINOS
- [Symbol] CURVAS DE NIVEL
- [Symbol] ENTRADA DE SOCAVON
- [Symbol] MOJONERAS
- [Symbol] LIMITE DE FUNDOS
- [Symbol] PUNTO DE PARTIDA
- [Symbol] TAJOS
- [Symbol] TERREROS
- [Symbol] TIROS
- [Symbol] BARRENO DE DIAMANTE
- [Symbol] LOCALIZACION Y No DE MUESTRA
- [Symbol] OBRAS INTERIORES

ESCALA 1:2,000



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	PLANO GEOLOGICO DE SUPERFICIE VETA LA GUITARRA.	
	MARIA MAGDALENA LUNA GARCIA	PLANO No 7

Los porcentajes que abajo se presentan fueron estimados de acuerdo a un conteo estadístico ( Vélez S., op cit.)

Mineral	Rango en %	Media en %	Tamaño en Micras
Cuarzo	10 - 30	20	300 - 425
Perilita	35 - 70	55	250 - 7000
Plagioclasas	5 - 27	15	500 - 2250
Biotita	3 - 10	10	1250 - 3000

#### Dique Microgranítico

Se encuentra intrusionando al granito y encajona a la veta en su porción Sureste. En muestra de mano se observa una textura porfírica de grano fino a medio; los minerales visibles son: cuarzo, feldespatos y biotita. Al fresco presenta un color gris claro a amarillento y al intemperismo adquiere un color marrón claro y la roca pierde su consistencia.

A nivel microscópico tiene una textura holocristalina, hipidiomórfica, microgranítica y puede cambiar a porfírica. La mesostasis es de grano fino y se observa una textura gráfica que consiste en un intercrecimiento de cuarzo y feldespato alcalino, en donde éste último es más abundante con respecto al primero. El cuarzo se presenta también como fenocristales principalmente subedrales. La ortoclasa puede ser euedral o subedral. Las plagioclasas son escasas, presentando una composición estimada que varía de An38-An29, la mayor parte de las plagioclasas están sericitizadas y la biotita se observa como cristales euedrales. La composición se estimó de acuerdo a conteos estadísticos por línea a cada dos milímetros.

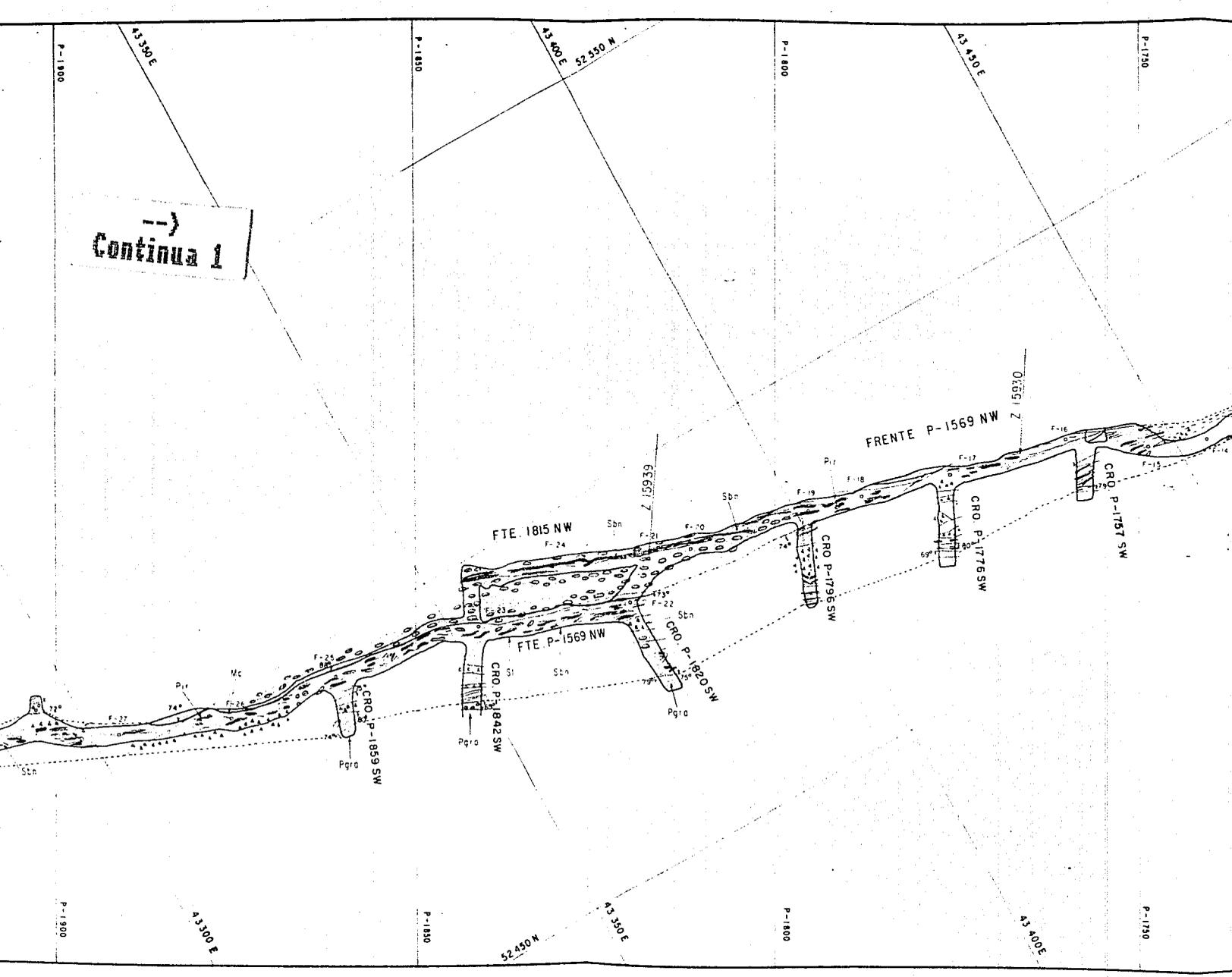
Mineral	Rango en %	Media en %	Tamaño en Micras
Cuarzo	17 - 35	27	25 - 2250
Ortoclasa	55 - 70	65	60 - 3000
Plagioclasas	3 - 7	5	40 - 1000
Biotita	6 - 2	3	150 - 2000

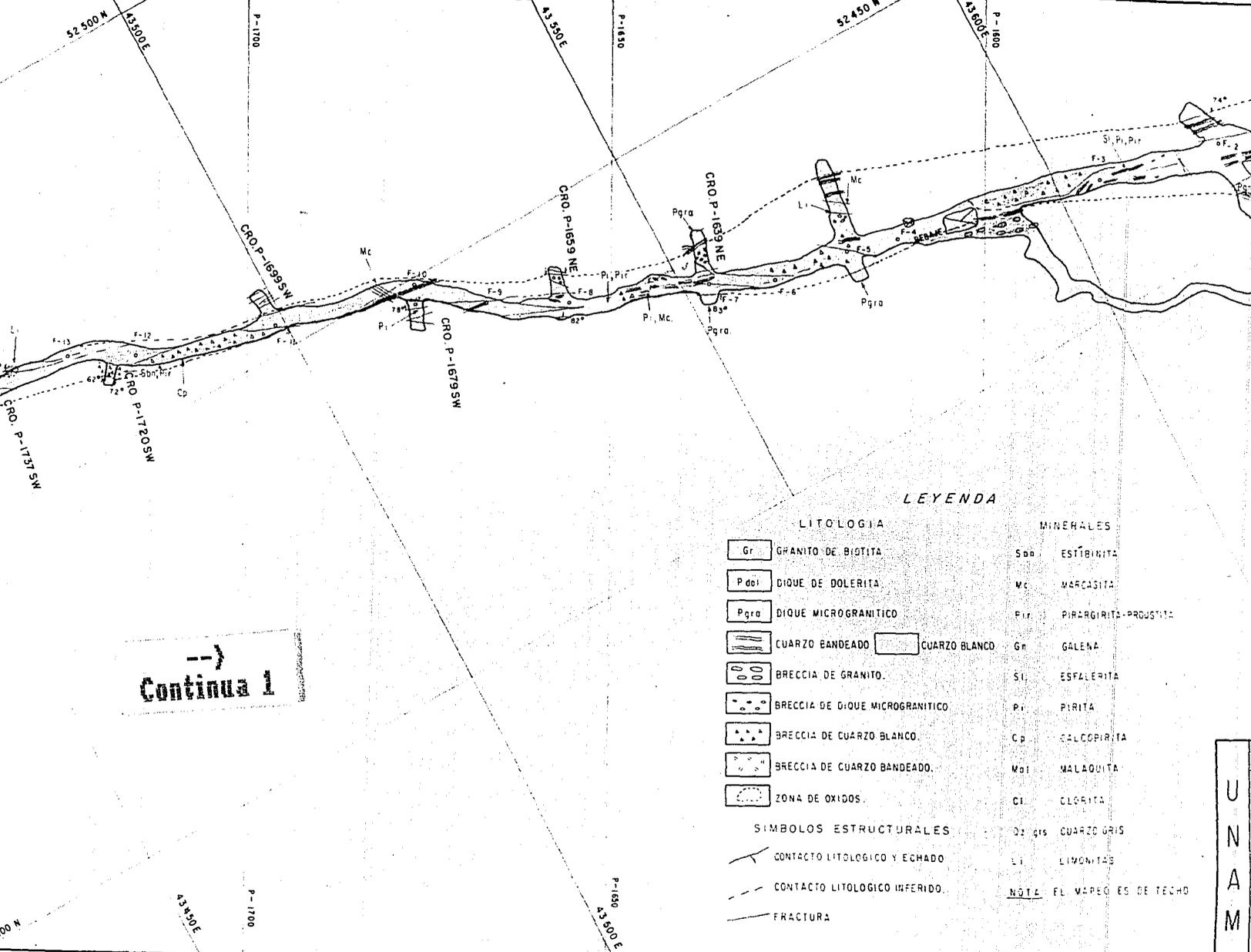
#### Breccia de Microgranito

Esta unidad se diferenció sólo en los planos geológicos de interior, especialmente en los niveles San Francisco y San Rafael. Megascópicamente, se observan fragmentos de roca, los cuales presentan una textura porfídica con fenocristales de feldespato potásico, la breccia está cementada por sílice blanco y gris



-->  
Continua 1



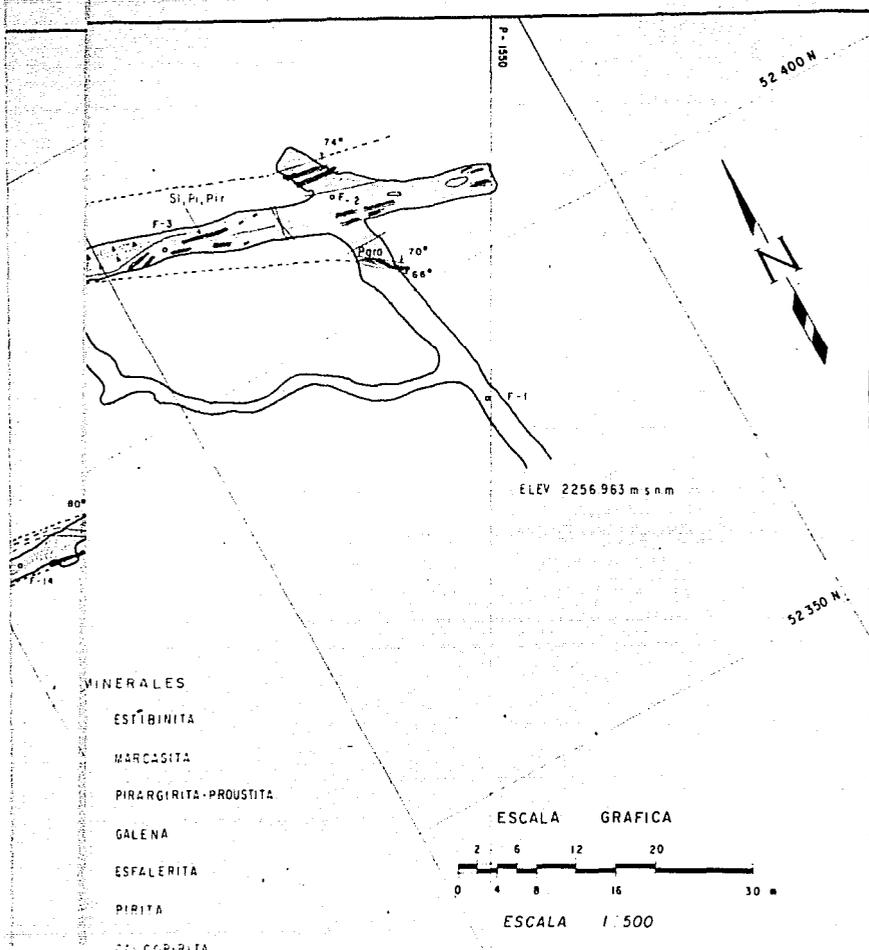


→  
Continúa

LEYENDA

LITOLOGIA		MINERALES	
	Gr GRANITO DE BISITA	Sp	ESTIBNITA
	P dol DIQUE DE DOLERITA	Mc	MARCASITA
	P gra DIQUE MICROGRANITICO	Pir	PIRARGIRITA-PROUSTITA
	CUARZO BANDEADO	Gr	GALENA
	CUARZO BLANCO	Sl	ESFALERITA
	BRECCIA DE GRANITO	Pi	PIRITA
	BRECCIA DE DIQUE MICROGRANITICO	Cp	CALCOPIRITA
	BRECCIA DE CUARZO BLANCO	Mol	MALAQUITA
	BRECCIA DE CUARZO BANDEADO	Cl	CLORITA
	ZONA DE OXIDOS	Qz gis	CUARZO GIS
SIMBOLOS ESTRUCTURALES		Li	LIMONITAS
	CONTACTO LITOLOGICO Y ECHADO	NOTA: EL MAPEO ES DE FECHO	
	CONTACTO LITOLOGICO INFERIDO		
	FRACTURA		

U  
N  
A  
M



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	PLANO GEOLOGICO DEL NIVEL SAN FRANCISCO	
	M.M. LUNA GARCIA	Plano: 8

generalmente. A nivel microscópico presenta una textura holocristalina, alotrópica, porfídica. La mesostasis es de grano fino y está formada por un intercrecimiento de cuarzo y ortoclasa, el cementante está constituido por cuarzo microcristalino. El cuarzo se presenta como cementante y como cristales primarios, su tamaño varía de 100 a 2250 micras, representa en total un 30%. La ortoclasa constituye 67% con un rango de tamaño de 80 - 3000 micras. La clorita forma un 3% y su tamaño varía de 150 a 250 micras. Los minerales opacos se observan en microfracturas ligados al cementante.

#### Breccia de Granito.

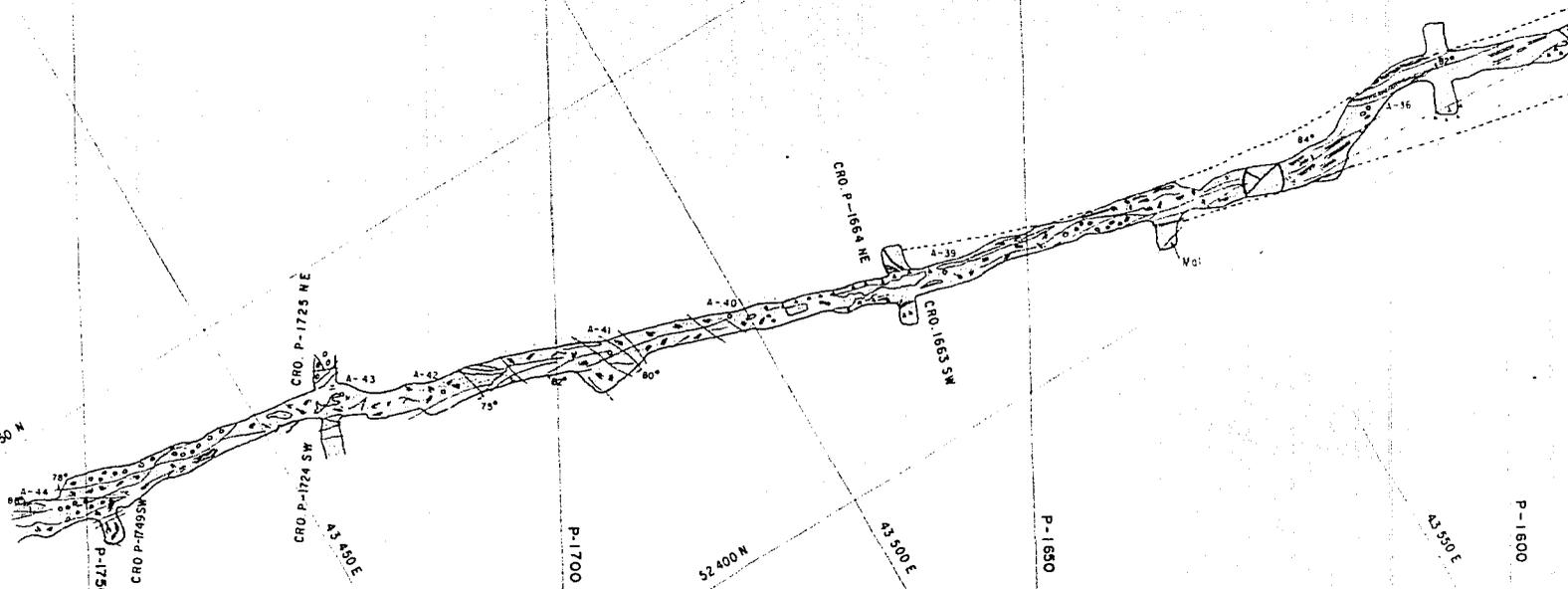
Se cartografió sólo en los planos geológicos de interior, principalmente en los niveles San Francisco y San Rafael. Megascópicamente son observables fragmentos de roca ígnea porfídica de grano fino a medio, que corresponde al granito y como cementante cuarzo. Megascópicamente presenta cristales de perlitita ( 9% ), en ocasiones crecimiento gráfico de cuarzo, el tamaño de la perlitita varía de 270 - 1000 micras. El cuarzo se observa alotrópico ( matriz de la breccia ), representa un 81% de la composición de la roca, su tamaño varía de 20 - 3300 micras. Los minerales opacos constituyen un 7%, variando en tamaño de 50 - 400 micras. La clorita forma un 3%, llegando a medir 350 micras y la sericita se presenta como una alteración de los feldspatos.

#### Diques de Dolerita.

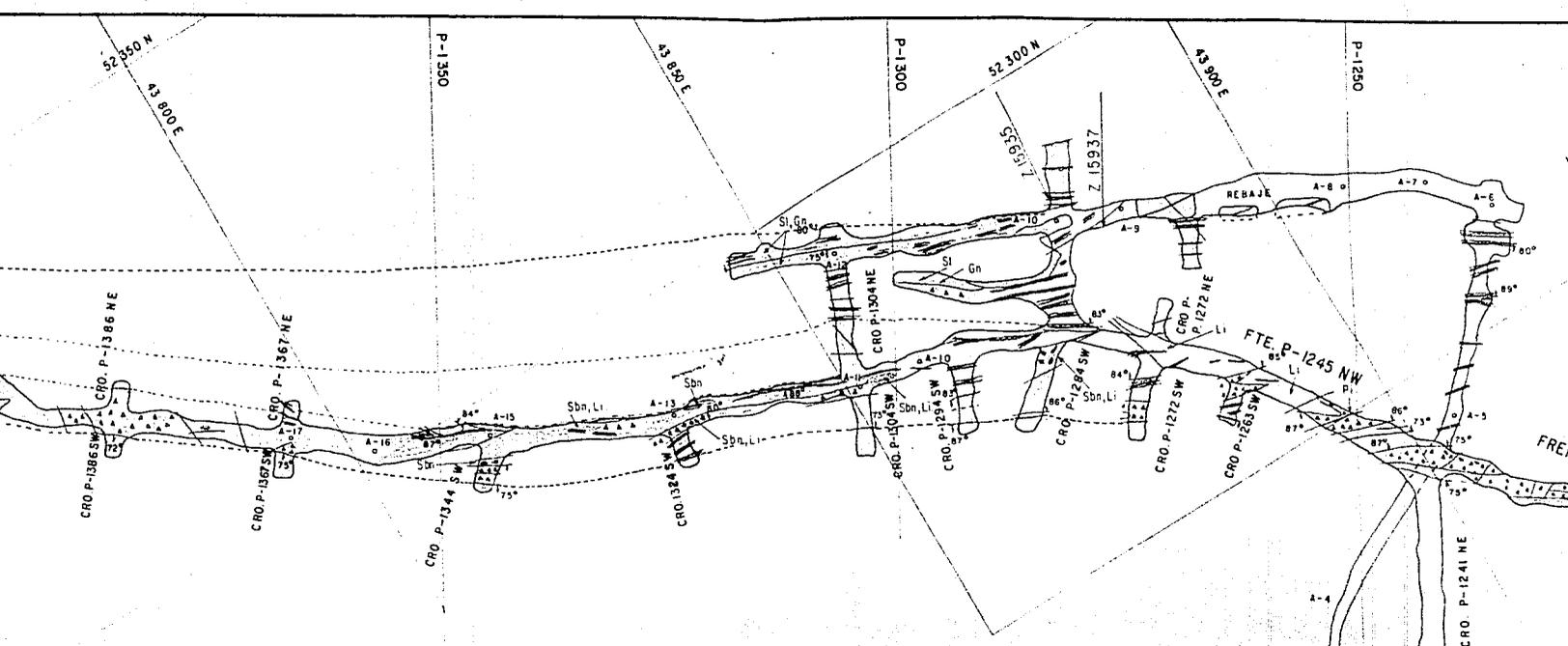
Estos diques fueron cartografiados sólo en la geología de interior, en los niveles Amelia II y San Rafael; anteriormente fueron cartografiados como diques andesíticos ( López M., 1982 ). Megascópicamente presenta una mesostasis afanítica que alberga cristales de minerales máficos y plagioclasas. El color al fresco es gris oscuro a verdoso y bajo los efectos del intemperismo la roca se vuelve poco compacta y presenta un color gris rojizo.

El estudio microscópico, muestra una roca de textura hipocristalina, hialopilitica, subofítica, está compuesta por microlitos de plagioclasas y augita donde la mesostasis entre estos microlitos está formada de vidrio y hematita. La labradorita es el mineral más abundante, se presenta en microlitos o cristales de hasta 1500 micras de largo, su composición estimada es An42-An50. La forsterita se encuentra en cristales euedrales y subedrales.

-->  
Continua 1





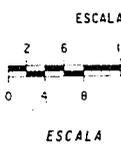


LEYENDA

LITOLOGIA	
	GRANITO DE BIOTITA
	DIQUE DE DOLERITA
	DIQUE MICROGRANITICO
	CUARZO BANDEADO
	CUARZO BLANCO
	BRECCIA DE GRANITO
	BRECCIA DE DIQUE MICROGRANITICO
	BRECCIA DE CUARZO BLANCO
	BRECCIA DE CUARZO BANDEADO
	ZONA DE OXIDOS.
SIMBOLOS ESTRUCTURALES	
	CONTACTO LITOLOGICO Y ECHADO
	CONTACTO LITOLOGICO INFERIDO.
	FRACTURA

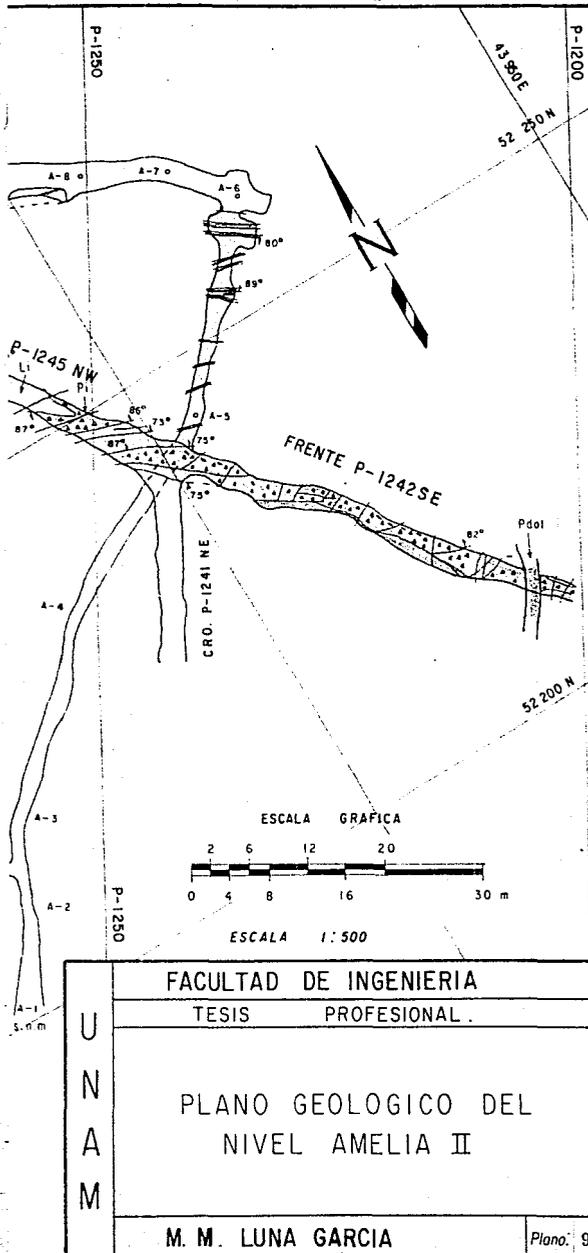
MINERALES	
Sbn.	ESTIBINITA
Mc	MARCASITA
Pir.	PIRARGIRITA-PROUSTITA
Gn	GALENA
SI	ESFALERITA
P.	PIRITA
Cp	CALCOPIRITA
Md.	MALAQUITA
Cl	CLORITA
Qz grs.	CUARZO GRIS
Li	LIMONITAS

NOTA: EL MAPEO ES DE TECHO



UNAM  
 FACULTAD D  
 TESIS  
 PLANO GE  
 NIVEL  
 M. M. LUNA G

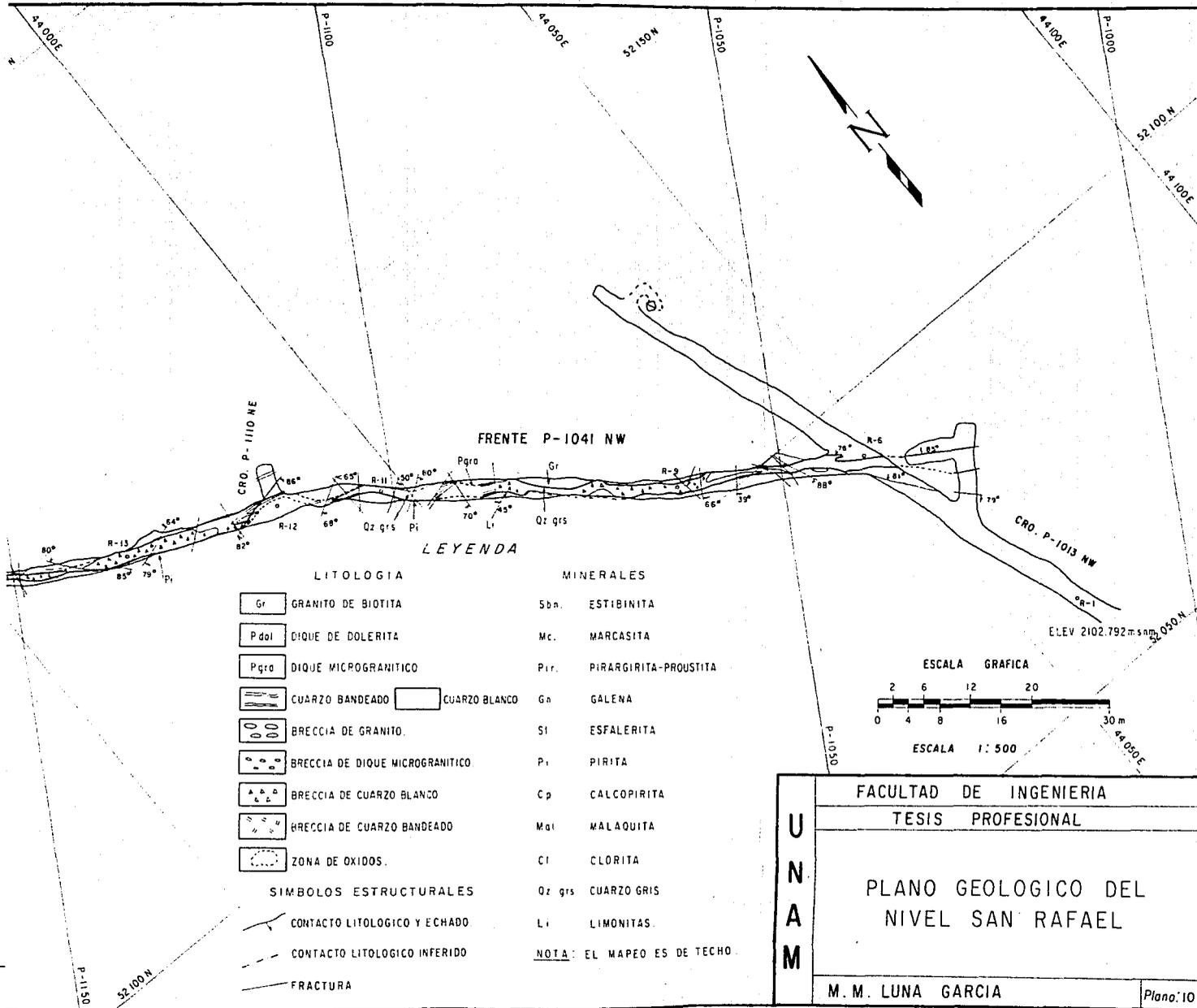
Elev. 2167 195 m. s. n. m.



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL.	
	PLANO GEOLOGICO DEL NIVEL AMELIA II	
	M. M. LUNA GARCIA	Plano: 9

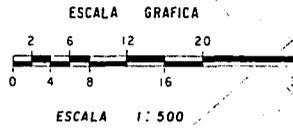






LEYENDA

LITOLOGIA		MINERALES	
Gr	GRANITO DE BIOTITA	Sbn.	ESTIBINITA
Pdol	DIQUE DE DOLERITA	Mc.	MARCASITA
Pqra	DIQUE MICROGRANITICO	Pir.	PIRARGIRITA-PROUSTITA
[Hatched Box]	CUARZO BANDEADO	Gn	GALENA
[White Box]	CUARZO BLANCO	Sl	ESFALERITA
[Granite Breccia Box]	BRECCIA DE GRANITO.	Pi	PIRITA
[Dike Breccia Box]	BRECCIA DE DIQUE MICROGRANITICO	Cp	CALCOPIRITA
[Quartz Breccia Box]	BRECCIA DE CUARZO BLANCO	Mal	MALAQUITA
[Banded Quartz Breccia Box]	BRECCIA DE CUARZO BANDEADO	Cl	CLORITA
[Oxidized Zone Box]	ZONA DE OXIDOS.	Oz grs	CUARZO GRIS
SIMBOLOS ESTRUCTURALES		Li	LIMONITAS
[Solid Line]	CONTACTO LITOLOGICO Y ECHADO	<u>NOTA:</u> EL MAPEO ES DE TECHO.	
[Dashed Line]	CONTACTO LITOLOGICO INFERIDO		
[Thin Line]	FRACTURA		



UNAM	FACULTAD DE INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL	
	PLANO GEOLOGICO DEL NIVEL SAN RAFAEL	
	M. M. LUNA GARCIA	Plano: 10

Mineral	Rango en %	Media en %	Tamaño en Micras
Labradorita	64 - 75	70	50 - 1500
Augita	21 - 14	17	50 - 1500
Forsterita	15 - 11	13	150 - 1500

#### IV.2 ALTERACIONES.

Las alteraciones observada son de dos tipos, hidrotermal y meteórica.

##### IV.2.1 Alteraciones Hidrotermales

A continuación se describen las alteraciones de la roca encajonante cartografiadas en el plano de superficie ( plano no. 7 ).

##### Silicificación.

La silicificación es la alternación más extendida dentro del yacimiento, se puede observar en el plano geológico de superficie, ligada al dique microgranítico de tal forma que es más fuerte a menor distancia de la veta y en el interior de la mina se presenta con fuerte intensidad en las breccias de granito y dique microgranítico ya que se encuentran cementadas por cuarzo microcristalino.

A nivel microscópico se observa en los bordes de los cristales de cuarzo un crecimiento secundario de éste, la ortoclasa se encuentra rodeada de cuarzo, con microfracturas rellenas de cuarzo, el cual también forma una primera zona alrededor de algunos minerales opacos. La textura de los fragmentos de las breccias cambia fuertemente y el único mineral que subsiste a esta alteración es el feldespato alcalino.

##### Sericitización.

Este tipo de alteración se cartografió en el plano geológico de superficie sólo en el dique microgranítico, ya que el granito está totalmente alterado por meteorización, en el interior de la mina se presenta tan abundante que hasta los fenocristales de ortoclasa están sericitizados. En el granito la sericita reemplaza a las plagioclasas y dependiendo del grado de reemplazamiento es la alteración. La biotita está transformada a muscovita. Los minerales opacos generalmente vienen acompañados de sericita, rodeándolos en una o más bandas concéntricas.

#### Cloritización.

Esta alteración no se cartografió en la superficie, debido a que su presencia es muy limitada, sin embargo, es común observarla en el interior de la mina. Al microscopio las texturas del granito y microgranito varía muy poco con esta alteración. En la plagioclasa la clorita se presenta a lo largo de los planos de macla mientras que en el feldespato alcalino se presenta a lo largo del crucero. La biotita está total o parcialmente reemplazada por clorita.

#### Relación Alteración - Mineralización.

Las alteraciones hidrotermales de la roca encajonante están relacionadas con la mineralización de oro y plata. Se observa a nivel microscópico que algunos minerales opacos vienen acompañados de sericita (rodeados por ella), mientras otros vienen acompañados de cuarzo o calcedonia (rodeados de una primera zona); con esto se comprueba que algunos minerales de interés económicos están ligados a la silicificación y otros a la sericitización. Por otro lado, se observaron algunas fracturas rellenas de cuarzo y feldespato alcalino (lo anterior debe tomarse en consideración para una evaluación del contenido de sílice, ya que podría no ser 100% todo lo que se considera como tal).

#### IV.2.2 Alteración Meteórica.

##### Argilización.

Los minerales característicos de esta alteración, incluyen: antigorita, dolomita, notrolita y cuarzo. Este tipo de alteración no está bien desarrollada en el granito y en el microgranito, afecta sólo débilmente a la fracción feldespática. La dolerita es la roca más argilizada pues sus plagioclasas están parcialmente alteradas.

Microscópicamente se observan cristales tabulares de plagioclasas cálcicas argilitizadas; esta alteración no es de origen hidrotermal, sino que están ligadas a la acción del agua filtrada a través de las fracturas.

#### IV.3 MORFOLOGIA DE LA VETA.

En el área de La Guitarra las vetas tienen rumbos Noroeste, generalmente con echados al Suroeste; siendo la más importante en la localidad la veta La Guitarra, la cual tiene un rumbo general NW70 SE y un echado promedio de 74 hacia el Suroeste, su espesor varía de 2 a 15 m, aflora casi en forma continua en una extensión de 3 kilómetros. En la parte Noroeste del área aflora la

veta Jesús Nazareno, que aparentemente es la continuación de la veta La Guitarra.

En la porción Sureste la veta La Guitarra se ramalea en seis vetas menores, tres de las cuales son nombradas: veta El Tajo, veta Doncellas y veta Central, con dirección Sureste y echados similares al de La Guitarra exceptuando la veta El Tajo, con echado contrario.

La veta El Salvador es una estructura al bajo de la veta La Guitarra y se cruza con ella más o menos a la altura del paralelo 1400, con un buzamiento promedio de 75 al Noroeste y un ancho que varía de 1 a 4 m.

La veta Concepción se localiza a unos 600 m al Sureste de la Veta La Guitarra, aflora en una longitud de 1300 m, con un rumbo general N 30 W y echado promedio de 86 hacia el Suroeste.

#### IV.4 MINERALOGIA DE LA VETA.

Se tomaron muestras tanto en la superficie como en el interior de la mina, con el objeto de: conocer la mineralogía de la mena, su paragénesis, para así explicar la génesis del yacimiento y estudiar sus texturas para dar elementos útiles en la realización de pruebas metalúrgicas.

El mineral esencial de la veta lo constituyen diversas variedades de cuarzo.

##### IV.4.1 Tipos de Cuarzo.

En la cartografía realizada por Velez S. (1985) se distinguieron varios tipos de cuarzo y la forma en que se emplaza la mineralización; a continuación se hace una descripción:

1) Cuarzo Blanco: es de aspecto masivo, color blanco "lechoso", no presenta bandeamiento y predomina en las zonas en donde el dique microgranítico forma la roca encajonante y lo reemplaza fuertemente, esto se puede apreciar en el mapeo de silicificación del plano geológico de superficie (plano no.7). Este tipo de cuarzo es menos abundante donde la roca que alberga a la veta es granito. La mineralización se presenta en: microfracturas y diseminada (muy escasa).

2) Cuarzo Bandedado: se llama así por su aspecto en bandas de diferentes tonalidades en su coloración, estas tonalidades varían generalmente de blanco a beige, pero las hay también en rosa, marrón y violeta, al parecer

esta última banda es la etapa final del cuarzo bandeado, prueba de ello es que cuando se presenta en cavidades crece hacia dentro de éstas, culminando con el depósito de cuarzo amalístico. La disposición de las bandas se hace paralela a las superficies expuestas al flujo hidrotermal. Este tipo de cuarzo se deposita preferentemente siguiendo fracturas al bajo de la veta.

3) Cuarzo Gris: el color que presenta este cuarzo es de gris o negro, no presenta bandeamiento, rara vez se encuentra fuera de las breccias (como cementante). El cuarzo blanco y bandeado se observan como fragmentos cementados por cuarzo gris, por lo cual el depósito de este último es posterior a los primeros. La mineralización en este tipo de cuarzo se presenta, diseminada, en hilos de sulfuros y fragmentos de sulfuros básicos cementados por cuarzo bandeado.

4) Breccias de Cuarzo Blanco. Este tipo de breccias están constituidas por fragmentos angulosos de cuarzo blanco, cuyo tamaño varía de unos cuantos milímetros hasta 50 cm de largo y se encuentra cementada por cuarzo gris o por bandeado, es por esta razón que al cuarzo blanco se le ha considerado el primero en depositarse.

5) Breccias de Cuarzo Bandeado. Constituidas por fragmentos de cuarzo bandeado y cuarzo blanco, rara vez están formadas exclusivamente de cuarzo bandeado.

Se observan dos generaciones de cuarzo bandeado, una anterior al depósito de cuarzo gris y otra posterior, prueba de ello es la existencia de cuarzo bandeado que rodea a las breccias de cuarzo bandeado cementada por cuarzo gris y cuarzo bandeado de una segunda generación que corta al cuarzo bandeado de la primera generación.

#### SUCESION PARAGENETICA DEL CUARZO

Cuarzo Blanco -----  
Cuarzo Bandeado -----  
Brecciación -----  
Cuarzo Gris -----

Es importante mencionar que la mineralización también se encuentra en fracturas que cortan la estructura y en ocasiones en zonas de oxidación.

De las observaciones de campo se puede inferir, por simple comparación entre los planos geológicos de interior y de muestreo, que la mayor parte de la

mineralización importante (valores en un rango de 90-800 ppm de Ag, continuos a rumbo de la veta) está incluida en cuarzo bandeado. Algunos valores altos está asociados a fracturas y las zonas más pobres coinciden comúnmente con la presencia de cuarzo gris.

#### IV.4.2 Descripción de Minerales Opacos.

Para el estudio de los minerales opacos se prepararon superficies pulidas, las cuales se estudiaron por microscopía y dos ocasiones por microsonda electrónica (Velez, S. 1986)

De la observación de los minerales y la relación que guardan entre sí, se distinguieron tres eventos de mineralización, los cuales se describen más adelante (Paragénesis)

A continuación se hace la descripción de los minerales opacos:

Galena (PbS). Presenta una disolución parcial a lo largo de su cruceo acompañada de depósito de esfalerita y pocas veces se encuentra libre (este tipo de galena pertenece al primer evento). Se observa en cristales xenomórficos intercrecida con: calcopirita, antimonipearcita y esfalerita con ésta última en textura de penetración. Es reemplazada parcialmente por esfalerita (primer evento), antimonipearcita y pirargirita-proustita (segundo evento). Se encuentra como inclusiones en pirita, esfalerita y antimonipearcita. Contiene inclusiones de antimonipearcita de un tamaño inferior a 20 micras. Su tamaño varía de 2000 a 50 micras.

Esfalerita (ZnS). Se le observa con textura botroidal que alcanza a medir hasta 500 micras, diseminada, presenta un zoneamiento interno que sugiere su depósito en etapas. Se encuentra intercrecida comúnmente con pirita en textura de islas y continentes, y en textura de penetración con: calcopirita, antimonipearcita, pirargirita-proustita, tetrahedrita-tenantita y muy rara vez en galena.

La esfalerita se observa en pequeñas bandas (intercrecida con las fases minerales mencionadas en el párrafo anterior) paralelas al bandeamiento del cuarzo.

Pirita (FeS<sub>2</sub>) Se presenta en cristales hipidiomórficos, idiomórficos y xenomórficos. Intercrecida con esfalerita, galena, calcopirita, tetrahedrita-tenantita, pirargirita-proustita y marcasita. Contiene inclusiones de arsenopirita, pirrotita, esfalerita, galena, antimonipearcita y pirargirita-proustita. Se le observa

como inclusiones en galena y esfalerita. Su tamaño en cristales libres varía de 10 a 100 micras.

**Antimonipearcita**  $(Ag, Cu)_{16} (SbAs)_2 S_{11}$ . De acuerdo a las propiedades ópticas se observó una especie mineral que podría corresponder a la antimonipearcita o estanita  $(Cu, Ag)SnFeS_4$ ; por lo cual se envió esta muestra para un estudio con microsonda electrónica. De los análisis puntuales realizados, se dedujo que los elementos en combinación con la plata son: azufre, antimonio, cobre y arsenico.

La antimonipearcita se observa en cristales xenomórficos individuales, cuyo tamaño alcanza hasta 700 micras de largo. Reemplaza parcialmente a la galena algunas veces. Se presenta intercrecida con pirita, esfalerita, calcopirita (con estos tres el intercrecimiento es de penetración y recto) y tetrahedrita-tenantita. Contiene inclusiones de esfalerita. Se encuentra como inclusiones en pirita, esfalerita y pirargirita-proustita. La antimonipearcita es la fase argentífera dominante en el segundo evento.

**Pirargirita-Proustita**  $(3Ag S, (Sb-As)S_{11})$ . Se presenta en cristales xenomórficos y muestra las siguientes relaciones: en cristales libres cuyo tamaño varía de 50 a 500 micras (36.5%), en inclusiones que miden de 20 a 30 micras (29.6%) dentro de pirita y antimonipearcita, intercrecida con esfalerita (11%), calcopirita (4%), pirita (13.2%) y en exclusión con pirita y esfalerita (3%), se presenta también en microfisuras que atraviesan a la esfalerita, donde es más abundante.

**Miargirita**  $(Ag_2 S, Sb_2 S_3)$ . Se encuentra en cristales libres xenomórficos, cuyo tamaño varía de 20 a 640 micras, siguiendo fisuras.

**Calcopirita**  $(Cu Fe S_2)$ . Se presenta en finos cristales de no más de 140 micras. Generalmente es más abundante cuando están presentes sulfosales (antimonipearcita o pirargirita-proustita). Cuando el tamaño de los cristales es aproximadamente igual al tamaño de las fases mineralógicas que la acompañan presenta intercrecimiento de penetración. Se observa incluida en pirargirita-proustita, en esfalerita, no se observa en granos individuales.

**Tetrahedrita-Tenantita**  $(Cu_3 (As, Sb)_3 S_{25})$ . Se observa en microfisuras y diseminada con las relaciones siguientes: intercrecida con pirargirita-proustita, marcasita, calcopirita, esfalerita y pirita, incluida en pirargirita-proustita y en granos individuales. Su tamaño varía de 60 a 300 micras.

Marcasita (Fe S<sub>2</sub>). Se observa principalmente en microfracturas con las relaciones siguientes: en cristales individuales de hábito botroidal, incluida e intercrecida en tetrahedrita-tenantita y pirita. Se observó un tamaño máximo de 20 micras.

Hematita (Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub>). Se presenta en finas agujas libres (60%) o incluidas en cristales de pirita. Estas agujas miden desde 40 hasta 400 micras y tienen un espesor que varía de 3 a 40 micras de ancho.

Arsenopirita (Fe As S). Aparece en fracturas incluida en pirita y granos libres con un tamaño promedio de 40 micras.

Boulangerita (5Pb S<sub>2</sub> Sb<sub>2</sub> S<sub>3</sub>). Se observó en cuarzo bandeado en el nivel San Rafael su composición ha sido confirmada por análisis de microsonda.

Estibnita (Sb<sub>2</sub> S<sub>3</sub>). Se presenta en cristales radiales aciculares de hasta 5 cm de longitud intercrecida con la marcasita.

Enargita-Estibioenargita (Cu<sub>3</sub> (As,Sb)S<sub>4</sub>). Se encuentra intercrecida con la tetrahedrita-tenantita y calcopirita.

Bornita (Cu<sub>5</sub> Fe S<sub>4</sub>). Esta contenida en la pirita en pequeñas inclusiones de 10 a 30 micras.

Owyheeita (5PbS Ag<sub>2</sub> S 3Sb<sub>2</sub> S<sub>3</sub>). Se observa incluida en la pirargirita-proustita.

Plata (Ag). Se observó en el nivel San Rafael, algunas fracturas en donde la percolación del agua es continua, la presencia de plata nativa.

Oro (Au). En ninguna de las superficies pulidas observadas se detectó el oro, por propiedades ópticas, empero por análisis químicos si se reporta. Probablemente el oro es resultado de un enriquecimiento supergénico.

#### IV.5 PARAGENESIS.

Las texturas que se observaron son: disolución, intercrecimiento, reemplazamiento y relleno de fracturas. De acuerdo al estudio de texturas se reconocieron tres eventos de mineralización hipogénica (figura No. 10).

Evento I. Se caracteriza por contener principalmente galena, sustituida frecuentemente por esfalerita, el mineral accesorio es la pirita y la antimonipearcita se presenta en inclusiones en la galena. El tipo de mineralización manifiesta en este evento se presenta en fragmentos mineralizados en algunas breccias cementadas por cuarzo bandeado.

Evento II. Está representado por esfalerita (es la fase mineral más abundante), antimonipearcita, pirita, calcopirita y como minerales accidentales se presentan pirrotita, arsenopirita, pirargirita-proustita y owyheita.

La textura de intercrecimiento de la ganga y los sulfuros y sulfosales muestra que son contemporáneos. La mineralización de este evento se presenta en cuarzo bandeado, al cual contiene frecuentemente bandas oscuras constituidas de finos cristales de sulfosales, intercaladas entre las bandas de cuarzo (calcedonia y cuarzo microcristalino).

Evento III. Se caracteriza por fracturas y microfracturas que cortan transversalmente al cuarzo bandeado. Los minerales representativos de este evento son: pirargirita-proustita, tetrahedrita-tenantita, enargita-estibioenargita, calcopirita, marcasita, pirita botroidal y estibinita.

La oxidación se presenta en algunas fracturas que contienen estibinita y marcasita. En el nivel Amelia II, en algunos lugares fueron cartografiados óxidos que conservan testigos de la mineralización hipogénica (estructura radial de la estibinita).

Se observó plata nativa en el nivel San Rafael, como resultado de un enriquecimiento supergénico, en las fracturas donde se filtra el agua. El oro no se observó, pero existe, y quizá tiene el mismo origen de la plata nativa.

PARAGENESIS DE LA VETA LA GUITARRA  
 TEMASCALTEPEC, EDO. DE MEXICO.

	EVE I	EVE II	EVE III	ENR. SUP.
Galena		-----		.
Esfalerita		-----		.
Pirita		-----		.
Pirrotita			-----	.
Arsenopirita			-----	.
Antimonipercita			-----	.
Plargirita-Proustita			-----	.
Miargirita			-----	.
Calcopirita			-----	.
Enargita-Estibioenargita			-----	.
Tetrahedrita-Tenantita			-----	.
Marcasita			-----	.
Estibinita			-----	.
Bornita			-----	.
Hematita			-----	.
Boulangerita			-----	.
Owyheeita			-----	.
Plata Nativa				-----
Oro				-----

#### IV.6 GENESIS DEL YACIMIENTO.

La fase de tensión (Oligoceno), formó grandes zonas de debilidad por las que se emplazaron diques micrograníticos y circularon fluidos hidrotermales en diferentes eventos, los cuales dieron origen a la veta La Guitarra.

El primer evento hidrotermal dió lugar al depósito de galena y esfalerita, esta mineralización (temprana o precoz) fue brecciada y redisuelta prácticamente en todo el yacimiento. Un segundo evento depositó cuarzo bandeado, esfalerita, antimonipearcita, calcopirita, etc., el cual es seguido de un brecciamiento surgido por fenómenos hidrotermales de temperaturas quizás más elevadas que disolvieron total o parcialmente la mineralización y que están representados por la formación de breccias cementadas por cuarzo blanco o gris. Esta redisolución trajo como consecuencia la migración de los metales depositados (removilización) y la formación de breccias de cuarzo blanco o bandeado cementadas por cuarzo gris estéril. En las últimas etapas de hidrotermalismo, la mineralización se emplaza en fracturas que cortan oblicua o paralelamente a la estructura o al cuarzo bandeado, es importante la presencia en estas etapas de la marcasita y pirita de hábito botrcidal, que nos muestran disminución de la temperatura del sistema.

El enriquecimiento supergénico es producto del paso del agua meteórica por las fracturas.

## CAPITULO V ESTIMACION DE RESERVAS

=====

### V. 1. Nociones Generales

Desde el punto de vista económico, las reservas de mineral valiosas de un yacimiento son su tonelaje, ley, y todo el conjunto de rasgos que lo caracterizan, tales como: forma, localización, dimensiones, posición, recuperaciones metalúrgicas, sistema de explotación, mercado, precios, etc.

En un yacimiento donde existen zonas tanto de altas leyes como de bajas leyes, es de primordial importancia determinar de la mejor manera posible los lugares que deben minarse de acuerdo con su costo de explotación y con los precios de los metales del momento. Por lo anterior, es importante dividir en términos económicos el mineral y para ello empezaremos por definir "Costos Fijos" y "Variables"; que serán útiles para el estudio que aquí trataremos.

" Los Costos Fijos son todos aquellos costos en que se tiene que incurrir independientemente de los posibles cambios en volumen de producción " (Chico, 1984).

Ejemplos de costos fijos son los siguientes : costos de los departamentos de staff o de apoyo, materiales de oficina, energía eléctrica para alumbrado, mantenimiento y limpia de acequias, mantenimiento de casas y jardines, mantenimiento de ventiladores, etc.

" Costos variables son aquellos en que es necesario incurrir para obtener una unidad de producción y que variarán, como es lógico, al variar el volumen de producción. Generalmente casi la totalidad de ellos se localiza dentro de los departamentos de línea (mina, planta de beneficio y mantenimiento )" (Chico, op cit.).

Como ejemplos de costos variables tenemos los siguientes : costos de explosivos en operaciones productivas, costos de acero de barras o brocas en operaciones productivas, costos de reactivos, costo de medio de molinada, ya sea bolas o barras, combustibles para equipo productivo, etc.

Una vez definidos los términos de costos fijos y variables procederemos a definir el mineral en términos económicos:

Mineral Costeable : es aquel cuyo valor neto es superior a la suma de todos los costos. No podemos llamar mineral costeable a aquel cuyo valor sea igual a la suma de todos los costos pues se comprenderá fácilmente que el objetivo de las operaciones es obtener utilidades y por lo tanto un mineral que sólo pagara sus costos no permitiría alcanzarlas.

Mineral Marginal : esta clase de mineral es aquel cuyo valor neto es mayor en cierta cantidad en comparación con sus costos variables de minado, extracción y beneficio.

Como se comprenderá, se indica que se requiere que su valor sea superior al costo variable para que de esta manera contribuya en parte a cubrir los costos fijos. No se menciona una cantidad determinada en la suma que debe exceder a sus costos variables, ya que esto depende de varios factores diferentes en cada mina. La suma que se requiere que exceda al equivalente del costo dependerá del volumen de mineral marginal que se incluya en la producción.

Mineral Incosteable: este mineral es aquel cuyo valor neto es menor a su costo de minado, extracción y beneficio, tomando en cuenta para ello los precios de los metales del momento o bien los de los períodos que se proyecta y lógico también tomando en cuenta los costos en los mismos períodos.

La estimación de reservas en conjunto es una operación muy importante y compleja que necesita mucho cuidado de los encargados de cumplirla (recordemos que en la estimación de reservas hay que utilizar tanto datos técnicos como económicos concernientes al yacimiento).

## V.2 Estimación de Reservas de la Veta La Guitarra.

V.2.1. El objetivo de este capítulo es determinar:

- 1) El tonelaje.
- 2) La ley promedio de oro y plata.
- 3) La distribución y comportamiento del mineral en la extensión de todo el yacimiento y en ciertos sectores de éste.
- 4) La importancia económica de las reservas evaluadas.
- 5) La precisión de los resultados.

V. 2.2 Naturaleza de la información usada. La estimación se realizó con base en:

- 1) Un muestreo de canal, con intervalo constante entre cada línea de muestreo igual a dos metros, realizado en los niveles San Francisco, Amelia II, San Rafael y contrapozos entre estos socavones.
- 2) Los datos de cada muestreo individual son: ancho de muestra expresado en metros (m) y ley de oro y plata expresadas en gramos por tonelada (gr/ton).
- 3) El peso específico que se utilizó es de 2.5 toneladas métricas por metro cúbico.
- 4) Para establecer los límites de cada bloque de mineral en términos económicos se elaboraron: un balance metalúrgico, una liquidación proforma y un cálculo de valores unitarios (Ver Anexo V.1).

Para establecer las características del mineral de reservas, se manejaron los siguientes límites:

- 1) Límite inferior del Mineral Costeable: 25.00 U.S. dólar/ton.
- 2) Límite inferior del Mineral Marginal: 20.00 U.S. dólar/ton.
- 3) Límite inferior del Mineral de Interés: 17.00 U.S. dólar/ton.

De lo anterior se desprenden los siguientes límites, en función de la ley de plata y/o su equivalente en oro:

- 1) Ley límite inferior del Mineral Costeable: 183 gr/ton de Ag
- 2) Ley límite inferior del Mineral Marginal: 151 gr/ton de Ag.
- 3) Ley límite inferior del Mineral de Interés: 113 gr/ton de Ag.

### V.2.3 Estimación de Reservas por el Método de Bloques Minables.

Este método consiste, a grandes rasgos, en delimitar el yacimiento en bloques (generalmente en forma de rectángulo) de acuerdo a factores de tipo geológico, técnico-económico (tipo de mineral, zonas de alta y baja ley, ancho del cuerpo, método de explotación, etc.) y según el grado de prospección de los diferentes sectores del yacimiento relacionados con las correspondientes categorías de reservas que abajo se definen:

**Mineral Probado:** aquel cuerpo mineralizado, que está expuesto en dos niveles sucesivos y a lo largo de una obra directa que comunique ambos niveles (rampa o contrazo, o bien por medio de abanico de barrenos entre ambos niveles).

**Mineral Probable:** aquel cuerpo mineral expuesto en un solo nivel y al cual se le da una influencia de existir (arriba y abajo) a una distancia establecida. (Por ejemplo para el caso de la veta La Guitarra se consideraron 20 m arriba y abajo).

**Mineral Potencial o Indicado:** aquel que se espera puede existir más allá de los límites del mineral probable, tomando en consideración proyecciones de cuerpos similares conocidos.

El procedimiento y las fórmulas de cálculo a continuación se describen:

1) Se colorearon los planos de muestreo de acuerdo a sus leyes (muestras individuales) de plata.

Rojos > 200 gr/ton  
Naranja de 200 - 100 gr/ton  
Verde < 100 gr/ton

Lo anterior se hizo con el propósito de delimitar las zonas de mineral en el plano.

2) Se obtuvieron los promedios ponderados de cada línea de muestreo mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ancho de la línea} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}{n} \quad (1)$$

$$\text{Ley Promedio} = \frac{A_1 L_1 + A_2 L_2 + A_3 L_3 + \dots + A_n L_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (2)$$

Donde:  $A_n$  = Ancho (n-ésimo)  
 $L_n$  = Ley (n-ésima)  
 $n$  = Número de Muestras.

3) Se ajustaron los valores disparados de acuerdo al promedio aritmético de cinco muestras, la del valor alto disparado y sus vecinas (2 antes y 2 después de ella).

4) Se consideró un ancho mínimo minable de 1.20 m por cuestiones de operación, es decir que para todas aquellas muestras cuyo ancho sea menor a 1.20 m se tuvo que diluir. La dilución es la reducción en ley y aumento en volumen del mineral, debido a que es necesario extraer material estéril (tepetate), por razones operativas, junto con el mineral.

Esto es: Sea  $A$  = ancho real de la veta con ley  $L$

Si  $A < 1.20$  m entonces

El nuevo ancho será:  $A + a_1 + a_2 = 1.20$  m

donde  $a_1$  y  $a_2$  son anchos adyacentes a  $A$

en la misma línea de muestreo con leyes  $l_1$  y  $l_2$  y la nueva ley será:

$$\text{Ley diluida} = \frac{a_1 l_1 + A l + a_2 l_2}{1.20}$$

5) Se delimitaron los bloques de acuerdo a lo que ya se mencionó al principio de esta descripción y se obtuvieron las leyes y el ancho promedio de cada bloque mediante las fórmulas (2) y (3) respectivamente.

$$\text{Ancho Promedio} = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}{n} \quad (3)$$

De cada bloque se obtuvieron los siguientes datos: ancho promedio (m), ley promedio de Oro y Plata en gramos por tonelada, tonelaje (T.M.) (Ver Anexo V.2)

### V.3 Estimación de Reservas por Geoestadística.

George Matheron (1963) fué el primero en darle formalidad a la geoestadística, la cual definió como: "La aplicación de las funciones aleatorias al reconocimiento y estimación de fenómenos naturales". Es básico en geoestadística considerar que las variables de fenómenos naturales son de carácter mixto, es decir, están compuestas por dos aspectos, uno espacial o estructural y otro aleatorio; además a las variables aleatorias por estar distribuidas en el espacio, se les conoce con el nombre de variables aleatorias regionalizadas (v.a.r.) y presentan las siguientes características generales:

(i) Región: se refiere a la extensión en la cual existe y se realiza un fenómeno natural.

(ii) Localización: se refiere a la posición dentro de la región, en la cual una v.a.r. tiene lugar.

(iii) Soporte Geométrico: se entiende como la determinación física de la realización de una v.a.r. siguiendo una misma técnica (mismo tamaño relativo, volumen, método de ensayo, etc.)

De acuerdo a lo sugerido por la geoestadística de proceder a la regularización del soporte, el análisis estadístico, el análisis estructural, la selección del tamaño de bloques a minar, etc. Se presentan a continuación los resultados derivados de la información de la veta La Guitarra; que se obtuvieron mediante un Paquete Geoestadístico para la evaluación computarizada de reservas, desarrollado por Berlanga (1986), escrito en lenguaje Fortran-IV y está diseñado para operar en sistema de micro y mini-computadoras de 16 bits y memoria mínima de 40 k bytes.

#### V.3.1 Análisis Estadístico:

1.A) Tipos de Distribución. Se construyeron los histogramas experimentales que abajo se mencionan, con el objeto de conocer el tipo de distribución estadística de las variables en estudio y así poder seleccionar el método geoestadístico adecuado para la evaluación de las reservas.

Tipos de Histogramas (Ver Anexo V.3) :

- |           |               |
|-----------|---------------|
| 1.- Ancho | 4.- Log Ancho |
| 2.- Oro   | 5.- Log Oro   |
| 3.- Plata | 6.- Log Plata |

Como podrá verse del análisis estadístico, un modelo de distribución probabilístico Log-Normal resultó ser congruente con las variables, por supuesto cada una con sus respectivos parámetros (media y varianza).

1.B) Estudio de Correlación.

Recordemos brevemente el concepto de coeficiente de correlación (R) que se define como el cociente de la covarianza entre el producto de las desviaciones estándar de dos variables en estudio, (Obregon, 1977) esto es:

$$R_{xy} = \frac{T_{xy}}{T_x T_y}$$

Donde:  $R_{xy}$  = Coeficiente de correlación entre x e y  
 $T_{xy}$  = Covarianza de xy  
 $T_x$  = Desviación estándar de x  
 $T_y$  = Desviación estándar de y

El coeficiente de correlación es un indicador adimensional y cuando el valor absoluto de R es igual a 1 se dice que existe una correlación perfecta entre x e y; es decir se puede expresar una de ellas como una función lineal de la otra. Cuando  $R = 0$  se afirma que las variables son linealmente independientes.

En nuestro caso del estudio realizado de correlación de las variables, que en general resultaron bajas, incrementándose cuando se utilizó el logaritmo de los valores, aún cuando no se llegaron a niveles que permitan afirmar que hay una buena correlación. ( Ver Anexo V.4).

Resultados del estudio de correlación:

Variabes Correlacionables	Coefficientes de Correlación
Oro vs Ancho	0.06
Plata vs Ancho	0.01
Plata vs Oro	0.44
Log Oro vs Log Ancho	0.07
Log Plata vs Log Ancho	0.16
Log Plata vs Log Oro	0.68

### V.3.2 Análisis Estructural.

Esta etapa imprescindible tiene por objeto construir e interpretar el semivariograma, función representativa de la variabilidad espacial de las variables (Ver Anexo V.5).

2.A) El Semivariograma. Se define como la varianza de la diferencia de dos variables aleatorias, separadas una de otra por una distancia h. La expresión matemática del semivariograma es :

$$r^*(h) = \frac{2}{2N} \sum_{i=1}^N (z(x_i+h) - z(x_i))^2$$

donde:  $r^*(h)$  es la función semivariograma  
 $z(x_i)$  es el valor de la variable regionalizada  $Z(x)$  en la posición  $x_i$

$z(x_i+h)$  es el valor de la variable regionalizada  $Z(x)$  en la posición  $x_i + h$

$N$  es el número de pares determinados.

### 2.B) Anisotropía.

Estudiando el semivariograma en varias direcciones, se puede determinar la existencia de posible anisotropía, tal como el cambio de rango, meseta y efecto pepita con la dirección. La anisotropía nos servirá para dar peso a las muestras. Según la dirección de mayor continuidad, será mayor el peso de las muestras con respecto a otras colocadas a la misma distancia pero en la dirección de menor continuidad (en cuanto al espacio muestreado), esto no quiere decir que la mineralización económicamente importante (superior a la ley de corte para ese tiempo) sea continua en dicha dirección.

Para efectos del estudio se construyeron semivariogramas en dos direcciones, las cuales son:

Dirección 1: A lo largo del eje X (0 grados)  
Dirección 2: Dirección diagonal (55 grados)

Se construyeron semivariogramas para las mismas 10 variables del análisis estadístico.

Las conclusiones a las que se llegaron en el análisis estructural son las siguientes:

(1) Dada la distribución probabilística que siguen las leyes del oro, la plata y los anchos se decidió utilizar solamente los semivariogramas construidos con el logaritmo de los valores de las leyes, por los representantes del fenómeno en estudio.

(2) Puede afirmarse que existe anisotropía en el comportamiento del depósito. Se anexan las gráficas de los semivariogramas (Ver Anexo 3).

(3) Los parámetros geoestadísticos que se derivaron para cada una de las variables son los siguientes:

Variable	Dirección	Rango	Dif. Meseta- Efecto Pepita	Varianza Efecto Pepita
		(a)	$(C_1 - C_0 - C_0)$	(C)
			1	0
Ancho	0	42.00	0.0310	0.0517
	55	25.00	0.0390	
Oro	0	38.00	1.5000	2.0900
	55	18.00	2.0900	
Plata	0	34.00	1.3300	1.8280
	55	24.00	1.6200	

(4) Tomando en consideración el punto anterior, se observa que el yacimiento presenta rangos de correlación mayores en la dirección 1 (0 grados), es decir, la zona de influencia de una muestra sobre su vecindad es considerable, y va desde 42.00 m (ancho) como máximo, hasta un mínimo de 34.00 m (plata). En la dirección 2 (55 grados) los rangos de correlación son menores, y varían de 25 m (ancho) como máximo a 18 m (oro) como mínimo.

### V.3.3 Ajuste a un Modelo Matemático.

El objeto de ajustar un modelo matemático es el tener expresado el semivariograma mediante una fórmula matemática representativa del fenómeno o yacimiento en estudio, dicha fórmula interviene en el sistema lineal de ecuaciones formado con la intención de calcular los pesos óptimos que se asignan a las muestras consideradas en la evaluación.

Atendiendo a las características del semivariograma, rango y meseta, modelos teóricos pueden ser ajustados al comportamiento observado en semivariogramas experimentales.

El modelo que se ajustó a cada uno de los semivariogramas construidos fué el modelo esférico, el cual tiene la siguiente fórmula general:

$$r(h) = C + C \left( 1.5 \left( \frac{h}{a} \right) - 0.5 \left( \frac{h}{a} \right)^3 \right) \quad \text{para } h = a$$

$$r(h) = C + C = C \quad \text{para } h = a$$

donde:  $r(h)$  = función semivariograma  
 $C$  = efecto pepita  
 $C$  = meseta  
 $C$  = meseta- efecto pepita  
 $a$  = rango de correlación.

#### V.3.4 Inventario de Mineral.

Después de obtener los parámetros geoestadísticos de los tres niveles estudiados, para cada una de las variables en consideración, el paso siguiente consistió en realizar estimaciones locales de mineral, es decir, el cálculo de bloques de mineral, mediante el procedimiento llamado Krigeage Log-Normal (Berlanga, 1986).

El método del Krigeage Log-Normal es una técnica de estimación local que proporciona el estimador  $Z_k$  las características del fenómeno en estudio, en donde las variables aleatorias son congruentes con la distribución probabilística log-normal. Dicho estimador del krigeage se obtiene de la siguiente manera:

$$Z_k = \frac{\sum_{i=1}^n Z_v}{n}$$

\*

Donde :  $Z_k$  = Estimador del Krigeage  
 $i$  = Son coeficientes que representan los pesos de influencia asociados a cada una de las muestras en consideración, asegurando que el estimador sea imparcial (o insesgado) y que la varianza de estimación (error asociado al cálculo) sea mínima.

Para efectos de cálculo se delimitaron 11 superbloques (Ver plano No. 11) que a su vez fueron divididos en bloques de dimensiones de 10 m x 10 m.

Cada bloque se localizó por sus coordenadas (referidas a paralelos y elevaciones), estimando las leyes promedio respecto al punto central del bloque, evaluando cada metal de acuerdo a sus parámetros geoestadísticos correspondientes. La ley obtenida es de acuerdo al logaritmo de las leyes.

La información que se obtuvo para cada superbloque es la siguiente: número de superbloque, número de bloques a krigear, información para cada bloque y promedios para el superbloque. A su vez la información que se obtuvo para cada bloque consiste de : coordenada "x" (referencia a paralelos), coordenada "y" (referencia a elevaciones), ley promedio (gr), desviación (gr), tonelaje (Ton métricas) y contenido (Kg) (Ver Anexo V.6)

#### V.5. Comparación de los Resultados por Los Dos Métodos (Ver Planos Nos. 11 y 12)

Resúmen comparativo del Cálculo de Reservas de la veta La Guitarra, Municipio de Temascaltepec, Estado de México.

	Método de B. Minables	Método Geoestadístico
Inventario de Mineral		
Tonelaje (T.M.)	-----	435,800
Desviación (T.M.)	-----	54,040
Ley Promedio Au (gm/Ton)	-----	0.66
Desviación L.P. Au (gm/Ton)	-----	0.17
Ley Promedio Ag (gm/Ton)	-----	107
Desviación L.P. Ag (gm/Ton)	-----	13
Ancho Promedio (m)	-----	2.19
Desviación A.P. (m)	-----	0.012

Reservas Tipo	Probadas + Probables	Rango de correlación máximo en la dirección de 55 grados es 24m para la Ag y 18m para el Au, por lo cual se tomaron 20m de influencia
------------------	-------------------------	---

Tonelaje (T.M.) con Ley de Ag mayor o igual 188 gm/ton.	95,200	87,200
Desviación (T.M.)	-----	660
Ley Promedio Au (gm/Ton)	1.86	1.62
Desviación L.P. Au (gm/Ton)	-----	0.21
Ley Promedio Ag (gm/Ton)	272	266
Desviación L.P. Ag (gm/Ton)	-----	19
Ancho Promedio (m)	1.89	2.44
Desviación A.P. (m)	-----	0.035

Tipo	Potenciales	No tiene sen- tido calcular más allá del rango de co- rrelación ya que las muestras practicamen- te no pre- sentan co- rrelación.
------	-------------	---

Tonelaje (T.M.) con Ley de Ag mayor o igual 188 gm/ton.	174,000	-----
Desviación (T.M.)	-----	-----
Ley Promedio Au (gm/Ton)	1.72	-----
Desviación L.P. Au (gm/Ton)	-----	-----
Ley Promedio Ag (gm/Ton)	264	-----
Desviación L.P. Ag (gm/Ton)	-----	-----
Ancho Promedio (m)	1.99	-----
Desviación A.P. (m)	-----	-----

Total de Reservas

Tonelaje (T.M.) con Ley de Ag mayor o igual 188 gm/ton.	269,200	87,200
---	---------	--------

Desviación (T.M)	-----	660
Ley Promedio Au (gm/Ton)	1.77	1.68
Desviación L.P. Au (gm/Ton)	-----	0.21
Ley Promedio Ag (gm/Ton)	267	266
Desviación L.P. Ag (gm/Ton)	-----	19
Ancho Promedio (m)	1.94	2.44
Desviación A.P. (m)	-----	0.035

Resumen comparativo Conclusiones de Reservas de la veta La Guitarra, Municipio de Temascaltepec, Estado de México.

	Método de B. Minabiles	Método Geostatístico
Morfología del Yacimiento	* Veta con mineralización en clavos de espesor y ley constantes en el sentido de su tendencia	* Veta con mineralización en clavos, dentro de áreas restringidas de ancho y ley variables.
Ventajas del Método	<p>* Aplicable con cualquier volumen de información</p> <p>* Para su calculo puede utilizarse una calculadora de bolsillo</p>	<p>* Considera la distribución probabilística del mineral para la selección del método geostatístico idóneo</p> <p>* Se conoce el rango de correlación de las muestras y se toma en consideración para dar la influencia en lugares adjuntos a las zonas muestreadas.</p> <p>* Detecta la anisotropía y la considera al evaluar.</p> <p>* Optimo en la mínima varianza de error.</p>

Desventajas del Método.

- \* No optimo
- \* No toma en cuenta la correlación espacial de la información.
- \* No detecta anisotropia.
- \* Incapaz de calcular la incertidumbre de la evaluación.
- \* Está sujeto a las variaciones en criterio de persona a persona, de empresa a empresa y de tiempo.

\* Permite calcular la incertidumbre asociada a la evaluación.

\* Requiere de un volumen considerable de información.

\* Debe ser programado en lenguaje de computador.

Beneficios en Operación Minera

-----

\* El calculo de bloques individuales es útil para la producción diaria.

\* Es posible investigar los efectos que producirán en los resultados diferentes planes de muestreo.

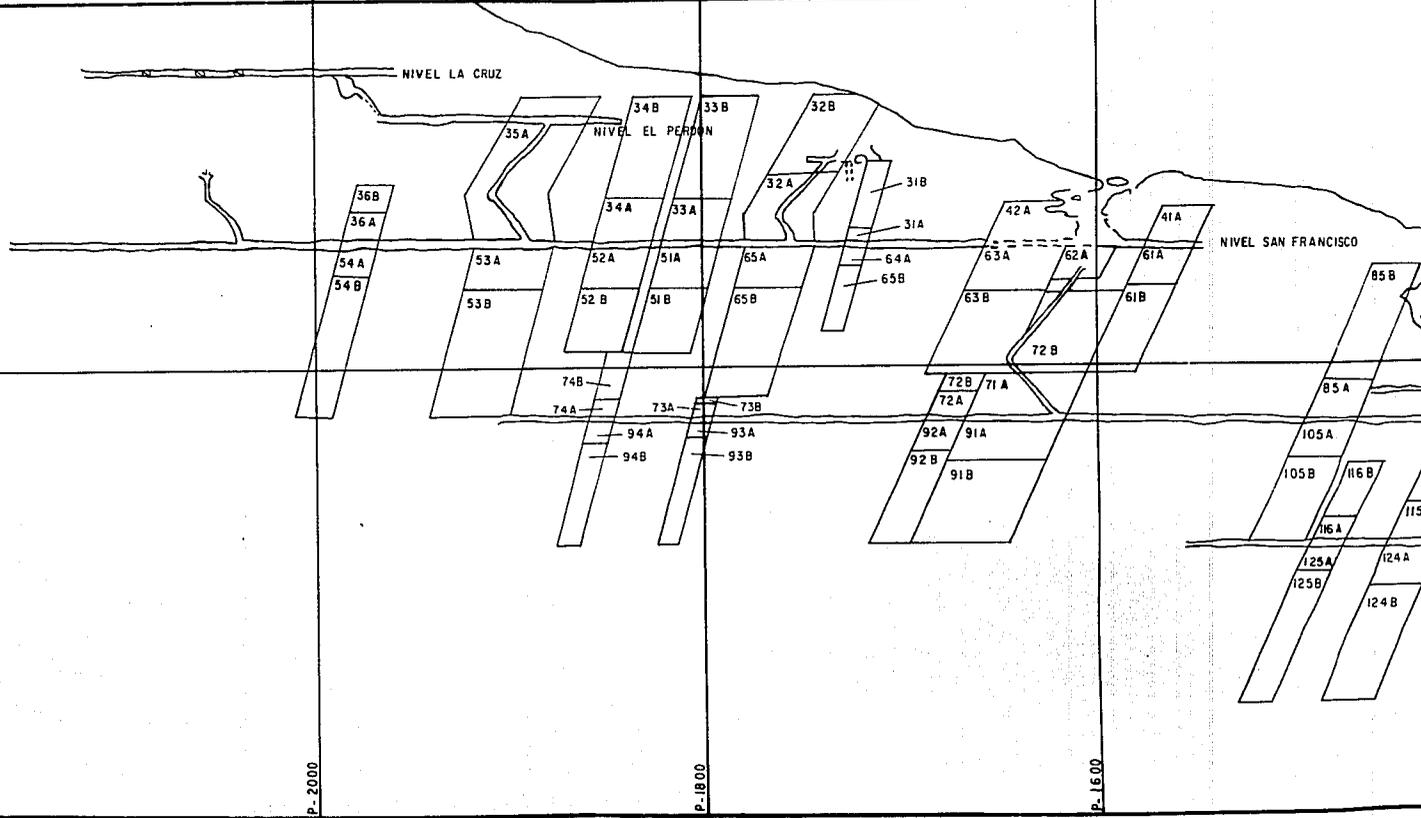
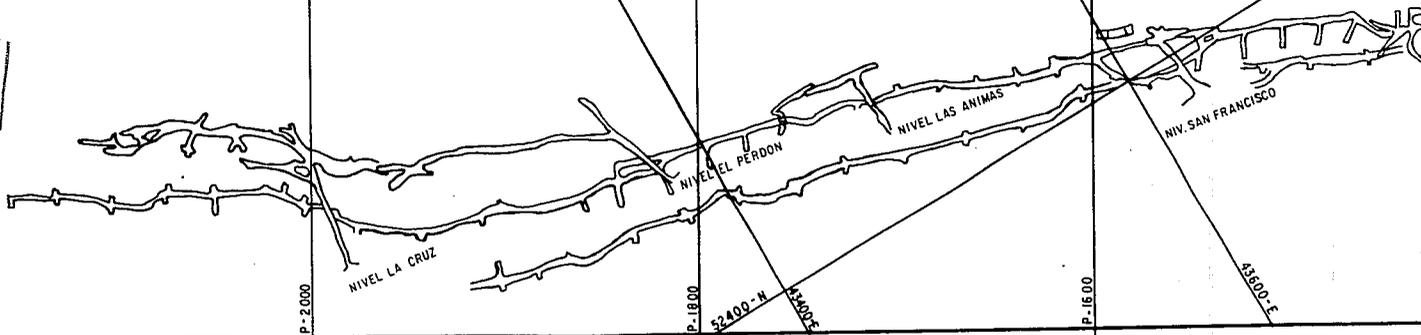
Beneficios en Geología.

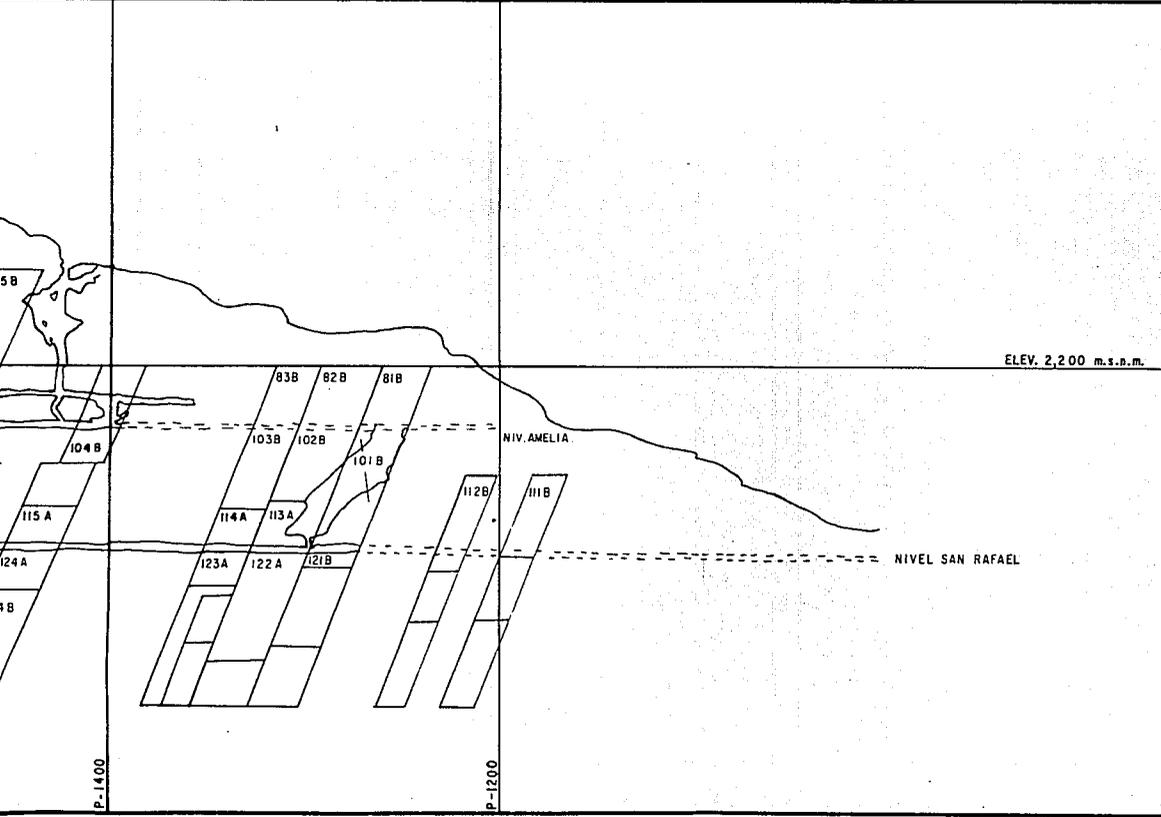
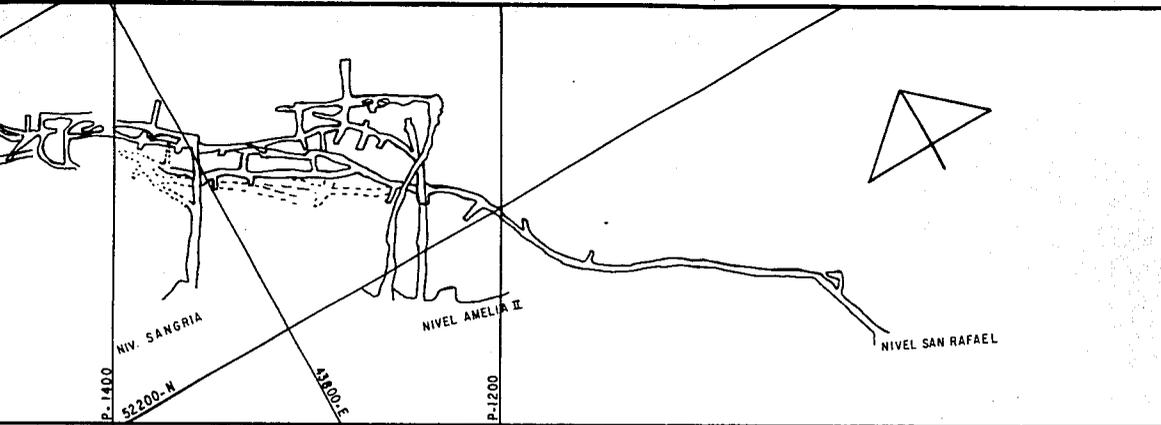
-----

\* Da elementos útiles para interpretación geológica, tales como las correlaciones entre metales y ancho.

\* Puede ayudar en la exploración para: la búsqueda de guías de la mineralización (correlaciones) y planes de exploración (rango correlación).

Continúa





CATEGORIAS

COSTO

PROBADO



PROBABLE



POTENCIAL

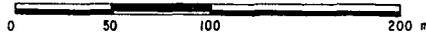


UNAM	FACULTAD
	TESIS
	PLAN DE VETA RESERVAS
	MA. MAGDALENA LU

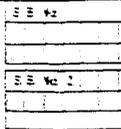
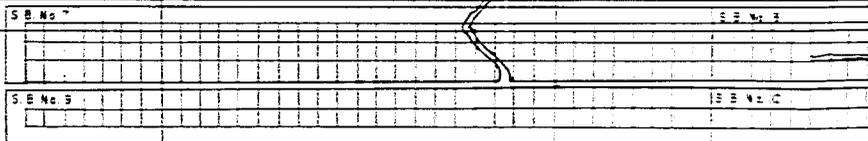
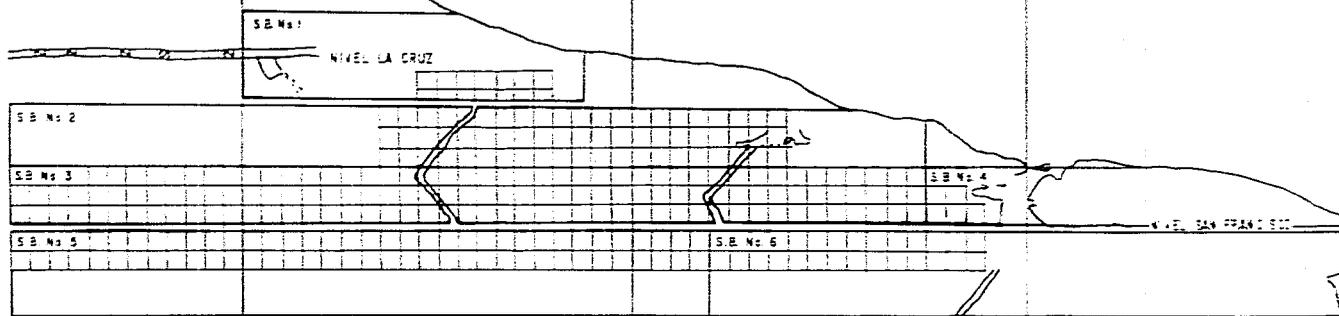
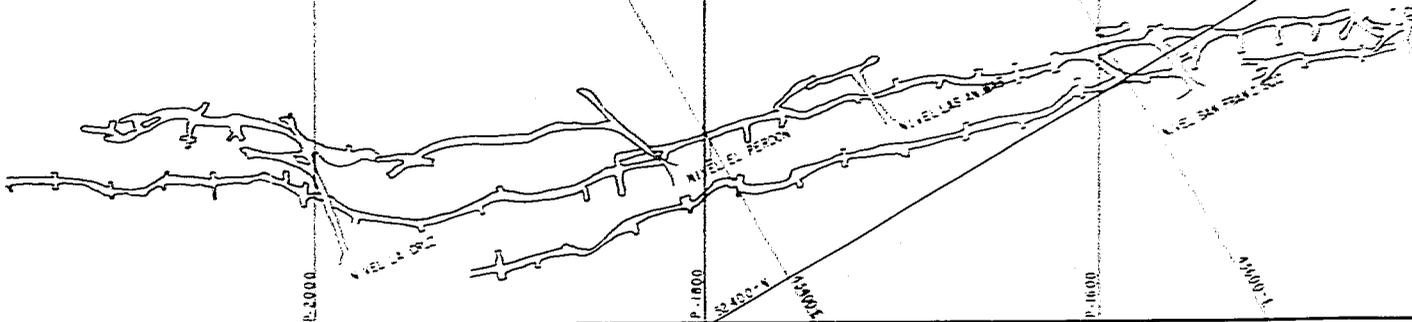
### RESERVAS

CATEGORIAS	COSTEABLE	MARGINAL	DE INTERES
PROBADO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PROBABLE	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
POTENCIAL	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

ESCALA GRAFICA



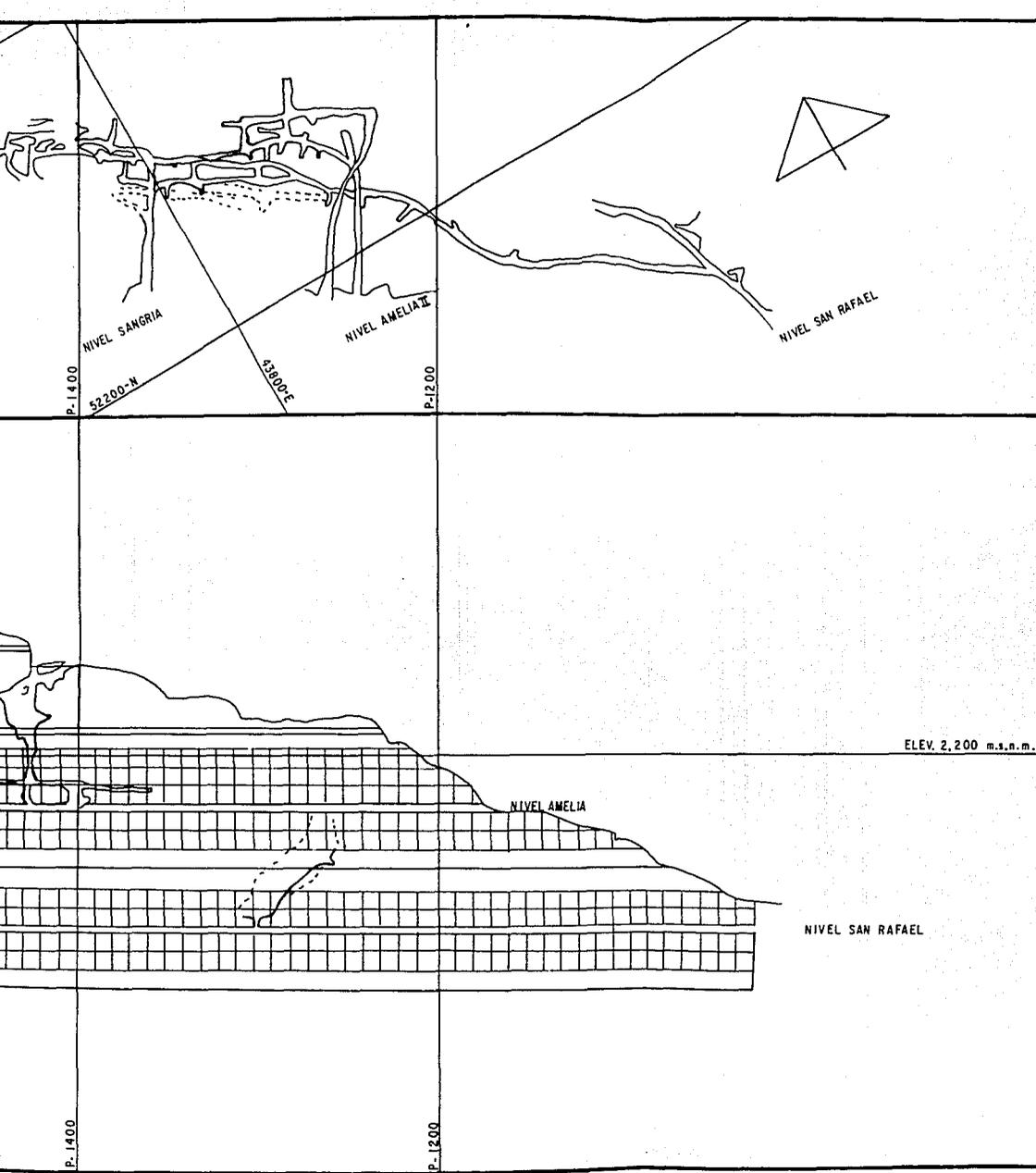
<b>U N A M</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
	<b>PLANTA Y SECCION VETA LA GUITARRA RESERVAS METODO DE BLOQUES</b>	
	<b>MA. MAGDALENA LUNA GARCIA</b>	<b>ESC.1:2500</b>



P. 2000

P. 1800

P. 1600



S. B. No. —

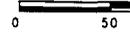
CATEGORÍA

COSTEABLE

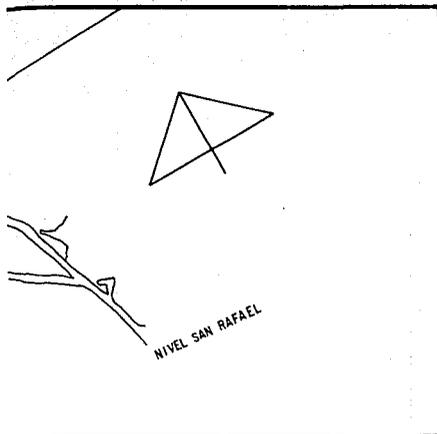
MARGINAL

DE INTERÉS

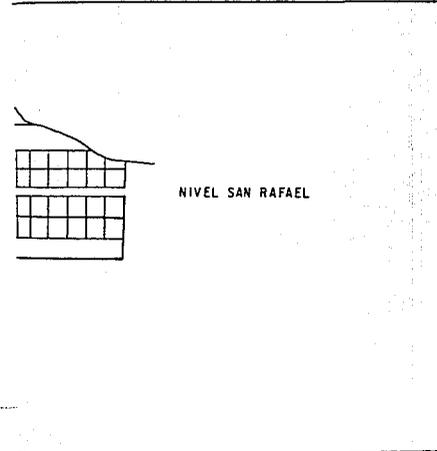
ESCALA



UNAM	FACULTAD
	TESIS
	PLANTA VETA RESERVAS MET
	MA. MAGDALENA LUNA G



ELEV. 2,200 m.s.n.m.



**NOTACION**

S. B. No. — SUPER BLOQUE NUMERO

**RESERVAS**

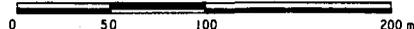
CATEGORIA

COSTEABLE

MARGINAL

DE INTERES

ESCALA GRAFICA



<b>U N A M</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
	<b>PLANTA Y SECCION</b>	
	<b>VETA LA GUITARRA</b>	
<b>RESERVAS METODO GEOESTADISTICO</b>		
	MA. MAGDALENA LUNA GARCIA	ESC. 1:2500
		PLANO No. 12

**A N E X O    V . 1**

A N E X O V.1

VETA LA GUITARRA

TEMASCALTEPEC, EDD. DE MEXICO

BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	TONELADAS	LEYES		CONTENIDOS			
		gm/Ton		Kg		%	
		Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
CABEZAS	1,000.00	1.57	229	1.570	229.000		
CONC. BULK	33.10	39.86	5,632	1.319	193.047	84.03	84.30
COLAS	966.90	0.26	37	0.251	35.953	15.97	15.70

A N E X O V I

VETA LA GUITARRA

TEMASCALTEPEC, ESTADO DE MEXICO.

CALCULO DE VALORES UNITARIOS

PRECIOS DE LOS METALES

Au \$323.90/oz

Ag \$6.11 /oz

	Au	Ag	TOTAL
PAGOS POR TON. DE CONC	393.62	1,077.25	1,470.87
MENOS DERECHOS SOBRE MINERIA	22.70	63.75	86.45
PAGOS NETOS/TON DE CONC	370.92	1,013.50	1,384.42
MENOS GASTOS DE VENTAS (DEDUCCIONES DE MAQUILA, FLETES, ETC.)	33.79	92.31	126.10
VALOR NETO/TON. CONC.	337.13	921.19	1,258.32
LEYES DEL CONCENTRADO (gm)	39.86	5,832.00	
RECUPERACION DEL MINERAL (%)	84.03	84.30	
VALORES NETOS UNITARIOS DEL MINERAL	\$ 7.11/gr	\$ 13.31 /100 gr.	

A N E X O V. 2

A N E X O V 2  
 RESULTADOS DEL CALCULO DE RESERVAS  
 POR EL METODO DE BLOQUES  
 MINABLES  
 VETA LA GUITARRA

RESERVAS	TONELAJE	ANCHO (m)	L E Y E S	
			ORO (Au) gm/Ton	PLATA (Ag) gm/Ton
PROBABLES (A)	95,260	1.89	1.86	272
POTENCIALES (B)	174,015	1.99	1.72	264
T O T A L	269,275	1.94	1.77	267

MINA LA GUITARRA

VTA LA GUITARRA

SUPERBLOCK 5 Y 6

NIVEL SAN FRANCISCO

BLOCK	REFERENCIA (PARALELOS)	TONELAJE	ANCHO	Au	Ag
		T.M	m	g/T.M.	g/T.M.
61 A	1550-1575	1,615	1.52	0.46	166
61 B	1550-1575	4,370	1.52	0.46	166
62 A	1592-1657	1,455	1.68	1.65	117
62 B	1592-1657	485	1.68	1.65	117
63 A	1615-1657	3,900	1.86	4.10	196
63 B	1615-1657	8,385	1.86	4.10	196
64 A	1718-1730	343	1.78	0.44	225
64 B	1718-1730	1,764	1.78	0.44	225
65 A	1743-1778	3,630	2.16	2.41	308
65 B	1743-1778	9,936	2.16	2.41	308
51 A	1792-1815	3,040	2.03	0.14	216
51 B	1792-1815	5,016	2.03	0.14	216
52 A	1826-1857	1,920	1.24	0.60	136
52 B	1826-1857	3,168	1.24	0.60	136
53 A	1877-1919	5,560	2.65	2.57	477
53 B	1877-1919	17,792	2.65	2.57	477
54 A	1877-1919	1,027	1.58	1.27	135
54 B	1877-1919	5,688	1.58	1.27	135
5A+6A		22,540	1.83	2.01	272
5B+6B		56,604	1.66	2.08	294

NOTAS:

- A - RESERVAS PROBABLES
- B - RESERVAS POTENCIALES

MINA LA GUITARRA

VTA LA GUITARRA

.. SUPERBLOCK 7 Y 8

NIVEL AMELIA II

BLOCK	REFERENCIA (PARALELOS)	TONELAJE	ANCHO	Au	Ag
		T. M	m	g/T.M.	g/T.M.
81 B	1247-1273	2,856	1.63	0.49	100 **
82 B	1273-1305	5,320	2.45	7.46	887 **
83 B	1305-1328	4,088	2.25	0.78	131 **
84 B	1395-1415	3,593	3.50	0.20	137
85 A	1470-1497	9,106	2.42	0.32	143
85 B	1470-1497	2,669	2.42	0.32	143
71 A	1618-1667	3,600	1.47	0.96	104
71 B	1618-1667	6,006	1.47	0.96	104
72 A	1667-1689	1,274	1.96	3.36	216
72 B	1667-1689	784	1.96	3.36	216
73 A	1798-1808	287	1.64	1.85	106
73 B	1798-1808	164	1.64	1.85	106
74 A	1848-1861	522	1.80	0.17	127
74 B	1848-1861	1,276	1.80	0.17	127
7A+8A		14,789	1.86	0.76	139
7B+8B		26,755	2.23	2.05	283

NOTAS:

A - RESERVAS POSIBLES

B - RESERVAS POSIBLES

\*\* LAS LEYES NO CORRESPONDEN AL NIVEL INMEDIATO

MINA LA GUITARRA

VTA. LA GUITARRA

SUPERBLOCK 9 Y 10

NIVEL AMELIA I I

BLOCK	REFERENCIA (PARALELOS)	TONELAJE	ANCHO	Au	Ag
		T. M	m	g/T. M.	g/T. M.
101 B	1247-1273	3,357	1.63	0.49	100
102 B	1273-1305	7,025	2.45	7.46	887
103 B	1305-1328	6,570	2.25	0.78	131
104 B	1395-1415	3,456	3.50	0.20	187
105 A	1470-1497	2,669	2.42	0.32	143
105 B	1470-1497	6,751	2.42	0.32	143
91 A	1618-1667	3,600	1.47	0.96	104
91 B	1618-1667	7,380	1.47	0.96	104
92 A	1667-1689	1,274	1.96	3.36	216
92 B	1667-1689	4,802	1.96	3.36	216
93 A	1798-1808	287	1.64	1.85	106
93 B	1798-1808	2,214	1.64	1.85	106
94 A	1848-1861	522	1.80	0.17	127
94 B	1848-1861	3,016	1.80	0.17	127
9A+10A		8,352	1.86	1.10	135
9B+10B		44,571	2.23	2.02	257

NOTAS:

- A - RESERVAS PROBABLES
- B - RESERVAS POSIBLES

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

MINA LA GUITARRA

VTA LA GUITARRA

SUPERBLOCK 11

NIVEL SAN RAFAEL

BLOCK	REFERENCIA (PARALELOS)	TONELAJE T.M	ANCHO m	Au g/T.M.	Ag g/T.M.
111 B	1181-1200	3,876	2.15	1.53	489
112 B	1216-1232	3,108	2.25	0.59	187
113 A	1295-1327	2,330	2.45	7.46	887
114 A	1327-1352	2,482	2.25	0.70	131
115 A	1425-1453	2,375	1.79	0.64	134
116 A	1476-1494	1,056	1.96	0.41	176
116 B	1476-1494	2,728	1.96	0.41	176
11 A		8,243	2.19	2.56	351
11 B		9,712	2.12	0.91	304

NOTAS:

- A - RESERVAS PROBABLES
- B - RESERVAS POTENCIALES

MINA LA GUITARRA

VTA LA GUITARRA

SUPERBLOCK 12

NIVEL SAN RAFAEL

BLOCK	REFERENCIA (PARALELOS)	TONELAJE	ANCHO	$\Lambda_u$	$\Lambda_g$
		T. M	m	g/T. M	g/T. M
121 B	1271-1295	989	1.63	0.49	105 **
122 A	1295-1327	5.035	2.45	7.46	827 **
123 A	1327-1352	2.482	2.25	0.78	131
124 A	1425-1453	2.375	1.79	0.64	134
124 B	1425-1453	7.500	1.79	0.64	134
125 A	1476-1494	1.056	1.96	0.41	176
125 B	1476-1494	5.896	1.96	0.41	176
12 A		10,948	1.95	3.79	484
12 B		14,385	2.01	0.54	149

NOTAS:

- A - RESERVAS PROBABLES
- B - RESERVAS POTENCIALES

\*\* LAS LEYES NO CORRESPONDEN AL NIVEL INMEDIATO

MINA LA GUITARRA

VTA LA GUITARRA

SUPERBLOCK 3 Y 4

NIVEL SAN FRANCISCO

BLOCK	REFERENCIA (PARALELOS)	TONELAJE	ANCHO	Au	Ag
		T.M.	m	g/T.M.	g/T.M.
41 A	1550-1575	1,615	1.52	0.46	186 *
42 A	1615-1657	3,557	1.86	4.10	196
31 A	1718-1730	343	1.79	0.44	225
31 B	1718-1730	1,617	1.78	0.44	225
32 A	1743-1778	5,404	1.87	2.37	371
32 B	1743-1778	6,042	1.87	2.37	371
33 A	1792-1815	3,040	2.03	0.14	216
33 B	1792-1815	8,056	2.03	0.14	216
34 A	1826-1857	1,920	1.24	0.60	136
34 B	1826-1857	5,088	1.24	0.60	136
35 A	1877-1919	13,482	2.14	1.32	317
36 A	1970-1990	1,027	1.58	1.27	135
36 B	1970-1990	1,185	1.58	1.27	135
3A+4A		30,388	1.75	1.61	276
3B		21,983	1.70	0.94	236

NOTAS:

- A - RESERVAS PROBABLES
- B - RESERVAS POTENCIALES

\* EN EL METODO GEOESTADISTICO NO SE TOMO EN CONSIDERACION, YA QUE SE ESTA EVALUANDO 25 m CON 5 MUESTRAS, NO EQUIDISTANTES Y NO CORRESPONDEN A LA GEOLOGIA

A N E X O V 2



VARIABLE 10 R 0

HEDIA= .14679E+01 VARIANZA= .11046E+02 MINIMO= .00000E+00 MAXIMO= .26419E+02 NUMERO DE DATOS CONSIDERADOS = 751  
HISTOGRAMA EXPERIMENTAL NUMERO DE CLASES=20 LIN. INF. = .00000E+00 AMPLITUD DE CLASE = .14679E+01

\*\*\*\*\*

LIN. SUP. IFF. I.FPO. PLIESCALA HI

.0001	91	.0001	80.16	I	**
1.4681	632183	1501	78.76	I	**
2.9361	571	7.5301	76.35	I	**
4.4041	161	2.1321	75.95	I	**
5.8711	241	3.2301	75.75	I	**
7.3391	141	1.8681	75.14	I	**
8.8071	91	1.2301	70.54	I	**
10.2751	61	.8001	68.94	I	**
11.7431	31	.9201	67.33	I	**
13.2111	21	.2701	65.73	I	**
14.6791	91	.0001	64.13	I	**
16.1471	31	.4301	62.53	I	**
17.6141	11	1.301	60.93	I	**
19.0911	21	.2701	59.33	I	**
20.5591	21	.2701	57.73	I	**
22.0181	11	1.301	56.13	I	**
23.4861	11	1.301	54.53	I	**
24.9541	31	.4301	52.93	I	**
26.4221	11	1.301	51.33	I	**
1	91	.0001	49.73	I	**
			48.13	I	**
			46.53	I	**
			44.93	I	**
			43.33	I	**
			41.73	I	**
			40.13	I	**
			38.53	I	**
			36.93	I	**
			35.33	I	**
			33.73	I	**
			32.13	I	**
			30.53	I	**
			28.93	I	**
			27.33	I	**
			25.73	I	**
			24.13	I	**
			22.53	I	**
			20.93	I	**
			19.33	I	**
			17.73	I	**
			16.13	I	**
			14.53	I	**
			12.93	I	**
			11.33	I	**
			9.73	I	**
			8.13	I	**
			6.53	I	**
			4.93	I	**
			3.33	I	**
			1.73	I	**
			0.13	I	**

INTERVALOS DE CLASE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

VARIABLE : PLATA  
 MEDIA = 1.0392E+02 VARIANZA = 9.4963E+05 MINIMO = 1.0000E+00 MAXIMO = 1.2724E+04 NUMERO DE DATOS CONSIDERADOS = 751  
 HISTOGRAMA EXPERIMENTAL NUMERO DE CLASES=20 LIM. INF. = .00000E+00 AMPLITUD DE CLASE = .15135E+03

\*\*\*\*\*  
 LIN. SUP. INFO. INFO. PLIESCALA MI

.0001	01	.0001	69.65	I	***
151.3481	523160.6421		68.25	I	***
302.6971	104113.8921		66.85	I	***
454.0451	421.5.5921		65.46	I	***
605.3941	591.3.9921		64.07	I	***
756.7421	191.2.5321		62.68	I	***
908.0911	131.1.7321		61.28	I	***
1059.4391	51.4.421		59.89	I	***
1210.7881	21.2.721		58.50	I	***
1362.1361	21.2.721		57.11	I	***
1513.4851	11.1.321		55.71	I	***
1664.8331	21.2.721		54.32	I	***
1816.1811	11.1.321		52.93	I	***
1967.5301	11.1.321		51.53	I	***
2118.8781	11.1.321		50.14	I	***
2270.2271	11.1.321		48.75	I	***
2421.5751	31.4.021		47.36	I	***
2572.9241	91.0.021		45.97	I	***
2724.2721	11.1.321		44.58	I	***
	1	91.0.021	43.19	I	***
			41.79	I	***
			40.39	I	***
			39.00	I	***
			37.61	I	***
			36.21	I	***
			34.82	I	***
			33.42	I	***
			32.03	I	***
			30.64	I	***
			29.25	I	***
			27.86	I	***
			26.46	I	***
			25.07	I	***
			23.68	I	***
			22.28	I	***
			20.89	I	***
			19.50	I	***
			18.11	I	***
			16.71	I	***
			15.32	I	***
			13.92	I	***
			12.54	I	*****
			11.14	I	*****
			9.75	I	*****
			8.36	I	*****
			6.96	I	*****
			5.57	I	*****
			4.18	I	*****
			2.79	I	*****
			1.39	I	*****
			0.00	I	*****

INTERVALOS DE CLASE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

VARIABLE :LOS-ANC  
 MEDIA = .59634E+00 VARIANZA = .51759E-01 MINIMO = -.10536E+00 MAXIMO = .16094E+01 NUMERO DE DATOS CONSIDERADOS = 751  
 HISTOGRAMA EXPERIMENTAL NUMERO DE CLASES=20 LIN. INF. = -.10536E+00 AMPLITUD DE CLASE = .95276E-01

```

*****
LIN. SUP.  IPPO.  IPPO.  PLIESCULA  MI
-.10536  01  .00000  18.28  I
-.10101  11  .13211  18.01  I
.08551  31  .40211  17.64  I
.18011  11  .13211  17.27  I
.27611  291  3.86211  16.91  I
.37111  281  3.44211  16.54  I
.46611  431  5.72211  16.17  I
.56211  84112  52211  15.81  I
.65711  107114  25211  15.44  I
.75211  138118  38211  15.07  I
.84711  120115  49211  14.71  I
.94311  24112  52111  14.34  I
1.03811  641  3.62211  13.97  I
1.13311  161  2.12211  13.60  I
1.22811  71  .92211  13.23  I
1.32411  21  .27211  12.86  I
1.41911  41  .53211  12.50  I
1.51411  11  .13211  12.13  I
1.61011  11  .13211  11.76  I
I  91  .00000  11.39  I
11.02  I
10.66  I
10.29  I
9.92  I
9.56  I
9.19  I
8.82  I
8.45  I
8.09  I
7.72  I
7.35  I
6.98  I
6.61  I
6.25  I
5.88  I
5.51  I
5.15  I
4.78  I
4.41  I
4.04  I
3.68  I
3.31  I
2.94  I
2.57  I
2.21  I
1.84  I
1.47  I
1.10  I
.74  I
.37  I
0.07  I

```

INTERVALOS DE CLASE 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

VARIABLE LOG-ORO

MEDIA = -.49155E+00 VARIANZA = 19380E+01 MINIMO = -.39120E+01 MAXIMO = .32741E+01 NUMERO DE DATOS CONSIDERADOS = 587  
 HISTOGRAMA EXPERIMENTAL NUMERO DE CLASES=20 LIM. INF. = -.39120E+01 AMPLITUD DE CLASE = .39925E+00

```

*****
LIM. SUP.  FREQ.  FREQ. PLIEGOS  CLAS.  M
-3.9121  91  .0001  13.12  I
-3.5131  91  .5121  12.96  I
-3.1141  91  .8521  12.59  I
-2.7141  91  1.5321  12.72  I
-2.3151  151  2.5621  12.97  I
-1.9161  421  7.5321  11.81  I
-1.5171  541  8.2321  11.54  I
-1.1171  621  10.9621  11.48  I
-.7181  721  12.7721  11.02  I
-.3191  771  13.1221  10.76  I
.0801  511  8.6921  10.49  I
.4801  541  9.2021  10.11  I
.8791  371  6.3021  9.92  I
1.2791  291  3.4121  9.71  I
1.6771  281  4.7721  9.44  I
2.0771  231  3.9221  9.18  I
2.4761  181  3.0721  8.92  I
2.8751  91  1.8221  8.74  I
3.2741  191  1.7321  8.49  I
      1  91  .0001  8.13  I
      1  91  .0001  7.87  I
      1  91  .0001  7.61  I
      1  91  .0001  7.35  I
      1  91  .0001  7.08  I
      1  91  .0001  6.82  I
      1  91  .0001  6.56  I
      1  91  .0001  6.30  I
      1  91  .0001  6.02  I
      1  91  .0001  5.77  I
      1  91  .0001  5.51  I
      1  91  .0001  5.25  I
      1  91  .0001  4.98  I
      1  91  .0001  4.72  I
      1  91  .0001  4.46  I
      1  91  .0001  4.20  I
      1  91  .0001  3.94  I
      1  91  .0001  3.67  I
      1  91  .0001  3.41  I
      1  91  .0001  3.15  I
      1  91  .0001  2.89  I
      1  91  .0001  2.63  I
      1  91  .0001  2.37  I
      1  91  .0001  2.11  I
      1  91  .0001  1.84  I
      1  91  .0001  1.57  I
      1  91  .0001  1.31  I
      1  91  .0001  1.05  I
      1  91  .0001  .79  I
      1  91  .0001  .53  I
      1  91  .0001  .26  I
      1  91  .0001  0.00  I
    
```

INTERVALOS DE CLASE 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

VARIABLE : LOG-PLAT  
 MEDIA = 4.4039E+00 VARIANZA = 1.6153E+01 MINIMO = 1.69315E+00 MAXIMO = 7.9039E+01 NUMERO DE DATOS CONSIDERADOS = 746  
 HISTOGRAMA EXPERIMENTAL NUMERO DE CLASES=20 LIM. INF. = 1.69315E+00 AMPLITUD DE CLASE = .40097E+00

LIM. SUP.	FREQ.	PROB.	ESCALA	
1.6971	31	.0411	14.24	I
1.8941	31	.0411	14.05	I
1.4951	31	.0411	13.77	I
1.8951	31	.0411	13.48	I
2.2971	104	2.2801	13.20	I
2.6951	324	4.2951	12.91	I
3.0921	494	6.5701	12.63	I
3.5901	807	10.7201	12.34	I
3.9011	981	13.1421	12.05	I
4.3021	781	10.4521	11.76	I
4.7071	507	6.8421	11.47	I
5.1041	551	7.3701	11.18	I
5.5051	611	8.1801	10.89	I
5.9051	521	6.9501	10.60	I
6.3071	471	6.3021	10.31	I
6.7081	351	4.6921	10.01	I
7.1051	111	1.4701	9.75	I
7.5101	51	.6801	9.47	I
7.9111	21	.2801	9.18	I
	1	.0021	8.89	I
			8.61	I
			8.33	I
			8.03	I
			7.75	I
			7.46	I
			7.17	I
			6.88	I
			6.59	I
			6.31	I
			6.02	I
			5.74	I
			5.45	I
			5.16	I
			4.88	I
			4.59	I
			4.30	I
			4.02	I
			3.73	I
			3.44	I
			3.16	I
			2.87	I
			2.59	I
			2.30	I
			2.01	I
			1.72	I
			1.43	I
			1.15	I
			.86	I
			.57	I
			.29	I
			0.00	I

INTERVALOS DE CLASE 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

A N E X O V.4











ESTADÍSTICA DE CORRELACION LOG-PLAT LOG-OPJ  
 VARIABLE LOG-PLAT: MEDIA =  $-.44100E+01$  COEFICIENTE DE VARIACION =  $.19314E+01$  VARIABLE LOG-OPJ: MEDIA =  $-.10532E+01$  VARIANCIAS =  $.20798E+01$   
 COEFICIENTE DE CORRELACION =  $.68$  NUM. DE PAREJAS = 583  
 REGRESION LOG-PLAT: LOG-OPJ: LOG-PLAT =  $.4712E+01$   $.5594E+01$  LOG-OPJ RES. V. =  $1.9279E+01$   
 REGRESION LOG-OPJ: LOG-PLAT: LOG-OPJ =  $-.2911E+01$   $.7101E+01$  LOG-PLAT RES. V. =  $1.1059E+01$   
 LOG-OPJ INTERVALO LINEAL =  $.21596E+00$  COLUMN =  $.15599E+00$

$.61926E+01$

$-.19632E+01$

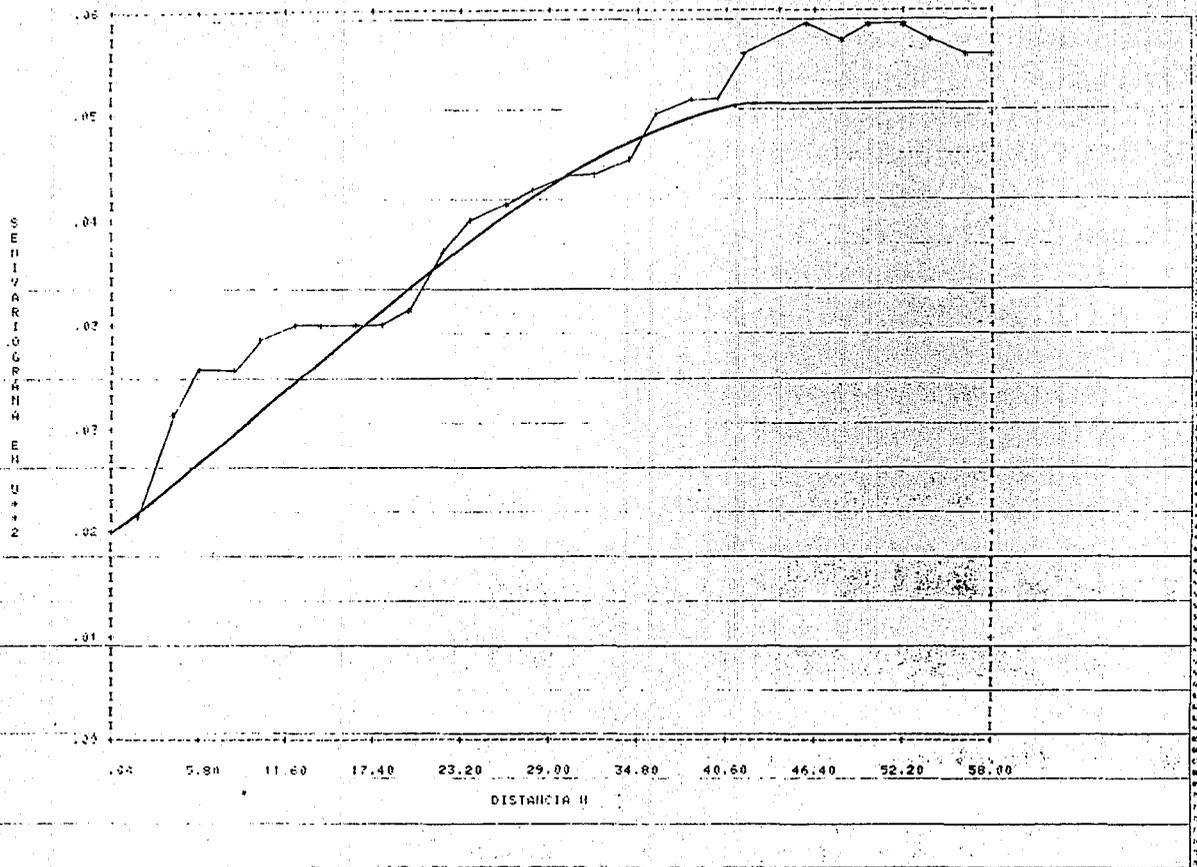
$-.47952E+01$

$.00005E+01$

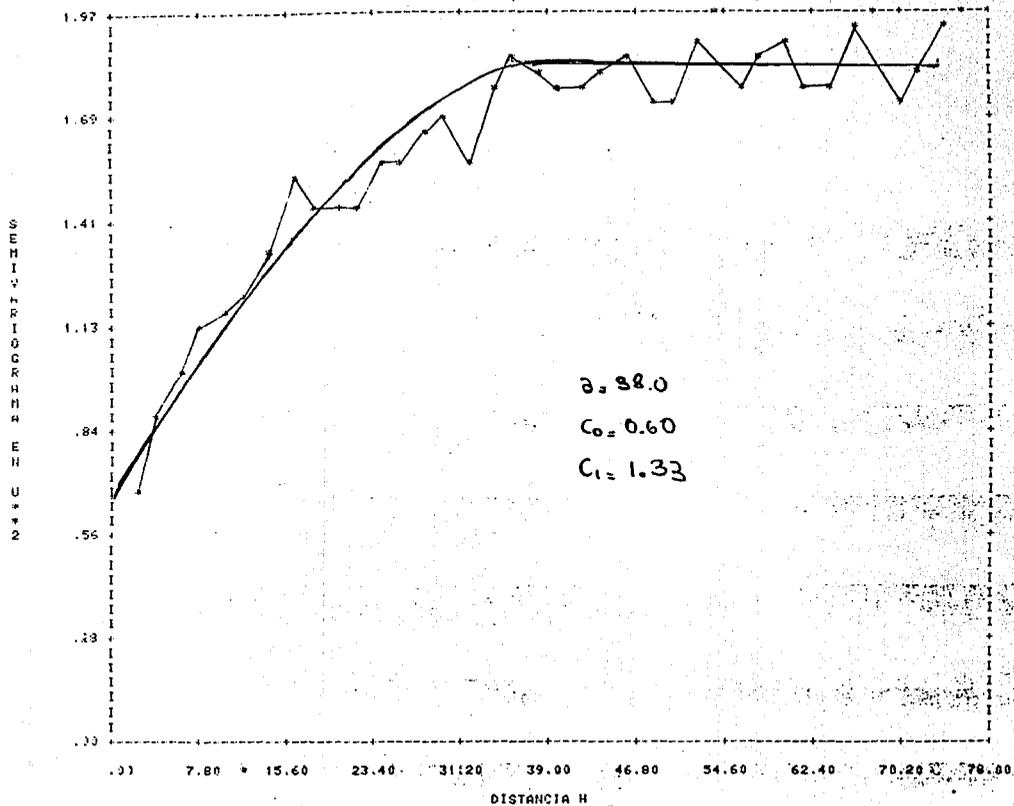
$.77993E+01$  LOG-PLAT

A N E X O V.5

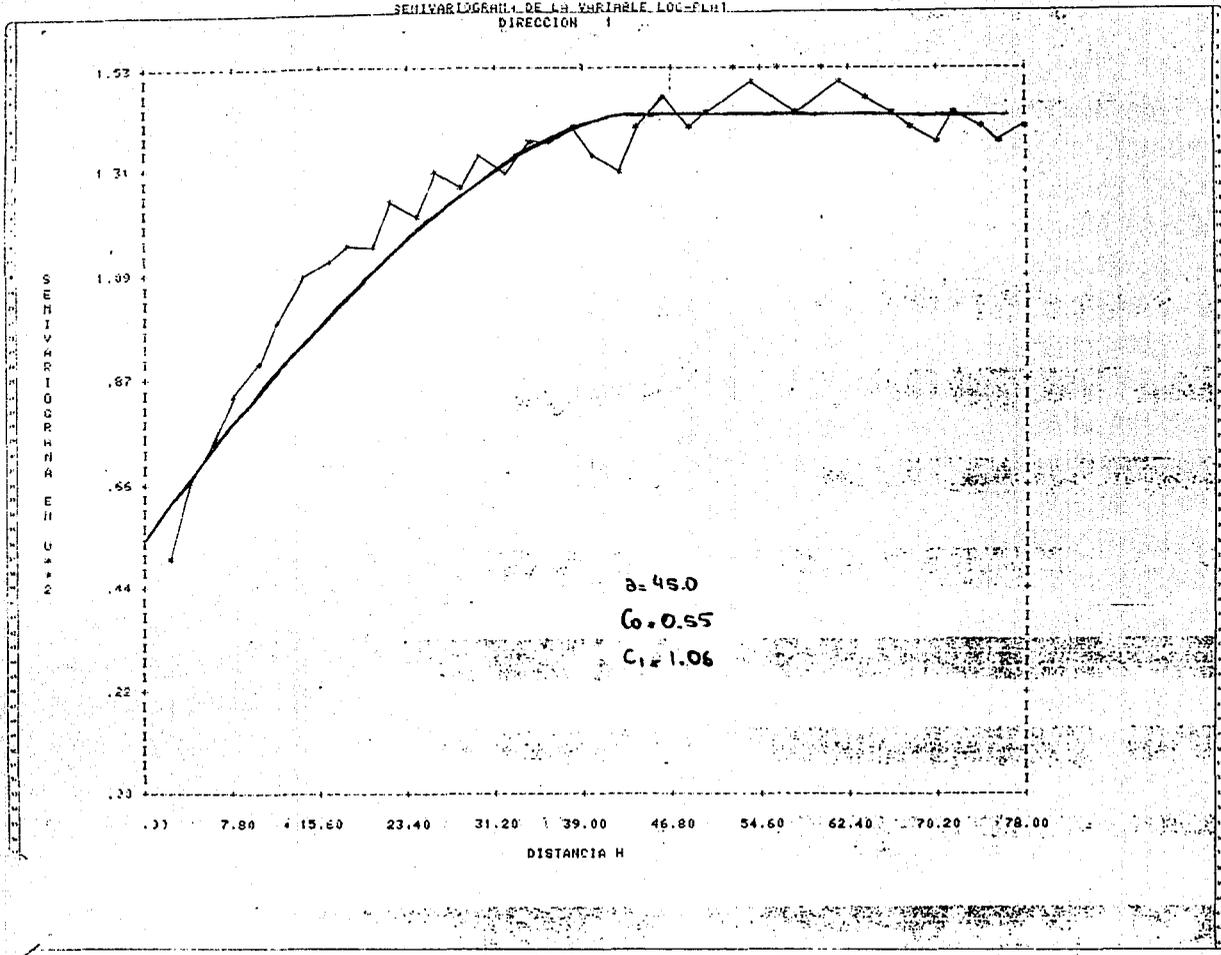
TERMOGRÁFICA DE LA VARIABLE LOG-SEN  
DIRECCION I



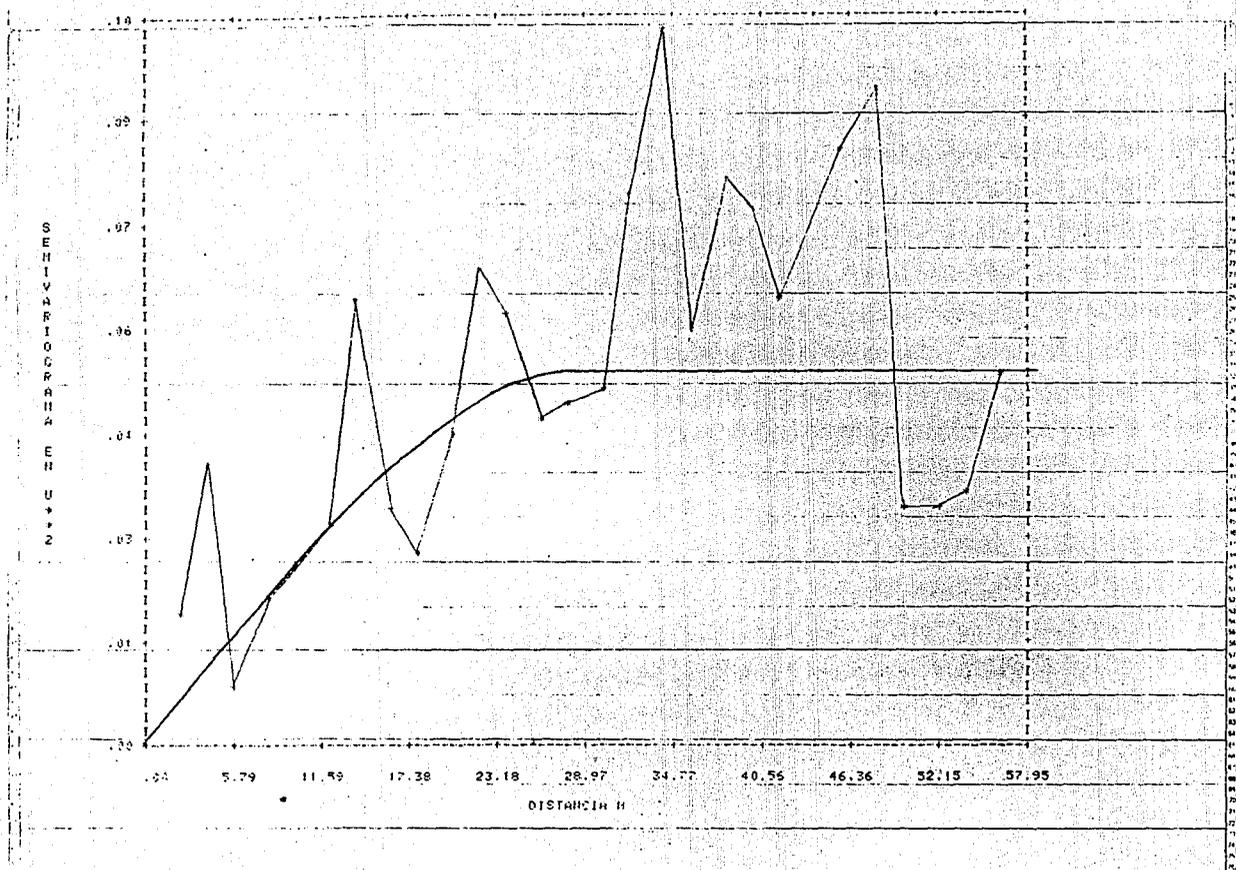
SEMI-VARIÓGRAMA DE LA VARIABLE LOG-ORO  
DIRECCION 1



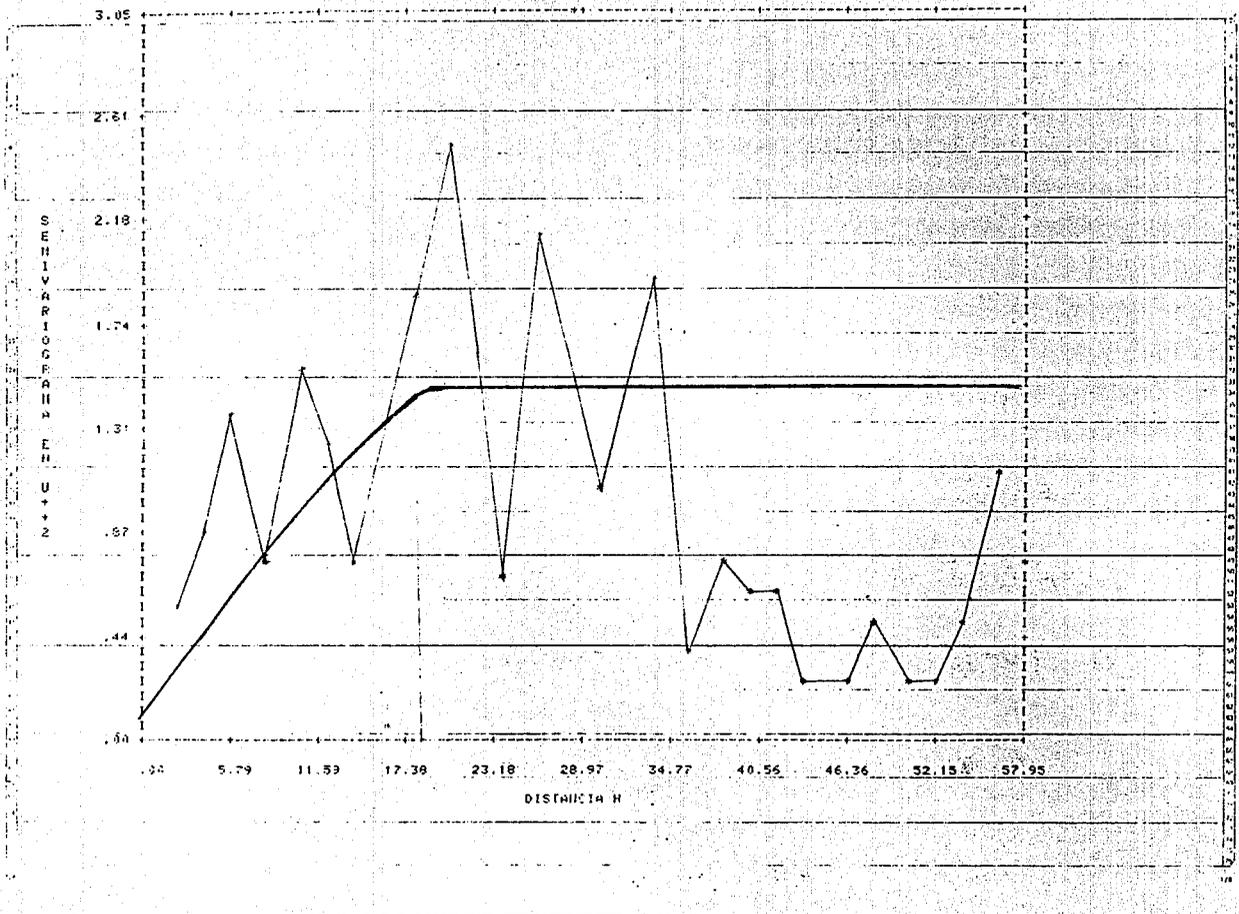
SEMILOGRAMA DE LA VARIABLE LOG-FLUJ  
DIRECCION 1



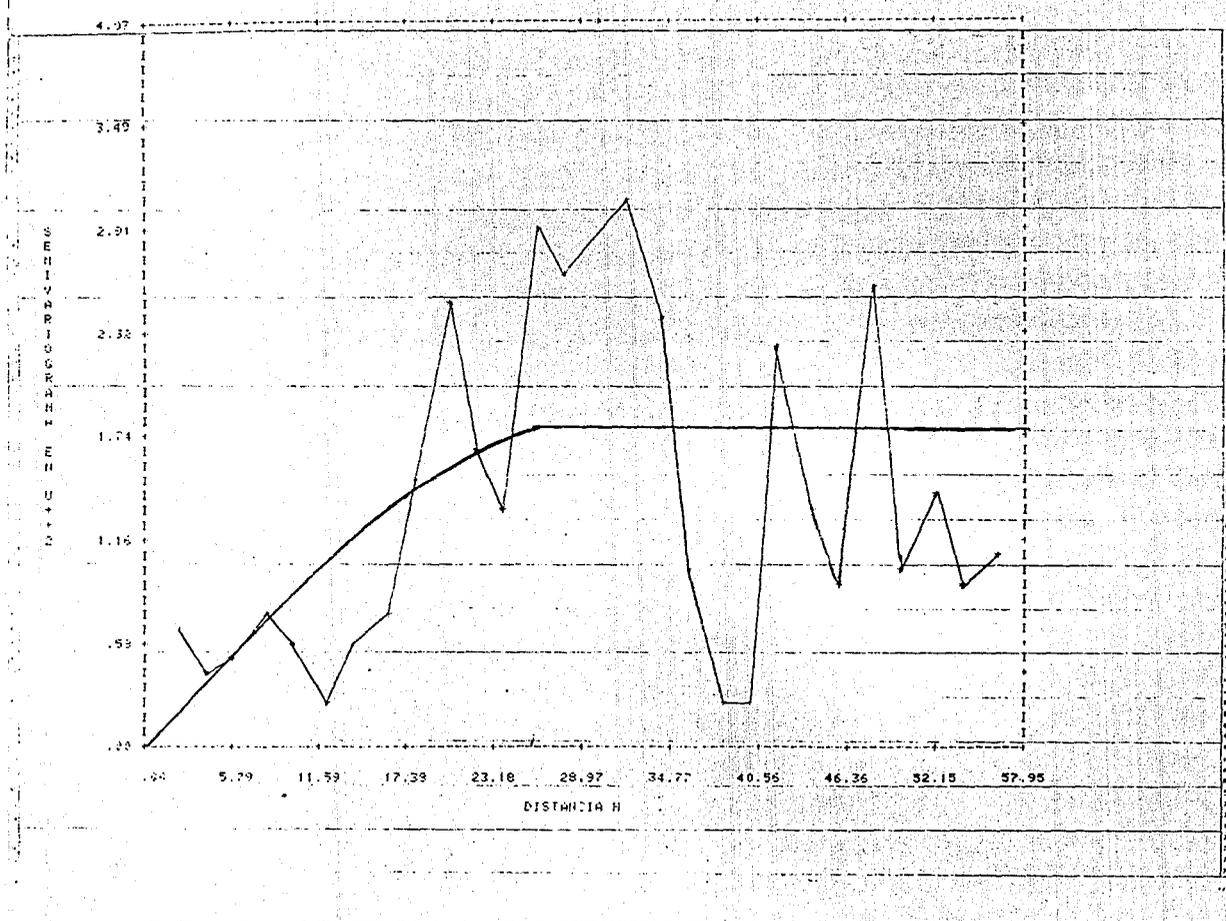
SEMI-VARIOGRAFIA DE LA ESPESOR DE LOS MACHOS  
DIRECCION C



SEMI-VARIOGRAFIA DE LA VARIABLE LOG-OPD  
DIRECCION 2



RELACIONES DE LA VELOCIDAD DE LA  
DIRECCION 2



M. D. S. M. G.

A N E X O V.6

SUPERBLOQUE NO. 6.  
 NUMERO DE BLOQUES A KRIGEAR: 144  
 DIMENSIONES DE CADA BLOQUE: 10.00 M. POR 10.00 M.

ANCHO

	COORDENADAS (X,Y)	ANC. FROM. (M.)	DESV.	#	TONELAJE (TR.)
1	-1755.00 2229.96	-214089E+01	.440156E+00	10	535221E+03
2	-1745.00 2229.96	-194702E+01	.440156E+00	10	496756E+03
3	-1735.00 2229.96	-198463E+01	.440156E+00	10	496157E+03
4	-1725.00 2229.96	-198850E+01	.440156E+00	10	496376E+03
5	-1715.00 2229.96	-187100E+01	.440156E+00	10	467750E+03
6	-1705.00 2229.96	-201579E+01	.467110E+00	6	503948E+03
7	-1695.00 2229.96	-198141E+01	.440641E+00	9	495353E+03
8	-1685.00 2229.96	-214165E+01	.445092E+00	5	535413E+03
9	-1675.00 2229.96	-193783E+01	.440156E+00	10	484483E+03
10	-1665.00 2229.96	-231671E+01	.440156E+00	10	379177E+03
11	-1655.00 2229.96	-187413E+01	.440156E+00	10	468533E+03
12	-1645.00 2229.96	-233472E+01	.467110E+00	6	583680E+03
13	-1635.00 2229.96	-191057E+01	.495091E+00	5	477642E+03
14	-1755.00 2239.96	-206312E+01	.405297E+00	10	515780E+03
15	-1745.00 2239.96	-217018E+01	.405297E+00	10	542544E+03
16	-1735.00 2239.96	-199008E+01	.405297E+00	10	497519E+03
17	-1725.00 2239.96	-199158E+01	.405297E+00	10	497896E+03
18	-1715.00 2239.96	-180259E+01	.405297E+00	10	450648E+03
19	-1705.00 2239.96	-199952E+01	.407978E+00	10	499880E+03
20	-1695.00 2239.96	-200740E+01	.399605E+00	10	501863E+03
21	-1685.00 2239.96	-209677E+01	.410690E+00	10	524192E+03
22	-1675.00 2239.96	-192774E+01	.405297E+00	10	481936E+03
23	-1665.00 2239.96	-218954E+01	.405297E+00	10	547385E+03
24	-1655.00 2239.96	-201369E+01	.405297E+00	10	503422E+03
25	-1645.00 2239.96	-226378E+01	.407978E+00	10	565946E+03
26	-1635.00 2239.96	-224400E+01	.427306E+00	10	561200E+03
27	-1625.00 2239.96	-191802E+01	.488615E+00	7	479505E+03
28	-1755.00 2249.96	-200918E+01	.235998E+00	10	502295E+03
29	-1745.00 2249.96	-218329E+01	.235998E+00	10	545822E+03
30	-1735.00 2249.96	-201014E+01	.235998E+00	10	502535E+03
31	-1725.00 2249.96	-192377E+01	.235998E+00	10	480944E+03
32	-1715.00 2249.96	-185675E+01	.235998E+00	10	464183E+03
33	-1705.00 2249.96	-195274E+01	.409046E+00	10	480434E+03
34	-1695.00 2249.96	-204904E+01	.254124E+00	10	512259E+03
35	-1685.00 2249.96	-213139E+01	.239228E+00	10	525948E+03
36	-1675.00 2249.96	-200745E+01	.235998E+00	10	501863E+03
37	-1665.00 2249.96	-203650E+01	.235998E+00	10	508875E+03
38	-1655.00 2249.96	-213574E+01	.235998E+00	10	533934E+03
39	-1645.00 2249.96	-268132E+01	.240904E+00	10	528323E+03
40	-1635.00 2249.96	-207479E+01	.319336E+00	10	518698E+03
41	-1625.00 2249.96	-223439E+01	.415934E+00	10	558597E+03
42	-1615.00 2249.96	-190690E+01	.388179E+00	5	476726E+03
PROMEDIOS		2.040215	.029006	42	.214286E+05

ORO

	COORDENADAS (X, Y)	ANC X LEY PROM.	DESV.	#	LEY PROM. (GR.)	DESV.	CONTENIDOS (KG.)	
1	-1755.00	2239.96	.865498E+01	358499E+01	10	.419537E+01	.192318E+01	.216374E+01
1	-1745.00	2239.96	.369348E+00	358499E+01	10	.178233E+00	.165223E+01	.323663E-01
1	-1735.00	2239.96	.360225E+00	358499E+01	10	.181212E+00	.180181E+01	.901563E-01
1	-1725.00	2239.96	.397372E-01	358499E+01	10	.199526E-01	.180007E+01	.993430E-02
1	-1715.00	2239.96	.271762E-01	358499E+01	10	.150773E-01	.198888E+01	.679455E-02
1	-1705.00	2239.96	.250239E-02	340776E+01	10	.125150E-02	.170429E+01	.625598E-03
1	-1695.00	2239.96	.193160E-02	345967E+01	10	.962205E-03	.172339E+01	.482901E-03
1	-1685.00	2239.96	.452828E-02	341175E+01	10	.215965E-02	.162715E+01	.113207E-02
1	-1675.00	2239.96	.89991E-02	358493E+01	10	.513548E-02	.185966E+01	.247498E-02
1	-1665.00	2239.96	.854195E-01	358499E+01	10	.390024E-01	.163734E+01	.213526E-01
1	-1655.00	2239.96	.165259E+01	358499E+01	10	.820680E+00	.178796E+01	.413148E+00
1	-1645.00	2239.96	.673197E+01	359279E+01	10	.297377E+01	.167512E+01	.168299E+01
1	-1635.00	2239.96	.119449E+02	408755E+01	7	.532112E+01	.208369E+01	.290621E+01
1	-1755.00	2249.96	.384671E+01	276034E+01	10	.191457E+01	.139215E+01	.661672E+00
1	-1745.00	2249.96	.313752E+00	276034E+01	10	.142431E+00	.126440E+01	.782880E-01
1	-1735.00	2249.96	.415114E-01	276034E+01	10	.206519E-01	.137321E+01	.103779E-01
1	-1725.00	2249.96	.105693E+00	276034E+01	10	.549352E-01	.143487E+01	.264207E-01
1	-1715.00	2249.96	.127408E-01	276035E+01	10	.686194E-02	.148667E+01	.318520E-02
1	-1705.00	2249.96	.208940E-02	280549E+01	10	.106944E-02	.143596E+01	.522350E-03
1	-1695.00	2249.96	.178674E-02	279733E+01	10	.871589E-03	.136515E+01	.446385E-03
1	-1685.00	2249.96	.172571E-02	270788E+01	10	.809663E-03	.127047E+01	.431427E-03
1	-1675.00	2249.96	.244272E-02	276034E+01	10	.122031E-02	.137505E+01	.612130E-03
1	-1665.00	2249.96	.769780E-01	276034E+01	10	.378177E-01	.138611E+01	.192445E-01
1	-1655.00	2249.96	.311307E+01	276035E+01	10	.145761E+01	.130245E+01	.778267E+00
1	-1645.00	2249.96	.114485E+02	280549E+01	10	.550061E+01	.149074E+01	.286213E+01
1	-1635.00	2249.96	.860871E+01	333777E+01	10	.414919E+01	.173884E+01	.215218E+01
1	-1625.00	2249.96	.130077E+02	418997E+01	6	.582157E+01	.216593E+01	.325191E+01
PROMEDIOS		2.609346	.325785	27	.127091E+01	.318235E+00	.176171E+02	

A. M. SANCHEZ

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE DÍGLOS EVALUADOS  
 EN CADA CELDA APARECEN LA LEY PROM. (GR.), DESVIACION (GR.), TONELAJE (TON.) Y CONTENIDOS (KG.) EN LA VARIABLE DRU

PAG. 1 / 2

	-1755000E+04	-1745000E+04	-1735000E+04	-1725000E+04	-1715000E+04	-1705000E+04	-1695000E+04
	.19145675E+01	.14343134E+01	.20651024E-01	.54935217E-01	.68619428E-02	.10694365E-02	.87198941E-03
22499600E+04	.13921492E+01	.12644072E+01	.13732131E+01	.14348743E+01	.14862686E+01	.14359624E+01	.13651931E+01
	.50229535E+03	.54982202E+03	.50253473E+03	.48094373E+03	.46418317E+03	.48843445E+03	.51225916E+03
	.96167815E+01	.78287999E-01	.1037858E-01	.26420746E-01	.31851982E-02	.52234961E-03	.44668454E-03
	.41950893E+01	.17028373E+01	.18121174E+01	.19952592E-01	.15077276E-01	.12514968E-02	.96220535E-03
22299600E+04	.19231758E+01	.16522342E+01	.18018088E+01	.18000741E+01	.19887962E+01	.17042873E+01	.17233913E+01
	.51378075E+03	.54354395E+03	.49751970E+03	.49789951E+03	.45064838E+03	.49988019E+03	.50186884E+03
	.21637435E+01	.42386345E-01	.90156302E-01	.99343043E-02	.67945495E-02	.62559836E-03	.4829088E-03
	-1755000E+04	-1745000E+04	-1735000E+04	-1725000E+04	-1715000E+04	-1705000E+04	-1695000E+04

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE BLOQUES EVALUADOS  
 EN CADA CELDA APARECEN : LEY PROM. (GR.), DESVIACION (GR.), TONELAJE (TON.) Y CONTENIDOS (KG.) EN LA VARIABLE ORO

PAG. 2 / 2

-.1685000E+04	-.1675000E+04	-.1665000E+04	-.1655000E+04	-.1645000E+04	-.1635000E+04	-.1625000E+04	
.8096625E-03	.1220313E-02	.3781763E-01	.1457608E+01	.5500612E+01	.4149187E+01	.5821568E+01	
.1270473E+01	.1375050E+01	.1356107E+01	.1302453E+01	.1490738E+01	.1730840E+01	.2165932E+01	
.5328477E+03	.5018626E+03	.5088754E+03	.5339339E+03	.5203291E+03	.5186984E+03	.5585974E+03	.2249960E+04
.4314268E-03	.6124295E-03	.1924450E-01	.7782667E+00	.2862128E+01	.2152176E+01	.3251912E+01	
.2159645E-02	.5135487E-02	.3908840E-01	.8206800E+00	.2973772E+01	.5321121E+01		
.1627149E+01	.1859678E+01	.1637331E+01	.1787955E+01	.1675119E+01	.2083653E+01		
.5241921E+03	.4819361E+03	.5473851E+03	.5034218E+03	.5659456E+03	.5612002E+03		.2239960E+04
.1320692E-02	.2474976E-02	.2135263E-01	.4131482E+00	.1682993E+01	.2986214E+01		
-.1685000E+04	-.1675000E+04	-.1665000E+04	-.1655000E+04	-.1645000E+04	-.1635000E+04	-.1625000E+04	

## PLATA

	COORDENADAS (X,Y)	ANC X LEY PROM.	DESV.	#	LEY PROM. (GR.)	DESV.	CONTEHIDOS (KG.)	
I	-1755.00	2239.96	.754666E+03	369531E+03	10	.363789E+03	.192989E+03	.188666E+03
I	-1745.00	2239.96	.192974E+03	369531E+03	10	.889210E+02	.171085E+03	.482435E+02
I	-1735.00	2239.96	.203119E+03	369531E+03	10	.102066E+03	.186846E+03	.507798E+02
I	-1725.00	2239.96	.174896E+03	369531E+03	10	.87727E+02	.186404E+03	.437016E+02
I	-1715.00	2239.96	.140758E+03	369531E+03	10	.768908E+02	.203705E+03	.351515E+02
I	-1705.00	2239.96	.493143E+02	371406E+03	10	.246630E+02	.185816E+03	.123286E+02
I	-1695.00	2239.96	.493373E+02	346757E+03	10	.245768E+02	.172799E+03	.123343E+02
I	-1685.00	2239.96	.397200E+02	373319E+03	10	.169435E+02	.178084E+03	.993001E+01
I	-1675.00	2239.96	.510980E+02	369531E+03	10	.265066E+02	.191772E+03	.127745E+02
I	-1665.00	2239.96	.625564E+02	369531E+03	10	.285886E+02	.168854E+03	.156491E+02
I	-1655.00	2239.96	.255303E+03	369531E+03	10	.124784E+03	.185275E+03	.638258E+02
I	-1645.00	2239.96	.431438E+03	371406E+03	10	.190583E+03	.167621E+03	.107859E+03
I	-1635.00	2239.96	.441335E+03	383822E+03	10	.196603E+03	.175030E+03	.110334E+03
I	-1625.00	2239.96	.885505E+03	445676E+03	5	.461677E+03	.258298E+03	.221376E+03
I	-1755.00	2249.96	.461753E+03	237764E+03	10	.229821E+03	.121378E+03	.115438E+03
I	-1745.00	2249.96	.242836E+03	237764E+03	10	.11225E+03	.109563E+03	.607090E+02
I	-1735.00	2249.96	.157414E+03	237764E+03	10	.778125E+02	.118634E+03	.391035E+02
I	-1725.00	2249.96	.227529E+03	237764E+03	10	.118272E+03	.124441E+03	.568823E+02
I	-1715.00	2249.96	.908089E+02	237764E+03	10	.489079E+02	.128206E+03	.227022E+02
I	-1705.00	2249.96	.423338E+02	242923E+03	10	.216681E+02	.124366E+03	.105835E+02
I	-1695.00	2249.96	.398796E+02	248934E+03	10	.194626E+02	.121513E+03	.996990E+01
I	-1685.00	2249.96	.383362E+02	237000E+03	10	.179865E+02	.112133E+03	.958404E+01
I	-1675.00	2249.96	.415547E+02	237764E+03	10	.207002E+02	.118466E+03	.103887E+02
I	-1665.00	2249.96	.672045E+02	237764E+03	10	.330162E+02	.116871E+03	.168011E+02
I	-1655.00	2249.96	.217976E+03	237764E+03	10	.102061E+03	.111896E+03	.544939E+02
I	-1645.00	2249.96	.623026E+03	242923E+03	10	.299343E+03	.121750E+03	.155757E+03
I	-1635.00	2249.96	.581906E+03	320937E+03	10	.280444E+03	.160594E+03	.145476E+03
I	-1625.00	2249.96	.525305E+03	398894E+03	9	.235388E+03	.183823E+03	.131476E+03
PROMEDIOS		253.194305	.287112	28	.123584E+03	.305064E+02	.177236E+04	

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE BLOQUES EVALUADOS PAG. 1 / 2  
 EN CADH CELDH APARECEN : LEY PROM. (GR.), DESVIACION (GR.), TONELAJE (TON.) Y CONTENIDOS (KG.) EN LA VARIABLE PLATA

	I	- .17550000E+04I	- .17450000E+04I	- .17350000E+04I	- .17250000E+04I	- .17150000E+04I	- .17050000E+04I	- .16950000E+04I
	I	.22982135E+03I	.11122498E+03I	.77812515E+02I	.11827219E+03I	.43907875E+02I	.21668110E+02I	.19462616E+02I
	I	.12137849E+03I	.10956328E+03I	.11863446E+03I	.12444090E+03I	.12820563E+03I	.12436618E+03I	.12151254E+03I
22499600E+04I	I	.50229535E+03I	.54592202E+03I	.50253473E+03I	.48094373E+03I	.46418317E+03I	.48843445E+03I	.51225916E+03I
	I	.11543817E+03I	.60709038E+02I	.39103493E+02I	.56882263E+02I	.22702213E+02I	.10583450E+02I	.99699020E+01I
	I	.36578857E+03I	.88920959E+02I	.10206595E+03I	.87772675E+02I	.78090790E+02I	.24663040E+02I	.24576790E+02I
22399700E+04I	I	.19298941E+03I	.17108472E+03I	.18684650E+03I	.18640405E+03I	.20574997E+03I	.18581586E+03I	.17279874E+03I
	I	.51578015E+03I	.54254395E+03I	.49751910E+03I	.49789551E+03I	.45064838E+03I	.49988019E+03I	.50186883E+03I
	I	.18866647E+03I	.48243523E+02I	.50779755E+02I	.43701614E+02I	.35191490E+02I	.12328564E+02I	.12334326E+02I
	I	- .17550000E+04I	- .17450000E+04I	- .17350000E+04I	- .17250000E+04I	- .17150000E+04I	- .17050000E+04I	- .16950000E+04I

## C O N C L U S I O N E S

- El método de análisis de la densidad del relieve puede ser utilizado en los estudios preliminares en la exploración de yacimientos hidrotermales, y en algunos casos permite señalar las zonas más favorables para la realización de estudios complementarios (en el presente trabajo se encontraron dos anomalías, de las cuales una corresponde a la zona de "La Guitarra").

- En la zona estudiada, existe un paralelismo general de las corrientes fluviales de orden mayor (cuatro y tres) y las vetas de "La Guitarra" y "El Salvador"; lo anterior nos permite usar la clasificación de las corrientes para orientar la exploración de las vetas al NW.

- La aplicación de la clasificación de las corrientes en la operación minera es importante, en éste caso, deben considerarse los problemas de inundación en las obras que se desarrollarán (Rampa).

- En la veta "La Guitarra" la mayor parte de la mineralización importante (valores en un rango de 90-800 p.p.m. de Ag continuos a rumbo de la veta) está incluida en cuarzo bandeado.

- Algunos valores altos están asociados a fracturas y las zonas más pobres coinciden comúnmente con la presencia de cuarzo gris.

- El oro no se detectó en la observación de las superficies pulidas, por propiedades ópticas, empero por análisis químico se repota; se recomienda hacer un estudio para saber como se presenta el oro y a que minerales está asociado (correlación Au vs Ag = 0.44).

- A nivel microscópico se observaron algunas fracturas rellenas de cuarzo y feldespato alcalino, es importante señalar esta observación al hacer una evaluación del yacimiento por su contenido de sílice, ya que, podría no ser 100% sílice lo que considera como tal.

- De la comparación de los métodos, de Bloques Minables y Geostatístico, se concluye que nos aporta más ventajas el método Geostatístico (Ver resumen de comparativo de resultados y conclusiones por los dos métodos pag.64).

- De los resultados obtenidos en el cálculo de reservas (considerando sólo los niveles San Francisco, Amélia II y San Rafael) se recomienda hacer un análisis de sensibilidad económica tomando en consideración los dos resultados.

- Es claro que con los resultados obtenidos por el método geostatístico el proyecto se presenta menos alagador pero con bases más sólidas y tomando en consideración que el capital de exploración es de riesgo se recomienda una exploración más intensa antes de emprender nuevas operaciones que pudieran llevar al fracaso del proyecto.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE BLOQUES EVALUADOS PAG. 2 / 2  
 EN CADA CELDA APARECEN : LEY PROM. (GR.), DESVIACION (GR.), TONELAJE (TON.) Y CONTENIDOS (KG.) EN LA VARIABLE PLATA

-.16850000E+04	-.16750000E+04	-.16650000E+04	-.16550000E+04	-.16450000E+04	-.16350000E+04	-.16250000E+04	
.17986458E+02	.20700241E+02	.33016205E+02	.10206123E+03	.29934253E+03	.28046423E+03	.23536841E+03	
.1121342E+03	.11846582E+03	.11687103E+03	.11189607E+03	.12175005E+03	.16559424E+03	.18382285E+03	.22499600E+04
.53284778E+03	.50186267E+03	.50887549E+03	.53393396E+03	.52032910E+03	.51869849E+03	.55859741E+03	
.95840435E+01	.10388678E+02	.16801176E+02	.54493950E+02	.15575662E+03	.14547638E+03	.13147617E+03	
.18943455E+02	.26506618E+02	.28588833E+02	.12678401E+03	.19038258E+03	.19669321E+03	.46167682E+03	
.17808365E+03	.19177161E+03	.16885379E+03	.18527515E+03	.16762122E+03	.17503030E+03	.25829370E+03	.22399600E+04
.82419214E+03	.48193616E+03	.54738513E+03	.50342188E+03	.56594568E+03	.56120020E+03	.47950507E+03	
.99300098E+01	.12774496E+02	.15649101E+02	.63825836E+02	.10785938E+03	.11033376E+03	.22137637E+03	
-.16850000E+04	-.16750000E+04	-.16650000E+04	-.16550000E+04	-.16450000E+04	-.16350000E+04	-.16250000E+04	

#### BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, A., 1968. Breve Reporte sobre la Gran Veta "Guitarra" de Temascaltepec, Edo. de Méx. Preparado para el Gobierno del Estado de México. 23p. (inédito).
- Antunez, F., 1956. Informe Económico-Minero sobre diversos fundos mineros ubicados en Temascaltepec, Edo. de Méx., 40p. (inédito)
- Berlanga, J.M. y Obregón, J.J., 1981. Apuntes de Geoestadística de la Facultad de Ingeniería, UNAM. 180 p.
- Berlanga, J.M. y Obregón Andría J.J., 1983. Estudio Geoestadístico Preliminar de los Subniveles 4 y 5 del Cuerpo Concordia NW de la Unidad El Monte de la Compañía Fresnillo, S.A. de C.V., 25 p. (inédito).
- Berlanga, J.M., 1984. Varianzas de Estimación en la Evaluación Global de Reservas Recuperables. Segundo Seminario de Aplicación de las Computadoras a la Industria Minera, A.I.M.M.G.M., México, D.F., p. 64-84.
- Berlanga, J.M. y Colln Manilla A.A., 1984. Estudio Geoestadístico de la Veta Santa Elena, Distrito Minero de Fresnillo, Zacatecas. Segundo Seminario de Aplicación de las Computadoras a la Industria Minera, A.I.M.M.G.M., México, D.F., p. 256-288.
- Berlanga, J.M., 1986. Paquete Geoestadístico para la Evaluación Computarizada de Reservas. GEOST-I. En lenguaje Fortran IV. (inédito)
- Bloss, D., 1970. Introducción a los Métodos de Cristalografía Óptica. Edit. Omega, p. 172-217.
- Campa, M. F., Campos, M., Flores, R., y Oviedo R. 1974. La Secuencia Mezozóica Vulcanosedimentaria Metamorfoseada de Ixtapan de la Sal, Edo. de México-Teloloapan, Gro., Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XXXV. p. 7-28.
- Campa, M.F., 1978. La Evolución Tectónica de la Tierra Caliente, Gro., Bol. Soc. Geol. Mexicana Tomo XXXIX No 2, p. 52-64.

- Campa, M.F., Coney, P., y Ramírez, J., 1981. Conjuntos Estratotectónicos de la Sierra Madre del Sur, comprendida entre los Estados de Guerrero, Michoacán, México y Morelos. Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XLII No. 1, p. 45-68
- Campa, M.F., and Coney, P.J., 1983. Tectonostratigraphic Terranes and Mineral Resource Distribution in Mexico. Can. Journal Earth Sci. 20, pp. 1040-1051.
- Cárdenas, S., y Martínez, F., 1947. Los Yacimientos Argentíferos de Temascaltepec, Edo. de Mex., Com. Directivo Invest. Recursos Min. Mex., Bol. 12, 28 p.
- Carfentan, J.C., 1981. Evolución Estructural del Sureste de México, Paleogeografía e Historia Tectónica de la Zonas Internas Mesozoicas. Instituto de Geología, UNAM. Revista Vol. 5 No. 2, p. 207-216.
- Cetenal, 1975. Carta Geológica, Valle de Bravo E-14-A-46 México, D.F. Comisión de Estudios del Territorio Nacional, Escala 1:50,000.
- Colorado, L.D., 1979. Etude d'une partie de la ceinture métamorphique (Mesozoique) du sud du Mexique ( Etats de Mexique et Gurrero ): Paris, Univ. Pierre et Marie Curie, tesis doctoral de ingeniero, 128 p. (inédita).
- Cserna, Z.de, 1965. Reconocimiento Geológico en la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero. Instituto de Geología UNAM, Bol. 62.
- Cserna Z. de, Fries, Carl Jr., Westley, H. Solorio, J., y Schmitter, E., 1974. Edad Precámbrica Tardía del Esquisto Taxco, Edo. de Guerrero. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petroleros, Vol. 26, p. 183-193.
- Cserna Z. de, 1978. Notas sobre la Geología de la Región comprendida entre Iguala, Ciudad Altamirano y Temascaltepec, Edos. de Guerrero y México. Mex. D.F., Soc. Geol. Mexicana, Libro Guía de la excursión geológica a Tierra Caliente, p. 1-25.

- Cserna Z. de, y Fries, Carl Jr., 1981. Hoja Taxco 14 Q-h (7), con Resumen de la geología de la Hoja Taxco, Estados de Guerrero, México y Morelos: Inst. Geología, UNAM. Carta Geológica de México, Serie del:100,000, mapa con texto, 47 p.
- Cserna Z. de, 1985. Hoja Tejupilco 14 Q-g (9), con Resumen de la Geología de la Hoja Tejupilco, Estados de Guerrero, México y Michoacán. Inst. Geología, UNAM. Carta Geológica de México, Serie de 1:100,000, mapa con texto, 28 p.
- Chico, R., 1984. Definición de Costos Fijos y Variables y su utilidad para determinar aquellos minerales que pueden minarse contribuyendo de una manera positiva a los ingresos sino significan una reducción de los mismos, así como su uso en las estimaciones formales de reservas minables. Preparado para la Compañía Fresnillo, S.A. de C.V., 24 p. ( inédito ).
- Damon, P.E., Shafiqullah, M., Clark, K.F., 1981. Age Trend of Ingeous Activity in Relation to Metallogenesis in the Southern Cordillera, in W.R. Dickison y W.D. Payne, " Relations of Tectonics to ore Deposits in the Southern Cordillera ", Arizona Geological Society Digest Vol. XIV, Tucson, p. 137-154.
- Demant, A., 1978. Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus Problemas de Interpretación. Inst. de Geología, UNAM. Rev. Vol. 2 No. 2, p. 172-187.
- Díaz, G., 1977. El Contacto Esquistos Taxco Roca Verde Taxco Viejo en la Región de Zacualpan, Edo. de Mex. Fac. Ingeniería UNAM. Tesis Profesional 110 p.
- Elias, M., 1981. Geología del Area de Almoloya de Las Granadas-San Lucas del Maíz, Municipio de Tejupilco, Edo. de Mex., Fac. de Ciencias, UNAM, Tesis de Maestría, 177 p. ( inédita ).
- Fries, C. Jr., 1960. Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. Inst. Geología, UNAM, Bol. 60, 236 p.

- Fries, C. Jr., y Rincón, C., 1965. Nuevas aportaciones geocronológicas y Técnicas empleadas en el Laboratorio de Geocronometría; Inst. de Geología, UNAM. Bol. 73, p. 57-133.
- García, J., 1982. Breve Informe de trabajos Realizados en el Proyecto " La Guitarra ", Temascaltepec, Edo. de México, Preparado para la Compañía Fresnillo, S.A. de C.V., 12 p. ( inédito ).
- Holmes, A., 1971. The Nomenclature of Petrology ( Facsimile of the 1920 (1928) edition ). Hafner Publishing Co. New York, p. 224.
- Kreiter, M., 1978. Investigación y Prospección Geológica Edit. Paraninfo, p. 364-402.
- López, J., 1985. Aspectos Básicos de la Geoestadística (Parte 1a. y 2a. ) A.I.M.M.G.M., GEOMIMET No. 136, p. 50-65 y No. 138, p. 26-39.
- López, J.M., 1982. Informe Geológico del Proyecto " La Guitarra ", Temascaltepec, Edo. de México. Preparado para la Compañía Fresnillo, S.A. de C.V., 18 p. ( inédito ).
- Lugo, J., 1980. Algunos Criterios Geomorfológicos en la Exploración de Yacimientos Minerales. Sección Chihuahua, A.I.M.M.G.M., 6 p.
- Lugo, J., 1981. La Relación con la Geomorfología de algunos yacimientos hidrotermales mexicanos. Memoria XIV Convención Nacional, A.I.M.M.G.M., P. 255-263.
- Matheron, G., 1963. Principles of Geostatistics. Economic Geology, Vol. 58, p. 1246-1266.
- Montero, R., 1985. Geología y Recursos Minerales del Área de Zaçazonapan-Temascaltepec, Edo. de México. Fac. Ingeniería, UNAM, Tesis Profesional, 116 p. ( inédita ).
- Mugica, M., 1980. Determinación de edades por el método de Potasio-Argón de rocas ígneas intrusivas metamórficas del área de Arteaga Sureste del estado de Michoacán, Mex., V. Conv. Geol. Nat. de la Soc. Geol. Mexicana, Resúmenes, p. 84.
- Nieto, J., Cruz, R., Colorado, D., Figueroa, M. Franco, S., González, E., y Ramírez, M. 1977. Elementos Tectónicos y Metalogenéticos para

Considerar el Potencial Económico Minero de la Región Comprendida entre Zacualpan y El Oro, Edo. de México, Consejo Recursos Minerales, Seminario Interno sobre Exploración Geológico-Minera, p. 643-667.

Obregón, I., 1977. Teoría de la Probabilidad, Edit. Limusa, p. 184-190.

Ortega, F., 1980. Rocas Volcánicas del Maestrichtiano en el Area de San Juan Teulecingo, Estado de Guerrero. México, D.F., Soc. Geol. Mexicana, Libro-Guía de la excursión geológica a la cuenca del alto Río Balsas, p. 34-38.

Ortega, F., 1981. Metamorphic belts of Southern Mexico and their tectonic significance. Geofísica Internacional, V. 20, No. 3.

Pantoja, J., 1959. Estudio Geológico de Reconocimiento de la Región de Huetamo, Michoacán. Consejo de Recursos Nat. No Renovables (México). Bol. 50, 60 p.

Parga, J. J., 1981. Geología del Area de Tizapa, Municipio de Zacazonapan, México. Méx. D.F. Facultad de Ciencias UNAM, tesis de maestría, 135 p (inédita).

Romero, J., 1971. Relaciones de las Minas de Temascaltepeque y de los pueblos de Texcallitan, Cabecera de todos, Temascaltepeque y Texupilco, por Gaspar de Cobarrubias, Alcalde Mayor de las Minas y Corregidor de la Provincia de Tuzantla y Relación del pueblo de Tuzantla, por el Teniente Diego de las Roelas. 1579-1580. Universidad Autónoma del Estado de México, 126 p.

Sans, H., 1974. Búsqueda de Optimos en el Reconocimiento y la Explotación Minera: La Geoestadística. A.I.M.M.G.M., GEOMIMET No. 70, p. 53-66.

Salas, G. P., 1975. Cata y Provincias Metalogenéticas de La República Mexicanas C.R.M., Pub. 21-E, 242 p.

Sánchez, P., 1960. Report on the Guitarra-El Rey vein Temascaltepec, México, Informe Preparado para la Compañía Minera de Peñoles S. A. 3 p. (inédito).

Saunders, S.T., 1922. Extracto del Informe sobre las Propiedades Mineras "La Guitarra", "El

Nazareno" y Anexas, 7 p. (inédito).

Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981, Síntesis Geográfica del Estado de México, p. 9-30.

Vélez Sánchez, C. A., 1985. Descripción detallada de la Veta "La Guitarra". Temascaltepec, Estado de México. 23 p. (inédito).

Vélez Sánchez, C. A., 1986. Caracterización Mineralógica del Proyecto "La Guitarra", 14 p.

Williams H., Turner F. J. y Gilber C. M., 1980. Petrografía. Edit. C.E.C.S.A. 430 p.