



13  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESTUDIO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO  
MANGANESIFERO DE ACOXCATLAN,  
ESTADO DE HIDALGO**

**TESIS PROFESIONAL**

que para obtener el Título de

**INGENIERO GEOLOGO**

**p r e s e n t a :**

**LUIS B. MORENO VELAZQUEZ**

**México, D. F.**

**1981**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA

FACULTAD DE INGENIERIA  
EXAMENES PROFESIONALES  
60-1-177

Al Pasante señor LUIS BERNARDO MORENO VELAZQUEZ  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Prof. Ing. Miguel Vera Ocampo, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de INGENIERO GEOLOGO.

"ESTUDIO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO MANGANESIFERO DE  
ACOXCATLAN, ESTADO DE HIDALGO"

1. Introducción
2. Geografía
3. Fisiografía
4. Geología
5. Descripción del yacimiento
6. Reservas
7. Conclusiones y recomendaciones

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

Atentamente,  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., noviembre 26. 1980  
EL DIRECTOR

Ing. Javier Jiménez Fabre

JJE 'MRV' mdb.

## INDICE

### RESUMEN :

<b>CAPITULO 1.- INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos del trabajo	
1.2 Trabajos previos	
1.3 Metodología del trabajo	
1.4 Generalidades del Manganeso	
<b>CAPITULO 2.- GEOGRAFIA</b>	<b>9</b>
2.1 Localización y Vías de Comunicación	
2.2 Clima y Vegetación	
2.3 Rasgos culturales.- Actividades económicas	
<b>CAPITULO 3.- FISIOGRAFIA</b>	<b>13</b>
3.1 Fisiografía	
3.2 Rasgos Hidrográficos	
3.3 Rasgos Orográficos	
<b>CAPITULO 4.- GEOLOGIA</b>	<b>17</b>
4.1 Estratigrafía	
4.2 Geología Estructural	
4.3 Geología Histórica	
<b>CAPITULO 5.- DESCRIPCION DEL YACIMIENTO</b>	<b>31</b>
5.1 Geometría del Yacimiento	
5.1.1. Forma	

5.1.2. Dimensión

5.1.3. Variaciones Laterales

5.2 Mineralogía y distribución

5.3 Estructuras y su Análisis

5.4 Alteraciones y Enriquecimiento

5.5 Génesis

CAPITULO 6.- RESERVAS	46
6.1 Cálculo de Reservas	
CAPITULO 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFIA	55

## RESUMEN

El Yacimiento de Acoxcatlán se ubica en la parte norte del Distrito Manganesífero de Molango, al Noreste del Estado de Hidalgo, abarca un área de 1.1 Km<sup>2</sup>, siendo de 1000 Km<sup>2</sup> el área total del Distrito de Molango. Sus coordenadas geográficas son: 20° 56' 24" Latitud Norte y 98° 42' 00" Longitud Oeste. El área de estudio está comunicada por un camino de terracería que une Tepehuacán con Otongo (zona habitacional de la Cia. Minera Autlán S.A. de C.V) El depósito de Acoxcatlán se encuentra al norte de Otongo a 500 m. aproximadamente. La carretera Federal No. 105 Pachuca-Tampico en el Km 157 entronca con la carretera a Otongo, al cual se encuentra a 12 Km.

El clima que prevalece es húmedo y templado, con una precipitación anual promedio de 1800 mm.

El área de estudio se ubica fisiográficamente en la provincia de la Sierra Madre Oriental, donde es característico el intenso plegamiento y por lo tanto una topografía muy abrupta, consecuencia también de los diversos tipos de roca. Estructuralmente forma parte del Anticlinorio de Huayacocotla, una de las estructuras regionales de mayor magnitud dentro de la Sierra Madre Oriental.

La columna estratigráfica regional está representada por rocas metamórficas del Precámbrico en la base hasta rocas volcánicas del Terciario y aluvión del Cuaternario, teniendo rocas sedimentarias pertenecientes al Paleozoico superior, así como del Mesozoico.

La mena esta contenida en una roca manganesífera que se constituye de sedimentos calcáreos marinos siendo una facies perteneciente a la Formación Chipoco del Jurásico Superior.

El yacimiento es de tipo estratiforme, tabular, con espesores variables entre 0.50 m. hasta 2.50 m. Los límites se han definido de acuerdo a la información de canales de muestreo y barrenos de diamante, así como de los datos obtenidos en el interior de la mina. Con la información de dichas fuentes fue posible la elaboración de planos de distribución topográfica de manto, distribución de espesores y de leyes de manganeso, esperando que éstos sean útiles para el futuro proyecto de explotación de la mina de Acaxcatlán, la cual fue cerrada por haber resultado inadecuado el sistema entonces aplicado (Long. wall).

De acuerdo a la información obtenida de geología superficial, distribución y variación mineral y analizadas las condiciones estructurales es factible utilizar el método de "Salones y Pilares" por lo versátil y flexible de dicho método, capaz de soportar cambios de inclinaciones y espesores.

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1 OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo del presente estudio es determinar las características cualitativas y estructurales, así como la potencialidad del Yacimiento manganesífero de Acoxcatlán, Municipio de Tenahuacán, Estado de Hidalgo.

La información obtenida y recopilada tanto de trabajos previos como actuales fue utilizada en la interpretación estructural, definición de la mineralogía, variaciones laterales, morfología y génesis del depósito, esperando que dichas fuentes informativas sean suficientes para establecer un método o métodos de explotación adecuados y así obtener una recuperación óptima del yacimiento.

Otro fin importante del estudio es servir de herramienta para proporcionar una materia prima tan importante en la fabricación de diversos aceros y otros productos, y así poder satisfacer las necesidades del país en cuanto a esta materia se refiere.

Es importante hacer notar que la reabertura de la mina de Acoxcatlán - podrá crear una fuente de trabajo, que tanto se requiere en ésta zona, la cual podría elevar el nivel de vida de los habitantes de la región.

## 1.2 TRABAJOS PREVIOS

En el año de 1960, se iniciaron los trabajos de exploración regional del área, a cargo de los Ings. Eugenio Tavera y Rafael Alexandri, avocándose principalmente a los yacimientos de óxidos de manganeso, fué entonces cuando se empezó a vislumbrar la magnitud del yacimiento. Dichos trabajos tuvieron como sede la población de Molango, lugar de donde se tomó el nombre del Distrito, publicándose el informe de "Los Yacimientos de Manganeso del Área de Molango, Hidalgo."

En 1963 se inició la exploración de los depósitos de carbonatos de manganeso y fué Acoxcatlán el área escogida por la relativa facilidad que se observó para la explotación, pues dadas las características de los afloramientos semeja un manto horizontal con pequeñas variaciones estructurales.

En 1964, Bethlehem Steel Corp. realiza un reporte con el nombre de "Mineralogical Examination and Chemical Analysis of 29 hand specimens from a section in Molango, México."

En este mismo año se realiza exploración con barrenación en el área de Acoxcatlán con un total de 21 barrenos de diamante con profundidades desde 50 m. hasta 200 m.

Posteriormente, en 1965, una vez finalizado el programa de barrenación se dió inicio a la explotación con el método denominado Long Wall (frente larga), el cual es comunmente utilizado para depósitos de carbón. Este método tiene sus restricciones, que consisten en no soportar variaciones en inclinación, es decir, es ideal para depósitos horizontales.

Dadas las condiciones del manto fue posible sólo la explotación de pequeños bloques que quedaron delimitados por cambios en la horizontalidad del manto. Debido a la limitación del método, se decidió suspender la explotación, — asociado al descubrimiento del área de Tetzintla, la cual contaba con gran potencialidad y era susceptible de explotación inmediata.

En 1965, el Ing. Carrillo Bravo publica el "Estudio Geológico de una parte del Anticlinorio de Huayacocotla", donde abarca el sur del Distrito de Molango, describiendo características litostratigráficas.

Posteriormente el Instituto de Geología publica "Los minerales de mena— neso de Molango, Hidalgo", estudio realizado por el Dr. Liberto De Pablo.

Los trabajos de exploración en Acoxcatlán (zona oriental) se reanudaron — en el año de 1977, a cargo del Ing. Alejandro Cabrera; se elaboró un programa de barrenación complementaria para delimitar en forma más precisa el área, sin llegar a realizar un estudio detallado que pudiera ofrecer mayor confiabilidad para reanudar la explotación.

### 1.3 METODOLOGIA DE TRABAJO

El estudio abarca diferentes etapas, que son las siguientes:

#### 1.- Trabajo inicial de Gabinete:

Consistió en preparar planos y analizar la información obtenida del programa de barrenación antigua, así como, de levantamientos geológicos superficiales y de interior mina.

#### 2.- Trabajo de Campo:

##### a) Muestreo sistemática de superficie.

Esta actividad consistió en abrir canales de 2 a 4 m. de longitud, según fuera necesario a un espaciamiento entre canal y canal de 100 m. aproximadamente. Se muestrearon un total de 52 canales.

##### b) Levantamiento geológico de afloramientos.

Se realizó en base a planos topográficos de restitución fotogramétrica, con la finalidad de visualizar los aspectos estructurales y litológicos básicamente.

c) Se realizó un muestreo estratégico de interior mina con la finalidad de comparar resultados antiguos con ensayos recientes y para ello fueron escogidas nueve localidades en diferentes puntos de la mina.

#### 3.- Trabajo final de Gabinete:

Consistió en analizar la información obtenida de los dos puntos anteriores y evaluar los resultados de acuerdo a las exigencias actuales tanto en el proceso de beneficio como en el mercado.

Además se elaboraron los siguientes planos:

- a) Localización.
- b) Isopecas ( distribución de espesores ).
- c) Distribución topográfica de manto.
- d) Distribución de leyes de manganeso.
- e) Plano geológico del área.

Asimismo se elaboraron secciones tanto longitudinales como transversales y un cálculo estimativo de las reservas con las que cuenta el depósito en su porción occidental, área a la cual se enfoca el presente estudio por ser la zona cuya exploración ofrece mayor confiabilidad.

#### 1.4 GENERALIDADES DEL MANGANESO

El conocimiento del manganeso se remonta a épocas muy antiguas cuando los egipcios, romanos y griegos, ya lo usaban para colorear tanto el vidrio como la cerámica, posteriormente se le descubrió como material útil en pigmentación de pinturas.

El manganeso metálico fue obtenido por primera vez en 1774 por Gahn y posteriormente se descubre que actúa como purificador en la fundición del hierro.

En 1868, George Leclanche inventa la hoy llamada pila seca donde el manganeso hace la función de purificador interno ya que mantiene en buen estado los electrodos de las impurezas que se les acumulan.

En 1840, se descubrió la aplicación del manganeso en la industria siderúrgica.

Actualmente se han desarrollado intensamente los usos del manganeso en diferentes industrias como son en la industria siderúrgica, fabricación de pilas, fabricación y coloración del vidrio, pinturas, medicinas, electrónica, siendo la más importante la industria siderúrgica, ya que imarte a las ferrocaciones determinadas propiedades físicas útiles en el proceso de manufactura actuando como desoxidante y en menor grado como desulfurante. En la fabricación del acero, el manganeso es fundido en diferentes mezclas y proporciones para producir una gama muy amplia de aceros.

## MINERALES DE MANGANESO

El manganeso es un mineral metálico ferroso que por orden de abundancia en la corteza terrestre ocupa el decimsexto lugar. Existen aproximadamente — 125 minerales de manganeso siendo los siguientes los más importantes:

MINERAL	FORMULA
Pirolusita	$MnO_2$
Psilomelano	$Mn_2O_3 \cdot H_2O$
Rodocrosita	$MnCO_3$
Rodonita	$Ca Mn_4 (Si_5O_{15})$
Braunita	$Mn_2O_3$
Hausmanita	$Mn_2O_3 \cdot MnO$
Kutnahorita	$Mn Ca (CO_3)_2$
Manganita	$(MnO \cdot OH)$
Manganocalcita	$CaCO_3 \cdot MnCO_3$
Neotosita	Silicato Hidratado
Wad	Oxidos complejos de manganeso hidratados.

La producción de manganeso en la República Mexicana según el Anuario Estadístico de la Minería en México se presenta de acuerdo a la importancia de la siguiente manera.

ESTADO	LOCALIDAD	PRODUCCION (1978) (toneladas)
Hidalgo	Tetzintla	172,827
	Pachuca	4,507
San Luis Potosí	Charcas	4,294
Zacatecas	Villa de Cos	2,636
	Sombrerete	157
Chihuahua	San Buenaventura	1,754
	Allende	542
Durango	Lerdo	1,072
	Mapimí	483
	Tepicuanes	37

Siendo el 92% de la producción total, extraído del Distrito manganesífero de Molango (Tetzintla).

## 2.- GEOGRAFIA

### 2.1 LOCALIZACION Y VIAS DE COMUNICACION

El Yacimiento de Acoxcatlán se encuentra ubicado dentro del Distrito — Manganesífero de Molango, el cual se localiza al Noreste del Estado de Hidalgo, culturalmente dentro de la Región Huasteca, abarcando un área de 50 Km. — de longitud en dirección Norte-Sur y 20 Km. de ancho en dirección Este-Oeste— (Ver plano No. 1).

Dentro de dicha zona se encuentran diversos Municipios como son: Tepe— huacán, Tlanchinol, Xochicoatlán, Lolotla, Zacualtipán y Molango.

El área de Acoxcatlán pertenece al Municipio de Tepehuacán, al Norte del Distrito y se localiza en las siguientes coordenadas geográficas:

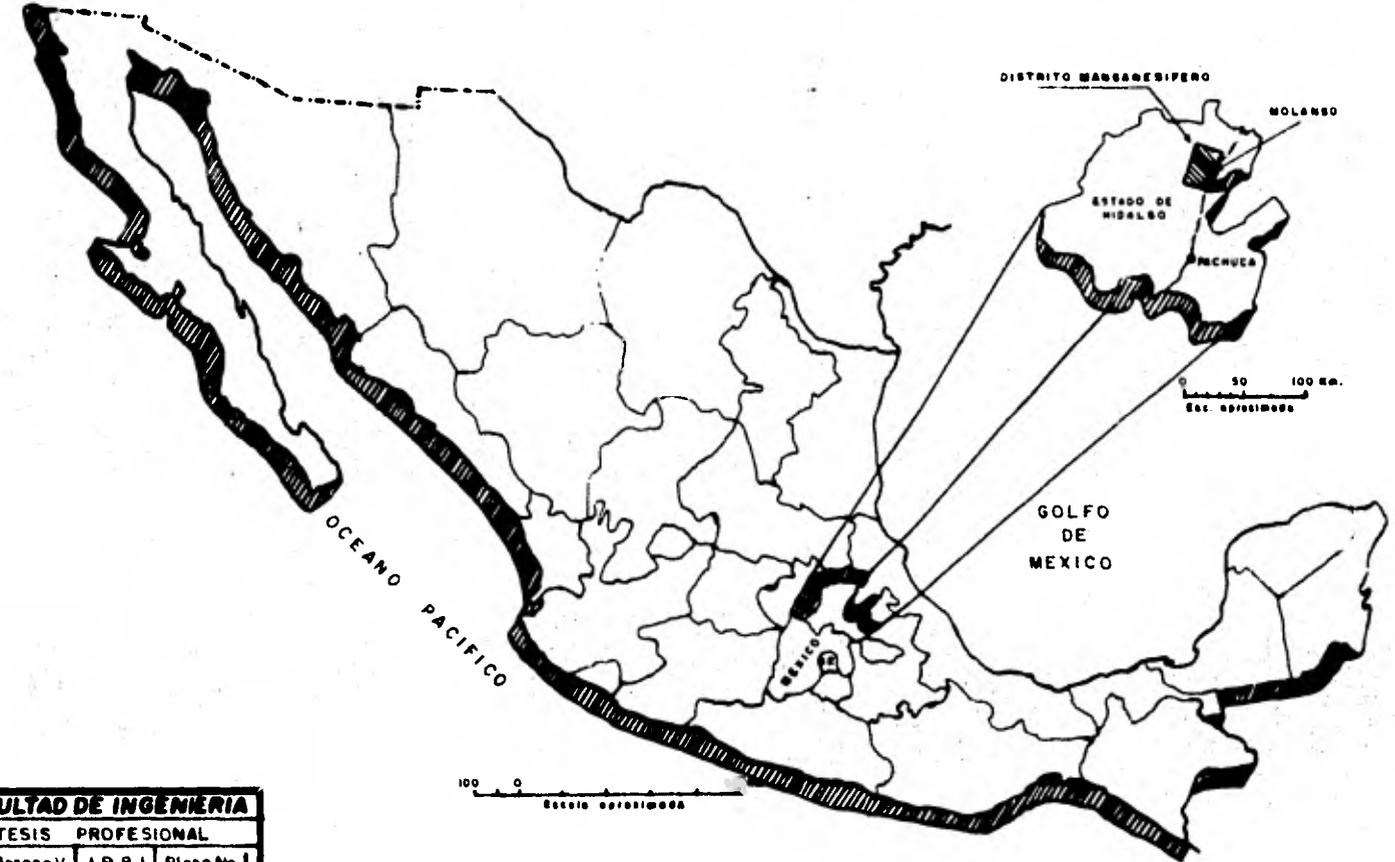
20° 56' 24" Latitud Norte  
98° 42' 00" Longitud Oeste

Por carretera el área de trabajo dista 275 Km. al Norte de la ciudad de México y a 170 Km. al Sur de Tampico, la ruta es la carretera Federal No. — 105 que cruza el Distrito en su longitud total. (Ver plano No. 2).

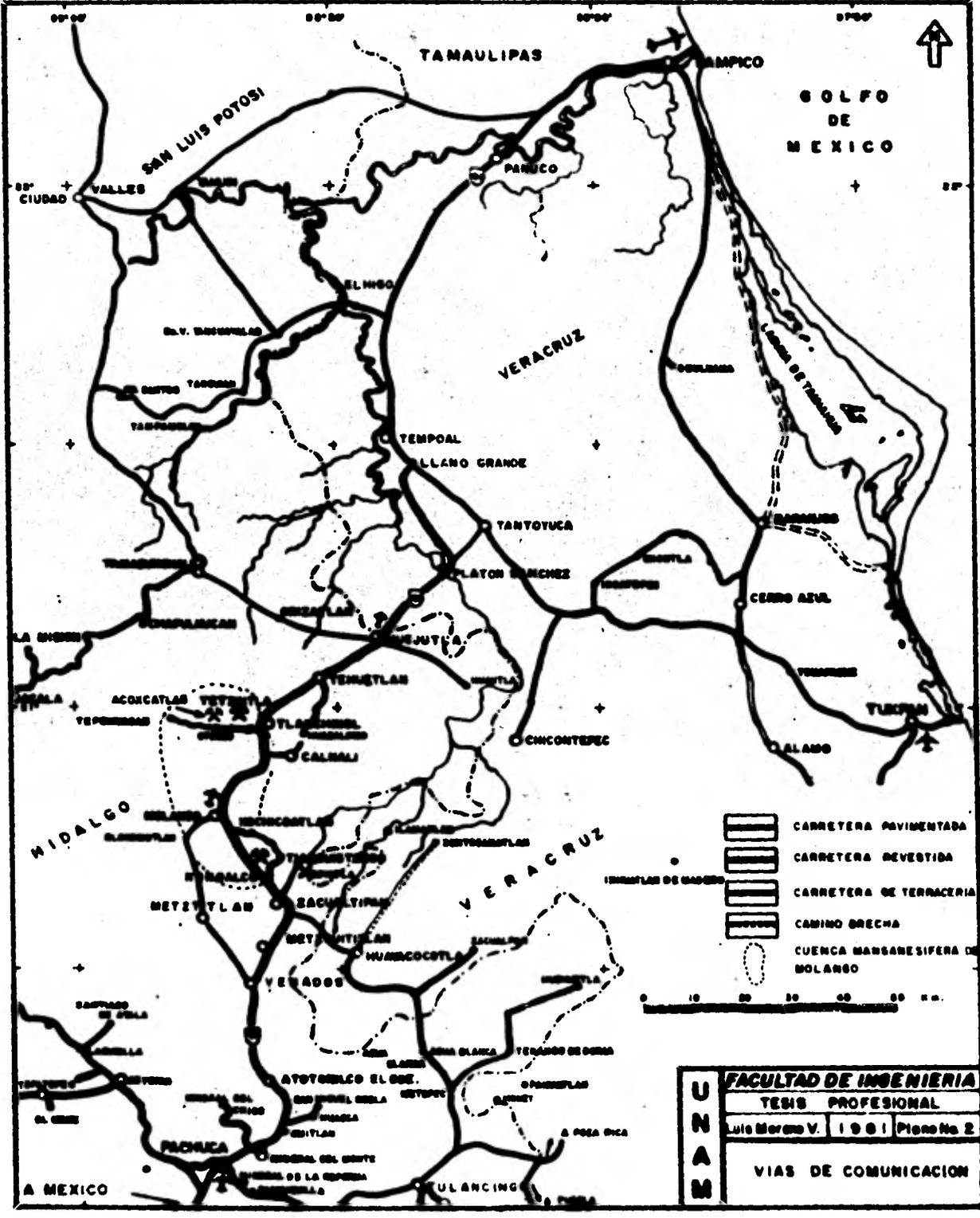
En el Km. 157 de dicha carretera se encuentra la desviación que comunica al poblado de Otongo (Colonia de la Compañía Minera Autlán), el cual dista — 12 Km.; es el centro principal y cuenta con 1,300 habitantes, además de los — siguientes servicios públicos: Teléfono, Correo, Radio, TV.

El área de estudio como se observa en el plano de localización se encuen— tra en el costado Norte de Otongo.

E. E. U. U.



U	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>
	TESIS PROFESIONAL
M	Luis Moreno V.   1981   Plano No 1
A	<b>PLANO GENERAL</b>
M	<b>DE LOCALIZACION</b>



**UNAM** **FACULTAD DE INGENIERIA**  
**TESIS PROFESIONAL**  
 Luis Morán V. 1961 Píera No 2  
**VIAS DE COMUNICACION**

El poblado próximo más importante es Tlanchinol, cuenta con 4,000 habitantes, además de teléfono, telégrafo, servicio postal, servicio de autobuses a México, Tampico y puntos intermedios, así como servicio de taxis a Otongo, — Huejutla, Etc.

Políticamente Molango y Huejutla de Reyes son los poblados que revisten mayor importancia ya que son cabeceras de Distrito, ambas cuentan con todos los servicios públicos requeridos y con pista de aterrizaje para aviones pequeños y avionetas. La pista de Molango normalmente no se usa por la peligrosidad que ofrece, así que la comúnmente utilizada es la de Huejutla de Reyes, ciudad que se encuentra al Norte de Otongo y dista 70 Km. por carretera.

La región no cuenta con servicios de Ferrocarril, las estaciones más cercanas son Pachuca y Tampico.

## 2.2 CLIMA Y VEGETACION

El clima predominante en la región es húmedo y templado en las regiones altas, tendiendo a ser extremoso y semitropical en las partes bajas. Las diferencias climatológicas se deben en parte a que existen diferencias hasta de 2000 m. en elevaciones, la temperatura fluctúa entre 38° C en verano y 0° C en invierno. Según la clasificación de Köppen-Geiger corresponde a clima tropical lluvioso (Aw) combinado con clima templado lluvioso (Cfb) en las partes altas.

Las lluvias son abundantes todo el año, teniendo la mayor precipitación durante el verano. La precipitación media anual es de 1800 mm.; promedio obtenido en los últimos 10 años. La causa de las abundantes lluvias es debido a las constantes perturbaciones provenientes del Golfo de México. La niebla es común durante todo el año.

La vegetación es un reflejo del clima y de la alta precipitación pluvial. En las partes altas se presentan coníferas y conforme se desciende taxonómicamente cambia a vegetación semitropical, estando representada por las siguientes especies y nombres locales que se dan a continuación: Cedros, encinos, -- zuchiate, guayaba silvestre, cuatlalpal, gran variedad de helechos y ortigas. -- además de higuera, de donde se extrae el aceite de ricino.

De acuerdo a la clasificación de Blumensack y Thornthwaite, la vegetación es de tipo de monte bajo y tropical lluvioso.

Debido al aumento en la población se está desforestando la región de una manera desorbitante y descontrolada, tanto para el uso de la madera como para preparar tierras para cultivo.

### 2.3 RASGOS CULTURALES

Siendo Otongo el poblado más importante y cercano al área de estudio, - es necesario hacer notar que cuenta con las comodidades y medios de comunicación apropiados, además de los siguientes servicios educativos: Kinder, - Primaria, Secundaria, sistema de Preparatoria Abierta, instalaciones deportivas, cine auditorio y un centro de capacitación donde se brinda alojamiento a cualquier viajero.

Para realizar estudios superiores tales como bachillerato (Sistema tradicional) y carreras técnicas o a nivel licenciatura, es necesario acudir a alguna ciudad.

En el aspecto cultural se tiene un progreso muy lento, ya que un gran número de habitantes de la región aún tienen como dialecto natal el náhuatl, no conociendo el español, motivo por el cual el índice de analfabetismo está en alto grado.

Dado que la actividad minera se ha desarrollado ampliamente, ha creado una gran fuente de empleos para habitantes de diferentes localidades. Actualmente la Compañía Minera Autlán en acuerdo con el ITESM ha establecido un sistema de unidades móviles de capacitación para el personal, lo cual puede llegar a ser de gran utilidad para la superación de muchos habitantes.

En el aspecto agropecuario destaca esta región debido a la alta producción de café y caña de azúcar, además de que existe, en menor escala, producción de maíz, frijol y frutales. El desarrollo de la ganadería de bovinos es pobre, debido a los escasos recursos con que cuentan los habitantes, estando concentrado exclusivamente en un grupo pequeño de personas.

### 3.- FISIOGRAFIA

#### 3.1 FISIOGRAFIA

El área de Acoxcatlán se encuentra ubicada en la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre Oriental, según la clasificación de Raisz y se encuentra delimitada al Norte por la provincia de Sierra y Cuencas, al Este por la Llanura Costera del Golfo de México, al Oeste por la Meseta Central y al Sur por el Eje Neovolcánico.

Esta provincia se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias (calizas, areniscas y lutitas) del Jurásico y Cretácico principalmente, las cuales muestran plegamientos sumamente intensos, como es el caso de la gran estructura denominada Anticlinorio de Hueyacocotla, donde pertenece el Distrito Manganesífero de Molango. Dicho plegamiento tan intenso ha dado como consecuencia una topografía abrupta. Esto se asocia a la erosión diferencial que provocan los diversos tipos de rocas, siendo la más resistente los basaltos que se encuentran coronando el macizo sedimentario, en ocasiones a la Formación Pimienta y otras a la Formación Chipoco. Es notorio el cambio de pendiente al pesar de los basaltos a las calizas o limolitas subyacentes. Asimismo el horizonte manganesífero es más resistente a la erosión que las rocas erosionantes provocando cambios fuertes en la topografía.

### 3.2 RASGOS HIDROGRAFICOS

Regionalmente, la red fluvial se presenta formando un sistema de drenaje combinado, dendrítico y paralelo, este último se debe al paralelismo que guardan las sierras y en ocasiones al fallamiento que se tiene en la región.

Existen una gran cantidad de afluentes, tanto de corrientes permanentes como intermitentes, como son el Río Tlaltepango, el Río de la cañada de Acoxcatlán, el Río Atezca, el Río Pemuxtilla, el Río Naopa, el Río Tetzintla y muchos más que desembocan al Río Claro, el cual destaca por su magnitud y es la corriente hacia donde fluyen todos los afluentes del lado occidental del Distrito de Molango. En el lado oriental fluye el Río Chinameca, corriente principal de dicho sector, con sus afluentes principales el Río Jalameca, Xochicoatlán, Calnali, Nonoalco.

Hacia el Norte se unen el Río Claro y el Chinameca formando el Río Mac tezuma, el cual junto con el Río Tempoal, forman el Río Pánuco, una de las corrientes de mayor magnitud en el país y que desemboca en el Golfo de México.

### 3.3 RASGOS MORFOLÓGICOS

El tipo de roca es un factor que influye grandemente, pues en los lugares donde se encuentra la roca volcánica, siendo más resistente a la erosión que las demás, se observan grandes elevaciones y pendientes muy abruptas — mientras que en las rocas sedimentarias las formas del terreno generalmente son más suaves y de pendiente menor.

El factor principal que rige la topografía es la influencia de los plegamientos, pues existe una gran cantidad de estructuras anticlinales y sinclinales, que por propia dinámica de formación producen zonas de debilidad — en la parte central de las estructuras, generando así formas de relieve abruptas debido a la susceptibilidad a la erosión en dichas zonas. El fallamiento ocasionado por los fenómenos orogénicos contribuye a facilitar la acción erosiva al generar zonas de debilidad.

Las barrancas y valles angostos son característicos en la región, en ocasiones alcanzan más de 1000 m. como diferencia de elevación.

En el área de Acoxcatlán es fácilmente observable todas las características anteriormente mencionadas, ya que se encuentran rocas volcánicas coronando en las partes altas, con una topografía muy abrupta, en cuanto entra a las rocas sedimentarias la topografía es más suave. Uno de los cambios apreciables en la topografía de las rocas sedimentarias es un cantil que forma el manto cuando aflora en superficie, debido a que es más resistente a la

erosión, esto es de gran importancia ya que puede tomarse como guía geomorfológica para la prospección minera regional.

Las sierras generalmente presentan paralelismo debido a la relación que tienen con los plegamientos como es el caso de la Sierra de Tenhuacán, una de las de mayor magnitud, guarda cierto paralelismo con la Sierra de Aquilestic, la Sierra de Tlanchini, la Sierra de Naopa. Algunas sierras pequeñas son perpendiculares al sistema que abarca las anteriores, siendo posible que se deban a fallamientos fuertes que provocaron zonas de debilidad y erosión más acelerada.

#### 4.- GEOLOGIA

##### 4.1 ESTRATIGRAFIA

La columna geológica del Distrito abarca un amplio intervalo de tiempo, ya que se observan desde rocas que pertenecen al Precámbrico (basamento), - hasta rocas del Terciario, representado por rocas volcánicas e intrusivas y el Cuaternario representado por el aluvión. (Ver fig. No. 3).

En la fig. 3 a se presenta una tabla de Correlación Estratigráfica don de se puede observar las columnas del área de estudio, así como de Hueyacocotla, Ver., Zacatlán y Tehuacán, ambos del Estado de Puebla. Es notable la amplia distribución de las Formaciones del Mesozoico en las columnas estratigráficas mostradas.

#### Paleozoico

##### PERMICO

##### FORMACION GUACAMAYA \*

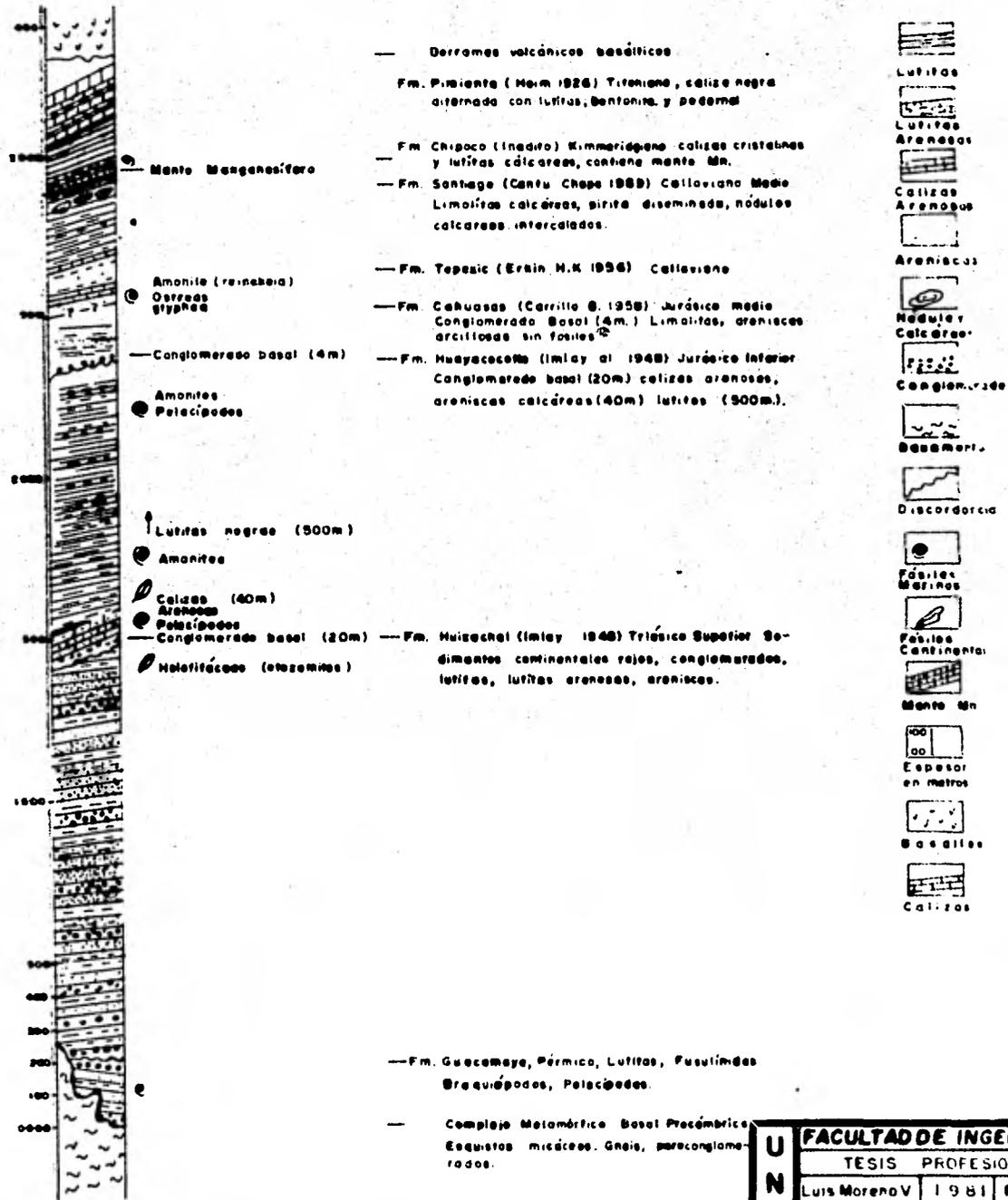
**Definición.** Esta Formación se compone de una secuencia rítmica de areniscas, conglomerados y lutitas, los colores de estas rocas varían de gris oscuro, negro y gris verdoso. El espesor de esta Formación es de 200 m.

**Localidad tipo.** Se encuentra en la parte central del Anticlinorio de Huizachal-Peregrina.

**Litología.** En el Río Chinameca, esta compuesta por más de 200 m. de lutitas de color negro a gris oscuro y de grano medio a grueso. Las areniscas-intemperizan a un color gris verdoso ligeramente rojizo.

\* 14 . Oliveras y Egufa.

## COLUMNA GEOLOGICA GENERALIZADA

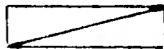


U  
N  
A  
M

<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>		
TESIS PROFESIONAL		
Luis Moreno V	1981	Fij No 3
COLUMNA GEOLOGICA		

## TABLA DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

ERA	PERIODO	EPOCA	EDAD	AREA MULANGU	HUAYACOCOTLA	ZACATLAN	TEHUACAN	
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE PLEISTOCENO					ALUVION, ARENAS Y CENIZAS VOLCANICAS	
	TERTIARIO	PLIOCENO	ASTIANO PLAISANCIANO	VOLCANICAS	VOLCANICAS		ALUVION	ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS
			PONTIANO BARMATIANO TORTONIANO HELVETIANO BURDIGALIANO AQUITANIANO				COATZINTLA ESCOLIN	TEHUACAN
		MIOCENO	CHATIANO RUPELIANO YONSRIANO			PALMA REAL HORCONES	GRUPO BALSA	
			LUDIANO BARTONIANO AUVERSIANO LUTETIANO CUISIANO YPRESIANO			CHAPOPOTE TANTOVUCA		
		EOCENO	TANETIANO MONTIANO DANIANO			CHICORTEPEC SUP. - SUAYABAL CHICORTEPEC INFERIOR N. DO VELAZCO BASAL		
	MAESTRICHIANO				MENDEZ			
	MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	SE CAMPANIANO NO SANTONIANO NO CONIACIANO TURONIANO				SAN FELIPE
			MEDIO	CENOMANIANO ALBIANO			AGUA NUEVA	ORIZABA
			INFERIOR	APTIANO MEO CO MIA NO	BARRERIANO MAUTERIANO VALANGINIANO BERRACIANO		TAMAULIPAS INF.	OTATES
JURASICO	SUPERIOR	TITHONIANO	PIMIENTA	PIMIENTA	PIMIENTA	PIMIENTA		
		SMITHIANO RID - SIBIANO	CHIPOCO	TAMAN	TAMAN	TAMAN		
		OXFORDIANO DIVEZIANO	HORIZONTE M.	SANTIAGO	SANTIAGO	SANTIAGO		
	MEDIO	CALLOVIANO BAYONIANO BAJOCIANO	TEPEXIC	TEPEXIC	TEPEXIC	TEPEXIC		
		ALBIANO	CANUASAS	CANUASAS	CANUASAS	TENEHCATE		
	INFERIOR	L I C O	BALENIANO TOARCIANO CHARMUTIANO PLIENSBAQUIANO SINEMURIANO NETTANSIANO	HUAYACOCOTLA	HUAYACOCOTLA	HUAYACOCOTLA		
TRIASICO		SUPERIOR	RETIANO NORIANO CARNIANO	HUIZACHAL	HUIZACHAL	HUIZACHAL		
	MEDIO	LADINIANO ANICIANO						
	INFERIOR	SCYTIANO						
PALEOZOICO	PERMICO			GUACAMAYA				
	PENSILVANICO							
	MISISIPICO					ROCA METAMORFICA ESQUISTOS		
	DEVONICO					MATZITZI		
	SILURICO					COMPLEJO METAMORFICO		
	ORDOVICICO CAMBRICO							
P R E C A M B R I C O				BASAMENTO			BASAMENTO	



Ausente por erosion o hiatus



Contacto inferior no observado

U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA
	TESIS PROFESIONAL
	Luis Moreno   1981   11   30

**Distribución.** Se encuentra aflorando en los Ríos Pochula, Moyutla y en el camino de Ixtlahuaco a Calnali, Hgo., al Sureste del área de estudio.

**Relaciones Estratigráficas.** En el Río Chinameca se observa subyaciendo en discordancia angular a la Formación Huizachal, sobreyace discordantemente a las rocas metamórficas del basamento.

**Edad.** En base al contenido de fósiles se le asignó la edad del Wolf—campiano (Pérmico Inferior).

#### Mezozoico

#### TRIASICO

#### FORMACION HUIZACHAL \*

(Islay-1948)

**Definición.** Consiste en una secuencia de areniscas cuarcíneas de grano fino de color rojizo, lutitas arenosas y conglomerados con abundantes fragmentos de cuarzo lechoso. Presenta un espesor de 1 300 m.

**Localidad tipo.** El cañón de Huizachal, a 20 Km. aproximadamente, al Sureste de Cd. Victoria Tamps.

**Litología.** Se compone de conglomerados de cuarzo, areniscas y lutitas - arenosas de color rojizo. El espesor que presenta en el área no se ha medido.

**Distribución.** Se encuentra aflorando en los Ríos Pochula, Moyutla y en el camino de Ixtlahuaco a Calnali, Hgo. al Sureste del área de estudio y se presenta al Norte del área en las proximidades de Cd. Victoria, Tamps.

\* 14. Oliveros y Egufe

**Relaciones Estratigráficas.** Sobreyace discordantemente a la Formación — Guacamaya y subyace igualmente discordante a la Formación Huayacocotla.

**Edad.** De acuerdo a las plantas fósiles del género *Otozamites*, las cuales se han clasificado como fósiles índices, se determinó una edad perteneciente al Triásico Superior. (Noriano-Retiano).

**Jurásico**

**JURASICO INFERIOR**

**FORMACION HUAYACOCOTLA \***

(Inlay, Cepeda y Díaz, 1948)

**Definición.** Se compone de la base hacia la cima por conglomerados areniscas y lutitas de color gris oscuro; hacia la parte superior se encuentran calizas arenosas con pelecípodos y lutitas de color gris oscuro que alternan con estratos delgados de areniscas de color gris oscuro, presenta un espesor de 870 m.

**Localidad tipo.** En el Rfo Vinazco en las cercanías al poblado de Huayacocotla, Ver.

**Litología.** Esta constituida en la base por un conglomerado de aproximadamente 20 m. de espesor, compuesto por fragmentos de cuarzo de diferentes tamaños y de areniscas cementados por material arcilloso y lutitas de color gris oscuro; descansando sobre ellas se encuentran más de 40 m. de calizas arenosas y areniscas calcáreas de grano fino a medio de color gris con fósiles (pelecípodos); sobre dicho cuerpo descansa una sección de más de 500 m. de lutitas carbonosas de color gris a negro, que alternan con capas delgadas de areniscas calcáreas de color gris oscuro, interperizando a un color amarillento, presenta ocasionalmente helechos del género *Holoftitáceas*.

\* 17. Perogordo, J.M.

Distribución. Es la formación que se encuentra más ampliamente distribuida en el Distrito, aflorando además en la parte Norte del Estado de Puebla y al Noroeste del Estado de Veracruz.

Relaciones Estratigráficas. Subyace a la Formación Cahuasas y sobrayace discordantemente a la Formación Huizachal en gran parte del Distrito; cerca del área de estudio sobrayace discordantemente a las rocas del basamento.

Edad. De acuerdo a estudios del Dr. R. Imlay que realizó en amoritas del género *Amnóceras* y *Verníceras*, así como a las plantas fósiles se les asignó una edad de Sinemutiano (Jurásico Inferior).

#### JURASICO MEDIO

##### FORMACION CAHUASAS \*

(Carrillo Bravo, 1958)

Definición. Se compone de aproximadamente 1000 m. de espesor de areniscas conglomerados y limolitas de color rojizo, las areniscas y conglomerados frecuentemente presentan estratificación cruzada.

Localidad tipo. Se encuentra en el rancho Cahuasas, en el Río Amajec, al Sureste de Capulhuacán, Hgo.

Litología. Esta formada por un conglomerado de 20 m. de espesor, mal clasificado, compuesto por fragmentos subangulosos de cuarzo. Sobre este conglomerado se encuentran limolitas y areniscas cementadas por material arcilloso. El espesor en el área es de 250 m., medido en la localidad Chipoco, Hgo.

Distribución. Aflora en la barranca de Tlaltepango y a un costado del poblado de Chipoco al Este del área de estudio, así como en la cañada del Río Claro.

\* 3. Cantú Chapa, A.

16. Pedrazzini y Besañez.

**Relaciones Estratigráficas.** Descansa discordantemente sobre la Formación Huayacocotla y subyace, también discordantemente, a la Formación Tepexic.

**Correlación.** Esta Formación se correlaciona con la Formación Tenexcata - del Estado de Puebla.

**Edad.** No se han encontrado indicios paleontológicos que pudieran definir la edad, más por la posición estratigráfica que guarda y el contenido de fragmentos de roca de las Formaciones Huizechal y Huayacocotla se le puede asignar una edad que oscila entre el Bajociano y Bathoniano.

#### JURASICO SUPERIOR

##### FORMACION TEPEXIC \*

(Erben H. J., 1956)

**Definición.** Fué descrita como calcarenita de color gris a gris oscuro, - con intercalaciones en estratos delgados de lutitas calcáreas de color gris - oscuro, ambas rocas intemperizan en un color amarillento. En ocasiones las - calcarenitas llegan a formar coquinas. Su espesor es de 140 m.

**Litología.** Está constituida por calizas arcillosas de textura arenácea, - con intercalaciones delgadas de lutitas calcáreas, ambas de color gris oscuro presentan abundantes fósiles de la familia de los Ostrécodos y Rudistas. Se - distingue por presentar pequeños acantilados y una aureola formada por intemperismo de color pardo amarillento.

**Distribución.** Se encuentra ampliamente distribuida tanto cerca del área - de estudio como en la barranca de Tetzintla, y en varias zonas al Sur del Distrito entre los poblados de Molango y Malilla, así como en el Estado de Puebla en su parte Noroeste.

\* 3. Cantó Chapa. A.

**Relaciones Estratigráficas.** Sobreyace discordantemente a la Formación - Cahuillas y se encuentra subyaciendo en contacto transicional a la Formación - Santiago.

**Correlación.** Se correlaciona con la Formación Minas Viejas del Norte del País.

**Edad.** De acuerdo a estudios paleontológicos (Burckhardt) se le asignó - una edad de Calloviano medio y superior, por la presencia de *Neocueniceras* - *Neogaeum* y *Reinckeia*.

#### FORMACION SANTIAGO \*

(Cantó Chapa A., 1969)

En 1964, fué propuesta originalmente por Reyes como miembro de la Formación Temán, posteriormente, fué estudiada por el Dr. Cantó Chapa (1969) y elevada a la categoría de Formación en vista de sus características particulares de biofacies, litofacies y edad, siendo diferente de la Formación Chipoco que la sobreyace.

**Definición.** Es una secuencia de limolitas calcáreas carbonosas de color gris oscuro a negro, con ocasionales intercalaciones de calizas, contiene pirita diseminada y un color de intemperismo pardo amarillento; además, presenta un cracero diagonal a la estratificación. Presenta un espesor de 160 m.

**Litología.** Esta compuesta por limolitas calcáreas carbonosas de color gris oscuro a negro, contiene pirita diseminada, fractura subconcooidal. Contiene concreciones calcáreas que se concentran hacia la cima de la Formación, así como amonitas piritizadas.

\* 3. Cantó Chapa, A.

Distribución. Se encuentra ampliamente distribuida en el Distrito y es de interés en la prospección regional ya que subyace al horizonte manganesífero. También se encuentra depositada en el Estado de Puebla.

Relaciones Estratigráficas. Sobreyace en contacto transicional a la Formación Tepexic y subyace concordantemente al horizonte manganesífero contenido por la Formación Chipoco.

Edad. De acuerdo a sus características fosilíferas (equinodermos, foraminíferos, braquiópodos), se le ha asignado una edad de Oxfordiano.

FORMACION CHIPOCO \*  
(Hermoso, 1972)

Definición. Anteriormente se le denominaba Formación Tamán mixto. Actualmente se define como una secuencia de calizas y lutitas calcáreas alternadas ambas de color gris oscuro y se presentan en estratos delgados y medianos. El horizonte manganesífero está integrado en esta Formación y se encuentra en la base, componiéndose de una secuencia de rocas manganesíferas; se le llama "Roca Manganesífera" ya que el alto contenido de manganeso produce que pase a formar una mena. Su apariencia es una caliza de grano fino, bien estratificada, en laminillas de 3 a 5 mm. de espesor, de color gris oscuro a negro. Ocasionalmente presenta laminaciones de pirita de 1 a 2 mm. presenta pequeñas fracturas rellenas de cuarzo, calcita y en ocasiones rodocrosita. El fracturamiento es perpendicular a los planos de estratificación.

Localidad tipo. El Poblado de Chipoco, Hgo.

\* 3. Cantú Chape, A.

14. Olivares y Egüfa

**Litología.** Se compone de una secuencia de rocas de grano fino con alto contenido de manganeso en la base, disminuyendo éste hasta llegar al 10 % donde finaliza la facies manganesífera, su espesor aproximado es de 25 m. enseguida se encuentra una secuencia rítmica de calizas con textura calcarenita, disminuyendo la estratificación con limolitas hasta desaparecer. El espesor aproximado de esta Formación es de 200 m.

**Distribución.** La distribución se encuentra restringida a remanentes que ha dejado la erosión, aflora en diferentes localidades a lo largo del Distrito. ( Ver plano No. 4 )

**Relaciones Estratigráficas.** Descansa concordantemente sobre la Formación Santiago y se encuentra subyaciendo en contacto transicional a la Formación Pimienta.

**Correlación.** Se correlaciona con la Formación Tamán del Norte y Este del área de estudio, y con la Formación San Andrés de la Cuenca de Chicontepec, además de las Formaciones La Caja y la Casita del Norte del País.

**Edad.** Según estudios paleontológicos realizados en ostrácodos, equinodermos y amonitas por el Dr. Cantú Chapa, se le asignó una edad de Oxfordiano Superior en la base y Titoniano Inferior en la cima.

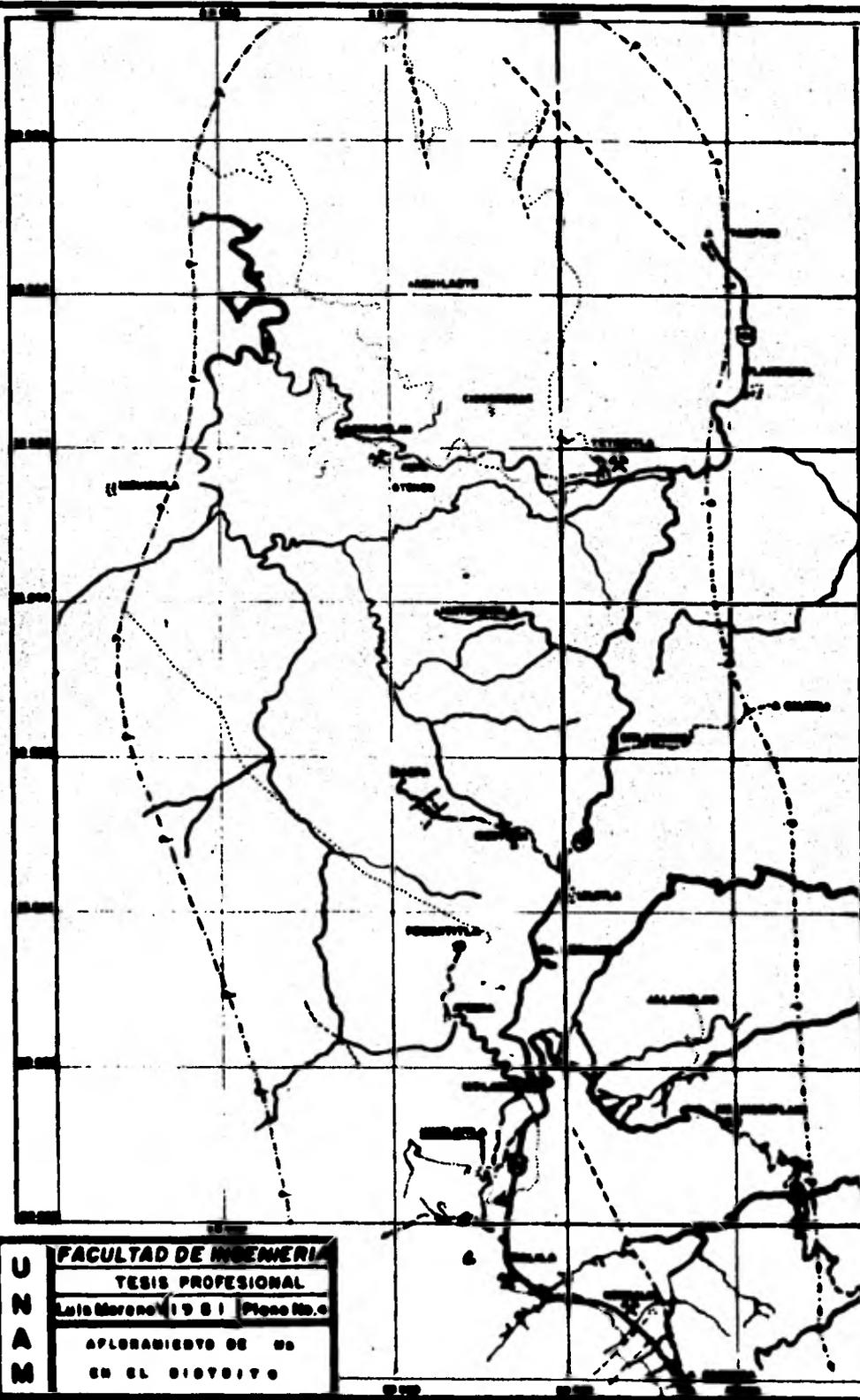
#### FORMACION PIMIENTA\*

(Hermoso, 1972 )

**Definición.** El nombre Pimienta fue propuesto por Heim a una secuencia de calizas, color gris claro, de estratificación delgada a mediana con lentes de pedernal negro. El espesor es variable entre 200 y 300 m.

\* J. Cantú Chapa, A.

9. Hermoso y Martínez



**LEYENDA**

- DOLLO
- PLANTEL DE CEMENTO
- CANAL DE CEMENTO
- CALLE
- PUENTE
- DISTRITO

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

**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**TESIS PROFESIONAL**  
Luis Moreno 1981 Plazo No. 6

**AFLORAMIENTO DE**  
**EN EL DISTRITO**

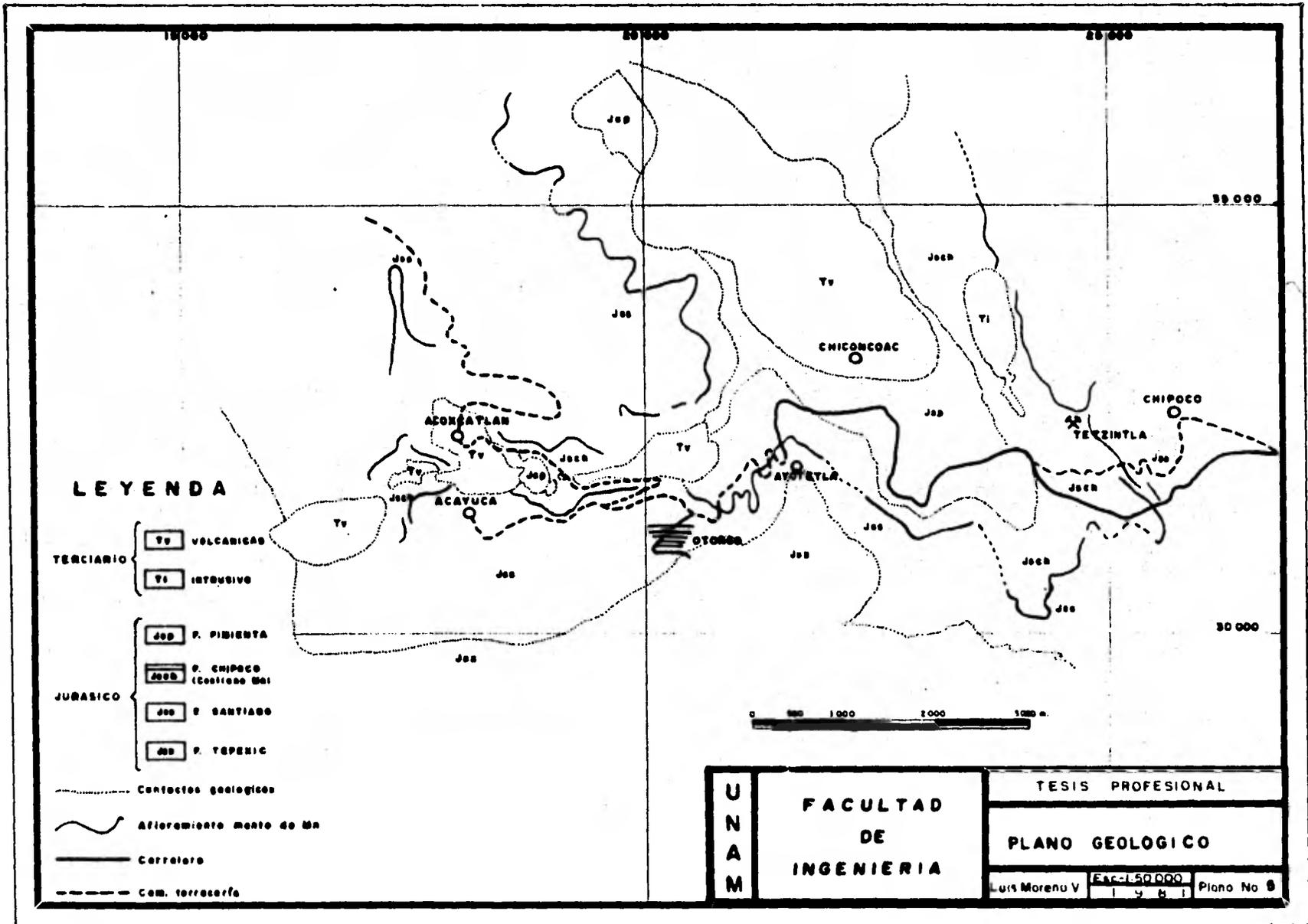
**Localidad tipo.** El rancho de la Pimienta, situado en el Valle del Afo - Moctezuma en la región de Tamazunchale, S. L. P.

**Litología.** En la parte inferior está compuesta por una secuencia de limo-  
litas y calizas arcillosas de color gris oscuro, en estratos delgados, contie-  
nen abundantes lentes de pedernal negro. Hacia la cima va cambiando gradual-  
mente a calizas arcillosas color gris claro y conforme se avanza a la cima —  
desaparece el pedernal.

**Distribución.** Aflora en pequeñas islas en el área de Acoxcatlán y en —  
zonas vecinas, al Suroeste de Naopa, además de varios afloramientos al Sur —  
del Distrito Manganesífero como son Nonoalco, Pemoxtitla, Ixmoltitla y otros.

**Relaciones Estratigráficas.** La Formación Pimienta se encuentra sobrey-  
ciendo en contacto transicional a la Formación Chipoco. En el área de Acoxca-  
tlán es la cima del macizo sedimentario y en ocasiones se encuentra cubierta-  
por rocas volcánicas del Terciario.

**Edad.** De acuerdo a estudios del Dr. Cantú Chapa se le asigna una edad —  
de Titoniano Inferior en la base y superior de la cima.



## ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS

El área de Acoxcatlán, así como gran parte del Distrito de Molango, se encuentran cubiertos parcialmente por rocas volcánicas del tipo de basaltos y tobas intercaladas, pertenecientes al Terciario Superior.

En el área de estudio se encuentran algunos diques de composición intermedia (porfidos andesíticos), que en ocasiones cortan el horizonte manganesífero. Asimismo se encuentran algunos intrusivos cercanos de una composición similar, como se puede observar en la barranca del Río Tlaltapingo. Estos cuerpos se caracterizan por no haber provocado ninguna influencia en la roca encajonante, las áreas alteradas se presentan únicamente en la zona de contacto donde no rebasan ni 0.50 m.

En diferentes áreas del Distrito, la erosión ha actuado severamente y ha dejado aflorando rocas metamórficas del basamento.

Según estudios del Dr. C. Fries las rocas que se presentan son gneises de dos clases: Uno compuesto por cuarzo, microclina, ortoclasa y albite como minerales esenciales y granate, menita y magnetita como minerales accesorios. El segundo se encuentra sobreyaciendo al anterior, se compone de: Oligoclasa, andesina, augita, hornblenda y olivino como minerales esenciales además de biotita como mineral accesorio. Se hicieron estudios geocronológicos y les asignaron una edad entre 1 093 ma. y 987 ma. por lo cual corresponden al Precámbrico.

#### 4.2 GEDLOGIA ESTRUCTURAL

El área de estudio se encuentra ubicada estructuralmente en la parte — Noroeste del Anticlinorio de Huayacocotla, una de las estructuras principales que componen la Sierra Madre Oriental. Dicha estructura tiene una longitud aproximada de 400 Km. y un ancho de 100 Km. teniendo su límite superior — al Sur de Cd. Victoria, Tamps. y el límite inferior en las cercanías de — Huauchinango, Puebla.

Los pliegues que se encuentran en la región tienen una orientación preferencial, de acuerdo con la estructura mayor, la cual es de Noroeste 45° Su resta.

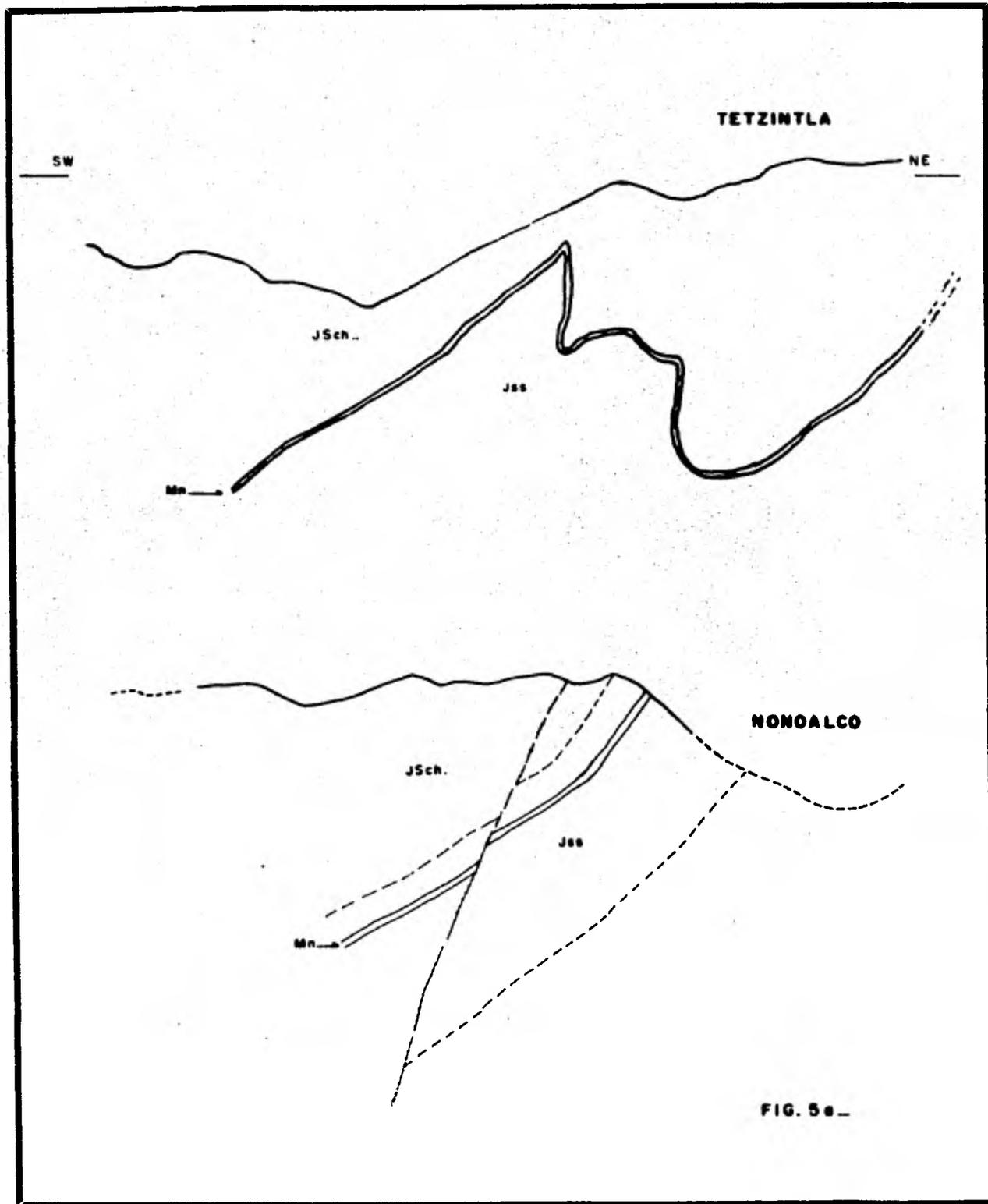
Esta área posee un amplio historial en cuanto a fenómenos orogénicos, ya que se observan las evidencias de un evento que afectó a las rocas del Precámbrico, el evento que afectó sedimentos paleozóicos corresponde al Triásico la orogenia que levantó y plegó al macizo rocoso durante el Jurásico Inferior. Posteriormente, a fines del Cretácico se inició la Revolución Laramide, deformando las rocas existentes y provocando grandes cordilleras y, entre otros, — el complejo estructural de la Sierra Madre Oriental.

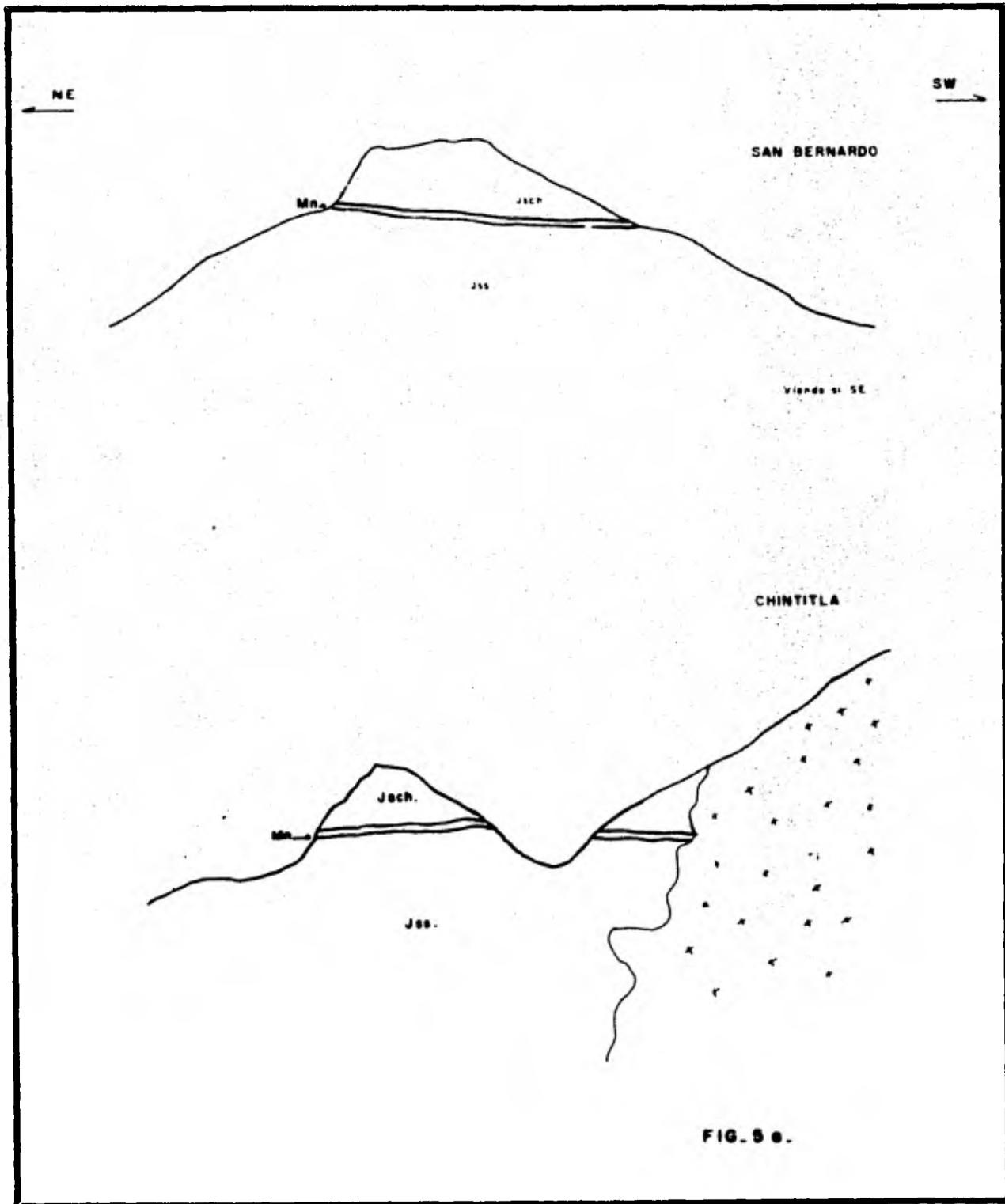
Este capítulo está encaminado a describir a los plegamientos que ocasionó la Revolución Laramides, ya que es la que formó los pliegues que afectan — a los yacimientos Manganesíferos del Distrito.

Dentro del Distrito de Molango se encuentran diferentes estructuras con importancia económica, teniendo como prototipos de la región las siguientes:

- a) Tetzintla. Se encuentra en un anticlinal asimétrico hacia el Noreste.
- b) Naopa. El yacimiento está contenido en un sinclinal recumbente hacia el Suroeste, está limitado por fallas.
- c) Nonoalco Se ubica en el flanco Suroeste de un anticlinal - parcialmente erosionado.
- d) Acoxcatlán. Estructura diferente a las anteriores, ya que conserva una tendencia horizontal, pero presenta pequeños pliegues en abundancia, con orientación semejante a las anteriores, o sea Noroeste-Sureste.
- e) San Bernardo Estructura similar a Acoxcatlán, ya que guarda también tendencia horizontal con ligera inclinación hacia el Noreste.
- f) Chintitla. Al igual que San Bernardo y Acoxcatlán tiende a ser horizontal con ligeras variaciones estructurales.

Es importante hacer notar que el rumbo de los planos axiales de las estructuras guardan una orientación semejante, dicha orientación es Noroeste-Sureste, lo cual indica que fué un sistema de esfuerzos Noreste-Suroeste lo que provocó la formación de todas las estructuras anteriores. En la fig. - 5a. se presentan secciones de las localidades antes mencionadas.





#### 4.3 GEOLOGIA HISTORICA

(Síntesis del "Estudio Geológico de una parte del Anticlinorio de Huayacocotla". Dr. Carrillo Bravo. Boletín de la Asoc. Mx. Geol. Pat. 1965).

En el Precámbrico ocurre un fenómeno tectónico de gran magnitud que genera la formación de rocas metamórficas (gneises) que integran el basamento - y que se encuentran aflorando en la parte central del Anticlinorio de Huayacocotla.

Posteriormente se tiene una etapa de erosión y hiatus y no es sino hasta el Paleozoico superior cuando el área sufre una etapa de subsidencia y se depositan en un gran volumen de sedimentos arcillo-arenosos de tipo Flysch, correspondientes a la Formación Guacamaya (Carbonífero-Permiano).

Se lleva a cabo una etapa de emersión y deformación provocada por la orogenia Permiano-Triásica y a fines del Triásico se depositan sedimentos continentales correspondientes a la Formación Huizachal, dichos sedimentos se les denomina lechos rojos.

Durante el Jurásico inferior se lleva a cabo una transgresión, la cual da lugar a un depósito muy potente de sedimentos arcillo-arenosos de la Formación Huayacocotla (Liásico inferior). A fines de este período se lleva a cabo una etapa de emersión y deformación.

En el Jurásico medio el área permanece emergida y es sujeta a una etapa erosiva y en algunas zonas se depositan los sedimentos continentales de la Formación Cahueles. (Bajociense-Bathoniano).

En el Jurásico Superior se lleva a cabo una nueva transgresión marina — que da lugar al depósito de sedimentos calcáreo-arenosos de aguas someras correspondiente a la Formación Tepexic. (Celloviano). Continúa la inundación y da lugar al depósito de los sedimentos arcillosos de la Formación Santiago — (Oxfordiano Inferior), seguido del período de depósito de el manganeso en sedimentos calcáreos (Oxfordiano Superior - Kimmeridgiense), correspondiente a la Formación Chipoco.

Posteriormente continúa el depósito de sedimentos calcáreos de la Formación Pimienta que se extiende hasta los principios del Cretácico.

Durante el Cretácico Superior (Albiano) se inicia el plegamiento que da lugar a la formación de las estructuras presentes a lo largo de la Sierra Madre Oriental, la cual se continúa hasta el Oligoceno, donde se inicia el emplazamiento de cuerpos intrusivos de composición intermedia.

Ya en el Cuaternario tiene lugar una intensa actividad ígnea que da origen al depósito de material piroclástico y a las rocas extrusivas de tipo básico e intermedias. (Terciario Superior - Cuaternario).

## 5.- DESCRIPCION DEL YACIMIENTO.

Como introducción del capítulo es necesario hacer notar que el Yacimiento de Acoxcatlán debe ser considerado como de baja ley comparado con los Yacimientos vecinos de Tetzintla, Naopa y Nonalco. Existe una diferencia apreciable en ley de manganeso, pues mientras que en Acoxcatlán la ley fluctúa entre 23 % y 26 % en promedio en roca sana, en los demás depósitos rebasa el 27 %. Debido a lo anterior, al realizar el estudio geológico del yacimiento, - fué necesario tomar en consideración los aspectos económicos que determinan la costeabilidad del depósito y lo hacen competitivo en el mercado, para lo cual se tomaron las siguientes especificaciones:

El mineral puede ser considerado como grado metalúrgico, siempre y cuando, una vez procesado por el método pirometalúrgico, alcance un porcentaje mínimo del 39 %. La pérdida por calcinación es el porcentaje que resulta de la liberación en forma de gases de diversos compuestos, al someter el mineral a altas temperaturas, el principal compuesto que se libera es el bióxido de carbono, producido al descomponerse los carbonatos por acción del calor, siendo este el procesamiento al cual se somete el mineral. Si la pérdida por calcinación es baja ( < 26 ) en ocasiones puede no resultar económico el mineral aún con leyes de manganeso aceptables ( 26-27 % ).

En el caso de Acoxcatlán, la ley de manganeso es baja pero la pérdida por calcinación es alta, debido a esta relación, el depósito es económicamente explotable y competitivo en el mercado.

En general, todos los depósitos de carbonatos del Distrito de Molango de ben considerarse de baja ley, comparados con el yacimiento de óxidos de manganeso de Nonoalco, Hgo. (siendo el mismo depósito de carbonatos que presenta una fuerte alteración por oxidación con distribución restringida), y los principales yacimientos del mundo como son Samancor y Assoman en Sudáfrica; Nikopol, URSS; Kinsenge, Zaire; Standad Lump, Ghana; además de algunos otros yacimientos en Australia, Brasil, Grecia y la India, todos ellos cuentan con leyes superiores de 40 % de manganeso. De modo que, no obstante la baja ley del depósito de Acoxcatlán, una vez procesado el mineral, puede competir en el mercado como mineral grado metalúrgico, ya que como se menciona anteriormente, con leyes de 23 % a 26 % y con una pérdida por calcinación mayor al 30 % se alcanza la ley requerida para material ya procesado ( 39 % ). En lo correspondiente a las zonas enriquecidas donde la ley de manganeso rebasa el 30 %, la pérdida por calcinación disminuye hasta menos del 20 % en algunas ocasiones, no obstante, aún cumple con los requisitos para mineral económico. Debido a la heterogeneidad de las leyes, no es conveniente asignarle una ley representativa del yacimiento.

## 5.1 GEOMETRIA DEL YACIMIENTO

### 5.1.1. FORMA

El Yacimiento Manganesífero de Acoxcatlán es estratiforme, tabular y se comporta de acuerdo con las variaciones estructurales del macizo rocoso sedimentario del cual forma parte.

El depósito posee variaciones en cuanto a espesor, dichas variaciones están directamente relacionadas con la alteración y enriquecimiento secundario, ya que en los afloramientos se tienen leyes y espesores mayores; dicho enriquecimiento es debido a la acción del intemperismo, provocando una oxidación de los compuestos de manganeso y los carbonatos de calcio, habiendo por lo tanto una concentración mayor de compuestos de manganeso.

En el plano No. 6 se muestra la distribución de los espesores, elaborado por medio de los resultados obtenidos de canales de muestreo y barrenos de diamante. Dicho plano proporciona una visión aproximada de las variaciones de la zona occidental del depósito.

El Yacimiento de Acoxcatlán se encuentra dividido en dos zonas por un área erosionada, la cual fue formada por el cauce de un río existente previamente al depósito de las rocas volcánicas del Terciario ( Ver sección 0-400 cap. 5.3 ).

En el presente estudio se tratará más a detalle la zona occidental del depósito, tomando como referencia la porción erosionada, ya que es la zona que cuenta con más información. La zona oriental presenta unas características similares pero estructuralmente es más compleja, según la información de canales de muestreo y de barrenos de diamante los espesores son mayores, aparentemente, pero presenta una gran cantidad de fallas inversas casi horizontales que pueden proporcionar datos falsos, en cuanto a espesor real. La información con que se cuenta es insuficiente para realizar una interpretación adecuada para los fines deseados, y debido a esto se tiene un programa de exploración complementaria de dicha zona, por lo tanto, este estudio se inclina a describir más profundamente la zona occidental.

### 5.1.2. DIMENSION

El Distrito Manganesífero de Molango abarca un área de 1000 Km.<sup>2</sup>, teniendo solamente 180 Km.<sup>2</sup> de superficie los remanentes que ha dejado la erosión y que contienen el horizonte manganesífero.

El Yacimiento de Acoxcatlán, ubicado en la parte Norte del Distrito, abarca una superficie aproximada de 1.1 Km.<sup>2</sup>, tomando en consideración las dos áreas que lo componen. La zona occidental tiene unas dimensiones de 1.0 Km. de largo por 0.6 Km. de ancho y la zona oriental cuenta con 1.1 Km. de largo por 0.45 Km. de ancho. El espesor en ambas zonas es variable y fluctúa entre 0.50 m. hasta 3.0 m. en determinadas zonas y en algunos afloramientos.

Tanto el límite oriental como el occidental se han definido, en base a la información obtenida de los barrenos de diamante y de canales de muestreo, en los que se aprecia que tanto espesor como ley ya no son económicamente explotables.

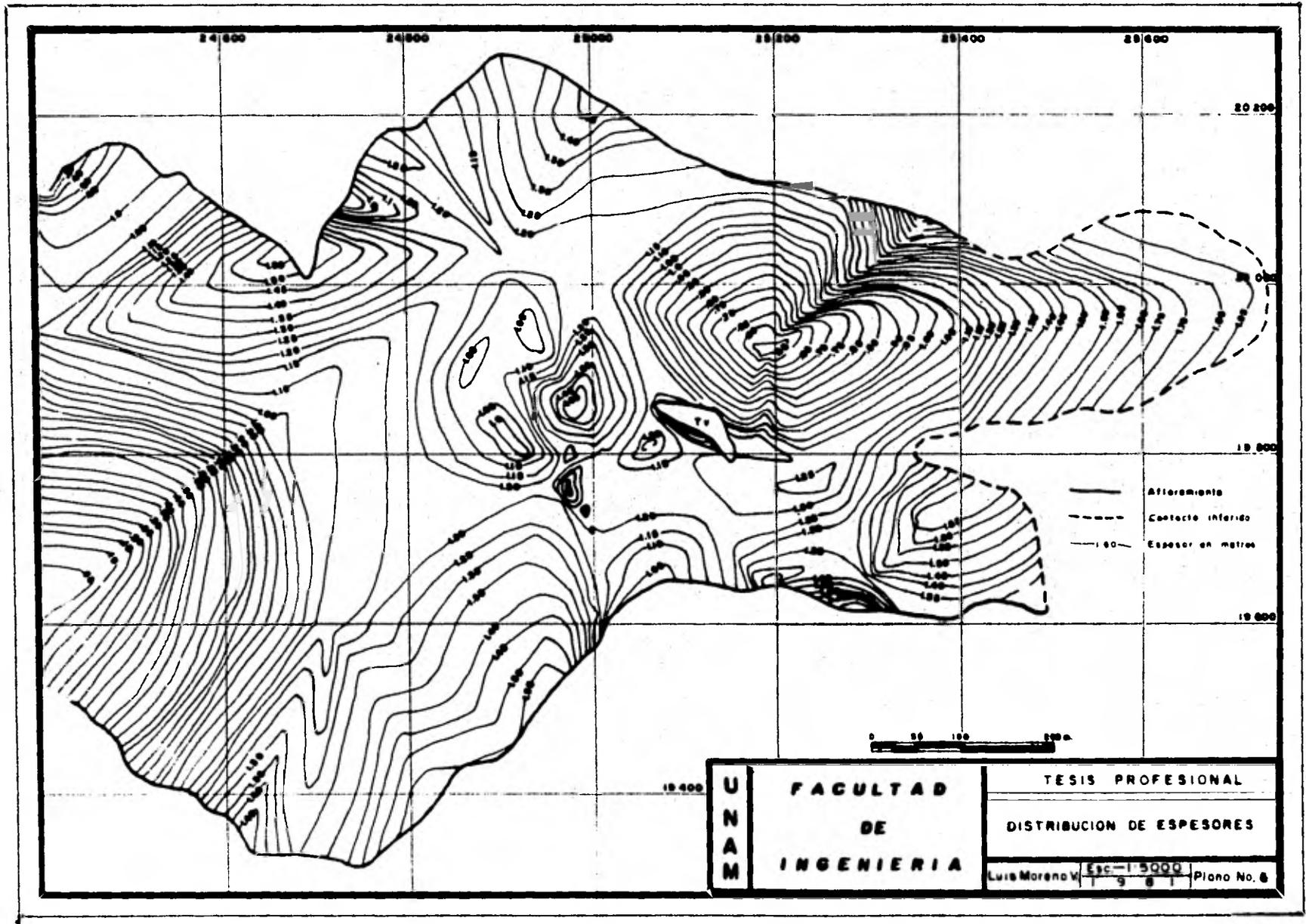
### 5.1.3. VARIACIONES LATERALES

Las variaciones laterales que se presentan en el depósito son producidas por diversos factores, los cuales se exponen a continuación:

a) Variación en la concentración de manganeso durante la sedimentación.- Existe una disminución gradual de la ley de manganeso y por lo tanto del espesor económico explotable hacia la porción Occidental del depósito, así como en la parte Oriental; este mismo fenómeno ocurre en pequeñas zonas en la parte central de la zona Oeste.

b) Aumento de la ley y espesor provocado por enriquecimiento secundario. Esta característica es muy común en los afloramientos y en sus partes cercanas. En los lugares donde se presentan fallas y fracturas que permiten la infiltración de agua a través de sus planos, produciendo las condiciones propicias para formar zonas de enriquecimiento y por consiguiente aumento en el espesor.

La ley de manganeso que contiene roca sin alterar, varía entre 23 % y 26 %, habiendo zonas donde se tiene un enriquecimiento secundario que ha aumentado la ley en ocasiones hasta más de 35 %, como es el caso de las partes Sur y Norte del depósito en la cercanía del afloramiento. Los espesores varían en función de la ley generalmente, ya que en roca sana, el espesor que presentan el manto varía de 0.90 m. a 1.40 m., alcanzando en algunas zonas enriquecidas hasta más de 1.80 m. (plano No. 6).



UNAM  
 FACULTAD  
 DE  
 INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL  
 DISTRIBUCION DE ESPESORES  
 Luis Moreno V. EJC-15000  
 Plano No. 8

## 5.2 MINERALOGIA Y DISTRIBUCION

Las características físicas que presenta la roca que contiene los minerales de manganeso, no permite diferenciarlos tanto a nivel megascópico como — microscópico (microscopía petrográfica). La mena se presenta de color negro en estratos delgados de 1 a 2 cm., en ocasiones laminar, se observan pequeños cristales de calcita y de cuarzo, acumulados en las fracturas y en los planos de estratificación. Ocasionalmente se presenta pirita diseminada, o bien en — capas delgadas ricas en pirita.

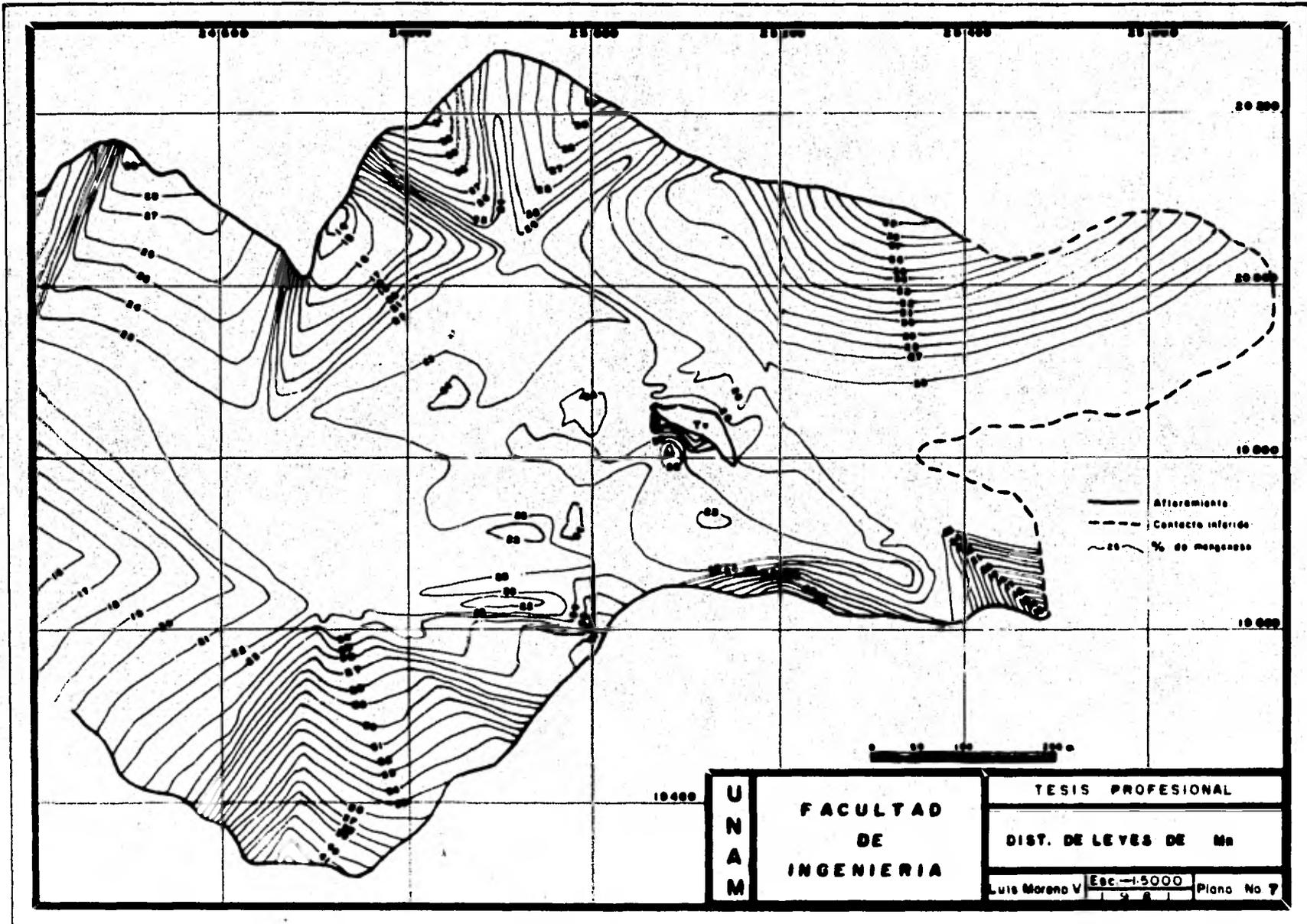
Para obtener la mineralogía constituyente de la mena se realizaron estudios por difracción de rayos X dando como resultado los siguientes minerales:

Rodocrosita ( $MnCO_3$ ) como mineral más abundante, teniendo como segundo mineral en orden de abundancia la Kutnahorita  $(CaMn)(CO_3)_2$  como minerales — singenéticos. Además se presentan Manganosita (MnO), Pirocrofita ( $MnOH_2$ ) Piro— rolusita ( $MnO_2$ ), Limonita ( $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ), como minerales secundarios. También — se presentan Calcita ( $CaCO_3$ ) en cantidad moderada y en pequeñas cantidades — pirita (FeS), Cuarzo ( $SiO_2$ ) y minerales arcillosos. Se reportan pequeñas — cantidades de minerales de hierro tales como Magnetita ( $FeO \cdot Fe_2O_3$ ) y He— matita ( $Fe_2O_3$ ). (S. De Pablo Galán).

En cuanto a la distribución del manganeso, como se explica en un tomo — anterior, se tienen valores mayores en los afloramientos. En las porciones O— riental y Norte del depósito se tiene un contenido mayor debido a que es una — zona enriquecida, lo cual es muy probable que se deba al poco material sobre— yaciente que tenía antes del depósito de las rocas volcánicas, lo cual provo— có un enriquecimiento secundario, de cualquier manera es una zona de alta con— centración y por lo tanto de gran importancia económica.

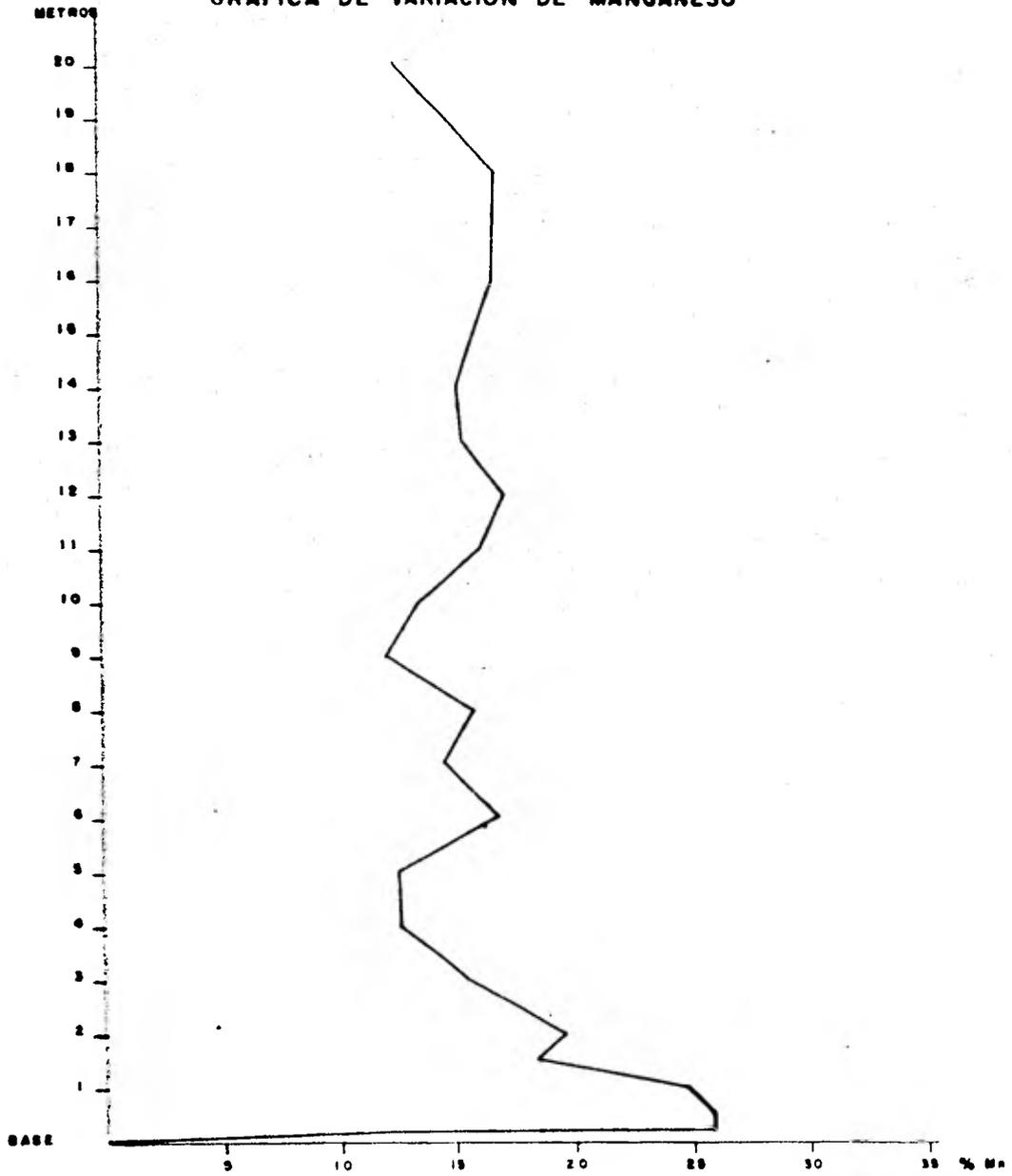
Como se puede observar en el plano No. 7 en la porción central del depósito se encuentra la zona menos afectada por el fenómeno de enriquecimiento, es decir, la roca es sana y por lo tanto la concentración que presenta es menor en relación con los afloramientos. Como se puede observar en dicho plano, existen lugares de leyes menores al 23 %, y ya no resultan económicas, e incluso que sea posible eliminar la base del manto durante el minado, ya que es una capa de 15 a 30 cm. de espesor con ley baja y hace disminuir el compuesto al incluirla.

La distribución del manganeso en la frías, en sentido vertical, no es homogénea, como se observa en la fig. No. 8. En la base, en los primeros dos metros se observa la máxima concentración, disminuyendo inmediatamente hasta leyes de 12 % a 17 %, las cuales ya no son económicas. Después de los 20 m. el porcentaje de manganeso disminuye hasta casi llegar a cero a los 25 m. aproximadamente.



500

GRAFICA DE VARIACION DE MANGANESO



U N A M	FACULTAD DE INGENIERIA	TESIS PROFESIONAL		
		DISTRIBUCION VERTICAL DE Mn		
		LuisMorenoV.	1981	FIG. 8

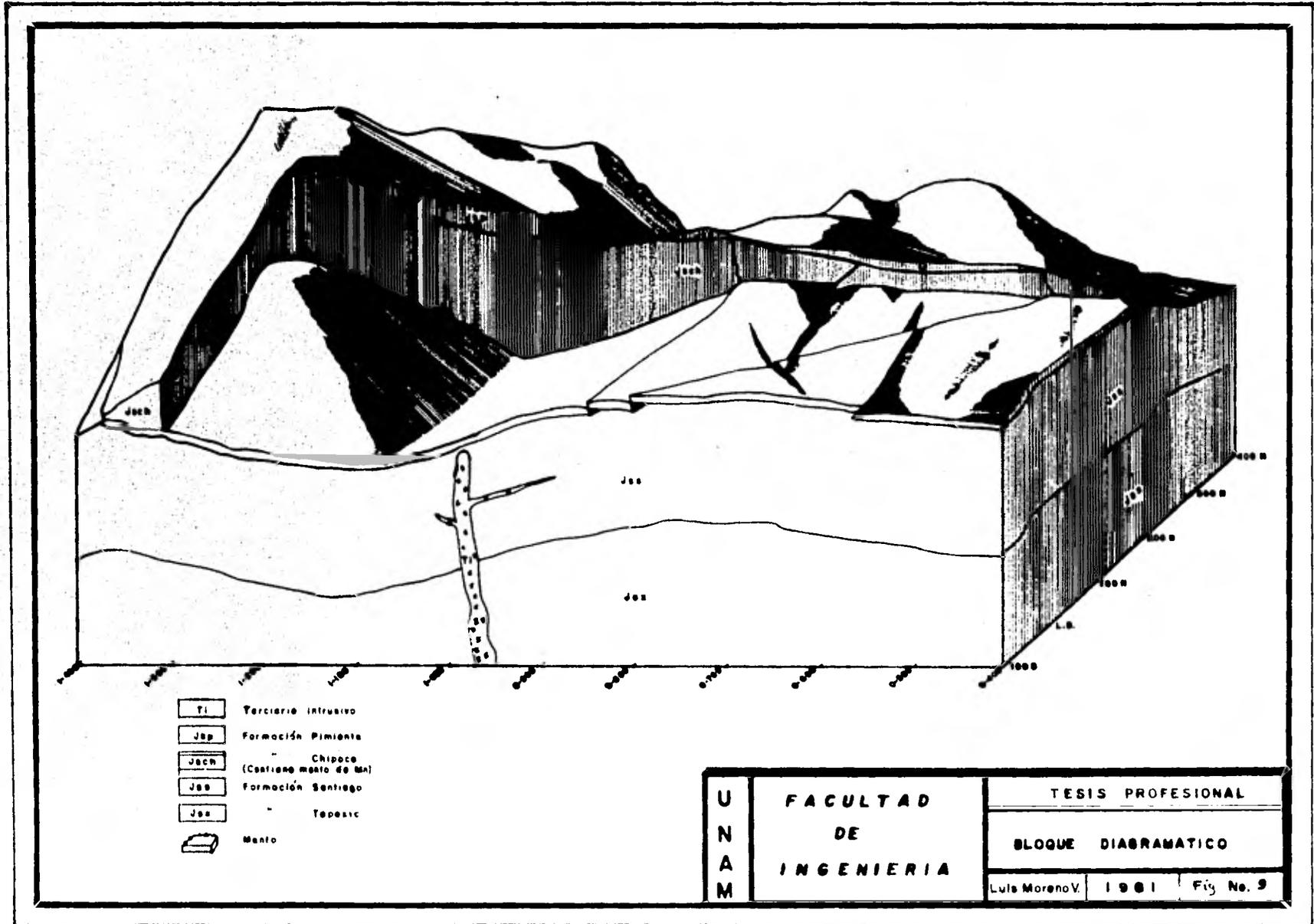
### 5.3 ESTRUCTURAS Y SU ANALISIS

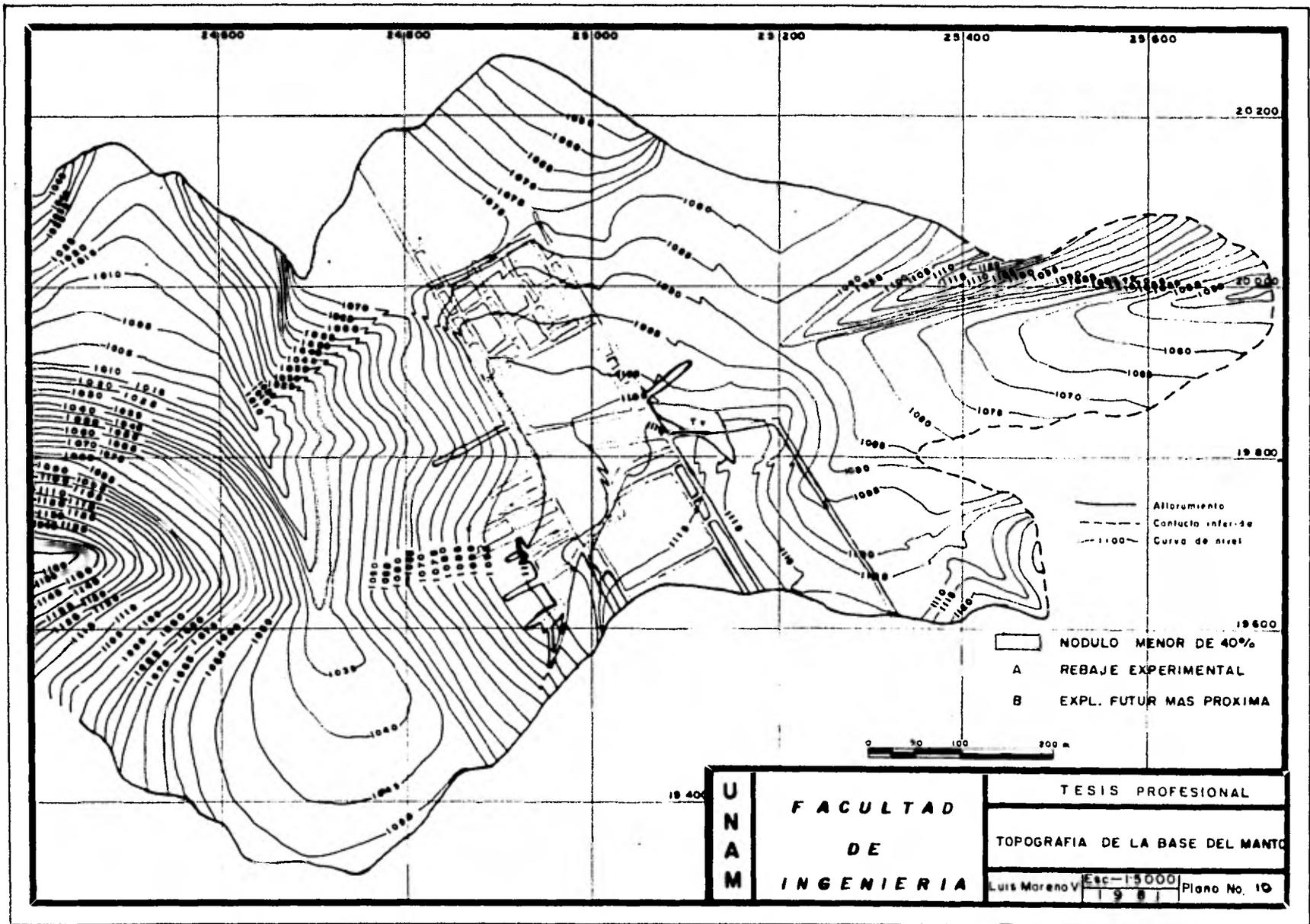
El Distrito de Molango se encuentra ubicado dentro del flanco Noreste de la estructura regional denominada Anticlinorio de Huayacocotla. El depósito de Acoxcatlán dado que se encuentra dentro de dicha estructura, conserva las características regionales, aunque en proporciones diferentes, es decir, los plegamientos que se observen en el área de estudio guardan concordancia con los pliegues registrados en zonas vecinas, pero con la diferencia que la magnitud que presentan es inferior.

Tanto en la porción Oriental como en el extremo Occidental del depósito, la proporción de los pliegues aumenta, quedando en la parte central una zona menos afectada conservando una tendencia horizontal, lo cual es propicio para cierto tipo de minado (Ver fig. 9)

La deformación que se presenta no es homogénea, o sea, los planos axiales de los pliegues denotan buzamiento tanto en dirección Noroeste como Sureste, además de que la intensidad de dichos pliegues es desigual, como se puede observar en el plano No. 10 donde por medio de curvas de nivel se detectan los pliegues.

La porción Oriental del depósito, presenta un intenso fallamiento, donde las fallas de cabalgadura son las más abundantes; además de plegamientos de mayor intensidad que en la zona Occidental. La información con que se cuenta de la zona Oriental es deficiente, limitada a lo observado en los afloramientos y a barrenos de diamante, con lo cual aún no es posible interpretar confiablemente dicha área.

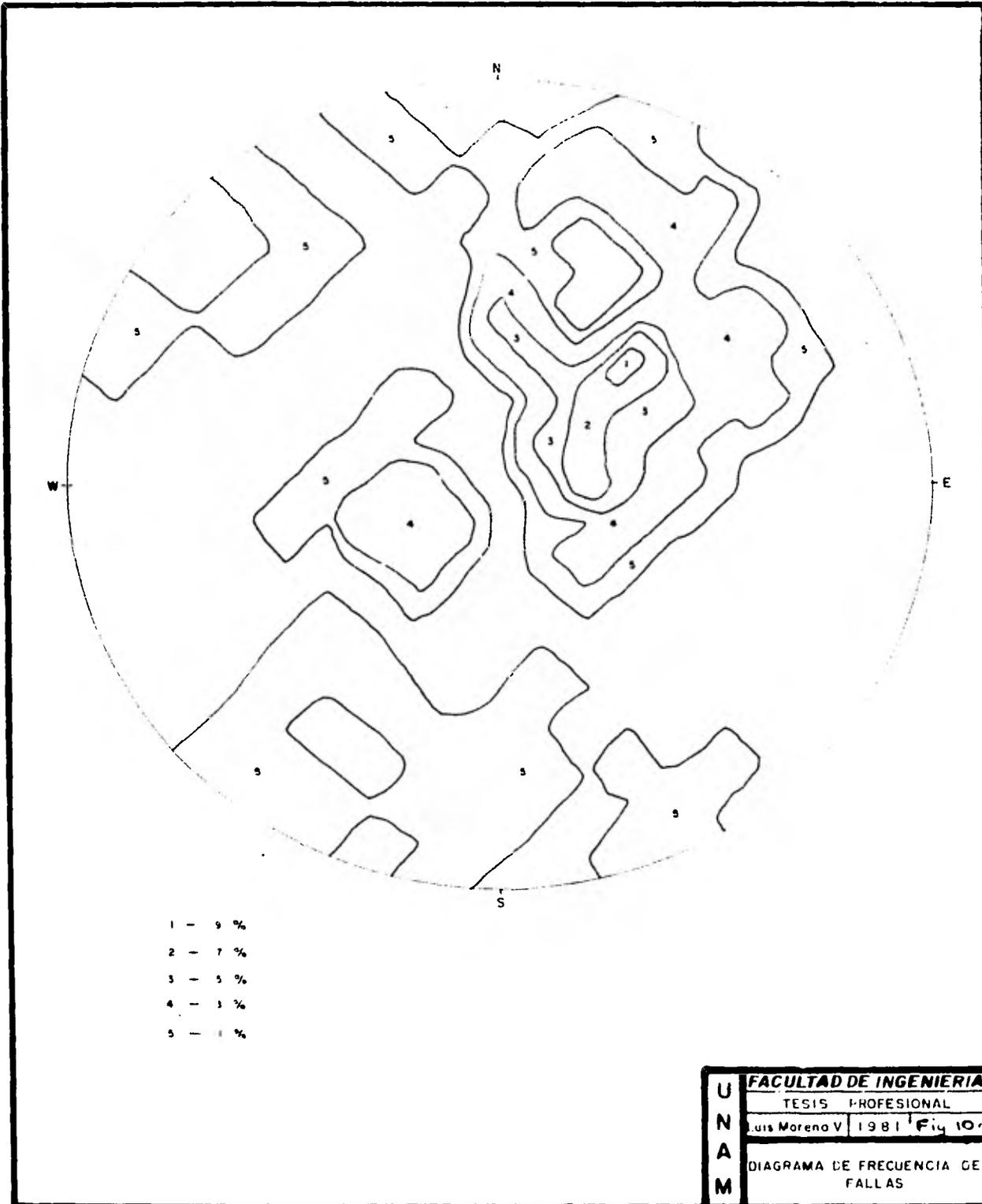




En la zona Occidental del depósito se presentan dos tipos de fallamiento normal e inverso. Con el fin de comprender de manera más clara la dinámica de los esfuerzos, se realizó un análisis de frecuencia de fallas por medio de — redes estereográficas, de donde se observó que existen tres sistemas de fallas (Ver fig. 10 a).

- 1.- Sistema alfa: Presenta fallas tanto inversas como normales con un desplazamiento desde unos cuantos centímetros hasta dos metros. El rumbo que posee es de  $N 45^{\circ} W, 34^{\circ} SW$ .
- 2.- Sistema beta: Presenta las mismas características del sistema alfa, con la diferencia que el rumbo es diferente, siendo de  $N 34^{\circ} W, 20^{\circ} SW$ .
- 3.- Sistema gama: Es el sistema más importante desde el punto de vista — magnitud de desplazamiento. Las fallas presentan rumbos variables — diferentes a los dos sistemas anteriores y entre sí, tienen desplazamiento desde 2 m. hasta 10 m. Por evidencias que se nombran posteriormente no corresponden al evento que generó los dos sistemas — anteriores. Además que estas fallas son exclusivamente de tipo normal. El rumbo de dicho sistema varía desde  $N 17^{\circ} E$  a  $N 55^{\circ} E$  teniendo una intensidad de  $75^{\circ}$  a  $84^{\circ}$  con buzamientos tanto al SE como NW.—

Es evidente que existen dos eventos tectónicos diferentes ya que las fallas de los sistemas alfa y beta, correspondientes al mismo evento orogénico — son interrumpidas y desplazadas por fallas del sistema gama.



U N A M	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	TESIS PROFESIONAL	
	Luis Moreno V	1981 Fig 10
	DIAGRAMA DE FRECUENCIA DE FALLAS	

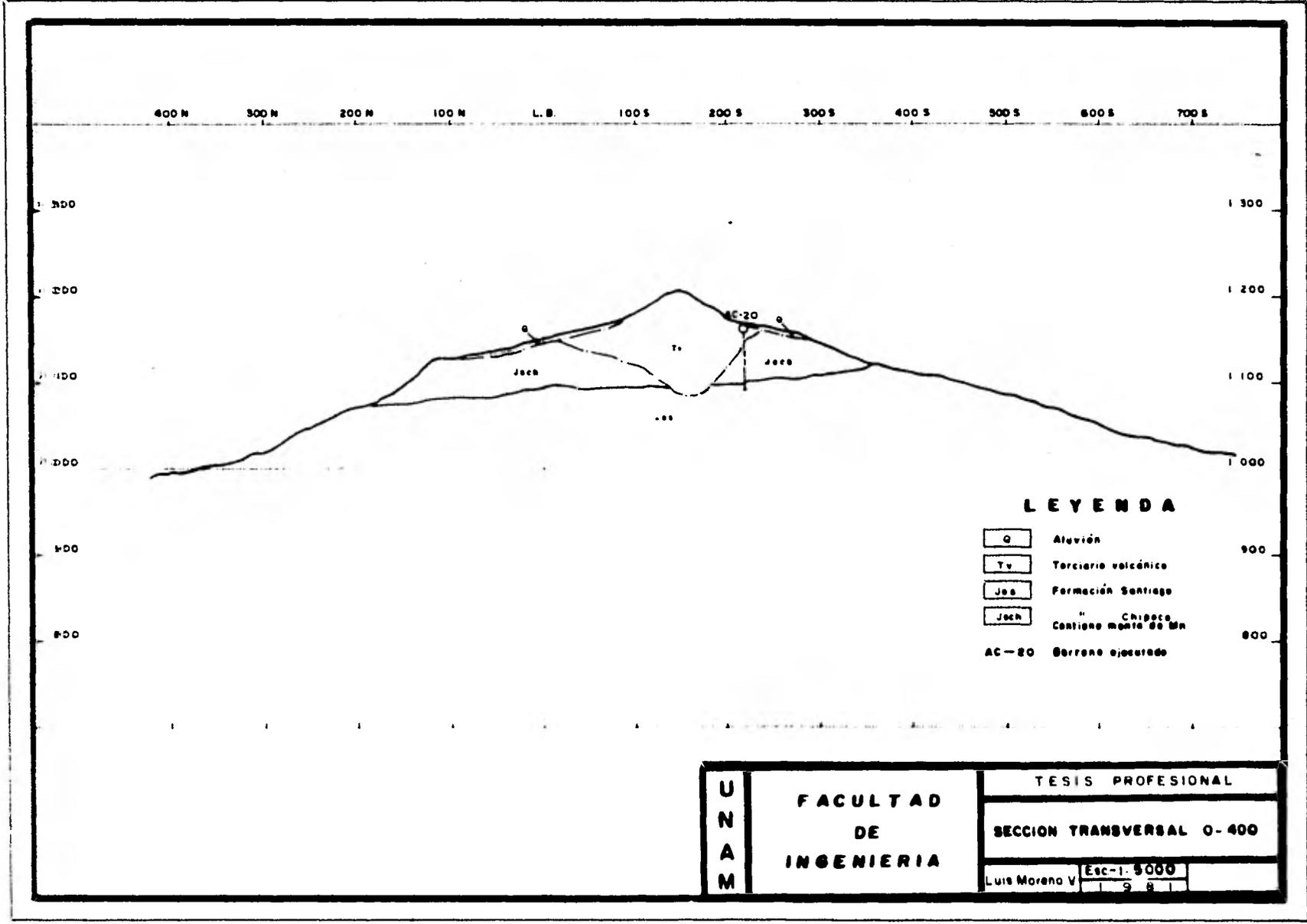
Se involucra otro evento al cual corresponde el emplazamiento de intrusivos (diques) de composición intermedia. Dichos intrusivos presentan rumbos — que corresponden a los sistemas alfa y beta, de lo que se deduce que fueron — emplazados a través de planos de debilidad de las fallas.

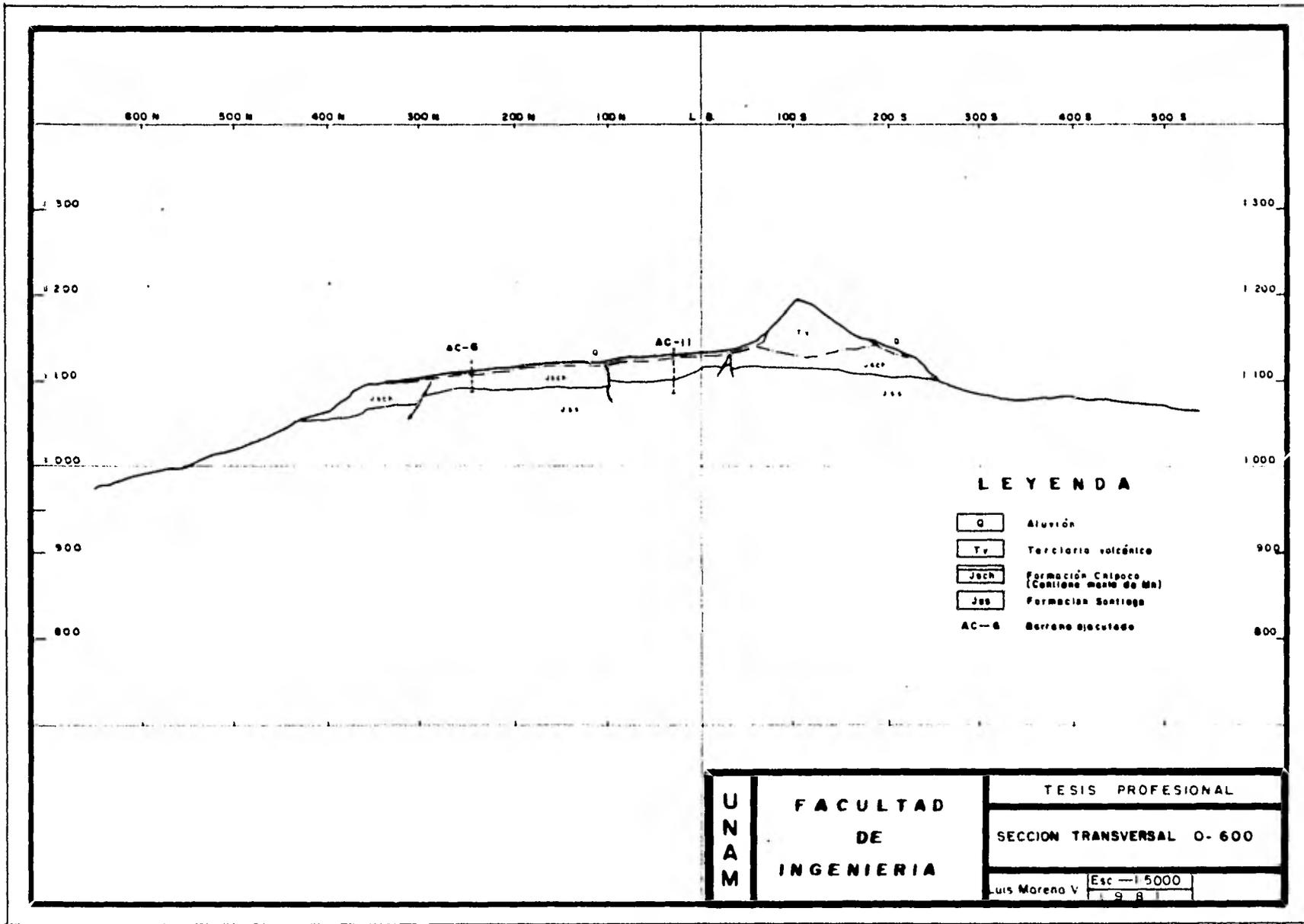
En ocasiones, algunas fallas correspondientes al sistema gama cortan y — desplazan los intrusivos, hecho que confirma la existencia de un evento poste— rior tanto al fallamiento alfa y beta, como al generador de las intrusiones, — por lo tanto correspondiente al Terciario (Post-Laramide).

De acuerdo a las características observadas en el campo y en el análisis estructural se puede establecer un orden de los eventos estructurales como — sigue:

- 1.- Mineralización. (Jurásico Superior).
- 2.- Esfuerzos que provocaron el plegamiento que se inició en el Cretácico Superior (Albiano) y finalizó en el Terciario Medio (Oligoceno) — (Orogenia Laramide), y el fallamiento general (Sistemas alfa y beta)
- 3.- Emplazamiento de los intrusivos (diques de composición intermedia) — por planos de fractura debido al plegamiento. Evento Terciario Post-Laramide.
- 4.- Esfuerzos tanto de compresión como de relajamiento, evento Post-La— ramide. (Sistema gama), originando fallas con franca tendencia ver— tical.

En las secciones 0-400, 0-600 y 1-200 se muestran las características es— tructurales del manto, el fallamiento que puede ocasionar problemas serios en el minado.

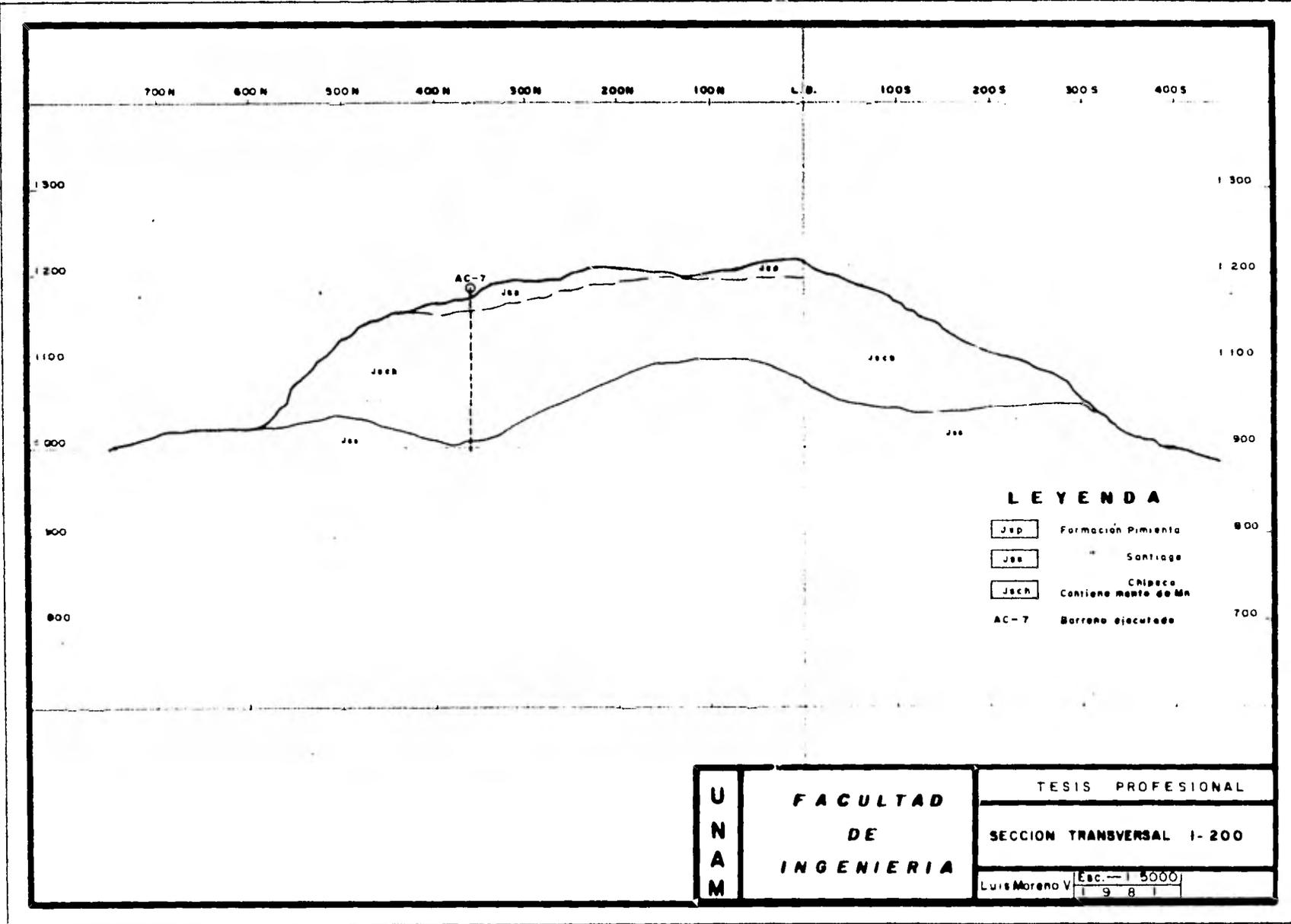




**LEYENDA**

- O Aluvion
- Tv Terciaria volcanica
- Jsch Formacion Calpoco (Contiene mas de Mn)
- Jss Formacion Santiago
- AC-S Barrano ejecutado

<b>U N A M</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	TESIS PROFESIONAL
		SECCION TRANSVERSAL O-600
		Luis Moreno V Esc 1:5000 1981



**LEYENDA**

- Jsp Formación Pimiento 800
- Jss Santiago
- Jsca Chipeca  
Contiene hasta 60 Mn
- AC-7 Borrero ejecutado 700

**U  
N  
A  
M**

**FACULTAD  
DE  
INGENIERIA**

TESIS PROFESIONAL

SECCION TRANSVERSAL 1-200

Luis Moreno V Esc. 1 5000  
9 8 1

#### 5.4 ALTERACIONES Y ENRIQUECIMIENTO

En el yacimiento únicamente se ha localizado un tipo de alteración, la cual es la transformación de los carbonatos a óxidos.

Es importante hacer notar que la oxidación está restringida a los afloramientos y en lugares donde se encuentran fallas y fracturas que permiten la infiltración de agua, la cual se considera como el agente generador de dicho proceso.

El agua para que actúe como agente de alteración requiere mezclarse con bióxido para producir ácido carbónico, el cual ataca a los carbonatos produciendo los óxidos de manganeso y el óxido de calcio.

La alteración está íntimamente ligada con el enriquecimiento, ya que al llevarse a cabo la primera, el volumen ocupado por los carbonatos disminuye al transformarse éstos a óxidos, motivo por el cual la concentración de manganeso por unidad de volumen aumenta. Esto queda demostrado en algunos ensayos químicos donde se observa que al aumentar la ley de manganeso (con relación a la ley media del mineral sin alterar (23 - 26 %)), disminuye la pérdida por calcinación; esto significa que disminuye la liberación del bióxido de carbono, que ya había sido liberado durante la oxidación de los carbonatos.

La pirocrofita que se ha identificado se puede asumir que se formó de la siguiente forma:



Quedando por lo tanto como mineral secundario.

La pirolusita se forma al mezclarse el óxido manganeso (MnO) con oxígeno-  
produciendo óxido mangánico (Mn O<sub>2</sub>).

## 5.5 GENESIS

El Yacimiento Manganesífero de Acoxcatlán y, en general, el Distrito de Molango puede ser considerado como un yacimiento sedimentario singenético por las siguientes consideraciones:

- a) La gran extensión que abarca el Distrito ( $1000 \text{ Km}^2$ ), propia de un depósito sedimentario.
- b) Las características físicas de la roca, estratificación laminar, ondulaciones en los planos de estratificación.
- c) El manganeso pudo haber venido en soluciones ácidas ( $\text{pH} \sim 7$ ) como aporte de continente, al mezclarse con las soluciones alcalinas del agua de mar, en combinación con condiciones de Eh bajo pudieran precipitar dichos compuestos de manganeso. La presencia de pirita disseminada confirma las condiciones reductoras. (Ver fig. 10 b).
- d) Las variaciones que se observan en los diferentes depósitos del Distrito, es posible que se deban a variaciones en la concentración de manganeso de las soluciones, o bien en las condiciones de Eh y pH que pueden ser variables en el mar y generar cambios en la precipitación.
- e) La zona de sedimentación debió ser restringida, con poca circulación, hecho que se comprueba por un cambio en la facies manganesífera en los límites del Distrito, donde comienza una facies arenosa.

Es posible que la formación del Distrito manganesífero se deba a procesos diagenéticos de tipo metasomáticos ya que según el Dr. Aguayo (1. Aguayo, J.E. 1977) existe una etapa diagenética posterior a una compactación -

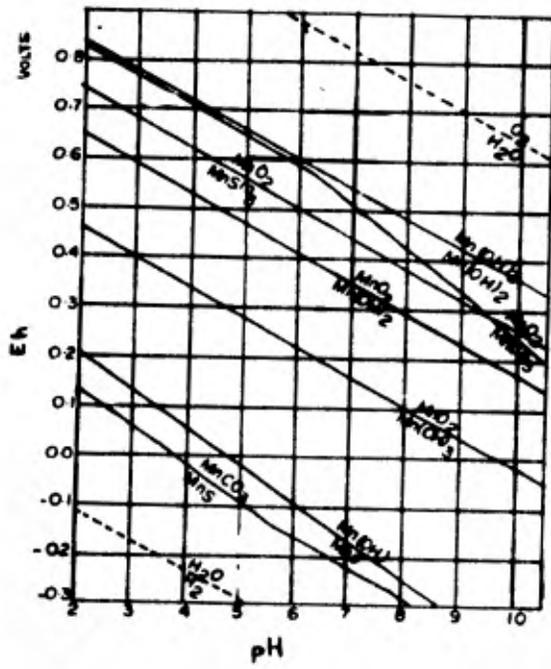


Fig 10b

penecontemporánea a la litificación, que pudo haber sido provocada por las soluciones ricas en compuestos de manganeso.

Esta idea se puede fundamentar por las zonas que existen actualmente de afloramientos de manto (180 Km<sup>2</sup>), siendo posible que la diagenésis actuara irregularmente, y donde ésta no influyó se conservó la composición calcárea, la cual es más susceptible de erosión.

Se desconoce actualmente cual fue la fuente de suministro de las soluciones en las dos hipótesis antes mencionadas. Para la primera hipótesis se puede suponer que la fuente de origen de los sedimentos sea el basamento, cuya erosión en algunas zonas positivas jurásicas del Este del área (Plataforma de Tuxpan, Isla de Huayacocotla), pudieran aportar los sedimentos.

Es factible también, la idea de que las soluciones manganosas sean producto de emanaciones volcánicas en el fondo marino, las cuales circularon hasta encontrar las condiciones físico-químicas, propicias para la precipitación de dichas soluciones.

## 6.- RESERVAS

El Distrito Manganesífero de Molango cuenta con 1000 Km<sup>2</sup> de superficie, que no obstante que la erosión solo ha dejado el 18 % de dicha superficie, — aún puede considerarse como de una gran potencialidad.

Actualmente se tienen registrados diversos yacimientos de manganeso en el Distrito, con reservas probadas, como son Tetzintla, Acoxcatlán, Neopa, — Nonoalco (depósito de óxidos de manganeso grado batería). Además se tienen diferentes localidades como reservas posibles, entre las que se encuentran Ja— lamalco, Panxtitla, Ixmolintla, Comextitla, Noroeste de Acoxcatlán, lugares vecinos a Nonoalco, Tetzintla y al el mismo Acoxcatlán. Estas localidades se encuentran en exploración y parecen indicar buenas perspectivas para una fu— tura explotación.

Es importante hacer notar que existen áreas extensas que aún no han sido exploradas, lo que puede confirmar la gran potencialidad que posee el Distri— to de Molango.

### 6.1 CALCULO DE RESERVAS

La ubicación del mineral correspondiente a la zona Oeste del depósito de Acoxcatlán se realizó, delimitando áreas de influencia tanto de barrenos de — diámetros como de canales de superficie y de interior de mina.

Se llevó a cabo la separación de los bloques, tomando los puntos equidistantes entre cada par de datos y uniéndose en un punto común, con la finalidad de dar un halo de influencia a cada localidad. Una vez que se delimitaron las áreas en el plano, se calcularon y, posteriormente, se multiplicó por el espesor correspondiente de cada una de ellas, obteniendo así el volumen. Considerando que el peso específico del mineral es de  $3.2 \text{ ton/m}^3$ , se multiplicó el volumen total de mineral por dicho peso específico obteniendo así el tonelaje. El peso específico utilizado corresponde de carbonato de manganeso.

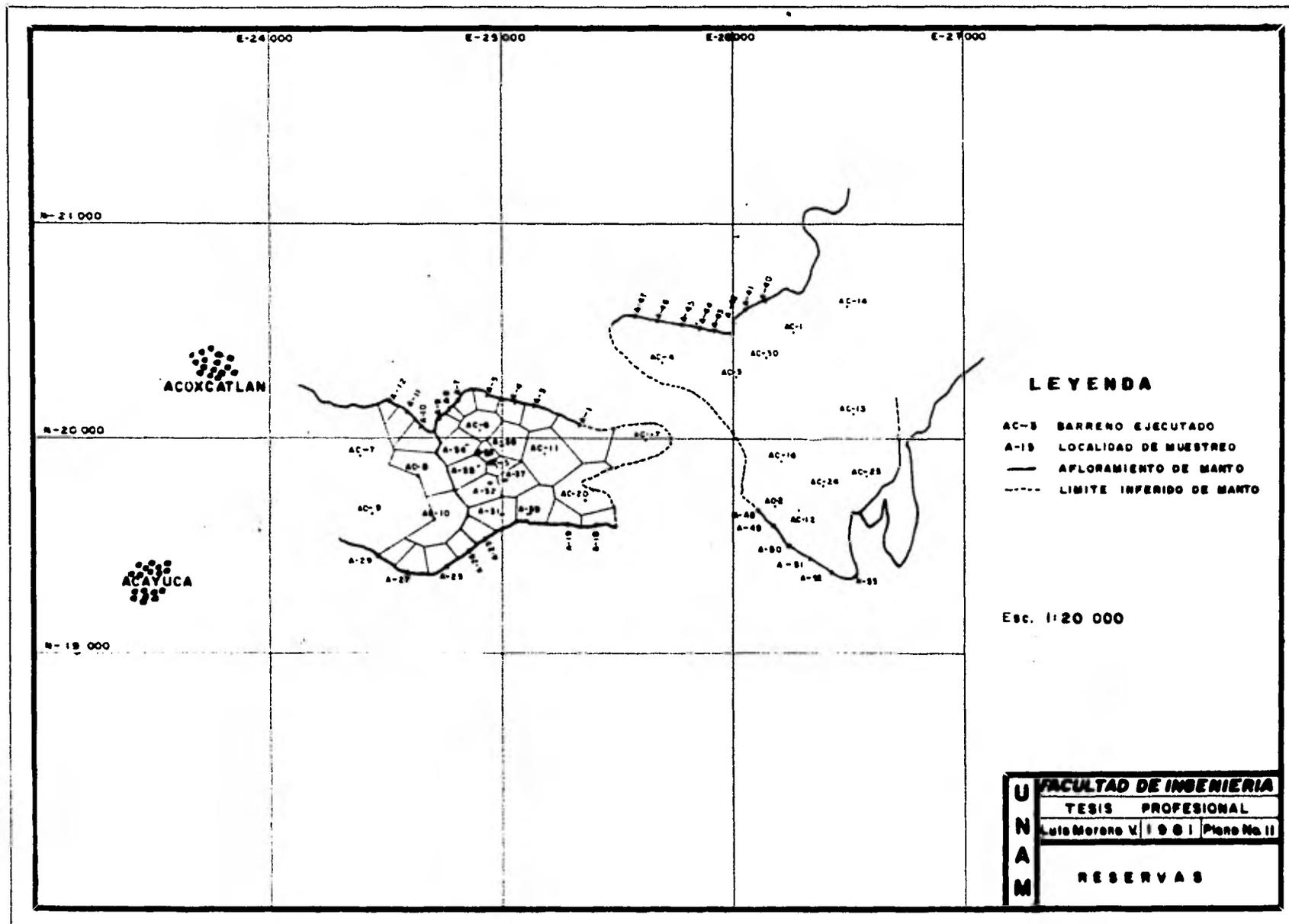
Fueron consideradas como reservas probadas las siguientes

Area total	429 000	$\text{m}^2$
Volumen total	540 000	$\text{m}^3$
Tonelaje	1 730 000	Toneladas

Del tonelaje mencionado se excluyeron 45 000 toneladas minadas anteriormente. Los límites para dicho cálculo están dados por los barrenos negativos AC-18 y AC-19 en el extremo Oriental y los barrenos AC-7 y AC-9 — también negativos en el extremo Occidental.

Se consideró que los barrenos AC-0 y AC-10 se encuentran muy aislados de la información de canales de superficie y de interior de mina, asociado a que la estructura empieza a tornarse más compleja, por lo cual las áreas de influencia de dichos barrenos, además de los canales de superficie del A-10 al A-12 y del A-24 al A-29 fueron consideradas como reservas probables.— Ver planos 11 y 12.

Area	100 000	$\text{m}^2$
Volumen	137 500	$\text{m}^3$
Tonelaje	440 000	Toneladas.



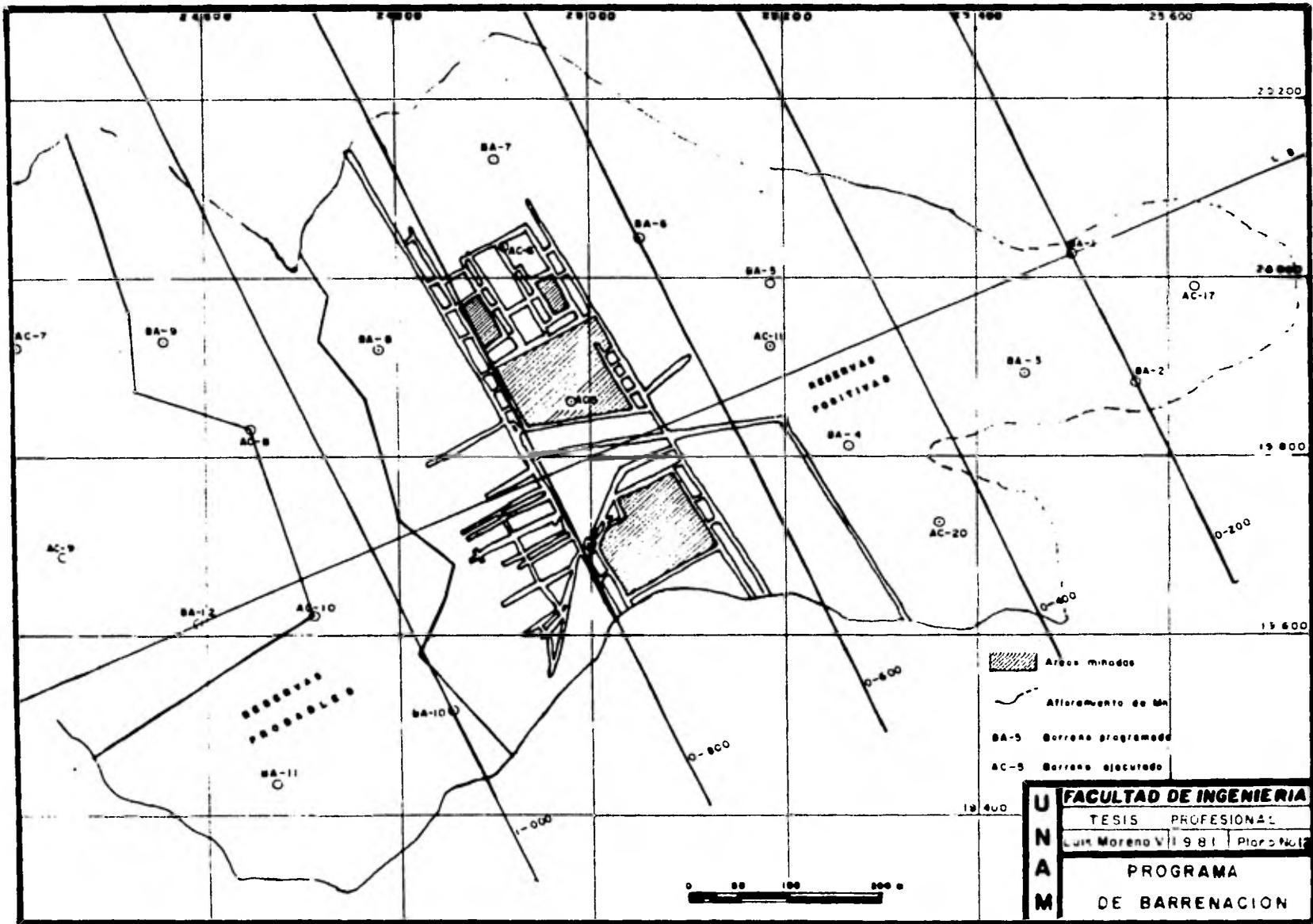
**LEYENDA**

- AC-3 BARRENO EJECUTADO
- A-15 LOCALIDAD DE MUESTREO
- AFLORAMIENTO DE MANTO
- - - - LIMITE INFERIDO DE MANTO

Esc. 1:20 000

<b>UNAM</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>	
	TESIS PROFESIONAL	
	Luis Moreno V.   9 8 1	Plano No. 11
<b>RESERVAS</b>		

572



Se consideró como factor de error el 10 %, el cual ya va aplicado a las cifras antes mencionadas.

## 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

El Yacimiento de Manganeso de Acoxcatlán se encuentra ubicado dentro del Distrito Manganesífero de Molango, en el Noreste del Estado de Hidalgo.

De acuerdo a las relaciones estratigráficas y caracteres fasilíferos, la facies manganesífera tiene una edad de Oxfordiano Superior-Kimmeridgiense inferior y está contenida en la Formación Chipoco.

Estructuralmente, forma parte del Anticlinorio de Huayacocotla, que a su vez integra una porción de la Sierra Madre Oriental. Por lo tanto el depósito de Acoxcatlán mantiene relación tanto con el Yacimiento de Tetzintla, que es el más cercano, como con los de Naopa, Nonoalco y algunos otros en exploración (Pauxtitla, Ixmolintla, San Bernardo).

Dicha relación estriba en los sistemas y tipos de fallamientos aunque las estructuras que contienen depósitos no sean similares.

Los espesores y leyes son diferentes, ya que en Acoxcatlán son menores que en los yacimientos cercanos, pero no obstante dichas características, aún resulta económicamente explotable.

La facies manganesífera presenta un rasgo geomorfológico característico, - es decir, al ser más resistente a la erosión, forma un penacho acantilado que es una guía para la prospección minera regional.

El depósito de Acoxcatlán es estratiforme, posee una tendencia horizontal con pequeños pliegues, que se intensifican en la zona Oriental del área, afectada por fallas tanto de empuje como de relajamiento.

La mineralogía que determina la economía del yacimiento está representada por rodocrosita y Kutnahorita, teniendo en menor proporción pirrocrita, -- manganosita y pirolusita como minerales secundarios.

La mineralización del depósito no se comporta homogéneamente ya que se presentan zonas tanto de leyes mayores como menores al valor medio, estando asociado directamente a procesos de enriquecimiento secundario.

Las porciones del depósito de mejor calidad se ubican en la parte central y oriental, así como en los afloramientos.

El tonelaje estimado de la zona occidental del depósito, excluyendo las áreas ya explotadas, da un total de 1 730 000 toneladas, de mineral con ley mayor al 23 % de manganeso, como reservas probadas y 440 000 toneladas como reservas probables.

Es posible aumentar la ley del yacimiento casi en su totalidad, aunque a costa del tonelaje, ya que se puede eliminar la capa de baja ley que posee el manto en su base, siendo una capa de 0.20 m. a 0.30 m. de espesor, que tomando en consideración el área total ya representa una cantidad importante. Esto deberá decidirse al realizar experimentos de minado y saber si se puede o no desechar dicha capa.

No se incluye la zona oriental por presentar caracteres estructurales — más complejos, además de que la exploración directa no ha sido desarrollada — de manera apropiada para hacer una descripción detallada de dicha zona.

El Yacimiento de Acoxcatlán, una vez realizado el análisis estructural, — mineralógico cuantitativo, situación geográfica y estimación del tonelaje se considera como un área económicamente explotable, no obstante que se trata de un depósito de baja ley.

## RECOMENDACIONES

Es necesario llevar a cabo un programa de barrenación de diamante que -  
complemente al anterior, pues existen porciones del depósito que aún se en-  
cuentran aisladas de información, para ello es conveniente realizar barrenación  
de diamante en dichas porciones con la finalidad de reducir los espa-  
cios faltos de información, disminuyendo si es necesario, el intervalo en la  
parte occidental de la zona Oeste, ya que se torna más compleja la estructu-  
ra y leyes de espesores tienden a disminuir; de esta manera se lograría de-  
limitar en forma precisa el área económica ( Ver plano No. 12 Programa de -  
Barrenación).

Las zonas recomendables a ser explotadas de inmediato se encuentran en-  
la porción central y al sur del yacimiento estudiado, puesto que se observa  
una tendencia horizontal más definida y sin variaciones estructurales muy -  
considerables, además que ha sido parcialmente desarrollada por la minería -  
antigua lo cual herfe disminuir los costos de producción.

Se recomienda un sistema de minado que sea lo suficientemente flexible-  
como para soportar cambios de pendientes en espacios cortos, siendo quizá el  
más conveniente el sistema denominado "Salones y Pilares", que cuenta con -  
las características adecuadas para el minado de un yacimiento como el de A-  
coxcatlán, siendo necesario realizar una serie de experimentos del método de  
de minado en diversas zonas del depósito con diferentes características.

El control de calidad deberá ser estricto ya que existen áreas con le-  
yes menores que no cumplen con los requerimientos del mercado (39 % de man-  
ganeso en mineral procesado), pero puede ser utilizado dicho mineral en mez-

clas con mineral de ley mayor, no disminuyendo así el tonelaje estimado.

Durante el minado se deberá llevar también un estricto control de avance, ya que se debe cuidar de no profundizar hacia el alto del manto económico pues haría disminuir considerablemente la ley. De igual manera deberá controlarse lo más posible la contaminación con la roca subyacente, que aunque puede separarse por el método de diferencia de densidades, por ser un material de densidad menor al manto, aumenta el costo de producción.

En lo correspondiente a la zona oriental del yacimiento es conveniente intensificar la exploración por medio de barrenación de diamante, así mismo es necesario el desarrollo de socavones exploratorios que tienen la ventaja de permitir un reconocimiento estructural más a detalle, a la vez que se podrá definir calidad y potencia del manto. Otra ventaja será el permitir la experimentación sobre sistemas de minado para establecer el más adecuado para lograr una recuperación óptima del mineral.

Es importante hacer notar que la inversión en exploración es justificable, ya que si se lleva a cabo el programa de explotación sin bases firmes se puede incurrir en problemas que pueden mermar considerablemente la economía de la empresa.

## PROGRAMA DE BARRENACION

## ZONA OCCIDENTAL DEL YACIMIENTO DE ACOXCATLAN

BARRENO	PROFUNDIDAD	SECCION
BA - 1	85 m	0-200
BA - 2	140 m	0-200
BA - 3	85 m	0-300
BA - 4	105 m	0-500
BA - 5	55 m	0-500
BA - 6	30 m	0-600
BA - 7	45 m	0-700
BA - 8	100 m	0-800
BA - 9	190 m	1-100
BA - 10	35 m	1-000
BA - 11	75 m	1-200
BA - 12	150 m	1-200

Total de barrenos: 12

Total de metros a barrenar 1,095 m.

Trabajando dos turnos a razón de 5 m. de avance por turno equivale a -  
17.5 semanas de trabajo utilizando ya sea la máquina LY - 38 ó LY - 44 con -  
diámetro NQ. Al tomar un promedio de 5 m. por turno, se incluye tiempo de -  
transporte e instalación del equipo.



- 8.- Garrels, Robert and Mackenzie, Fred Evolution of Sedimentary Rocks First Edition. Norton and Co 1971.
- 9.- Hermoso de la T. y Martinez, Jesús Medición detallada de las Formaciones del Jurásico Superior en la frente de la Sierra Madre Oriental. Bol-AMGP Vol. XXIV, No 13 1972.
- 10.- Hurlbut, Cornelius S. Manual de Mineralogía de Dana. Barcelona, Esp. Ed. Reverte. 1970
- 11.- Jaroslav Bauer Minerals, Rocks and Precious Stones.- Ed. Octopus Books 1975.
- 12.- Manganese Centre Manganese Ores Analysis 1979. Inédito
- 13.- Matsuo Nanbu Mineral Composition of Manganese ore from Molango Mine of. Cia. Minera Autlán S.A. de C.V. México. Tohoku University Sendai, Japan, 1980.
- 14.- Olivares, P. y Egufa, G. Estudio Geológico-Económico del Proyecto Naopa, del Distrito Manganesífero de Molango, Hgo. Tesis Profesional. UASLP 1979.
- 15.- Park, Charles F. and Macdiermid, Roy. Ore Deposits. 2nd Edition. Ed. Freeman and Co.

- 16.- Pedrazzini, C. y Besañez, M. A. Sedimentación del Jurásico Medio-Superior en el Anticlinorio de Huayecocotla. Cuenca de Chiconyepac. Revista - del IMP. Vol. X Mayo 1977.
- 17.- Perogordo Oliva, J. M. Estudio Geológico y Análisis Estructural del Yacimiento Manganesífero de Tetzintla en el Estado de Hidalgo. Tesis Profesional. UASLP. 1976.
- 18.- Pettijohn, F. J. Rocas Sedimentarias. Buenos Aires, - Arg. Ed. Eudeba. 1975. 2a. Edición.
- 19.- Stanton, R. L. Ore Petrology.
- 20.- Tavera, E. y Alexandri, R. Estudio Técnico-Económico del Proyecto Molango, Inédito 1963.
- 21.- Tavera, E. y Alexandri, R. Los Yacimientos de Manganeso del área de Molango, Hgo. Congreso Internacional de Geología, Canada, 1972.
- 22.- XX Congreso Geológico Internacional. Symposium sobre Yacimientos de Manganeso. Tomo I, II, III, IV.