

29



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**"ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO  
ESTRUCTURAL DE LA REGION DE  
HUACHICHIL, COAH."**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO GEOLOGO  
P R E S E N T A**

**GABRIEL VIGUERAS TENORIO**

## R E S U M E N.

Se conoce el desarrollo del área por medio de la Geomorfología Estructural, determinándose la continuidad del sobre corrimiento de Parras. Este trabajo abarca una superficie - aproximada de 936 Km<sup>2</sup>. Se localiza entre los límites del estado de Coahuila y Nuevo León. Fisiográficamente esta comprendida dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental y la provincia de la Mesa Central.

El área está cubierta casi totalmente de rocas sedimentarias cuyas edades van desde el Jurásico Superior hasta el Holoceno. Correspondiendo a la formación Zuloaga las rocas más antiguas, depositadas en un ambiente de plataforma - para el Oxfordiano y principios del Kimmerigdiano, encontrándose localidades yesíferas que indican posiblemente que la cuenca evaporítica de Monterrey se extendía hacia el sureste

En el flanco norte de la Sierra de El Muerto se observó el cambio de facies de la formación Aurora a Cuesta del Cura, también el de la Cupido de plataforma a cuenca.

La alineación de las estructuras es NW-SE en la parte - sur de la hoja y en la parte norte presentan un arco convexo hacia esta última dirección, posiblemente este cambio de orientación en los ejes estructurales nos indique el frente de cabalgamiento del anticlinorio de Parras sobre el anticlinorio de Arteaga.

Las rocas de diferente litología se analizaron para considerar las posibilidades de acumulación de agua, así como - determinar las fallas.

## I N D I C E.

<b>INTRODUCCION.</b>	1
Objetivo del Estudio	
Localización	
Comunicaciones	
Clima	
Vegetación	
Método de trabajo	
Antecedentes	
<b>FISIOGRAFIA.</b>	4
<b>GEOLOGIA.</b>	5
a) <b>ESTRATIGRAFIA</b>	5
Sistema Jurásico Superior	
Sistema Cretácico Inferior	
Sistema Cretácico Inferior	
Sistema Cuaternario	
b) <b>TÉCTONICA</b>	13
c) <b>GEOLOGIA ESTRUCTURAL</b>	17
d) <b>GEOLOGIA HISTORICA</b>	20
<b>GEOMORFOLOGIA</b>	24
Intemperismo	
Denudación	
Erosión	
Acumulación	
Geomorfología de la Hoja Huachichil	
<b>HIDROLOGIA Y GEONIDROLOGIA</b>	39
Hidrología	
Geohidrología	
<b>CONCLUSIONES</b>	43
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	44

## I N T R O D U C C I O N .

### OBJETIVO DEL ESTUDIO.

Este trabajo tiene como objetivo fundamental explicar la relación entre la estructura geológica y el relieve, de la región comprendida en la hoja Huachichil ~~esc. 1:50 000~~ (DETENAL). Esto implica el análisis de las estructuras plicativas y disyuntivas; así como la historia geológica de la región objeto de estudio. La elaboración de dos cartas, una geológica y otra geomorfológica es en sí el resultado de este trabajo y éstas permiten señalar las zonas más favorables para la localización de mantos freáticos.

### LOCALIZACION.

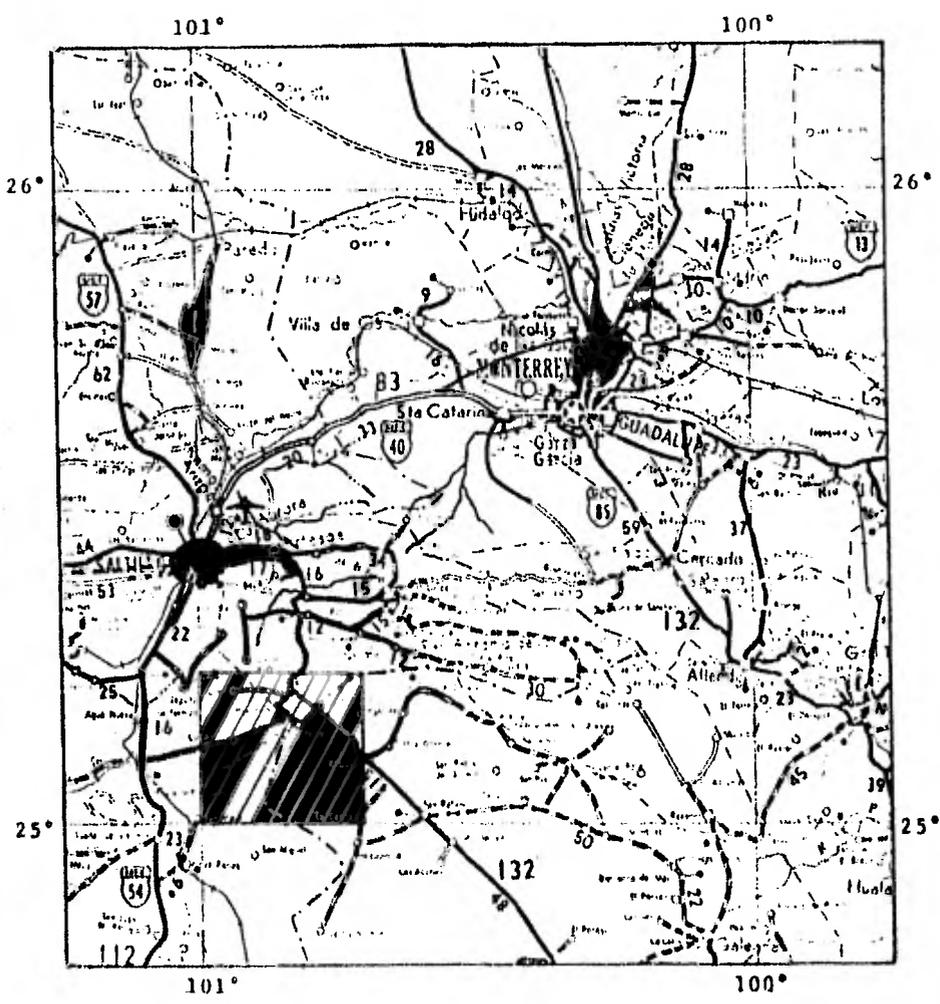
El área se localiza en la parte SE del estado de Coahuila y en el extremo occidente del estado de Nuevo León (Fig.1) Está dentro de las siguientes coordenadas geográficas; 25°00' a 25°15' latitud norte y 100°40' a 101°00' longitud oeste, y cubre una área aproximada de 936 Km<sup>2</sup> comprendidos en la hoja Huachichil (G-14-C-44, DETENAL) escala 1:50 000.

### COMUNICACIONES.

La carretera Federal 57, México, D.F.- Saltillo, Coah., cruza la hoja en su extremo NW y es la mejor vía de acceso. Existen caminos de mano de obra transitables todo el año y brechas y caminos vecinales transitables en tiempo de secas.

### CLIMA.

El clima que predomina queda incluido en el grupo Bshw - (WXE) según la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García que significa: clima seco, semicálido con invierno fresco, temperatura media anual 18° a 22°, con régimen de lluvias en el verano. El promedio de precipitación anual es de 300 mm.



- SIMBOLOGIA:**
-  Area aproximada de estudio
  -  Poblaciones
  -  Carretera de cuatro carriles
  -  Carretera pavimentada
  -  Terracería
  -  Brecha
  -  Ferrocarril
  -  Rios
  -  Limite interestatal

PLANO DE LOCALIZACION Fig. No. 1

## VEGETACION.

La vegetación predominante es de tipo semidesértico excepto en las partes más altas (mayor de 2 400 m. s.n.m.) donde se encuentran coníferas.

## METODO DE TRABAJO.

a) CAMPO.- El trabajo en el campo consistió en una serie de reconocimientos, ubicando las unidades litológicas e interpretando las estructuras detectadas en las fotografías aéreas verticales escala 1:20 000. Se prestó especial interés a los procesos de la denudación y la acumulación y al grado de intemperismo de las rocas.

El muestreo de las rocas sedimentarias se efectuó sistemáticamente donde se observaron cambios litológicos para poder definir las formaciones, describiendo espesores, rumbos y echados, textura, color de intemperismo, estratificación, contenido faunístico, etc.

b) GABINETE.- Se efectuó en dos etapas, una antes de salir al campo, que consistió en la consulta de bibliografía, una fotointerpretación preliminar marcando centros de fotografía, caminos, drenaje, contactos, echados, pliegues, etc. y otra posterior a los trabajos de campo, en la que se reinterpretó el plano fotogeológico, para obtener de esta forma el plano definitivo, escala 1:50 000. Posteriormente con apoyo en éste se elaboró la carta Geomorfológica sobre la hoja topográfica (DETENAL) correspondiente utilizando las observaciones de campo y una serie de perfiles geológico-geomorfológicos, para cuya elaboración se aumentó cinco veces la escala vertical conservando su relación horizontal y se colocó inmediatamente abajo un perfil geológico 1:50 000 en ambas escalas. Esto con el fin de poder relacionar el relieve con la geología. Las líneas de perfil cortan longitudinal y transversalmente a las estructuras orográficas. Analizando la información obtenida, se elaboró el presente texto.

**ANTECEDENTES.**

Esta parte del NE de la República Mexicana ha sido estudiada por PEMEX con objetivos estratigáficoy de localización de hidrocarburos. Existen también otros trabajos de los que se obtuvo información sobre la estructura y estratigrafía desde un punto de vista paleogeográfico. Entre estos podemos citar los de Imlay (1936) efectuados en la Sierra de Parras, Coah., de Cserna (1956), García Domínguez (1970), BÙse (1923). Tardy y Ruiz (1974), Humphrey y Díaz (1955, 1956, 1958), así como también el informe inédito de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M. (1977-1978).

Actualmente no se ha efectuado en la zona de estudio uno relacionado a la geomorfología estructural y su relación tectónica con el sobrecorrimiento de Parras. Utilizándose los criterios geomorfológicos de Kostenko (1975).

## F I S I O G R A F I A.

La fisiografía es una disciplina que se encarga de la descripción del relieve terrestre.

Las características morfológicas y geológicas de la región en estudio permiten diferenciar una provincia fisiográfica.

De acuerdo con Raisz (1964), la porción norte del área de estudio se encuentra situada en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental, caracterizada por una topografía abrupta y relación de valles 1:1, originados por una mayor actividad tectónica, a causa de la influencia del antepaís.

En la parte sur-central del área prevalecen los valles amplios, característicos de la provincia fisiográfica de la Mesa Central (Fig. 2).

La división entre ambas provincias fisiográficas esta dada por la Sierra El Tapanquillo-El Muerto. La orientación de las sierras es generalmente NW-SE. La elevación máxima es de 3030 m. s.n.m. en la Sierra de Huachichil y la mínima es de 1900 m. correspondiendo al valle de Potosí.

Las corrientes fluviales en su totalidad son intermitentes, debido a que la precipitación anual es baja (300 mm. anuales) existiendo lluvias torrenciales en verano que son las que controlan el desarrollo de la red fluvial.

El abastecimiento de agua se hace por medio de bordos que captan el agua de escurrimiento durante la temporada de lluvias para uso doméstico, agrícola y ganadero. Existen unos cuantos pozos al Sur de la Sierra El Muerto que se utilizan para riego y uso doméstico, también en el Rancho Los Angeles de la Universidad Antonio Narro existen dos pozos, los cuales obtienen agua de las calizas.

De acuerdo con la S.A.R.H., la zona se encuentra en los límites de las regiones hidrológicas 24 y 37, (Fig. 3).

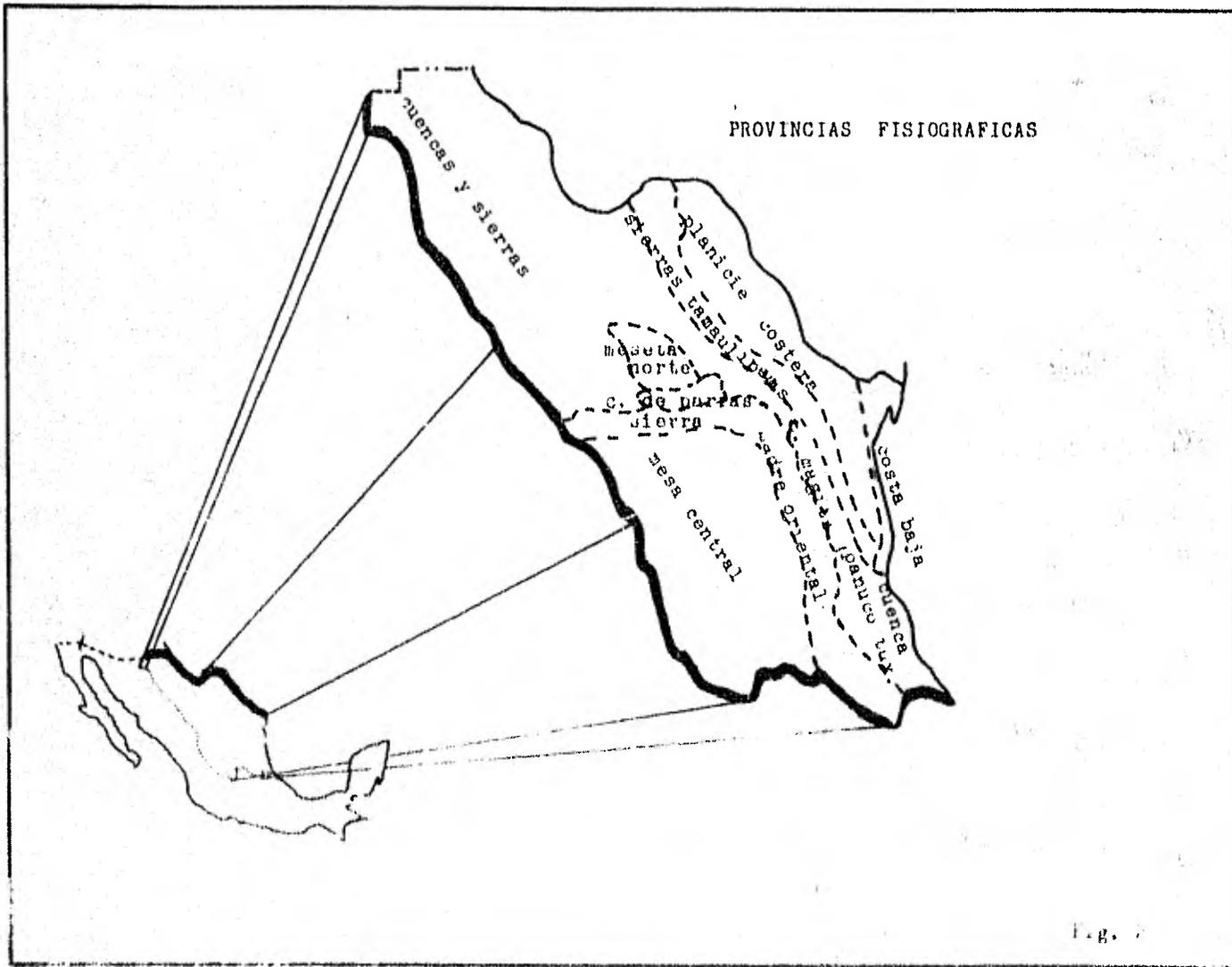
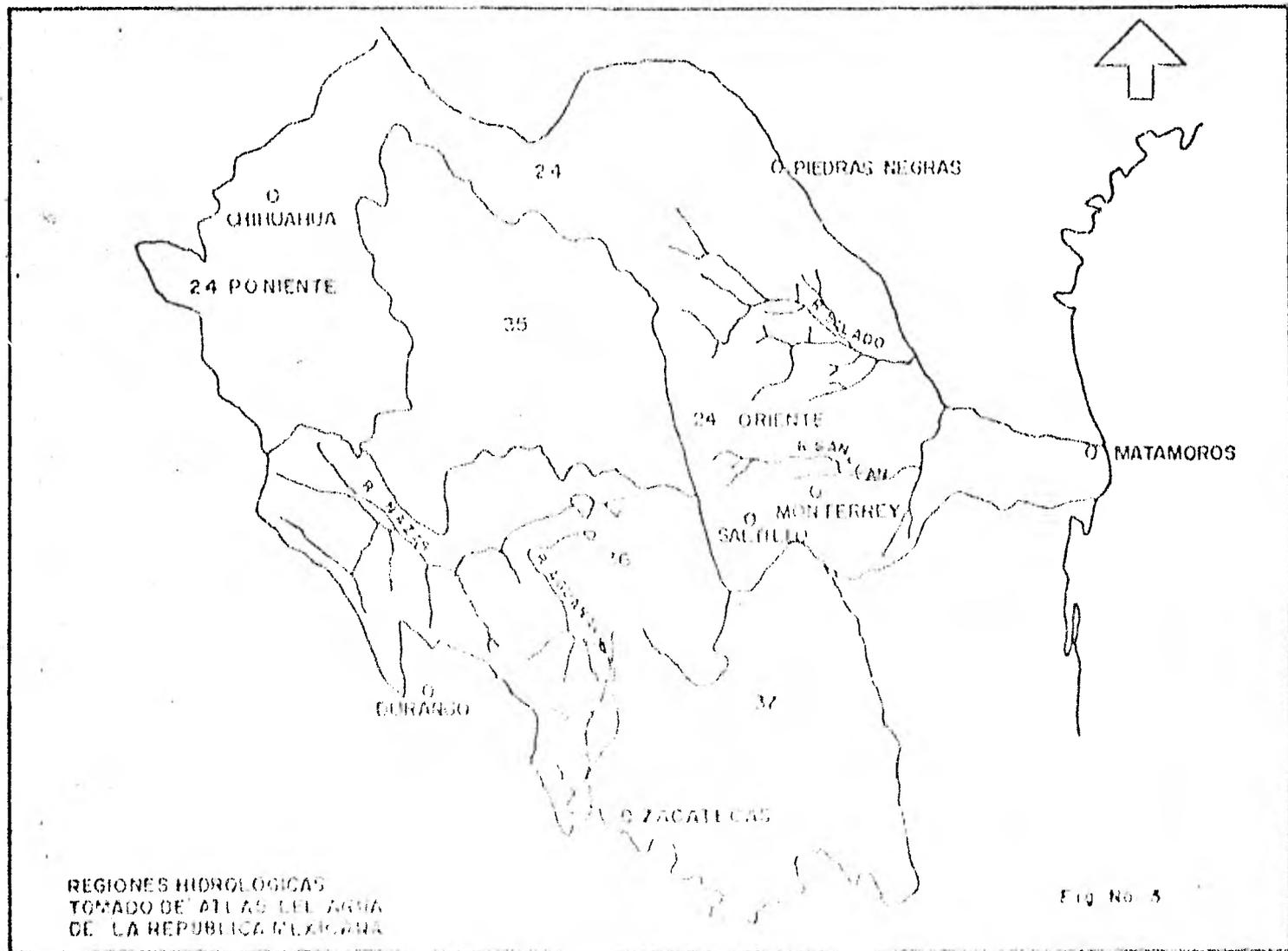


Fig. 7



## G E O L O G I A .

## a) ESTRATIGRAFIA.

Se describe la secuencia de las rocas que quedan comprendidas dentro de esta área, cuya edad varía del Jurásico Superior hasta el Reciente (Fig. 4).

## SISTEMA JURASICO SUPERIOR.

## FORMACION ZULOAGA:

Descrita por Burckhardt (1930) como caliza de Nerineas. Imlay (1936) la definió como formación Zuloaga, en la Sierra del Sombrerete, Zac. refiriéndose a una caliza de color gris oscuro, de estratificación mediana a gruesa con escasos nódulos de pedernal en la cima. La Facultad de Ingeniería (Prospecto Cedros 1975) esta en desacuerdo con Imlay pues ha encontrado un miembro evaporítico el cual no se menciona en la definición.

En esta área constituye los núcleos de los anticlinales de el Tapanquillo, de Galindo, observándose también en la Sierra de Los Angeles y en el flanco sur de la Sierra El Toro.

La litología consiste de calizas con textura wackstone y grainstone (de acuerdo con la clasificación de Dunham) de estratificación gruesa, color gris oscuro que intemperiza en gris claro y en su parte superior se observan fósiles (Nerineas). En los afloramientos donde se localiza no se reconoció su base, el espesor que se le determinó es de 75 a 160 m.

Su relación estratigráfica inferior no se observó, se puede considerar discordante con las formaciones Caopas y Tapanquillo. El contacto superior es concordante con la formación La Caja.

Su edad va del Oxfordiano Superior al Kimmeridgiano Inferior se correlaciona con la formación La Gloria y con la



formación San Andrés de la Cuenca Tampico-Misantla.

Por los pellets y oolitas sugiere un depósito de plata - forma en ambiente de alta energía, por la presencia del miembro evaporítico se pueden considerar pequeñas cuencas semicerradas con un tirante de agua bajo y un clima cálido.

#### FORMACION LA CAJA:

Burckhardt (1906) estudió y describió esta formación. Imlay (1938) la definió en la vereda del Quemado en el flanco meridional de la Sierra de La Caja.

Se encuentra distribuida en el flanco sur de la Sierra - El Muerto, en la Sierra El Toro y en la Sierra de Galindo (cañon de la ternera). Consta de lutitas café-ocre con alternancia de cuerpos delgados de caliza, presenta concreciones calcáreas de color gris oscuro con fosforita o fósiles (amonites) Su espesor es de 35 m. aproximadamente.

Su contacto inferior es abrupto y concordante. El superior es transicional y concordante con la formación Taraises.

Se le ha asignado una edad kimmeridgiana-tithoniana, se correlaciona con el grupo La Casita, con la formación Pimienta y formación Tamán de la región Huasteca del este de México con la formación Salinas y Todos Santos del Istmo de Tehuantepec.

Se trata de un depósito de aguas someras con superficie de depósito irregular localizado lejos de un ambiente costero y sobre un fondo que se hundía lentamente. (M. Alvarez, 1969).

#### SISTEMA CRETACICO INFERIOR.

##### FORMACION TARAISES:

Imlay (1936) propuso el nombre de formación Taraises a una secuencia calcáreo arcillosa en la porción occidental de la Sierra de Parras, Coah.

Esta unidad se encuentra en el flanco sur de la Sierra - El Muerto, en la Sierra El Toro y en la Sierra de Galindo.

Se observa que esta formación presenta dos miembros: el inferior con calizas en estratos delgados color gris amarillento y en muestra fresca gris oscuro, de textura mulstone; fracturas rellenas de calcita con pocas intercalaciones de lutitas, se encuentran bastantes amonites. El miembro superior esta constituido de calizas arcillosas en estratos delgados - interestratificados con lutitas calcáreas. El espesor de ambos miembros alcanza para la Sierra El Muerto 175 m. y para la Sierra El Toro 110 m.

Sus contactos tanto inferior como superior son transicionales y concordantes.

La edad es Berriasiano-Hauteriviano Inferior, se correlaciona con la porción inferior de la Caliza Chinameca y la formación San Ricardo del Istmo de Tehuantepec Chis., con las formaciones Barril Viejo y la Mula en el norte de Coahuila, con la parte inferior de la formación Las Vigas en el Río Conchos, Chih., con la formación Santuario en el área de Ixmiquilpan, Hgo.

Por su litología y relaciones paleofaunísticas se puede decir que se depositó en medios someros y de mar abierto, marcando el inicio de una Transgresión progresiva.

#### FORMACION CUPIDO:

Imlay (1937) la definió en el Cañón del Mimbre en la Sierra de Parras, Coah., sin embargo García Domínguez (1972) encontró que lo que Imlay consideró la formación La Peña era sólo un miembro arcilloso de la formación Cúpido.

Esta formación es la más importante desde el punto de vista de afloramientos, ya que se le encuentra en todas las sierras de la hoja de estudio.

Esta unidad consta de tres miembros: el inferior constituido por calizas de textura nodulosa en estratos medios a gruesos; color de intemperismo gris claro, color de fractura gris, contiene nódulos de pedernal y de hierro, observándose

también líneas estilolíticas; se le considera facies de cuenca. El miembro intermedio es un boundstone de caprínidos, también contiene wackstone v packstone de miliólidos, su color de fractura es gris, contiene escasas líneas estilolíticas, se le considera facies arrecifal. Por último se encontró una caliza arcillosa color crema, sin fauna.

El espesor medio en la Sierra del Muerto es de 923 m.

El contacto inferior es transicional, el superior es brusco y concordante, marcado por la desaparición de las calizas gruesas.

Su edad se considera todavía Hauteriviano Superior-Aptiano Inferior. Se correlaciona con la Caliza Chinameca y la formación San Ricardo del Istmo de Tehuantepec Chis., también con las formaciones Las Vigas y Parritas de la Sierra de Parras Coah., y con la porción superior de la Caliza Tamaulipas Inferior.

Su sedimentación se efectuó en una plataforma marina, en cuyos límites se formaron bancos de rudistas y en algunas partes barreras arrecifales con depósitos de lodos calcáreos de cuenca en la porción anterior.

#### FORMACION LA PEÑA:

Imlay (1936) la mencionó en la Sierra de Taraises, Coah. Humphrey (1949) propuso que el término formación La Peña se restringiera a la parte superior de los dos miembros de calizas y lutitas intercaladas con calizas, propuestos por Imlay.

Tiene amplia distribución en el norte y este del país, y se conoce por su marcado contraste litológico de las otras formaciones que la limitan.

Se encuentra en los flancos de las Sierras de Huachichil flanco norte de la Sierra El Tapanquillo-El Muerto, en la Sierra Los Angeles, Sierra El Toro y Sierra de Galindo. Cabe mencionar que en la Sierra El Muerto se adelgaza mucho y tiende a desaparecer debido a la facies arrecifal de la cupido.

Esta unidad está constituida por calizas mudstone en estratos delgados a laminares. Su color es gris, también hay partes rosadas, se alterna con lutita de color gris a gris oscuro que contienen amonites bien preservados; el espesor en la Sierra El Muerto es de 10 m. por encontrarse en la facies arrecifal, y en la Sierra El Toro es de 64m.

Sus contactos son concordantes y abruptos con las formaciones Cupido y Aurora.

Por su posición estratigráfica y su contenido faunístico se le considera de edad Aptiano Superior; se correlaciona con la formación cuchillo del valle del Río Conchos, con la formación Uvas de Acatita de las Delicias, con el horizonte Otates de la zona Norte.

Su depósito, indica movimientos verticales en el Aptiano. Por su amplia distribución en el norte del país sugiere que su acumulación fue bajo condiciones ambientales constantes.

#### FORMACION AURORA:

Burrows (1910) empleó este nombre para designar unas calizas localizadas en el área de Cuchillo Parado, Chih. Humphrey (1956) propuso que las rocas carbonatadas que estuvieran entre las formaciones La Peña y Cuesta del Cura se llamaran formación Aurora.

Se encuentra en el flanco norte de la Sierra El Tapanquillo- El Muerto. Hacia el sur cambia de facies a la formación Cuesta del Cura. Este cambio se puede delimitar tentativamente en la Sierra El Toro, donde se aprecia un espesor pequeño de esta unidad.

La textura y estratificación de esta formación es mudstone y gruesa a masiva respectivamente, presenta nódulos de pederal negro. En la Sierra El Muerto se midió un espesor de 31 m. y en la Sierra El Toro se le determinó un espesor de 6 m.

Su contacto inferior es concordante y abrupto con la for

mación La Peña y su contacto superior es concordante y transicional.

Se le atribuye una edad que va del Albiano Inferior al - Albiano Medio. Se correlaciona con la porción inferior de la caliza Sierra Madre en Tabasco y el Istmo de Tehuantepec, -- Chis., con la parte inferior de la caliza el Abra, con las - formaciones Acatita y Paila del área de Delicias, Coah., y - con el complejo Arrecifal formación Viesca.

Según Garza (1972) se depositó esta formación en la parte sureste de la plataforma de Coahuila (shelf) es un depósito de cuenca y aguas tranquilas, cambia más al sur a facies - más profundas.

#### FORMACION CUESTA DEL CURA:

Imlay (1936) la describió y se refería a unos afloramientos de caliza ondulada con bandas de pedernal negro a 6.4 km. al W de Parras, Coah.

Se encuentra distribuida por lo general bordeando la mayor parte de las estructuras.

Está formada por calizas de textura medstone de estratificación delgada a mediana, contiene lenticulas y bandas de pedernal su estratificación es ondulada característica.

El espesor medio en la Sierra El Muerto es de 120 m. y - en la Sierra El Toro 295 m.

Su contacto inferior es transicional marcado por la abundancia de pedernal negro, y su contacto superior también es - transicional y concordante, definido por la ausencia de pedernal y abundancia de terrigenos.

Se le atribuye una edad Albiano Medio al Cenomaniano Inferior, se relaciona con las formaciones Euda y Del Río, el grupo Washita del norte de México, con las formaciones El - Abra y Tamaulipas Superior en el Centro y sur de México.

Por sus características litológicas y su fauna, se piensa que el ambiente de depósito es una cuenca infranerítica batial, debido a una gran transgresión de los mares en el Albiano.

## SISTEMA CRETACICO SUPERIOR.

### FORMACION INDIDURA:

Böse (1906) estudió los materiales de esta unidad en la Sierra de Parras. Kelly (1936) la definió como un paquete de lutitas y calizas resquebrajables de 30 m. de espesor. Imlay (1938) la describió suprayaciendo a la formación Cuesta del Cura y subyaciendo a la formación Caracol.

Se observa en el margen norte de la Sierra El Muerto formando pequeños lomeríos en el Cañón de Los Angeles, en el valle de Ponce (flanco norte de la Sierra El Toro) y flanco NE de la Sierra de Galindo.

Se compone de calizas arcillosas de textura packstone, con estratificación delgada, color de intemperismo rojizo, con alternancia de lutitas calcáreas parduzcas. El espesor considerado es de 88 m.

Su contacto inferior es concordante y transicional definido por el cambio de calizas de medias a delgadas. El contacto superior es también concordante y transicional marcado por predominancia de lutitas y areniscas de la formación Caracol.

Se le ha asignado una edad Cenomaniano Superior-Turoniano, por el contenido del fósil índice *Inoceramus labiatus* -- (Fac. Ing. 1975). Se correlaciona con la formación Agua Nueva de la Cuenca Tampico-Misantla, facies Tamabra y parte superior de la Caliza El Abra; en el noreste también se relaciona con la formación Eagle-Ford y la formación Chispa Summit del valle del Río Conchos en Chihuahua.

Por su litología se supone un depósito de aguas someras, de poca circulación y baja energía. De acuerdo con De Cserna (1956) es un depósito de la primera fase de la Orogenia Laramide (pre-lysch).

### FORMACION CARACOL:

Imlay (1937) la definió en el arroyo del Caracol en la

Sierra de San Angel Coah., observando una alternancia de lutitas y areniscas, con presencia de algunas tobas desvitrificadas.

La litología se compone de alternancia de lutitas y areniscas. El color de la lutita varía de gris a negro e intemperizan en gris amarillento. las areniscas son de estratificación delgada a mediana, intemperizan en café-rojizo, su espesor es de 95 - 130 m.

Esta formación sobreyace concordantemente a la formación Indidura y subyace en igual relación a la formación Parras.

Su edad se determinó como del Coniaciano al Santoniano, es correlacionable con la formación Ocozocuautla el estado de Tabasco; en el norte de México con las formaciones Ojinaga y Austin, y con la formación San Felipe del este y centro del país, también se relaciona con la formación Parras.

Por sus características litológicas se cree en un aporte rápido con gran influencia de terrígenos en aguas someras. - Esto constituye lo que se ha denominado flysch precoz, presente al inicio de la Orogénia Laramide.

#### FORMACION PARRAS:

Imlay (1936) la definió así: "A una secuencia de lutitas negras calcáreas, con escasas areniscas, también calcáreas - con espesor de 840 m. en las Lomas de San Pablo a 6.4 km. al este de Parras, Coah."

Aflora en la parte baja de los valles de Huachichil, formando el núcleo de los sinclinales.

Se observa una secuencia de lutitas y areniscas de estratificación delgada predominando las lutitas que son calcáreas y carbonosas. El espesor observado es aproximadamente de 40 m

Se supone que descansa concordantemente sobre la formación Caracol, definiéndose con la ausencia paulatina de las areniscas de la formación Caracol. El contacto superior no se pudo observar por estar cubierto de aluvión. Correlacionando áreas adyacentes el contacto debería ser concordante y transi-

cional al grupo Difunta.

Según Tardy, Sigal y Glacon (1974) se le asigno una edad - del Santoniano Superior al Campaniano Superior. En el norte de Coah., se correlaciona con el grupo Austín, en Monterrey y las cuencas de Chicontepec y Magiscatzín, con la formación Méndez y con la formación San Felipe.

Se considera que se depositó en un ambiente de aguas someras con corrientes restringidas.

#### SISTEMA CUATERNARIO:

Distribuido ampliamente dentro del área de estudio, lo tenemos rellenando las partes bajas y los valles intermontanos, está constituido por clásticos del tamaño de gravas, arenas, limos y arcillas. Su espesor es desconocido, se puede estimar en 250 m.

Es un depósito del Pleistoceno al Reciente.

#### b).- TECTONICA.

Es importante considerar la tectónica global, ya que es la causante directa de la formación de los sistemas montañosos. Sin embargo, sólo es posible reconstruir la historia geológica a partir del Triásico, por lo que se tiene limitación para inferir los fenómenos anteriores de subducción, deriva continental, colisión continental y apertura del fondo oceánico.

La hipótesis de evolución tectónica de Norteamérica (Dietz 1972) desde el Precámbrico Tardío hasta el Pérmico Tardío (formación de Pangaea) se tratará de aplicar para explicar los eventos registrados en el territorio mexicano. En el Paleozoico Superior, está bien definida la zona estable de Norteamérica y los geosinclinales Apalachano al oriente, Marathon-Coahuila al sur y SE y el Cordillerano al occidente. (fig. 5).

De acuerdo con Dietz (Op. Cit) la secuencia de los sucesos es la siguiente:



a) Precámbrico Tardío.- Inicio de la separación de la -- Paleoplaca Continental Baltico - Canadiense Africana.

b) Cámbrico y Ordovícico.- Deriva de la paleoplaca Mixta Canadiense, inicio de los geosinclinales Apalachano y Caledoniano.

c) Del Ordovícico al Devónico se produce la subducción -- de la parte oceánica de la paleoplaca Mixta Caledoniana bajo la paleoplaca Continental Apalachana y provocan la Orogénia -- Taconiana ( caledoniana ). Continua la subduccion en el Devónico depositandose sedimentos en el margen oriental de las -- montañas plegadas, siendo deformados por la continua subducci<sup>o</sup>n de la paleoplaca Mixta Caledoniana.

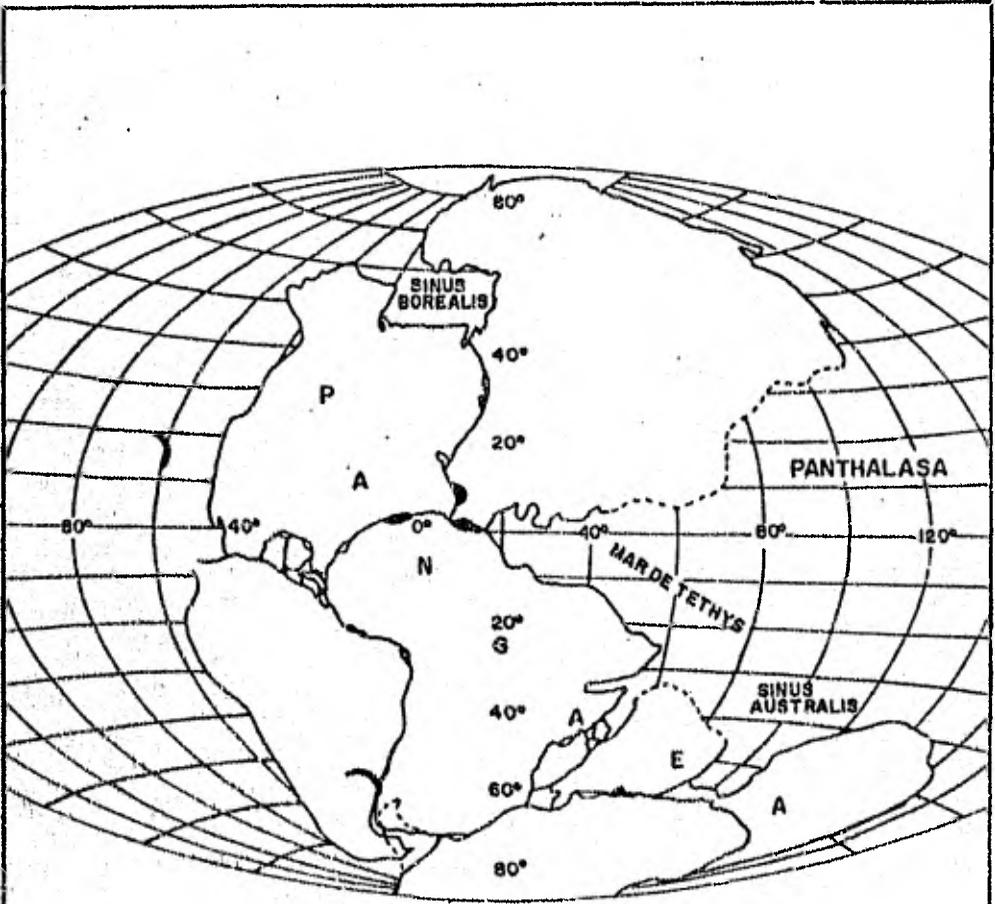
c') Del Misisípico al Pensilvánico los geosinclinales -- Cordillerano, Apalachano y Marathon Ouachita alcanzaron su máximo desarrollo y se empiezan a deformar por la subducción de la paleoplaca mixta debajo de la paleoplaca Apalachana (Conti<sup>n</sup>ental). Sigue la aproximación de ésta con la paleoplaca Sudamericana hasta el Triásico Temprano.

d) En el Pérmico Tardío el fondo oceánico caledoniano se cierra, teniendo lugar la coalición entre las placas Norteamé<sup>r</sup>icana con la Africana y con la Sudamericana, provocando la -- Orogénia Permo-Triásica (Apalachana).

d') Se cierra el mar que separaba Norteamérica de Sudamé<sup>r</sup>ica, uniendo los dos continentes, lo que da origen a una masa continental conocida como Pangaea. (Dentro de ésta sólo -- aparece la porción norcentral de México Figs. 6 y 7). En esta etapa Permo-Triásica queda formada la cadena Hercí<sup>n</sup>ica.

e e' e'') Hace 180 millones de años (Triásico Tardío) se inicia la separación de Pangaea. América del norte deriva como la placa Norteamericana mixta, se abre el Océano Atlántico el Paleocéano Caribeño y el Golfo de México. Este último se -- ve afectado por vulcanismo básico debido a la apertura del -- fondo oceánico (rift).

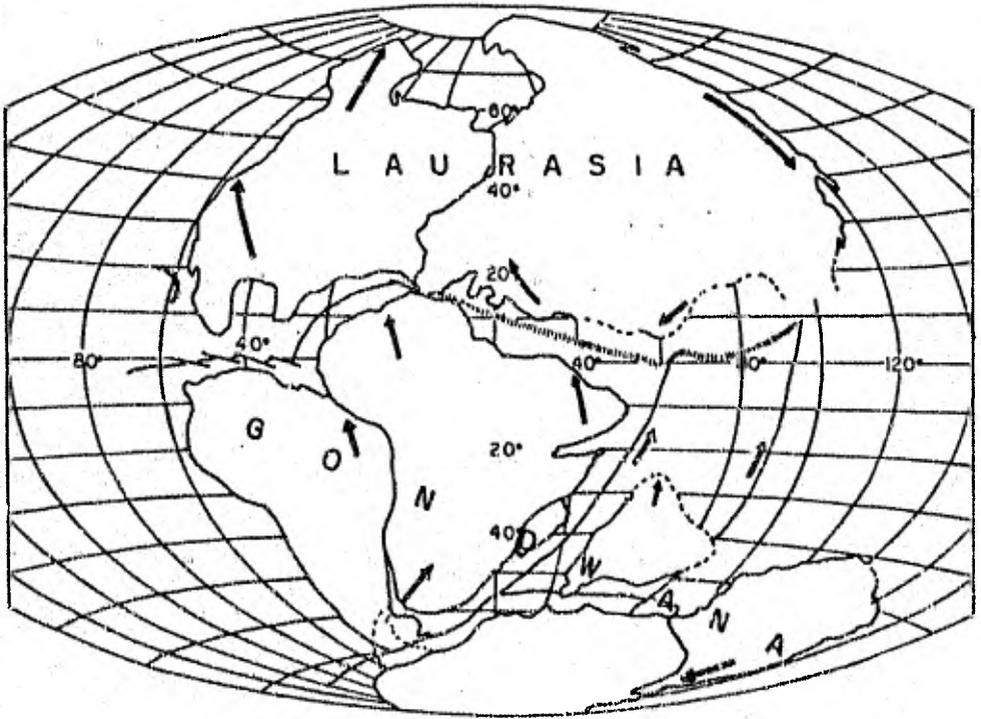
Se han encontrado lavas pillow en Zacatecas, Baldomero --



RECONSTRUCCION DE LOS CONTINENTES DENTRO DE LA MASA TERRESTRE DE PANGAEA, HACIA EL FINAL DEL PERMIICO HACE 220 m. e.

(TOMADO DE R.S. DIETZ Y J.C. HOLDEN, 1970)

Fig. No. 6



DIVISION INICIAL DE PANGAEA HACIA EL CIERRE DEL TRIASICO, HACE 180 MILLONES DE AÑOS. LAS FLECHAS NEGRAS MUESTRAN LOS VECTORES DESPLAZAMIENTO PREVALECIENTES DURANTE TODO EL PERIODO.

Carrasco (1978) ha reportado este tipo de lavas en Tehuacán - Puebla, Rodríguez Torres et al (1974) creen que las evidencias de la riftogénesis podrían encontrarse abajo del actual Eje Neovolcánico (Fig. 8).

Para esta época se producen fallas y formación de bloques en la porción sur de la placa Norteamericana (etapa tafrogénica). Se definen las tierras positivas de Coahuila, Tamaulipas y San Luis Potosí, se depositan los sedimentos continentales, como los lechos rojos de la formación Huizachal, y los tipos molasa continental de la formación Nazas (Jurásico Medio).

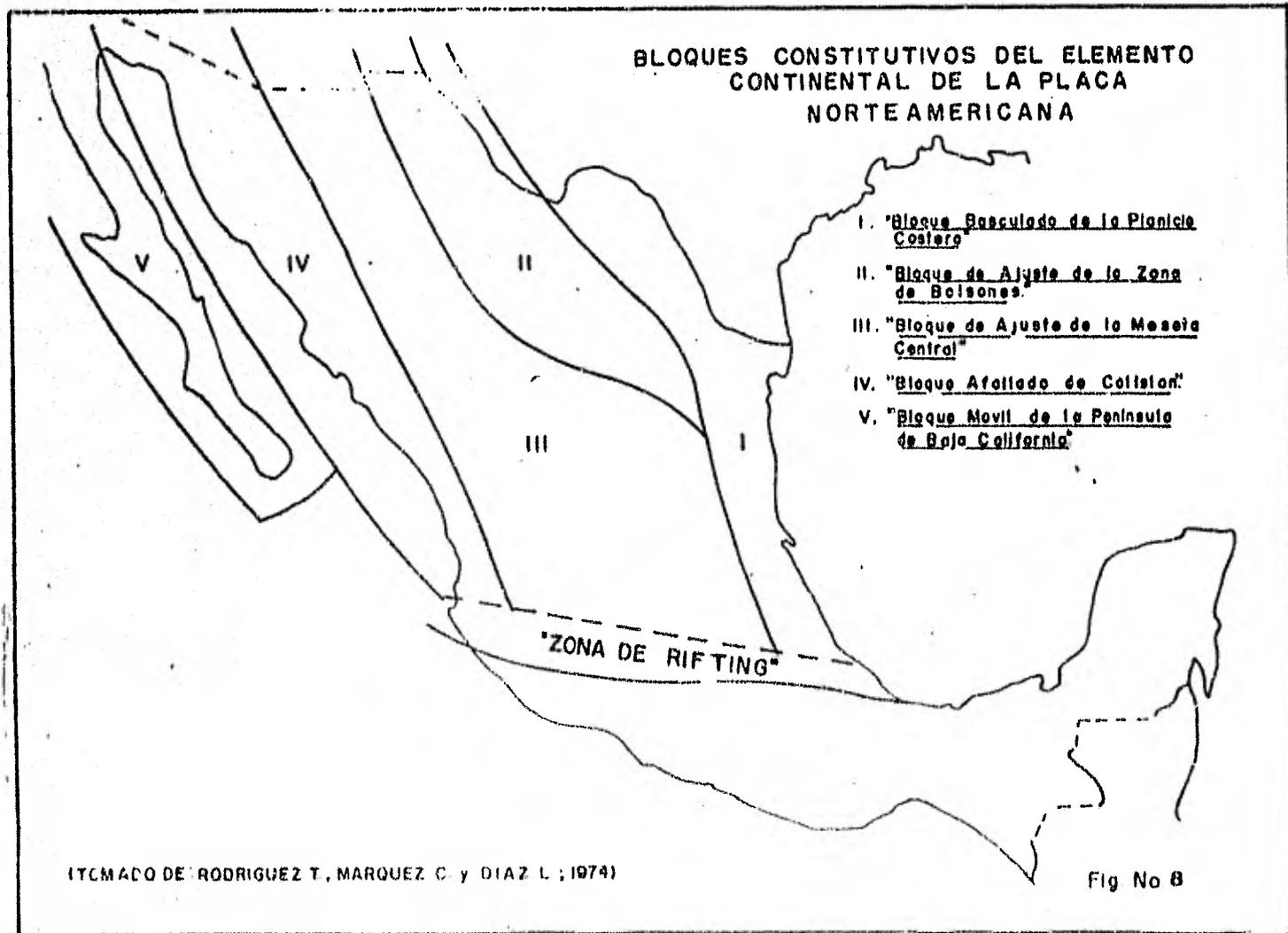
Las unidades paleotectónicas que determinaron la sedimentación y la formación de estructuras plicativas y disyuntivas en el área son:

El Geoanticlinal Coahuilense, conocido paleográficamente como Península de Coahuila, mismo que representa la parte estable o antepaís del Geosinclinal Mexicano que bordea a la paleopenínsula de Coahuila desde el Jurásico Superior al Aptiano en que fue cubierta esta unidad. Y la Antefosa de Parras localizada en la parte frontal de la paleopenínsula de Coahuila.

Durante el Jurásico Superior se inicia la transgresión marina, iniciándose así el ciclo Geotectónico del Mesozoico (Alvarez Jr. 1961) o sea la epirogenia (hundimiento y depósito). El hundimiento del geosinclinal derivó zonas positivas que permitieron el desarrollo de subcuencas por ejemplo: la paleocuenca Central Mesozoica, limitada al norte por el Geoanticlinal Coahuilense, al sur por el Geoanticlinal de San Luis Valles, al oriente por el Geoanticlinal Tamaulipeco y al poniente por el Geoanticlinal Occidental. En esta cuenca se inicia en el Jurásico Superior el depósito de la formación Zuloaga, en facies de cuenca y su correspondiente, la formación La Gloria en facies de plataforma.

En el Cretácico la depositación de sedimentos fue esen -

BLOQUES CONSTITUTIVOS DEL ELEMENTO  
CONTINENTAL DE LA PLACA  
NORTEAMERICANA



(TOMADO DE RODRIGUEZ T., MARQUEZ C. y DIAZ L.; 1974)

Fig No 8

cialmente carbonatada, a partir del Cretácico Superior cambia el patrón sedimentológico de rocas carbonatadas a depósitos - clásticos de la formación Indidura de tipo preflysch del Cenomaniano Superior (R. Mury y M. Tardy 1973) que indica los movimientos de la segunda fase del Ciclo Geotectónico Mesozoico (orogenia).

De acuerdo con M. Tardy y G. Glacon (1974) en el Cretácico Superior se manifiestan las primeras pulsaciones de la orogenia dando lugar al flysch de la formación Caracol.

La pila de sedimentos depósitos durante el Paleozoico y el Mesozoico fueron plegados durante la Orogenia Laramide, - considerandose sus efectos del poscretácico a los finales del Eoceno Medio. Los esfuerzos se cree provinieron del W-SW hacia el E-NE, lo que combinado con los elementos paleogeográficos preexistentes controlaron el patrón tectónico regional, - teniendo una orientación los ejes de las estructuras anticlinales y sinclinales NW-SE y E-W en el sector transversal.

Las características de este patrón tectónico son: pliegues asimétricos y alargados, fallas normales e inversas, - - pliegues en abanico. La explicación de estos eventos, basándose en la tectónica global se debe posiblemente al choque de - una placa oceánica (Pitman, 1973) y una continental (Atwater - 1971). Sería la placa Americana sobre la placa Farallón (para el Cretácico Tardío). Considerando la presencia de magmatismo calcoalcalino en Baja California (Dewey y Bird 1970), éste cesó al consumirse la placa Farallón (oceánica) debajo de la - Americana (continental). Desde el Cretácico Tardío al Oligoceno no hubo actividad volcánica en la Sierra Madre Occidental que marca las relaciones de la placa Americana con la Pacífica.

Cuando cesan los esfuerzos de compresión se inicia la - etapa de alivio actuando las fuerzas tensionales y las estructuras disyuntivas (fallas Normales) que dan origen a pilares y fosas tectónicas, tanto longitudinales como transversales a las estructuras tectónicas principales. Este reajuste cortical constituye la última fase del Ciclo Geotectónico Mesozoico

Para el Cuaternario se puede considerar una etapa tectónica estable, entre la placa Americana y otras con las que -- tiene una relación directa.

#### c).- GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

En la hoja que comprende este estudio, existe la unión - entre las dos unidades más grandes de la Sierra Madre Oriental y son el anticlinorio de Arteaga y el anticlinorio de Parras el cual se encuentra cabalgando al primero.

Como parte de estas dos grandes unidades se reconocen - otras de segundo orden, las que en la hoja Huachichil son las siguientes:

##### ANTICLINAL LOMAS PELONAS.

Al NW del poblado de Huachichil se localiza una estructura con topografía abrupta y elevación máxima de 2 900 m. s.n.m., que presenta un anticlinal abierto en la formación Cupido con una longitud aproximada de 18 km. Aunque no queda comprendida en su totalidad dentro de esta hoja, la orientación parcial de la estructura es W-E.

Al oriente de esta sierra, separadas por un valle siguen dos estructuras menores con longitudes de 8 y 7 km. y parecen ser la continuidad de este anticlinal, también están abiertas en la formación Cupido con dirección NW-SE y de topografía -- más suave, sus elevaciones no alcanzan los 2 400 m.

##### ANTICLINAL HUACHICHIL.

Inmediatamente al oeste del poblado de Huachichil se localiza una sierra de aproximadamente 16 km. con orientación W-E y topografía abrupta, con una altitud máxima de 3030 m. s.n.m. Es una representación topográfica de un anticlinal abierto en la formación Cupido, su parte media es más ancha y se adelgaza hacia los extremos. Esta separada tanto al norte como al -

sur por valles sinclinales de aproximadamente 1.5 km de amplitud.

#### ANTICLINAL EL MUERTO.

Fisiográficamente esta representado por las sierras de - El Tabanquillo, El Muerto y El Chorreadero, con topografía abrupta y elevaciones de 2600 a 3000 m. Las dos primeras sierras constituyen el flanco de un anticlinal recumbente, abierto en la formación Zuloaga, seguida de toda la secuencia normal hasta la formación Parras, la longitud total de la estructura es de 33 km y su eje tiene una orientación W-E hasta el poblado del Poleo donde cambia a NW-SE.

En la parte occidental de la hoja se observa el flanco -- sur del anticlinal, en la Sierra el Chorreadero y a partir de ésta parece iniciarse una falla normal, que sepulta la mayor parte del flanco sur del anticlinal El Muerto.

En el flanco norte hay una falla inversa en la formación Aurora, misma que recorre casi toda la sierra hasta el poblado El Prado.

Este anticlinal parece que tiene una continuidad al oriente ya que se alinean paralelamente a su eje dos estructuras menores. Sus características fisiográficas son: topografía -- suave, su altitud es del orden de 2300 m tienen una longitud de 5 y 9 km respectivamente y su orientación es NW-SE.

#### ANTICLINAL LA LEONA.

Se localiza en la parte occidental central de la hoja, -- fisiográficamente se representa por la Sierra La Leona, de topografía bastante abrupta y orientación NW-SE. Corresponde a un anticlinal abierto en la formación Zuloaga, aunque la mayor parte de la sierra esta representada por la formación Cupido. Está separado de la Sierra El Chorreadero por un sinclinal de unos 500 m de amplitud.

#### ANTICLINAL LOS ANGELES.

Al SW del rancho de Los Angeles existe una sierra del mismo nombre, de una longitud de 6 km aproximadamente (incompleta en esta hoja), con orientación NW-SE, y otra denominada El Cercado, con la misma orientación y de unos 10 km de longitud, también incompleta. Constituyen un anticlinal controlado por dos fallas una inversa al norte y una normal al sur.

La estructura abre en la formación Zuloaga y hacia el sur sigue la secuencia normal hasta la formación Indidura, para el norte la secuencia se ve truncada en la formación Zuloaga.

#### ANTICLINAL EL TORO.

Esta estructura se localiza hacia el SW del poblado El Cercado, se conoce con el nombre de Sierra El Toro, tiene una longitud aproximada de 12 km en esta hoja y una orientación SW-E. Presenta una topografía suave, su altitud es notablemente menor en comparación con las demás estructuras, sólo alcanza los 2300 m s.n.m.

Parece ser que sólo representa el flanco norte de un anticlinal recumbente abierto en la formación Zuloaga, y continúa hasta la formación Indidura.

#### ANTICLINAL GALINDO.

La Sierra Galindo se localiza en la parte sur central de la hoja y tiene su continuidad en la hoja Hedionda (C-14--C-54, DETENAL), para esta parte abarca unos 7 km y representa un anticlinal recumbente abierto en la formación Zuloaga con orientación NW-SE. Parece ser la continuación de las estructuras que se encuentran al SW del rancho de Los Angeles.

#### FALLAS.

Se interpretaron cuatro fallas de considerable importancia dos son normales y dos son inversas:

La primera de las fallas normales se localiza al sur de la Sierra El Muerto y representa el flanco sur o hundido del anticlinal El Muerto.

La otra falla normal se infirió en el lado sur de la Sierra El Cercado al no encontrarse la secuencia completa del -- sinclinal que forma el flanco norte de la Sierra El Toro y el flanco sur de la Sierra El Cercado.

Respecto a las fallas inversas, una se localiza en la -- Sierra El Muerto teniendo el contacto discordante de la formación Aurora con la formación Indiduro y se considera que puede corresponder a una escama producto del sobrecorrimiento -- del anticlinorio de Arteaga o Sistema Hame.

Por último, en el valle de Sta. Rita encontramos la continuación del sobrecorrimiento del anticlinorio de Parras sobre el anticlinorio de Arteaga que pone en contacto a la formación Zuloaga del Jurásico Superior sobre la formación Cupido del Cretácico Inferior, esto se puede observar al sur del rancho Los Angeles (fig. 9).

#### d).- GEOLOGIA HISTORICA.

Los afloramientos de rocas más antiguas, del Paleozoico Superior, que se localizan en las zonas de Apizolaya y Teyra, (formaciones Caopas y Rodeo del Pérmico: Fac. Ing. 1975) -- presentan un punto de partida para la interpretación de la -- historia geológica de la región objeto de estudio.

La tectónica compresiva de la Orogenia Permo- Triásica, -- provoca que el centro de México para el Triásico Inferior y Medio emerja, ocurriendo posteriormente una transgresión de los -- mares y depositándose en forma discordante sedimentos arcillo -- arenosos de la formación Zacatecas. A fines del Triásico y -- principios del Jurásico, tuvo lugar un acomodo cortical (ta -- frogenia). Durante el Jurásico Medio se depositan en forma -- discordante sedimentos tipo melassa continental (formación Na -- zas).



Fig No 9

Estos eventos se consideran el producto del choque de -- dos grandes placas continentales: la Norteamericana y la Africana (Dietz, 1972) ocurrido entre 350 y 225 millones de años -- atrás.

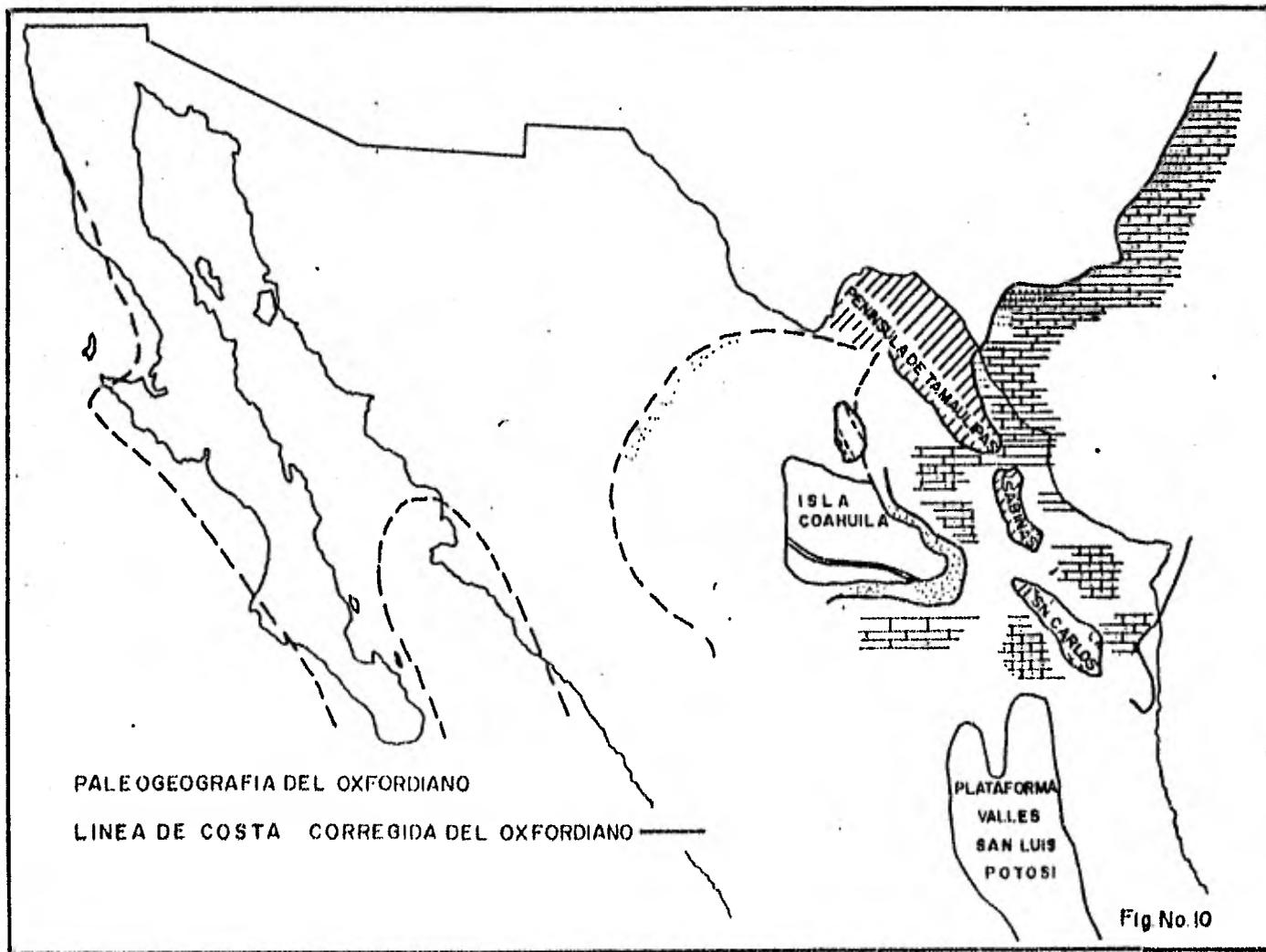
La dispersión de Pangaea produjo la reapertura del actual Océano Atlántico entre los 225 y 180 millones de años, según Dietz, debido al levantamiento sistemático de la dorsal -- del Atlántico.

La subsidencia del borde oriental de la placa Norteamericana provoca la invasión de los mares de fines del Jurásico -- quedando cuencas marinas de fondo irregular y circulación restringida. Según Rivera y Serrano (1976) fueron las condiciones favorables para la acumulación de materia orgánica productora de hidrocarburos, así como la formación de yesos y anhidrita. Para ésta época la mayor parte del país se encontraba emergido, casi nivelado por la intensa erosión que sufrió en el Jurásico Medio.

En el Oxfordiano se inicia el ciclo más importante de sedimentación para el noreste del país, con la formación Zuloaga (ambiente de plataforma) y su equivalente clástico la formación La Gloria, riveteando los elementos positivos, como -- las paleoislas de Coahuila, Tamaulipas y San Luis Valles (fig 10).

En el Kimmerdigiano la transgresión marina prosigue, distribuye los sedimentos finos carbonosos y bituminosos, lo que da una idea de un ambiente que tuvo una circulación restringida, el clima era cálido y húmedo, lo cual favorece la formación de sedimentos evaporíticos. En los mares del Tithoniano -- hay un aporte de clásticos gruesos, como resultado de posibles subsidencias y movimientos bruscos que se producen a fines de este período. Las formaciones que nos dan idea de estos sucesos por sus facies son La Caja y La Casita de ambientes de depósito extralitoral e intralitoral (fig. 11).

Durante el Neocomiano-Aptiano Inferior se llevan a cabo



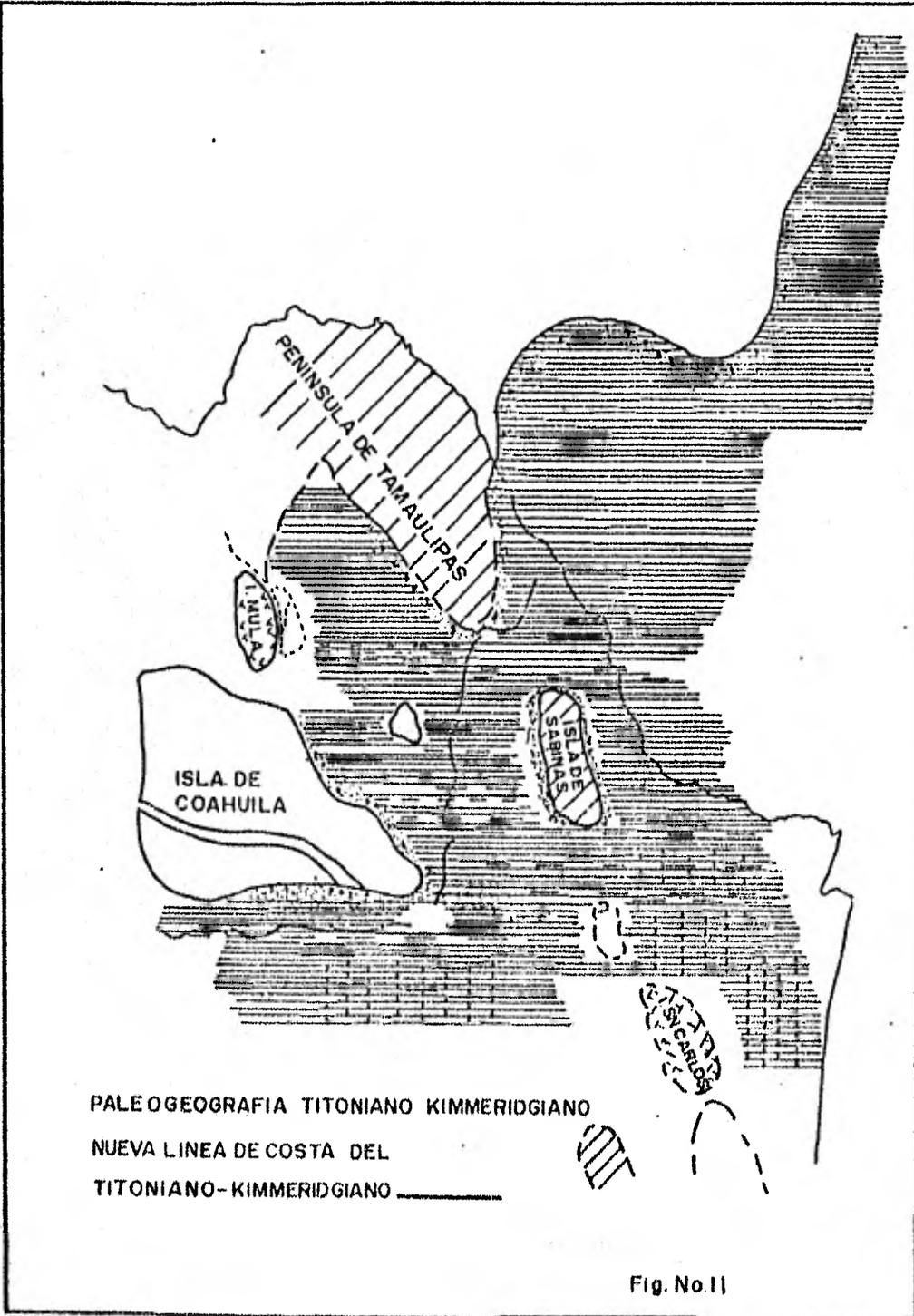


Fig. No.11

depósitos de calizas pelágicas que, que indican continuidad - en el desarrollo conacumulativo de la cuenca. Existen ligeros aportes de clásticos finos que darán lugar a la formación Tarraises. Se van cubriendo los elementos positivos y operan como plataformas, teniendo de esta manera dos ambientes de depósito, el de alta energía y el de cuenca (fig. 12).

En el Aptiano Superior se incrementa el aporte de clásticos por un levantamiento, dando lugar a la formación La Peña.

Las islas de Coahuila, Tamaulipas y San Luis Valles en - el Albiano-Cenomaniano Inferior son cubiertas totalmente por los mares, restableciéndose la subsidencia total de la cuenca. Se depositan calizas ricas en sílice (formación Cuesta del Cura) y complejos arrecifales bordeando los antiguos elementos-positivos de Coahuila (formación Aurora) y de Tamaulipas (formación El Abra).

El inicio de cambio de sedimentación esta marcado por la formación Indidura del Turoniano, con sedimentos calcáreos y clásticos finos sin aporte de sílice, por posibles movimientos verticales que se acentuaron en el Coniaciano, depositando las areniscas-lutitas de la formación Caracol. Estos depósitos se cree corresponden a las primeras pulsaciones de la - Orogenia Laramide. En el Santoniano se deposita la formación Parras con aporte de clásticos finos, y aumenta la intensidad de la deformación.

A fin del Cretácico (Campaniano-Maestrichtiano) emerge y se inicia el plegamiento del paquete de sedimentos mesozoicos dando lugar a la Sierra Madre Oriental, estos eventos se pueden relacionar a la subducción de la placa Farallón bajo la - placa Americana (Atawer, 1970) hasta el Eoceno Inferior, propiciando la retirada de los mares.

Posteriormente ocurre el reacomodo isostático debido al alivio de los esfuerzos compresionales de la Orogenia Laramide, formando fosas y pilares tectónicos, depositándose sedimentos tipo molassa continental (formación Ahuichila) en dis-

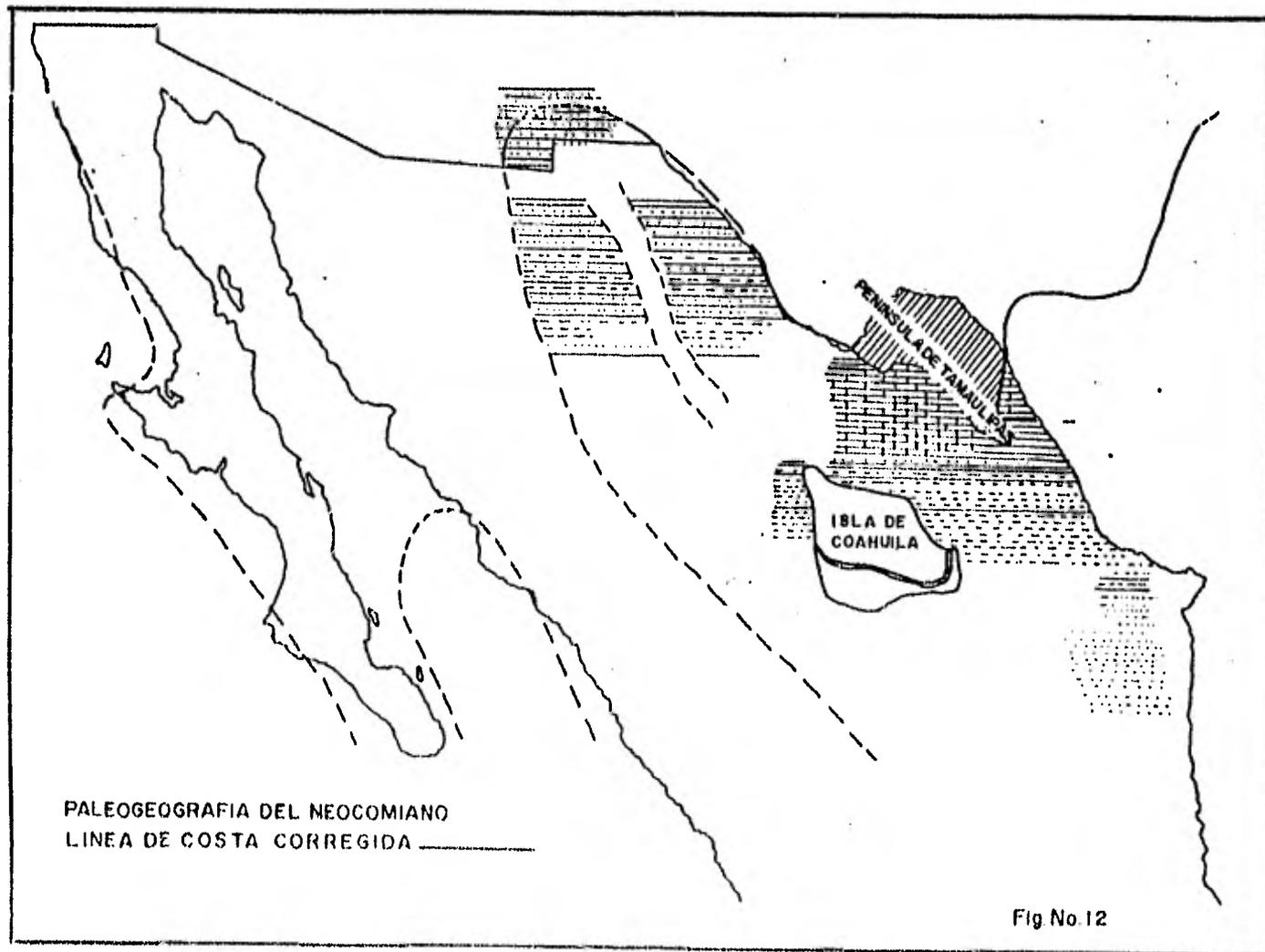


Fig No.12

cordancia al último depósito tipo flysch. Contemporáneo a estos sucesos se emplazan troncos granodioríticos.

El Terciario Tardío se caracteriza en el Altiplano Mexicano por la actividad ígnea de tipo extrusivo.

Sin embargo en la hoja que abarca el área de estudio se localizan únicamente rocas sedimentarias que forman cadenas anticlinales paralelas separadas por valles intermontanos sin clinales.

Los rasgos geomorfológicos, descritos en otro capítulo, permiten suponer una actividad tectónica joven durante el Terciario Tardío, esto es, la etapa neotectónica. Como reacción a la actividad tectónica actúa la erosión removiendo los materiales del intemperismo y depositándolos en los fondos de los valles intermontanos y en la planicie de nivel de base.

## G E O M O R F O L O G I A .

La Geomorfología es la ciencia que estudia el relieve de la Tierra en función de su origen, evolución, edad y características morfológicas. En su origen se debe a la interacción de dos tipos de procesos que actúan en estrecha relación: los endógenos, creadores de las formas de la superficie terrestre (pliegues, rupturas, volcanes, etc.), y los exógenos o niveladores, mismos que se manifiestan a través del intemperismo, - la erosión y la acumulación.

## INTEMPERISMO.

El principal tipo de intemperismo observado en el área de estudio es el físico. Este es propiciado por los cambios bruscos de temperatura, lo que origina dilataciones y contracciones desiguales en los minerales de las rocas, fenómeno que incrementa el agrietamiento y desintegración de las rocas. Este proceso se ve favorecido por el fisuramiento tectónico y el de estratificación. Los otros tipos de meteorización como el agua en trance de congelarse, la cristalización de las sales, etc., son de menor importancia. El proceso de intemperismo encuentra condiciones favorables, como la poca humedad, es caso desarrollo de cubierta vegetal y precipitaciones que oscilan entre 300 - 450 mm por año, que en su mayoría se producen en los meses de junio e septiembre, con promedio de temperatura anual de 18°C. El promedio mensual varía de 12°C en el invierno a 25°C en el verano.

La corteza de intemperismo se encuentra en la fase detritica.

## DENUDACION.

Encontramos en los flancos de las sierras de Huachichil, Galindo y el flanco sur de la sierra La Leona deslizamientos y derrumbes de roca formando los depósitos de talud. Los primeros dispuestos a lo largo de la línea de estratificación, y los segundos son fragmentos rocosos de varios tamaños, caídos libremente, estos son menos frecuentes en las zonas de nuestro

estudio. Los fenómenos mencionados anteriormente no se ven -- muy favorecidos pues se desarrollan más en regiones donde hay vinculación de las aguas subterráneas y superficiales.

La denudación por escurrimientos y escorrentias la efectúan los arroyuelos siguiendo las depresiones originales del terreno, y cortan transversalmente las laderas de las sierras. Estos tienen la fuerza necesaria para arrastrar partículas pequeñas y grandes de detritos trabajados por el intemperismo, hasta depositarlos al pie de las laderas, donde cambia la nendiente, y por consiguiente, la velocidad. A la vez van erosionando rápidamente las laderas formando pequeños saltos en su cabecera.

#### EROSION.

La acción erosiva de las corrientes temporales es fuerte por el gradiente de valor elevado que poseen. En algunas sierras como la de El Muerto, Tapanquillo, Galindo y La Leona -- han desarrollado valles de 15 - 25 m. de profundidad en los -- flancos de los pliegues. Los cauces de estas corrientes en -- época de estío carecen de agua, pero durante los fuertes chu--bascos en sus cauces el agua alcanza el nivel de crecida arras--trando una abundante carga de arena y grava, y dejando prácticamente desnuda la roca.

Existen otras corrientes que van paralelas a las estruc--turas, con menos potencia erosiva y de tipo subsecuente, con--troladas por fracturas alineadas a la estratificación.

Estas corrientes temporales crecen laderas arriba a par--tir de su nivel base, es decir, siguen un patrón de erosión --regresiva. La erosión vertical es muy importante porque en -- las estructuras positivas afloran calizas, desarrollando un --suelo residual.

La red fluvial está controlada esencialmente por las -- fracturas de las rocas, a lo largo de las cuales el agua a modelado sus cauces. Aunque en el modelado también influyen los factores litológicos y estructurales.

## ACUMULACION.

Este es un proceso importante por la cantidad de materiales que se encuentran al pie de las sierras. Por ejemplo, cuando un torrente de montaña sale a la llanura la velocidad de la corriente disminuye bruscamente por el cambio de pendiente y descarga el material que transporta, formando así los conos de deyección (depósitos proluviales), mismos que presentan una clasificación de materiales.

Los depósitos deluviales se deben al escurrimiento pluvial que se presenta en forma de mantos de agua y escorrentías en las laderas, sobre todo aquellas que tienen una superficie uniforme. Laderas abajo su fuerza se incrementa. Su capacidad erosiva es escasa y sólo arrastra pequeñas partículas producto del intemperismo, depositándolas al pie de las laderas formando un manto deluvial.

El último tipo de depósito de las corrientes temporales es el aluvión, el cual se encuentra formando la llanura aluvial, y consiste de sedimentos arenosos. La corriente se comporta como un río en su etapa de madurez, inundando la planicie de nivel de base y depositando en ella su carga.

Hay que considerar que estos procesos acumulativos han venido disminuyendo en su intensidad desde el Pleistoceno Tardío al Holoceno por cambios climáticos. Esto lo confirman los amplios y potentes depósitos detríticos cuaternarios de esta provincia fisiográfica.

## GEOMORFOLOGIA DE LA HOJA HUACHICHIL (G-14-C-44).

Se reconocen dos principales formas de relieve, primero las elevaciones montañosas, y segundo, una planicie sobre la que éstas se asientan desmembrándola.

Las elevaciones consisten de cadenas plegadas y alargadas en general de occidente a oriente; presentan una flexión hacia la parte media de la hoja donde cambian su rumbo al SE. La posición de estas cadenas montañosas es casi paralela,

de acuerdo a su altitud se pueden distinguir dos tipos principales: uno que alcanza hasta 3 000 m., y otras secundarias -- con altitudes de 2 400 - 2 500 m., que localmente representan una continuación de las cadenas principales.

#### SIERRAS DE HUACHICHIL.

La primera de estas cadenas que se observa en la parte noroccidental de la hoja, y geográficamente se conoce como -- Sierra de Huachichil. Tiene una clara orientación W-E, con -- una longitud aproximada de 20 km. aunque no queda comprendida dentro de la hoja en su totalidad, pero es posible reconocer su continuidad en la hoja lateral adyacente (Agua Nueva G-14-C-43).

La línea divisoria en la parte baja hacia su porción W -- es ligeramente ondulada, y en la parte más alta se presenta -- casi recta siguiendo la orientación de la cadena montañosa, y separandola en dos vertientes de pendientes abruptas y fuertes donde la inclinación mayor se localiza hacia el lado sur; la pendiente menor y una ladera de mayor extensión quedan al lado norte.

La altura máxima es de 2 950 m. s.n.m. y se asienta sobre una planicie acumulativa de 2 150 m. de altitud, sobre la cual se une con un cambio brusco de pendiente. La anchura de esta cadena de primer orden alcanza 3.5 km. en su parte central y se va reduciendo hacia sus extremos. Como una continuidad de esta estructura se reconocen, como si estuvieran separadas, cortadas, dos pequeñas cadenas montañosas, la Sierra -- Lomas Pelonas y la continuación de la Sierra Pinal Alto, con altitudes máximas de 2 290 y 2 250 m. Aquí las laderas no son abruptas, las pendientes son moderadas y débiles; también se observa como la ladera de mayor inclinación es la que mira -- hacia el sur. La línea divisoria en la primera de estas cadenas de segundo orden es más o menos rectilínea con una pequeña ondulación; en la segunda la ondulación es mayor. Estas --

inflexiones se deben a desplazamientos que ha tenido la línea divisoria por captura de las corrientes fluviales.

En la esquina NE de la hoja se reconoce otra pequeña cadena montañosa, Sierra Dulce, que se extiende con una dirección NW-SE, presentando características morfológicas semejantes a las otras dos estructuras; tiene una altitud de 2 350 m con una línea divisoria rectilínea y laderas de pendiente moderada; la longitud que alcanzan estas cadenas de segundo orden son aproximadamente de 7.5 km. 8.0 km. y 9.0 km. respectivamente, las dos últimas están incompletas dentro de la hoja. La anchura de las mismas es de 1 a 1.5 km.

Inmediatamente hacia el sur de la primera cadena descrita, corre paralela a ella otra con orientación W-E, y con unos 17.5 km. de longitud. La línea divisoria también es casi rectilínea y sólo en la parte central de esta estructura sufre una ligera desviación de  $10^\circ$  hacia el SE, para luego quedar interrumpida en la planicie acumulativa y después encontrar su continuación, representada por dos cadenas montañas de segundo orden, con alturas máximas de 2 350 m. y 2 160 m. y longitudes aproximadas de 8 km. la primera, y 13 km. la segunda.

En la segunda cadena montañosa de primer orden que se mencionó se ven hacia los lados de la divisoria laderas de pendiente abrupta y moderadas; en las cadenas de segundo orden, continuación de ésta, hay una variación en las líneas divisorias: hay una mayor ondulación, a diferencia de las que se describieron anteriormente, lo cual representa un mayor grado de erosión.

#### SIERRA EL TAPANQUILLO Y SIERRA EL MUERTO.

La cadena montañosa más importante del área, con una extensión de 34 km. está constituida por las sierras El Tapanquillo y El Muerto. De occidente a oriente la línea divisoria se extiende en forma casi rectilínea a lo largo de unos 12 km.

donde, se flexiona hacia el SE, cambiando así la orientación de esta estructura. Las alturas máximas que se reconocen son de 2 900 m. para la Sierra El Tapanquillo y de 2 580 m. para la Sierra El Muerto; su anchura es constante, de aproximadamente 2 a 2.5 km. En todas estas formas el contacto con la planicie es muy claro, representado por un brusco cambio de pendiente en la planicie de 4° a 6°, y las laderas 15° o más.

#### SIERRA EL CHORREADERO Y SIERRA LA LEONA.

En la parte extrema occidental-central de la hoja se reconocen dos cadenas montañosas conocidas como sierras El Chorreadero y La Leona, con una orientación ligeramente hacia el SE.

También son de primer orden, con laderas de menor pendiente, que son moderadas y débiles. La línea de parteaguas en la Sierra El Chorreadero sigue una orientación W-E por 3.5 km., cambiando bruscamente al SE, y en la Sierra La Leona la línea divisoria sigue una orientación W-E en 1.5 km. variando al SE por 6 km.

En seguida tenemos otra estructura montañosa, sin nombre de tercer orden, aislada de las demás, con una extensión de 7.5 km. Es de menor amplitud que las otras, sólo 1 - 2 km., las pendientes son predominantemente moderadas. La línea divisoria poco ondulada sigue una orientación NW-SE. A continuación se observan estructuras todavía menores en las que su divisoria presenta esta misma orientación.

En otra categoría se agrupan las cadenas montañosas de tercer orden, mismas que tienen un mayor grado de denudación y un desarrollo mucho menor; las dimensiones de estas pequeñas estructuras son de unos 4.5 km., otra más se aprecia cortada en tres porciones de aproximadamente 7 km. en total. Una tercera es la Sierra de Los Angeles con 6 km. de longitud. En estas estructuras predominan las pendientes débiles y modera-

das, con altitudes de 2 350 m. 2 200 m. y 2 400 m. respectivamente.

#### SIERRA EL CERCADO Y SIERRA EL TORO.

Por último están presentes otras dos cadenas montañosas. La Sierra El Cercado, también muy reducida, con longitud de 10 km. en su divisoria, predominando las pendientes débiles y con una amplitud que se incrementa hacia su porción SE, alcanzando aproximadamente 2.5 km. En su parte W está muy reducida de menos de 1 km.

La otra estructura en el extremo SW de la hoja es la Sierra El Toro, en la cual sólo se aprecia una parte de más de 12 km. de longitud, con pendientes moderadas y débiles, su línea divisoria es ondulada, y en general sigue también la orientación de esta sierra, hacia el SE.

Al oriente de la Sierra El Toro aparece la Sierra de Galindo de la cual también solo se observa una parte en esta hoja, y parece ser una continuación de las dos últimas mencionadas, con orientación SE, con pendientes moderadas en el flanco NE y débiles en la ladera SW.

La separación entre las laderas montañosas queda marcada por valles intermontanos estrechos, paralelos a estas formas. Las dos primeras cadenas montañosas, las Sierras de Huachichil están unidas en su parte central, y en sentido longitudinal hacia el oriente y hacia el occidente, escurren corrientes fluviales de valles antecedentes, mismos que han trabajado esta porción, nivelándola, y aparentemente de acuerdo a los rasgos que presenta la carta, en un futuro quedarán unidos por el desarrollo que alcanzará el valle cortando totalmente esta estructura.

El valle se amplía en forma gradual hacia las márgenes de esta cadena montañosas alcanzando hasta 2 km.

En la siguiente estructura, la mayor de todas, constituida por la Sierra El Tapanquillo y la de El Muerto, se observa

el mismo fenómeno de que el valle fluvial se ensancha hacia las márgenes, también están las estructuras unidas en su parte central formando una divisoria local que hace que las corrientes en este caso drenen una principal hacia el W y otra hacia el E. Las corrientes transversales a la cadena montañosa representan los afluentes de las principales.

Al NE de la Sierra El Muerto se levantan otras tres cadenas montañosas de segundo orden, separadas por valles intermontanos simétricos de unos 2.5 km. Las siguientes estructuras montañosas de segundo y tercer orden que se ven hacia el occidente de la hoja están separadas entre sí por distancias de menos de 1 y 2 km.

La Sierra El Muerto esta delimitada hacia el SW por una planicie acumulativa, donde se reconocen tres niveles que corresponden a pendientes, al tipo de material depositado, y a las formas de relieve predominante. La porción donde se unen las cadenas montañosas con la planicie está representada por una zona estrecha, transicional, de más o menos 500 m. de amplitud con depósitos proluviales, coluviales no cartografiables en esta escala, y deluviales con una pendiente hasta de 6° después, se observa un cambio de 6° a 2° donde los materiales se van haciendo cada vez más finos, con predominio de proluviación y deluviación, no diferenciados.

Finalmente se tiene la parte más baja de la planicie, donde las cotas son de 1 900 m. y las pendientes de 0.5° y en donde se presenta un claro control estructural por su orientación NW-SE, la que aparentemente es una depresión tectónica delimitada entre la Sierra El Muerto y las cadenas de segundo orden que se observan en el extremo occidental de esta hoja, Huachichil.

Un rasgo notable que se reconoce en estas estructuras, de modo particular en las de primer orden, es que las cabecezas de las corrientes fluviales se encuentran más bien alejadas de las líneas divisorias, o sea que no se asemeja al re-

lieve montañoso característico donde las cabeceras casi se unen. La misma orientación casi rectilínea, algo ondulada de las divisorias indica que la migración de éstas ha sido muy débil, prácticamente inexistente. En estas estructuras la erosión no ha alcanzado a los parteaguas.

En lo que se refiere a la relación del relieve con la estructura geológica, se observa en las dos primeras cadenas montañosas, que la línea divisoria coincide con los ejes de los anticlinales, en su mayor parte constituidos por rocas cretácicas de la formación Cupido; sólo en la parte inferior de los flancos, tanto hacia el norte como hacia el sur, afloran lutitas y calizas arcillosas, y calizas con bandas de pedernal correspondientes a las formaciones La Peña y Cuesta del Cura.

En la Sierra El Tapanquillo y en la Sierra El Muerto predominan también las calizas de la formación Cupido. En el flanco norte existen afloramientos de rocas de las formaciones La Peña, Cuesta del Cura e Indidura. En el flanco sur hay afloramientos de la formación Taraises, constituida de caliza arcillosa y de rocas jurásicas correspondientes a las formaciones La Caja y Zuloaga, que también están compuestas de rocas carbonatadas.

En las sierras El Chorreadero y La Leona se repite la misma secuencia que se observa en las Sierras de Huachichil, correspondiendo incluso los ejes de los anticlinales a la línea de parteaguas.

La siguiente cadena montañosa de débil desarrollo o fuertemente erosionada, está constituida por calizas de la formación Cuesta del Cura y lutitas resquebrajables de la formación Indidura del Cretácico Superior.

En la Sierra de Los Angeles afloran las formaciones Cuesta del Cura, La Peña, Cupido y Zuloaga.

Otra cadena conocida como Sierra El Cercado, de muy débil desarrollo y fuerte grado de erosión, está constituida

por las formaciones cretácicas Cupido, La Peña, Cuesta del Cura e Indidura.

En el extremo SW de la hoja hay afloramientos de las formaciones Cuesta del Cura, La Peña, Cupido y Taraises, del Cretácico Inferior, y de las formaciones La Caja y Zuloaga, del Jurásico Superior.

Por último en la parte inferior central de la hoja, se observa un anticlinal completo abierto en la formación Zuloaga y seguido de la secuencia normal de las formaciones La Caja Taraises, Cupido, La Peña y Cuesta del Cura.

Para poder analizar la relación existente entre las estructuras geomorfológica y geológica se trazó una serie de perfiles transversales y longitudinales a las formas orográficas con escala vertical exagerada cinco veces, e inmediatamente en la parte inferior se trazó el perfil geológico correspondiente donde la escala vertical no se exagera; de esta manera se pudo interpretar la relación que existe entre el relieve y la geología.

En primer término se tiene el perfil (1) donde se reconoce de occidente a oriente una configuración en arco que presenta esta estructura montañosa, con escalones reconocidos a las alturas de 2 520, 2 640, 2 950 (la cima) 2 650 y 2480 m., le sigue un collado que cambia la configuración del relieve, y con una altura aproximada de 2 100 m. hacia la parte oriental. En toda esta cadena no se presentan cambios litológicos, toda esta cubierta por la formación Cupido, por tanto, no existe un factor erosivo notable que determine estas irregularidades.

En el siguiente perfil (2) se reconoce también el basculamiento de occidente a oriente; los escalones se ven a la altura de 2 590 y 2 550 m. Hacia el E, se presenta un cambio marcado por un valle intermontano que separa esta cadena principal de otra menor, con altura de 2 320 a 2 160 m., reduciendo gradualmente su altitud, también en calizas cretácicas de la formación Cupido.

En el tercer perfil longitudinal se observa el basculamiento igual que en los perfiles anteriores. El trazo de una línea de 2 600 a 2 550 m. permite correlacionar estos niveles

Los siguientes cuatro perfiles (4 al 7) de menor extensión, están trazados dos de ellos sobre cadenas de primer orden (incompletas) y dos sobre cadenas montañosas de segundo orden.

En el primero de ellos, el perfil 4, se reconocen los dos niveles antes descritos, trazando la línea de nivel de 2 500 a 2 450 m., litológicamente también corresponde a la formación Cupido.

En el perfil 5 también se pueden reconocer dos niveles con alturas de 2 650 a 2 600 m. siendo la altura máxima de 2 840 m.

En los perfiles 6 y 7 sólo se aprecia el nivel inferior con alturas de 2 340 y 2 360 m. tampoco aquí se tienen cambios litológicos, existe una continuidad de la formación Cupido.

En estas líneas de perfiles longitudinales ha sido posible señalar con base en las variaciones morfométricas que presentan, la línea del nivel base que indica en sí la orientación del basculamiento; presentándose la parte más elevada hacia el W, y la hundida al E. Ha sido posible reconocer una serie de escalones en las laderas de las montañas. De acuerdo a la regularidad con que se presentan, y se reconocen así dos niveles de extensión regional. El análisis de la relación de los escalones con la estructura geológica permite determinar que no son de origen litológico sino tectónico.

En el perfil 8, el primero de los transversales, trazado de S a N, y que corta prácticamente todas las estructuras observamos en la porción extrema sur un bloque representado por un sinclinal asimétrico, cuya parte más alta alcanza 2 390 m. sobre la formación Cupido. Un valle de poca profundidad controlado por una ruptura, delimita un bloque de cla-

ra expresión en el perfil topográfico, bloque que representa la continuación del flanco de un anticlinal. Las altitudes son de 2 300 y 2 250 m. separados por un collado de 2 150 m. En este bloque se tiene una combinación de factores estructurales y erosivos en el modelado del relieve.

Hacia el N existe otra cadena montañosa de menor altura y pendiente, representado por tres picos con ondulaciones, y corresponde a un sinclinal. En seguida se observa una cadena montañosa con 2 540 m. s.n.m. que corresponde a un sinclinal donde el relieve es invertido. En la parte superior aflora la formación Cupido la cual resulta ser la más importante en la zona de estudio. A continuación aparece una ligera elevación con altitud de 2 370 m. y cortada por valles poco profundos de 50 a 60 m. Por último se observan tres cadenas montañosas con altitudes de 2 780, 2 700 y 2 710 m. Estas estructuras están separadas por valles intermontanos ligeramente asimétricos que presentan profundidades máximas de 2 280 y 2 310 m. En el valle montañoso que queda entre las cadenas de 2 780 y 2 700 m. existe una ruptura que separa estas dos cadenas montañosas, en una de las cuales la elevación es mayor; tal vez esta diferencia en sus altitudes corresponde al desplazamiento vertical que ha sufrido. Estas tres últimas estructuras corresponden a plegamientos de las rocas sedimentarias, observándose en la parte más alta de las dos últimas el eje de un anticlinal en la formación Cupido.

En el perfil 9 se representa el corte de tres cadenas montañosas de S a N, en las que se tiene una expresión directa de las estructuras; en la primera estructura como en el caso anterior hay una ruptura donde se tiene un anticlinal horst, y en las dos últimas las porciones más altas corresponden a los ejes anticlinales en las sierras de Huachichil.

El perfil 10 corta también tres estructuras transversalmente, se observa el valle intermontano trabajado sobre una ruptura que delimita dos bloques con una expresión en el re-

lieve muy clara. La Sierra El Tapanquillo alcanza 2 550 m. en lo que corresponde al flanco de un anticlinal. En las sierras de Huachichil encontramos dos elevaciones inclinadas correspondientes a los ejes de anticlinales.

El último p rfil transversal de las estructuras, el 11, corta cuatro cadenas montañosas, la primera, la más alta corresponde a la Sierra El Muerto con 2 420 m., donde se aprecia la misma estructura que en los p rfiles anteriores y corresponde a un pliegue horst delimitado por un valle tectónico intermontano que separa dos cadenas, la otra corresponde a un sinclinal, mientras que su cima representa un anticlinal - con 2 150 m. de altura. A las dos últimas elevaciones con alturas de 2 150 y 2 300 m. les corresponde el flanco de un anticlinal de la formación Cupido.

Este análisis del relieve de la Hoja Huachichil, con base a sus características morfométricas: alturas absolutas y - relativas, pendientes, forma de los valles que cruzan, etc., y su comparación con la geología correspondiente, permite reconocer que estas estructuras durante su formación sufrieron un desarrollo en arco, donde la intensidad de los movimientos del levantamiento fue de carácter diferencial, las superficies más elevadas corresponden en general a los levantamientos más intensos, las partes más bajas a los levantamientos menores. El factor litológico juega un papel subordinado al factor tectónico. Aun cuando est  presente el relieve originado por la diferencia en la resistencia de las rocas a la erosión se ve, como en el caso de los p rfiles longitudinales, una serie de irregularidades o anomalías en la configuración de las cadenas montañosas, que no corresponden a factores litológicos.

La orientación de las divisorias, la relación del relieve con la estructura geológica, la presencia de un relieve - directo, son rasgos característicos de un relieve joven, donde los movimientos tectónicos han superado en intensidad la

acción de los agentes erosivos, que no han alcanzado a transformar sustancialmente estas estructuras, sólo localmente se reconoce esta acción de los agentes del intemperismo y la denudación.

Este breve análisis no es una descripción completa de -- las características geomorfológico-estructurales de esta hoia, es necesario, en cada cadena montañosa, en cada perfil, relacionar las irregularidades o anomalías geomorfológicas con la estructura, considerar los factores como el buzamiento de las capas, los planos de estratificación, la resistencia de las rocas al intemperismo, a la denudación, la alternancia de capas, los ejes de los pliegues, para que una vez considerados todos los factores que pueden influir en forma determinante -- en la expresión de las formas del relieve en relación con la estructura, se pueda explicar el origen de éstas y su evolución en el tiempo.

De lo anterior se concluye que las formas estructurales de la región estudiada presentan todos los rasgos de un relieve joven, posiblemente Terciario Tardío, y éstos son: relación directa entre la estructura geológica y relieve, alternancia de formas positivas y negativas dispuestas paralelamente, conservación de las zonas divisorias respecto a los procesos erosivos, predominio de las líneas divisorias paralelas a las estructuras. En este tipo de relieve las partes más altas y -- las más bajas corresponden a los ejes de las estructuras, mis mos que se reconocen con claridad en las elevaciones montañosas, no así en las depresiones cubiertas de materiales no con solidados; pero su profundidad y orientación permiten señalar lineamientos.

Es también característico de estas formas de relieve la ruptura de las rocas: con desplazamientos (fallas) o sin él -- (fisuras). La presencia de estas rupturas queda marcada por -- la configuración de la red fluvial, las fisuras de las rocas pueden ser de diversas dimensiones y profundidades, las más --

importantes en el modelado del relieve son las que cortan a mayor profundidad las capas de las rocas, y van a favorecer el desarrollo de valles fluviales profundos. La orientación de las elevaciones montañosas y los valles intermontanos permiten reconocer una serie de lineamientos (al pie de las cadenas). Es común que estas estructuras estén delimitadas por ruptura de las rocas. Caracterizándose así en pliegues-bloque

Los lineamientos que se reconocen en la zona de estudio están controlados por las rupturas de las rocas y por el eje de los pliegues.

## HIDROLOGIA Y GEOHIDROLOGIA.

En base al estudio geológico que se menciona en los capítulos anteriores, señalaremos las posibilidades acuíferas de la región.

## HIDROLOGIA.

La zona de estudio se encuentra en la faja de altas presiones atmosféricas, dentro de la cual prevalecen corrientes de aire ascendentes, mismas que originan una precipitación pluvial escasa y de poco volumen, lo que esta directamente relacionado con una extrema temperatura que favorece la evaporación. El clima es semiárido.

El drenaje esta formado por corrientes intermitentes, las cuales a corta distancia de su nacimiento se pierden, ya sea debido a la evaporación o a la permeabilidad, durante las lluvias torrenciales el escurrimiento es mayor y se ve favorecido por la pendiente del terreno (Ver plano geomorfológico).

El agua proveniente de los escurrimientos se acumula en pequeñas represas llamadas bordos o tanques, localizados en la desembocadura de los barrancos o en el centro de los valles intermontanos. Estos tanques están construidos sin ningún orden, pues la mayoría sólo almacenan agua en la época de lluvias debido a la saturación temporal del suelo.

El análisis de las cartas geomorfológica y geológica permiten señalar una mejor ubicación de los bordos considerando los factores siguientes:

- 1.- Litología de baja permeabilidad.
- 2.- Suelo impermeable.
- 3.- Pendiente adecuada que favorezca el escurrimiento.
- 4.- Mayor concurrencia de corrientes.

## GEOHIDROLOGIA.

En este tema mencionaremos, desde un punto de vista geohidrológico las formaciones que pertenecen al área de estudio.

## JURASICO SUPERIOR.

## FORMACION ZULOAGA.

Característica geohidrológica: acuífero.

En condiciones favorables, pero en la zona de estudio no es factible económicamente debido a la profundidad a que se encuentra.

## FORMACION LA CAJA.

Característica geohidrológica: permeable.

Tomando en cuenta su espesor y el grano fino de las rocas (calizas y limolita calcárea), no presenta las condiciones necesarias para que su explotación económica sea redituable.

## CRETACICO INFERIOR.

## FORMACION TARAISES.

Característica geohidrológica: impermeable confinante.

Por su carácter arcilloso no se considera útil para proporcionar aguas subterráneas.

## FORMACION CUPIDO.

Característica geohidrológica: acuífero.

Tiene las propiedades favorables, pero es un acuífero no factible de ser explotado económicamente, porque en el área aflora la mayor parte de esta formación de calizas. En las partes donde se extiende en el subsuelo se puede considerar acuífero para ser explotable en el futuro.

## FORMACION LA PEÑA.

Característica geohidrológica: impermeable confinante.

Carácter arcilloso no favorable para proporcionar aguas subterráneas, pero es importante por ser la base impermeable de las calizas acuíferas de las formaciones suprayacentes.

#### FORMACION AURORA.

Característica geohidrológica: acuífero confinado. Su espesor y permeabilidad son elementos para considerar que puede proporcionar un gasto aceptable que abasteciera a las comunidades de la región.

#### FORMACION CUESTA DEL CURA.

Característica geohidrológica: acuífero. Al igual que su antecesor la formación Cuesta del Cura es favorable para explotación como acuífero por su intenso grado de fractura, y cuando se encuentra sepultada esta a poca profundidad.

#### CRETACICO SUPERIOR.

En general, las formaciones marinas de este período han sido erosionadas o están expuestas en las estribaciones de las sierras o formando pequeños lomeríos.

Característica geohidrológica: impermeable confinante por su constitución litológica limoarcillosa.

#### SEDIMENTOS CENOZOICOS.

Son importantes pues representan el aporte de agua extraído en la región, sobre todo en su parte SE, y están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas, los dos primeros son los que tienen mejores condiciones como acuíferos y los otros dos son de carácter impermeable y confinante.

#### TIPOS DE ACUIFEROS.

a) De aguas confinadas en rocas calizas.

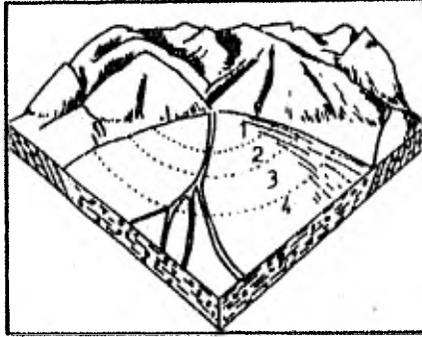
Los factores de las calizas de la formación Aurora son: huecos y cavernas de disolución que permiten la infiltración y circulación de las aguas pluviales formando así un acuífero confinado por las formaciones consideradas como impermeables. La zona de alimentación son las áreas donde afloran las calizas, por ejemplo; la Sierra El Muerto, La Marta, etc., sin tomar en cuenta los accidentes estructurales o estratigráficos, los

cuales impedirán el movimiento de las aguas confinadas. Su capacidad de producción depende de las recargas por infiltración de aguas meteóricas.

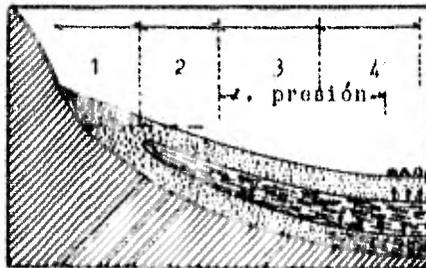
b) De aguas freáticas en materiales recientes de relleno. Las posibilidades de obtener agua son favorables, aunque son acuíferos de baja capacidad por estar sujetos a una recarga de precipitación e infiltración deficientes y erráticas. Por lo tanto, no es una fuente segura y permanente de explotación. La estimación de los volúmenes de explotación no se puede hacer por ausencia de datos.

Dentro de este tipo de acuíferos, los más importantes y que pueden producir un mayor gasto, son los abanicos aluviales: cuerpos formados por materiales aluviales depositados - al pie de la elevación montañosa por una corriente proveniente de un área sometida a erosión en su parte superior (Tolman 1937) . Su forma parece toscamente un fragmento de cono con vértice en donde emerge de la montaña y tiene su propio acuífero que proviene de las precipitaciones y de la infiltración de la corriente, y una pequeña parte del aporte de las calizas permeables. Las zonas más factibles para hacer una obra de perforación de acuerdo con Tolman (c. cit) son: zona del canal inferior o de presión, donde los niveles hidrostáticos cercanos a la superficie favorecen la perforación de pozos artesianos. La zona de descarga o sea la parte inferior del abanico que se manifiesta como manantial o laguna aunque no siempre se observa (Fig. 13).

En la carta geomorfológica se puede apreciar una clara zonificación, la que tiene una estrecha relación con la geohidrología.



Estructura Hidrológica de un abanico aluvial. 1, área de toma; 2, zona del conducto superior; 3, zona artésiana o de presión; 4, zona de descarga.



Sección transversal de un abanico aluvial.

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

- 1.- El análisis geomorfológico de la zona comprendida en la hoja Huachichil (G-14-C-44, DETENAL) nos permite establecer que la última etapa de desarrollo del relieve se caracterizó por una tectónica de bloques, que originó estructuras de expresión directa tales como: anticlinales - horst y sinclinales - graben. Los levantamientos tuvieron lugar en el Terciario con intensidades variables, lo que se aprecia en las alturas absolutas de las divisorias longitudinales de las diversas cadenas montañosas. Por otro lado, el proceso de la erosión no ha actuado con la intensidad suficiente para nivelar las montañas, debido a que el proceso orogénico se llevó a cabo con mayor fuerza, aunado a ésto, las calizas presentan un alto grado de resistencia al intemperismo y denudación en las condiciones de clima semidesértico. La erosión de las montañas se produce en las laderas que retroceden paralelamente, formándose en la base de las mismas el pediment.
- 2.- La geomorfología permite establecer la relación del relieve con los recursos hidrológicos. Así la carta geomorfológica señala las laderas superiores como zonas de recarga, y el pediment y la planicie del nivel de base como zonas de descarga. Los sistemas de fractura NW-SE son índices de las direcciones del escurrimiento subterráneo.
- 3.- Las formaciones más favorables para la localización de aguas subterráneas son: La formación Aurora y la formación Cuesta del Cura, debido a sus características litológicas, continuidad y extensión en el área de estudio, además de encontrarse ubicadas favorablemente desde el punto de vista hidrológico de modo que podrían ser acuíferos permanentes.
- 4.- Se observó el sobrecorrimiento del anticlinorio de Parras sobre el de Arteaga.

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

- 1 ATLAS DEL AGUA. Secretaría de Agricultura y Recursos -  
Hidráulicos Región Hidrológica 37.
- 2 ATWATER, T. Implications of Plate Tectonics for the -  
Cenozoic Tectonic Evolution of Western North America  
Geol. Soc. Amer Bull; vol 81: 3513-3536, 1970.
- 3 BELOUSSOV V. Problemas básicos de Geotectónica. Edit.  
Omega Barcelona, España, 1971
- 4 De CSERNA, Z. Tectónica de la Sierra Madre Oriental de  
México, entre Torreón y Monterrey. XX Congr. Geol. Int  
pag. 87. 1956.
- 5 DIETZ, R.S. Geosynclines, Mountains, and Continent -  
Building. Selecciones de Scientific American, 1972.
- 6 DIETZ, R.S. y J.C.HOLDEN. The Breakup of Pangaea. Se-  
lecciones de Scientific American, 1970.
- 7 DUNBAR, O.C. Geología Histórica. Editorial Continental  
S.A, 1972.
- 8 FACULTAD DE INGENIERIA. U.N.A.M. Prospecto La Mancha -  
Durango. 1976. Prospecto Concepción del Oro, Zacatecas  
1978-79.
- 9 GARCIA DOMINGUEZ, G. Reconocimiento y Evaluación Geolo-  
gica Petrolera del Area I del Prospecto Gral. Cepeda,  
Coah. Concepción del Oro, Zac., Pemex, NE-M 1182 inédito,  
1972.
- 10 GORSHKOV, G. y A. YAKUSHOVA. Geología General. Edit.  
MIR Moscú, 1977.
- 11 HUMPHREY W. Geology of the Sierra de los Muertos Area,  
México. Geol. Soc. America Bull vol. 60 pag. 89-176, -  
1949.
- 12 IMLAY, R.W. Geology of the Western of the Sierra de -  
Parras. Geol. Soc. Amer. Bull vol. 47, 1091-1152, 1936.
- 13 KRYNINE, D. P. y W.R. JUDD. Principios de Geología y -  
Geotecnia para Ingenieros. Edit. Omega, S.A., 1972.
- 14 LOBECK, A.K. Geomorphology. Edit. McGraw Hill, 1939.
- 15 RAISZ V. Provincias Fisiográficas de la República Mexi-  
cana, 1964.

- 16 RIVERA, I. J.M. y B.E. SERRANO. Estudio Geologico Mine-ro-Petrolero del Area de San Juan de Guadalupe límite Durango, Coahuila. Tesis Profesional Fac. Ing.U.N.A.M. México, D.F., 1976.
- 17 RODGERS, C. et al. Reconocimiento Geológico y Depósi - tos de Fosfatos del Norte de Zacatecas y Areas Adyacen - tes en Coahuila, Nuevo León y San Luis Potosí. C.R.N.N R. Boletín 56. 1961.
- 18 RUHE, V. R. Geomorphology. Houghton Mifflin Company, - Boston. 1975.
- 19 TARDY, M. Sobre la estratigrafía de la Sierra Madre - Oriental en el sector de Parras, Coah. Instituto de - Geología vol. 33, No 2, 1972.
- 20 TODD, D. K. Ground Water Hidrology. New York, Jhon -- Wiley, 1959.
- 21 TOLMAN, C. F. Ground Water New York, Mc Graw Hill, -- 1937.

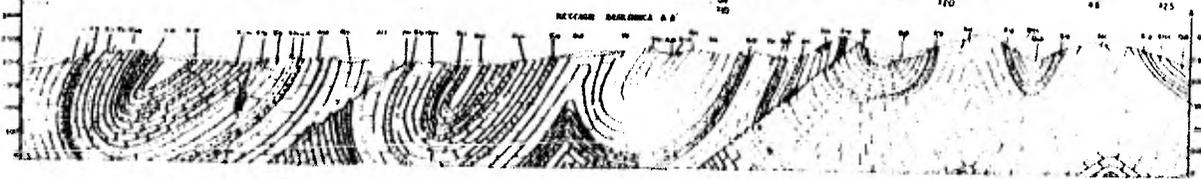
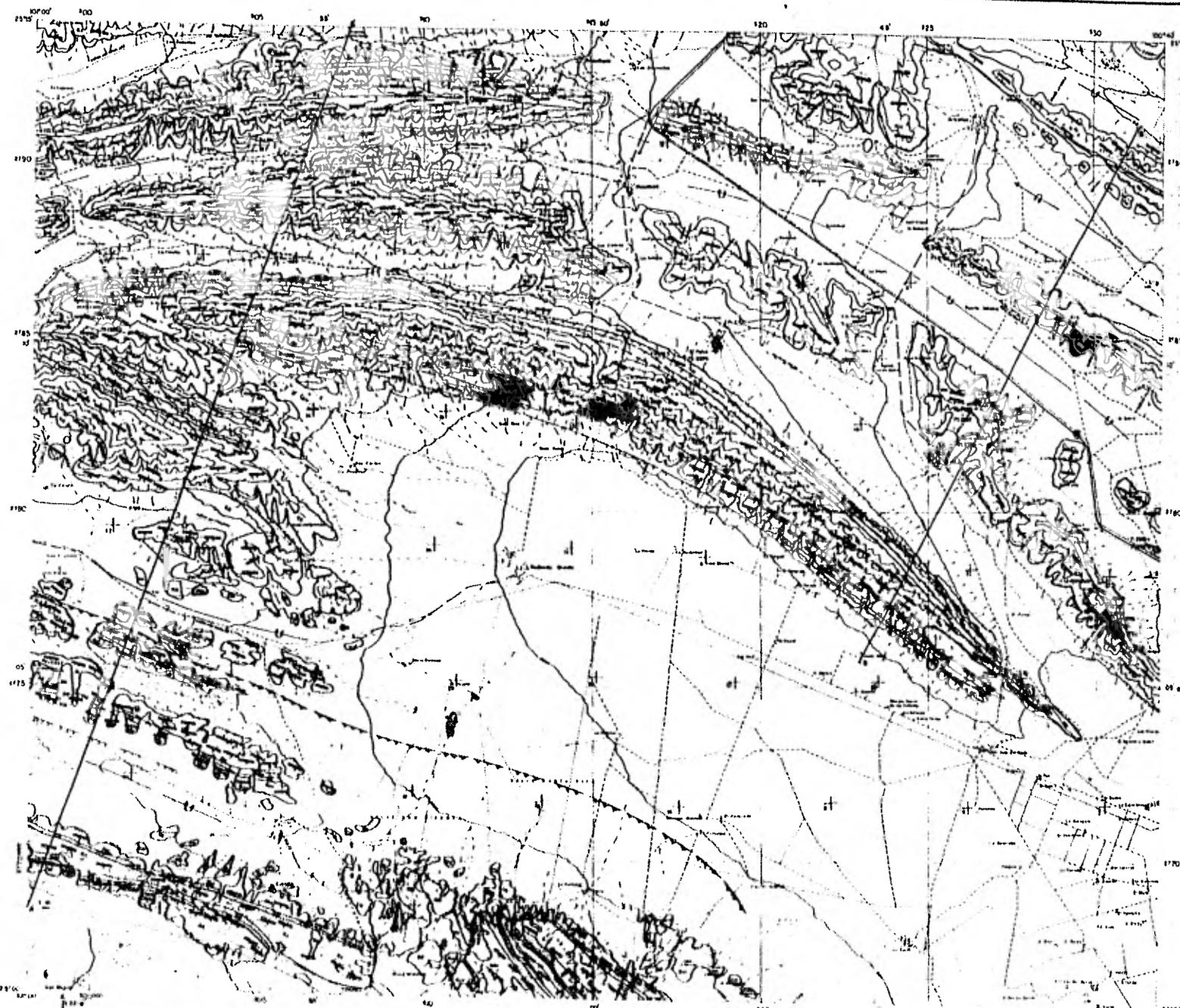
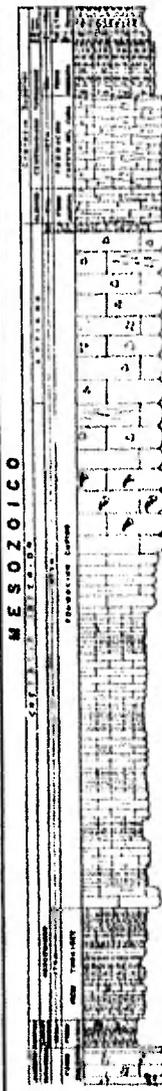
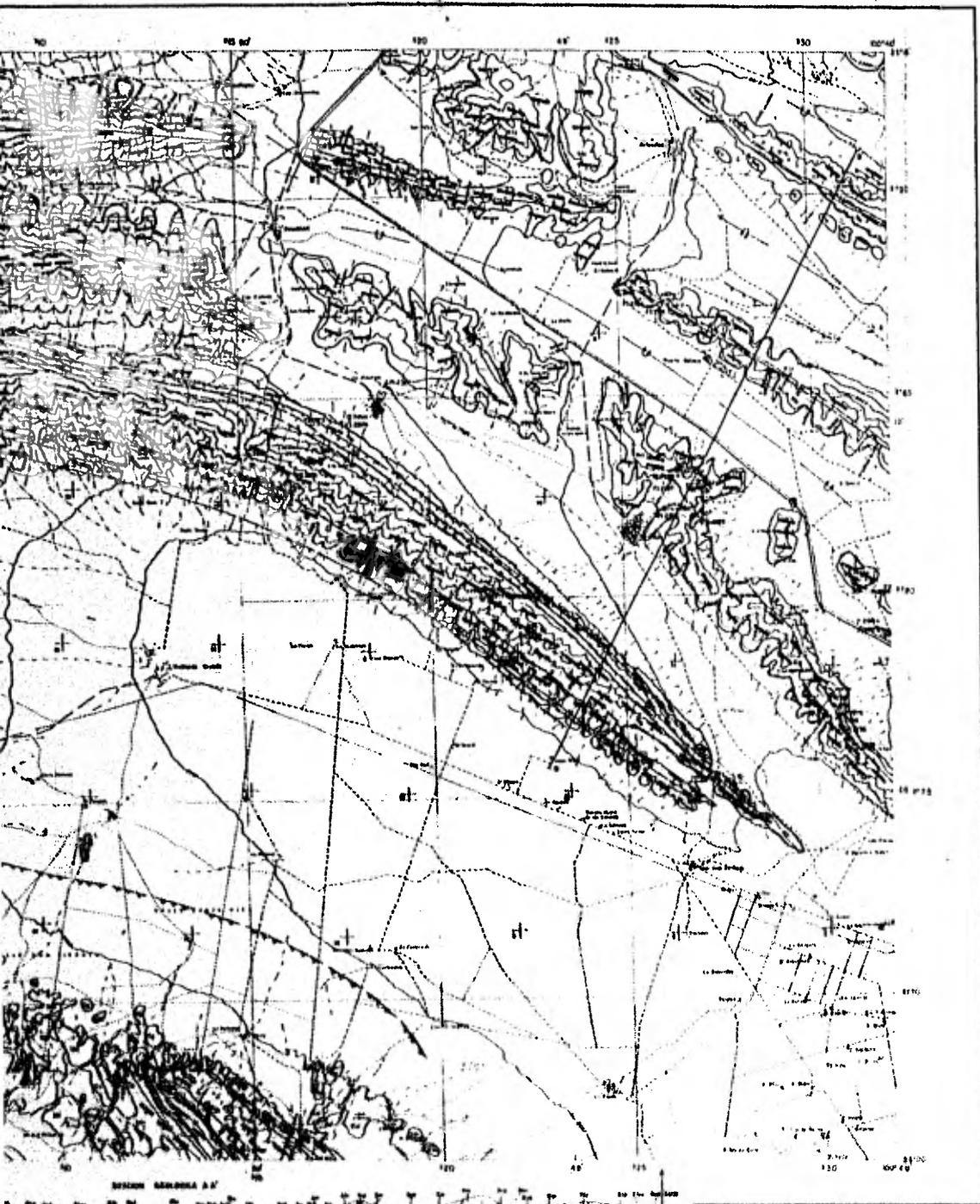


DIAGRAMA DE DILATAIONES





- 1. LUTITAS
- 2. CALLES AMB. 1500'
- 3. CALLES AMB. 1500' CON 1000'
- 4. CALLES AMB. 1500' CON 1000' Y 1000'
- 5. CALLES AMB. 1500' CON 1000' Y 1000' Y 1000'
- 6. CALLES AMB. 1500' CON 1000' Y 1000' Y 1000'
- 7. CALLES AMB. 1500' CON 1000' Y 1000' Y 1000'
- 8. CALLES AMB. 1500' CON 1000' Y 1000' Y 1000'
- 9. CALLES AMB. 1500' CON 1000' Y 1000' Y 1000'
- 10. CALLES AMB. 1500' CON 1000' Y 1000' Y 1000'
- 11. CALLES AMB. 1500' CON 1000' Y 1000' Y 1000'
- 12. CALLES AMB. 1500' CON 1000' Y 1000' Y 1000'

**SÍMBOLOS GEOLOGICOS**

- 1. EPOCA DE CUENO
- 2. EPOCA DE CUENO
- 3. EPOCA DE CUENO
- 4. EPOCA DE CUENO
- 5. EPOCA DE CUENO
- 6. EPOCA DE CUENO
- 7. EPOCA DE CUENO
- 8. EPOCA DE CUENO
- 9. EPOCA DE CUENO
- 10. EPOCA DE CUENO
- 11. EPOCA DE CUENO
- 12. EPOCA DE CUENO

**SÍMBOLOS TOPOGRAFICOS**

- 1. PUNTO
- 2. LINEA
- 3. LINEA DE TERMINO
- 4. LINEA
- 5. LINEA
- 6. LINEA
- 7. LINEA
- 8. LINEA
- 9. LINEA
- 10. LINEA
- 11. LINEA
- 12. LINEA

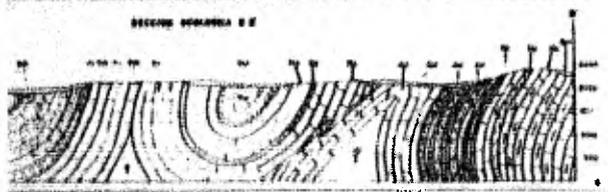
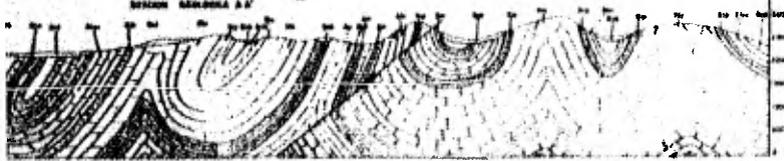
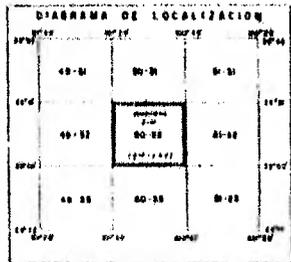
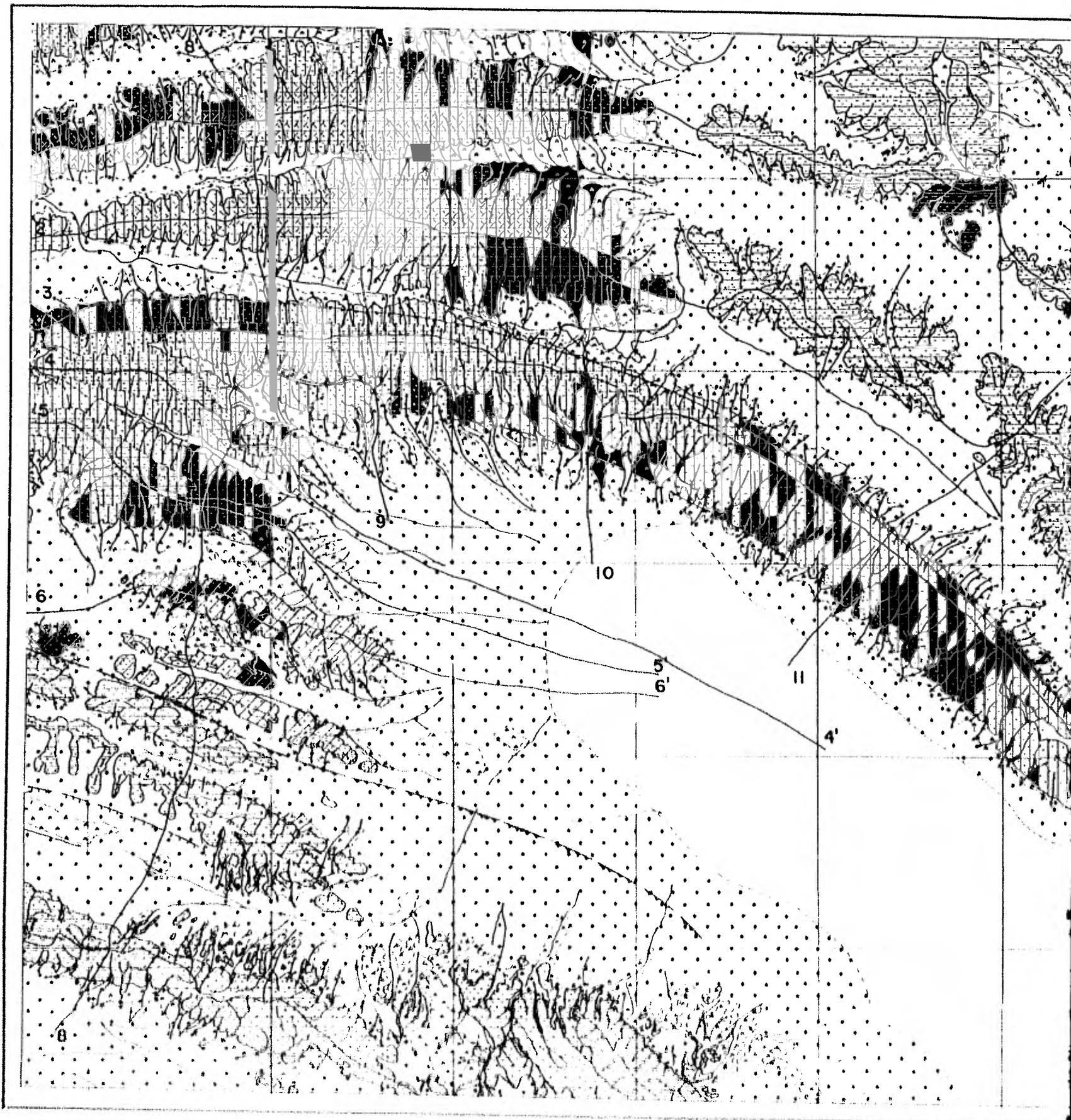
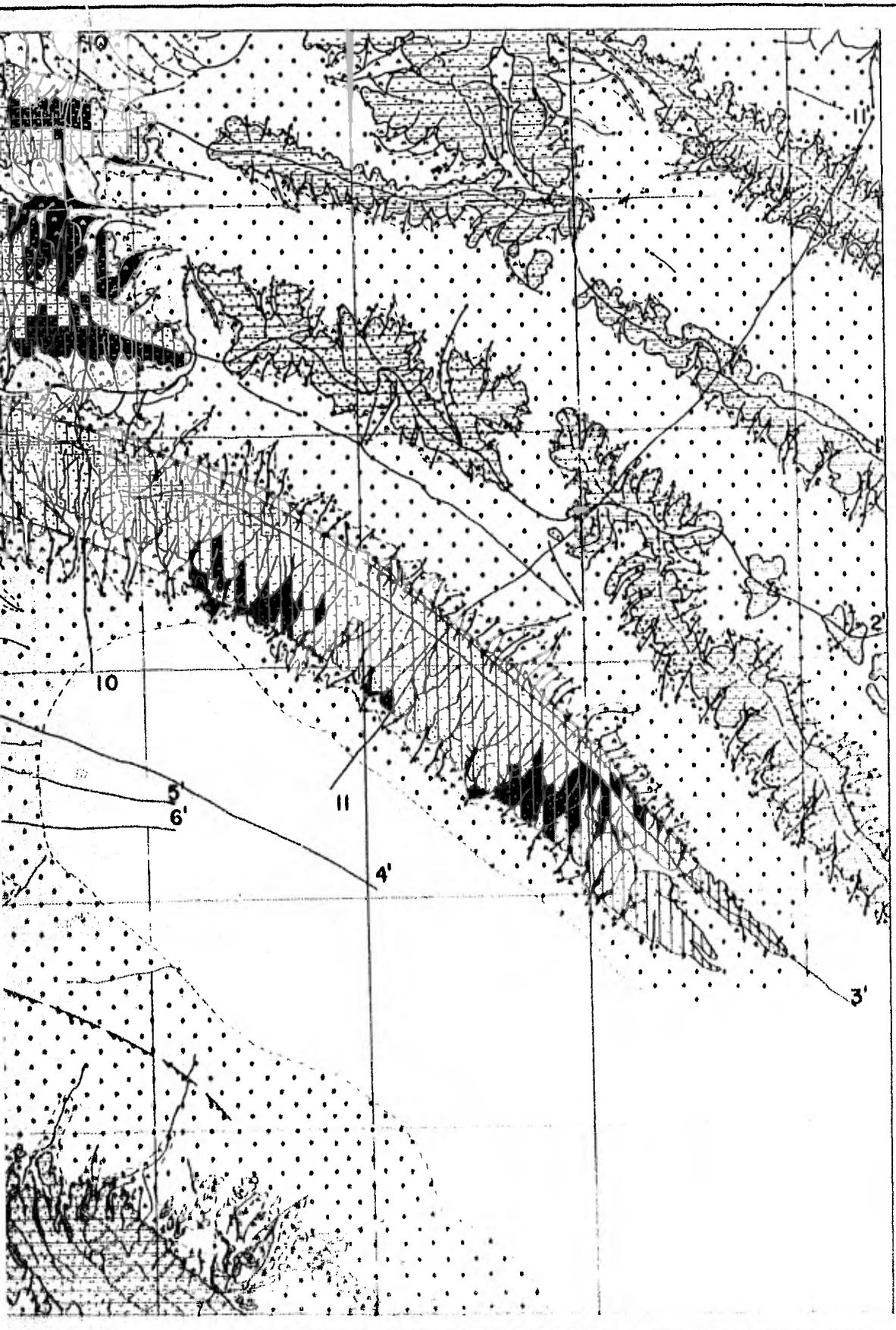


DIAGRAMA DE DECLINACIONES



U N A M  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESTADIO GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO ESTRUCTURAL  
 DE LA REGION DE HUACHICIL, COAHUILA  
 PLAN GEOLOGICO DE  
 GABRIEL VISUERAS TENDRICO





L E Y E N D A

DIVISORIAS

COINCIDE LINEA DE PERFIL

CADENAS MONTAÑOSAS PLEGADAS PRINCIPALES:

NIVEL INFERIOR (2000m - 2500m)

NIVEL SUPERIOR (> 2500m)

CADENAS MONTAÑOSAS PLEGADAS SECUNDARIAS

CADENAS MONTAÑOSAS PLEGADAS DE TERCER ORDEN

LACERAS

PENDIENTE ABRUPTA (> 45°)

PENDIENTE FUERTE (> 30°)

PENDIENTE MODERADA (15° - 30°)

NIVEL DEL PÁRAMO

SUPERIOR (15° - 30°)

INFERIOR (10° - 15°)

FLANCO DE NIVEL BASE

FALLAS

MINERAL UNIVERSAL (DORADO)



DIAGRAMA DE LOCALIZACION

49-31	50-31	51-31
49-32	50-32	51-32
49-33	50-33	51-33

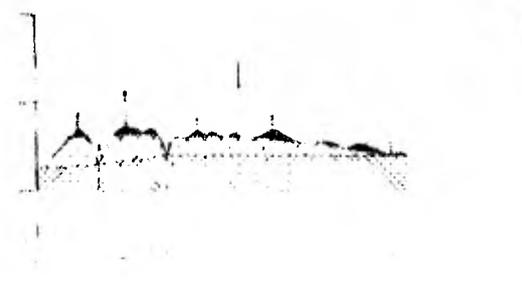
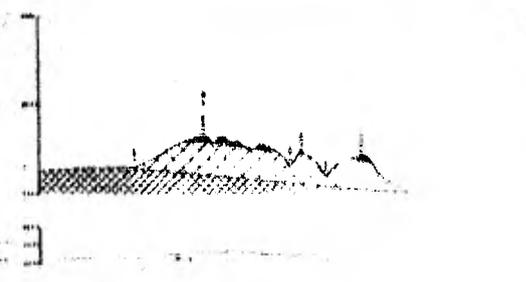
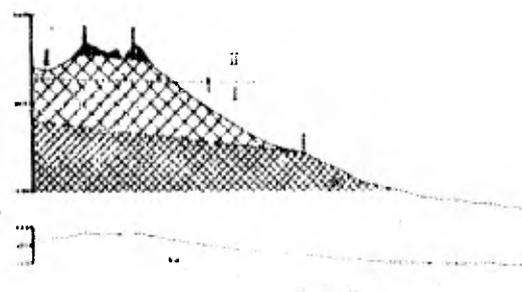
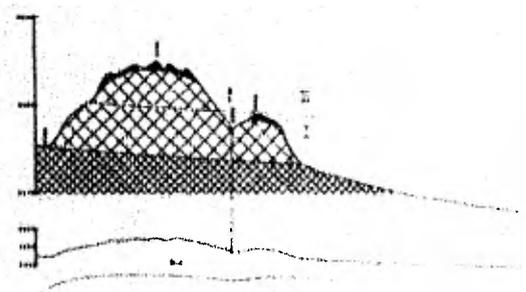
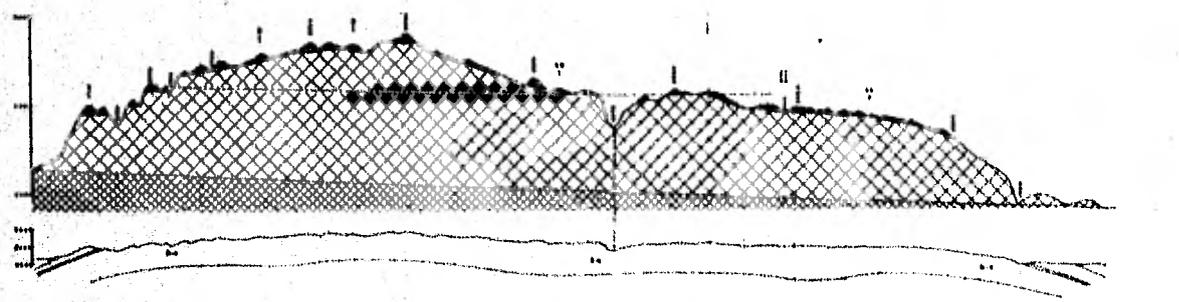
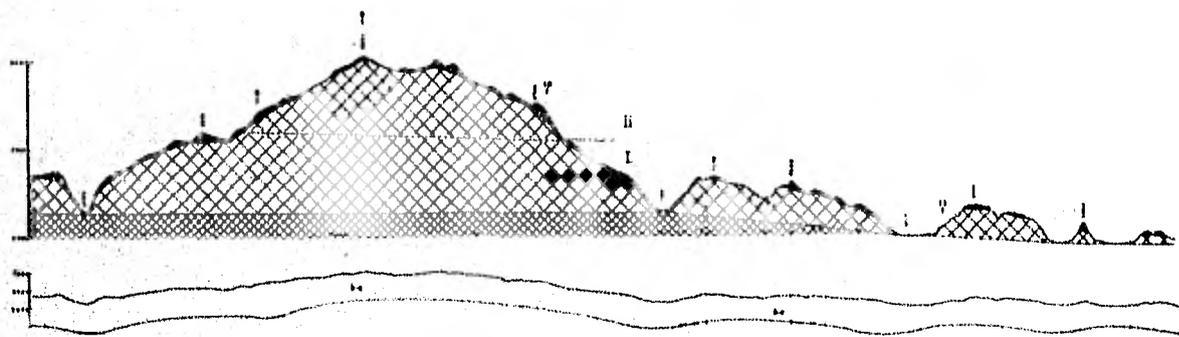
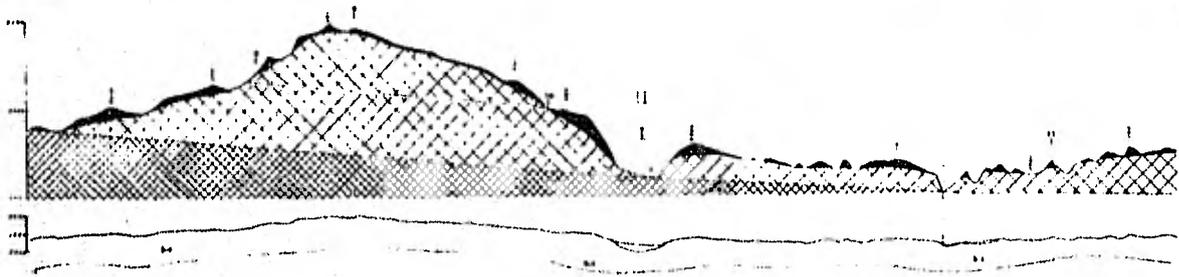
**U N A M**

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO GEOLOGICO Y GEOMORFOLOGICO ESTRUCTURAL  
DE LA REGION DE HUACHICIL COAHUILA

PLANO GEOMORFOLOGICO **1982**

GABRIEL VIGUERAS TENORIO



LEYENDA

- Top of Mountain (I)
- Top of Mountain (II)
- Top of Mountain (III)
- Top of Mountain (IV)
- Top of Mountain (V)
- Top of Mountain (VI)
- Top of Mountain (VII)
- Top of Mountain (VIII)
- Top of Mountain (IX)
- Top of Mountain (X)

LITOLOGIA

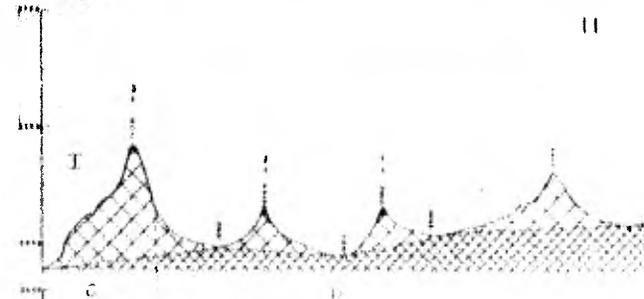
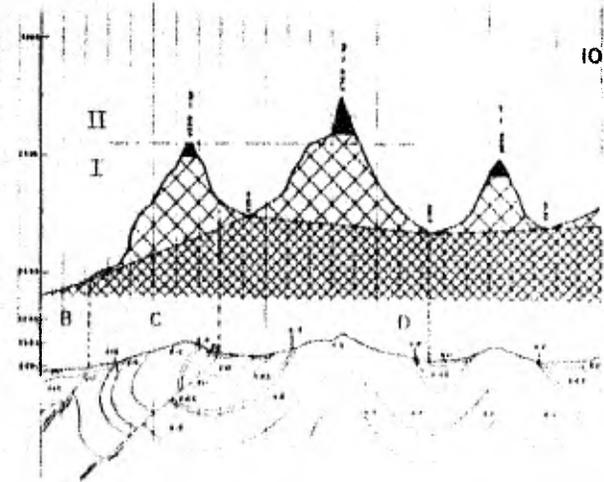
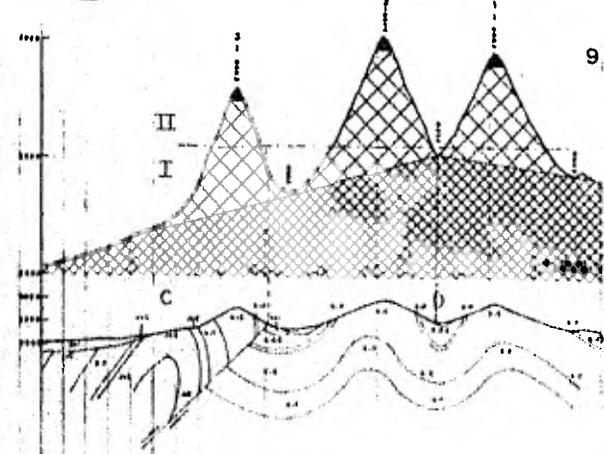
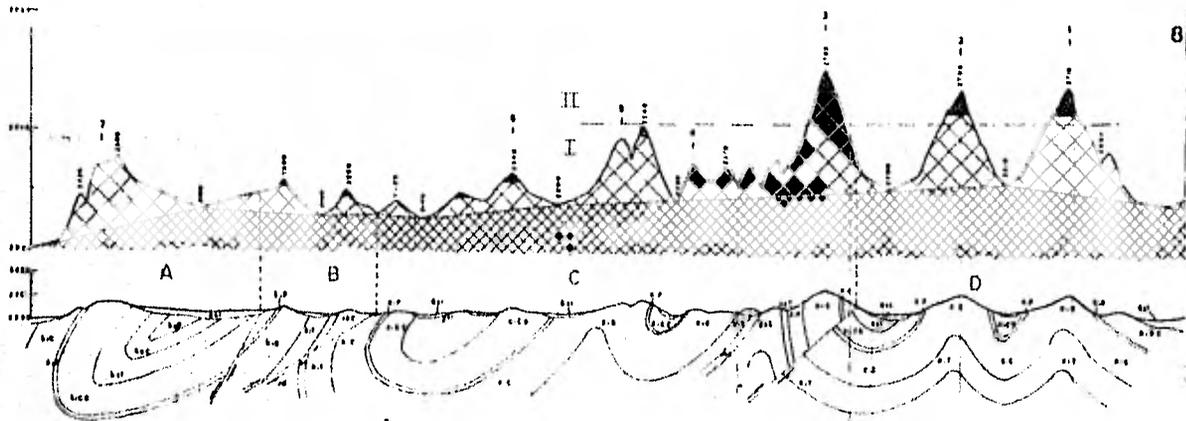
- Granite
- Quartzite
- Schist
- Gneiss
- Sedimentary

**U N A M**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

CARRILLO, GUERRA, TARRANT



LEYENDA

- TUPO DE ESCALERA FLUJOS
- TUPO DE ESCALERA LÍNEAL
- TUPO DE ESCALERA DE ESCALERA POR LOS MOLINOS DE ESCALERA
- TUPO DE ESCALERA
- TUPO DE ESCALERA

- TUPO DE ESCALERA DE ESCALERA DE ESCALERA
- TUPO DE ESCALERA DE ESCALERA DE ESCALERA
- TUPO DE ESCALERA DE ESCALERA DE ESCALERA
- TUPO DE ESCALERA DE ESCALERA DE ESCALERA

LEYENDAS

- ESCUELA DE ESCALERA
- ESCUELA DE ESCALERA