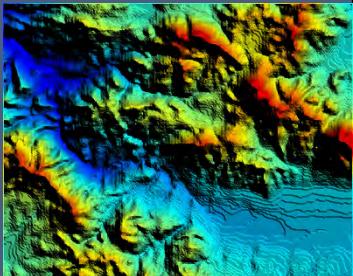




CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



**CARTA GEOLÓGICO-MINERA
MINATITLAN ESCALA 1: 250, 000
ESTADOS DE VERACRUZ Y OAXACA**

1999

**CARTA GEOLÓGICO-MINERA
MINATITLÁN E15-7, ESCALA 1:250,000.**

RESUMEN.	1
I. INTRODUCCIÓN.	3
I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO.	3
I.2.- TRABAJOS PREVIOS.	3
I.3.- MÉTODO DE TRABAJO.	4
II. GEOGRAFÍA.	5
II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA.	5
II.2.- ACCESOS Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.	5
II.3.- FISIOGRAFÍA E HIDROGRAFÍA.	6
III. GEOLOGÍA.	7
III.1.- MARCO GEOLÓGICO.	7
III.2.- ESTRATIGRAFÍA.	8
III.2.1.- Bloque Mixtequita.	8
<i>Complejo Guichicovi (pTmCM).</i>	8
<i>Batolito de la Mixtequita (PpTR Gr-Gd).</i>	9
III.2.2.- Terreno Maya.	11
<i>Complejo Sierra De Juárez (PcPpE-Ms).</i>	11
<i>Macizo De Chiapas (PpT_R Gr-Gd).</i>	11
<i>Formación Todos Santos (Jm Lm-Ar).</i>	12
III.2.3.- Cuenca De La Depresión Ístmica.	14
<i>Formación Mogoñé (Jco Cz-Lu).</i>	14
<i>Formación El Porvenir (JKt Cz).</i>	14
<i>Formación Potrerillos (JtKbe Cz-Ar).</i>	15
<i>Formación La Victoria (Jk Kh Cz-Ar).</i>	16
<i>Formación Paso de Buques (Kvh Cz).</i>	16
III.2.4.- Cuenca de La Sierra de Chiapas.	17
<i>Formación Uxpanapa (Js Cz).</i>	17
<i>Formación El Eden (JtKbe Cz-Lu).</i>	17
<i>Formación San Ricardo (Khb Ar-Lm).</i>	18
<i>Formación Sierra Madre (Kat Cz-Do).</i>	19
<i>Granodiorita (Tom Gd).</i>	20
<i>Toba Andesítica Andesita (Tem TA-A).</i>	20
III.2.5.- Cuenca de Zongolica.	21
<i>Formación Orizaba (Kace Cz).</i>	21
<i>Formación Atoyac (Kcm-Cz).</i>	21
<i>Formación Méndez (Kcm Lu-Ar).</i>	22
<i>Formación Chicontepec (Tpa Lu-Ar).</i>	23
<i>Granito-Granodiorita (Tom Gr-Gd).</i>	23

III.2.6.- Cuenca Terciaria del Golfo.	24
<i>Formación Conglomerado Uxpanapa (Te Cgp-Lu).</i>	24
<i>Formación Lutitas Nanchital (Te Lu-Cgp).</i>	24
<i>Formación La Laja (To Lu-Ar).</i>	25
<i>Formación Depósito (Tm Lu-TR).</i>	25
<i>Formación Encanto (Tm Lu-Ar).</i>	26
<i>Formación Concepción (Tm Ar-Lu).</i>	27
<i>Formación Filisola (Tm Ar-Lu).</i>	27
<i>Formación Jaltepec (Tpl Cgp-Ar).</i>	28
<i>Formación Paraje Solo (Tpl Ar-Lu).</i>	28
<i>Formación Cedral (Tpl- Qpt Ar-Cgp).</i>	29
III.2.7.- Depósitos Cuaternarios y Continentales	30
<i>Pleistoceno (Qpt ar-lm).</i>	30
<i>Cuaternario (Qal).</i>	30
III.3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.	30
III.3.1.- Interpretación del modelo digital.	30
III.3.2.- Descripción de estructuras.	30
<i>Fallas</i>	30
<i>Falla Valle Nacional.</i>	30
<i>Falla Santa Cecilia.</i>	32
<i>Falla San Juan.</i>	32
<i>Falla Montenegro.</i>	32
<i>Falla Río Grande.</i>	32
<i>Falla Paraíso.</i>	32
<i>Falla Monteros.</i>	32
<i>Falla Arroyo Limón.</i>	33
<i>Falla Encinal.</i>	33
<i>Falla Paso de Buques Cuahtémoc.</i>	33
<i>Falla Cuahtémoc.</i>	33
<i>Falla La Venta Grijalva.</i>	33
<i>Falla Mal Paso.</i>	33
<i>Falla Tuxtla.</i>	34
<i>Falla Río La Gringa</i>	34
<i>Falla Río Alegre.</i>	34
<i>Falla Río Verde.</i>	34
<i>Falla Uxpanapa.</i>	34
<i>Falla Solosuchil.</i>	34
<i>Falla Díaz Ordáz.</i>	34
III.3.3.- Descripción de Pliegues.	35
<i>Anticlinales.</i>	35
<i>Anticlinal Achotal.</i>	35
<i>Anticlinal Jaltepec.</i>	35
<i>Anticlinal Palo Dulce.</i>	36
<i>Anticlinal San Juan Evangelista.</i>	36
<i>Anticlinal Sayula.</i>	36
<i>Anticlinal Bethania.</i>	36
<i>Anticlinal Piedra de Cal.</i>	36
<i>Anticlinal Encanto.</i>	36
<i>Sinclinales.</i>	36
<i>Sinclinal Monteverde.</i>	36

<i>Sinclinal Oluta.</i>	37
<i>Sinclinal Caramé.</i>	37
<i>Sinclinal Fortuño.</i>	37
<i>Estructuras Diapíricas.</i>	37
III.3.4.- Interpretación del Origen de las Estructuras.	37
III.4.- TECTÓNICA.	38
 IV. YACIMIENTOS MINERALES.	 42
 IV.1.- METÁLICOS.	 42
IV.1.1.- Introducción.	42
IV.1.2.- Area mineralizada Almagres.	42
IV.1.3.- Area Montenegro.	43
IV.1.4.- Area Santiago Choapan.	44
 IV.2.- NO METÁLICOS.	 45
IV.2.1.- Introducción.	45
IV.2.2.- Antecedentes.	45
IV.2.3.- Infraestructura geológico-minera.	46
IV.2.4.- Minas en explotación.	47
IV.2.5.- Región Azufrera del Istmo.	47
IV.2.6.- Zona Jaltipan Sayula.	48
IV.2.7.- Banco Pentacal.	49
IV.2.5.- Area Playa Vicente.	50
 V. MODELOS DE YACIMIENTOS.	 52
 VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	 52
 VII.- PROBLEMAS NO RESUELTOS.	 54

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS:

TABLA 1. - RESULTADOS DE PETROGRAFIA.

TABLA 2.- RESULTADOS DEL MUESTREO DE ESQUIRLAS

**CARTA GEOLÓGICO-MINERA
MINATITLÁN E-15-7, ESCALA 1:250,000.**

Ing. Miguel A. Aguilera Martínez.

Pas. Ricardo Cureño Suriano.

Pas. Javier Zarate López.

Pas. Alfredo De La Calleja M.

Pas. Armando López Gallardo.

RESUMEN

La carta Minatitlán se ubica en la porción suroriental del Estado de Veracruz y nororiental del Estado de Oaxaca, entre las coordenadas geográficas 17°00' a 18°00' de latitud norte y 94°00' a 96°00' de longitud oeste, comprendiendo una superficie de 23,596 km². Fisiográficamente forma parte de las Provincias Costera del Golfo, Sierra Madre del Sur, Subprovincia Tierras Altas de Oaxaca y la Cordillera Centroamericana (E. Raisz, 1964).

México ha sido dividido en varios terrenos tectonoestratigráficos. Las rocas cristalinas del área La Mixtequita han sido incluidas como parte del basamento del Terreno Maya (Campa y Coney, 1983). En la configuración tectonoestratigráfica de Campa y Coney (1983) el Terreno Juárez separa al Terreno Oaxaca del Maya, más recientemente Ortega G.F. et al., (1990) y Sedlock et al (1993) reanalizan la distribución de los terrenos tectonoestratigráficos en el sur de México, pero ambos estudios no consideran la existencia de rocas precámbricas en Terreno Maya, no es hasta 1994 cuando Murillo confirma la amplia distribución de granulitas de edad Grenvilliana en el Bloque de La Mixtequita, en ese sentido, el área de estudio se encuentra dentro del Terreno Maya y comprende parcialmente el Bloque Mixtequita cuya posición actual es aún un enigma.

El Bloque La Mixtequita se caracteriza por contener dos unidades que se han denominado Complejo Guichicovi y Batolito de La Mixtequita. Las rocas más antiguas de la región corresponden al Complejo Guichicovi conformado por paragneisses, ortogneisses, charnoquitas y anortositas de edades isotópicas entre 911 y 1760 m.a. que corresponden al Proterozoico medio coincidiendo tanto en litología como en edades con el basamento del Terreno Oaxaca (Complejo Oaxaqueño), por otra parte el Batolito de La Mixtequita está constituido por granitos de biotita con gradaciones a granodioritas con edades isotópicas que varían de 196 a 318 m.a. que corresponden al Carbonífero-Jurásico, cuya relación con el Complejo Guichicovi es de intrusión, la litología y edades de esta unidad guardan gran similitud con las rocas del Macizo de Chiapas. Estas unidades se encuentran cubiertas discordantemente y en forma parcial por la Formación Todos Santos (?) de edad Jurásico medio.

El Terreno Maya comprende la mayor parte de la carta y su basamento lo constituye el Complejo Sierra de Juárez, de edad Carbonífero-Pérmico, constituido por esquistos de clorita sericita y cuarzo, metasedimentos cuarzopolíticos, rocas verdes y gabroicas, metamorfizadas en facies de esquistos verdes, ocasionalmente se encuentran serpentinitas y franjas milonitizadas. A partir del Pérmico hasta el Triásico se desarrolla un arco magmático continental en la margen pacífica que origina rocas de composición generalmente granítico-granodioríticas con variaciones a dioritas y tonalitas, que constituyen el Macizo de Chiapas.

Sobre yaciendo discordantemente a las unidades anteriores, como cobertura de traslape se encuentra la Formación Todos Santos del Jurásico medio constituida por limolitas, y conglomerados y areniscas, con intercalación de coladas andesíticas.

Sobre la Formación Todos Santos se deposita la cobertura mesozoica del Terreno Maya está constituida por varias secuencias relacionadas a cuencas jurásicas (Depresión Ístmica), Jurásicas-Cretácicas (Cuenca Zongólica y Sierra de Chiapas) y Terciarias (Cuenca Terciaria del Golfo)

En la Cuenca de Zongólica aunque los sedimentos más antiguos son de edad Jurásico superior en esta carta sólo afloran sedimentos a partir de la Formación Orizaba del Albiano-Cenomaniano, formada por calizas y dolomías, sobre la cual se depositan discordantemente calizas de la Formación Atoyac y lutitas-areniscas de la Formación Méndez de edad Campaniano-Maestrichtiano, sobre yaciendo a estas unidades se tiene a la Formación Chicantepec (Tpa Lu-Ar) del Paleoceno, formada por lutitas y areniscas.

La Cuenca de la Depresión Ístmica se caracteriza por secuencias sedimentarias de edad Jurásico superior, de distribución muy restringida, cuya unidad basal es la Formación Mogoñe de edad Calloviano-Oxfordiano, constituida por calizas y lutitas apizarradas, la que es cubierta por la Formación Porvenir de edad Kimmeridgiano-Tithoniano, constituido por calizas oolíticas arenó-conglomeráticas, sobre la cual descansa la Formación Potrerillos de edad Tithoniano-Berriásiano con brechas calcáreo-terrígenas, la que a su vez es cubierta por la Formación Paso de Buques de edad Valanginiano-Hauteriviano,

formada por calizas. Un cambio de facies aflora la Formación Victoria constituida por calizas y areniscas con un alcance estratigráfico del Kimmeridgiano-Hauteriviano.

La Cuenca de la Sierra de Chiapas se desarrolló sobre la Formación Todos Santos y su unidad basal la constituye la Formación Uxpanapa de edad Kimmeridgiano-Tithoniano, formado por calizas y dolomitas, sobre la cual se deposita en forma concordante la Formación Edén de edad Tithoniano-Berriásano, constituida por calizas arcillosas, margas y lutitas; la que a su vez es sobreyacida discordantemente por la Formación San Ricardo de edad Hauteriviano-Barremiano conformada por areniscas y limolitas.

Durante el Jurásico medio (?) y superior (?) se desarrolló la Cuenca Salina del Istmo que no llega a aflorar pero que ha sido controlada en subsuelo por gravimetría y perforación estos depósitos salinos se presentan en forma de diápiros y estructuras dómicas; la edad de los depósitos de sal es controversial, ya que existen argumentos para ubicarla en el Jurásico superior y en el Jurásico inferior y hasta en el Triásico.

En la porción suroccidental afloran granitos con diferenciación a granodioritas, con edades radiométricas de 27.9 ± 1.8 m.a. Oligoceno y de 18.3 ± 0.7 m.a. (Mioceno), así como una unidad andesítica de edad Eoceno-Oligoceno.

Cubriendo indistintamente a las secuencias de la Sierra de Chiapas y la Depresión Ístmica, discordantemente se deposita la Formación Sierra Madre de edad Albiano-Turoniano, con calizas y dolomitas, sobre yaciéndola en forma discordante se encuentra la Formación Méndez de edad Campaniano-Maestrichtiano conformado por areniscas, lutitas y margas y localmente por filitas y pizarras.

Cubriendo parcialmente tanto a las secuencias de la Cuenca de Zongólica como la de la Sierra de Chiapas se tiene la Cuenca Terciaria del Golfo cuyas unidades basales están constituidas por conglomerados polimíticos y lutitas de la Formación Conglomerado Uxpanapa y por lutitas y conglomerados de la Formación Lutitas Nanchital, ambas unidades de edad Eoceno, cubriendo a estas unidades tiene la Formación La Laja de edad Oligoceno, formada por lutitas y areniscas.

A partir del Mioceno se tiene una sedimentación continua que inicia con la Formación Depósito del Mioceno inferior conformada de lutitas micacíferas con intercalaciones de tobas y cenizas volcánicas sobre la que descansa la Formación Encanto de edad Mioceno medio, formada por lutitas y arenas, sobre yacida por la Formación Concepción de edad Mioceno superior constituida por areniscas y lutitas, la que a su vez es cubierta por la Formación Filisola del Mioceno superior, constituida por arenas con delgadas intercalaciones de lutitas.

Representando al Plioceno se encuentran las formaciones Jaltepec y Paraje Sólo y del Plioceno-Pleistoceno la Formación Cedral, las dos primeras del Plioceno, formando conglomerados y areniscas; areniscas, lutitas y conglomerados respectivamente. El Cuaternario está representado por arenas y limos del Pleistoceno y depósitos aluviales. Las estructuras más sobresalientes corresponden a un sistema regional de fallas transcurrentes como son la Falla Valle Nacional de movimiento sinistral, con orientación NW-SE, delimitando al bloque Mixtequita y al Terreno Maya y afecta a rocas metamórficas del Paleozoico y a los lechos rojos de la Formación Todos Santos; la Falla Santa Cecilia, a la cual se le atribuye el levantamiento del Bloque Guichicovi; la Falla San Juan, con un rumbo de NW 80° - 65° SE, que se une con la falla Santa Cecilia y afecta principalmente a la Formación Todos Santos y al Complejo Sierra de Juárez; la Falla Villa Alta con rumbo de NW-SE y afecta tanto a rocas del Complejo Sierra de Juárez, como a la Formación Todos Santos (?) y a las calizas Sierra Madre.

Otras fallas laterales ubicadas en el sector centro sur, como fallas Paraíso y Arroyo Limón, así como, el juego de fallas inversas Los Montero, señalan junto con las fallas antes mencionadas la vía de migración del bloque Mixtequita, así como, la deformación causada por efectos de colisión sobre las rocas de la cobertura sedimentaria alrededor de dicho bloque; las fallas transcurrentes Paso de Buques-Cuauhtémoc, Río Verde, Río Alegre, Oaxaca-Pinal, La Gringa y Uxpanapa, junto con las fallas antes citadas representarían la superficie de ruptura sobre la cual el bloque Plataforma Yucateca sufrió cierta rotación sobre el borde oriental del Complejo Sierra Juárez y sobre el bloque Macizo de Chiapas, en el Terciario inferior.

La Cabalgadura Río Grande de traza muy irregular con tendencia general NW-SE, se observa al sur de Puxmetacan donde el Complejo de Sierra de Juárez cabalgá a la Formación Todos Santos.

Las fallas Solosuchil, La Venta-Grijalva y las fallas Malpaso y Tuxtla tal vez significan cierto rejuvenecimiento del tectonismo rotacional de la Plataforma de Yucatán, pues estas fallas ya afectan a las rocas del Terciario superior.

De acuerdo al marco tectónico, la región está íntimamente relacionada con la evolución tectónica del Golfo de México, que inicia con la separación de la región sureste de México de la Pangea. Algunos autores consideran que durante el Triásico tardío-Jurásico medio, el Bloque Yucatán localizado para este tiempo en la porción que ocupa el Golfo de México, se movió hacia el sur hasta llegar a su posición actual a través de una falla transformante que permitió la expansión del Golfo y deriva del Bloque Yucatán. Otros autores consideran que esta falla transformante de movimiento dextral cruzaba el Istmo de Tehuantepec; discrepan en el sentido de rotación del Bloque Yucatán. Dickinson y Cone, 1980 suponen que el Bloque Yucatán se separó de Norteamérica mediante un "megashear" izquierdo que conectaba el sistema de expansión del Golfo de México con una zona de subducción, que actuaba a lo largo de la Costa del Pacífico y consideran que este bloque durante su separación de Norteamérica, permanecía unido al borde noroccidental de América del Sur, de la cual se separó al terminar el movimiento del "megashear", ocurrido entre 150 y 125 m.a.

En la porción noroccidental se observa un estilo de deformación netamente compresivo. Por otra parte un sistema de fallamiento transcurrente sinestral orientado NW SE como son: Falla Valle Nacional, Santa Cecilia, San Juan, Río Grande y Villa Alta; este sistema transcurrente es el responsable del levantamiento del Bloque Guichicovi y su cubierta de lechos rojos.

En la esquina suroriental se presenta un estilo de deformación discontinua de fallas de transcurcencia sinestrales, representado por las fallas Malpaso, Tuxtla y La Venta-Grijalva; según Meneses Rocha, 1985, este sistema de fallas transcurrentes tiene su actividad a partir del Cretácico medio y continuó hasta el Terciario, como resultado del movimiento sinestral del Bloque Chiapas-Yucatán con respecto al Bloque Honduras-Nicaragua, a través del sistema Motagua-Polochic. Mora O. (Op cit.) considera que tuvo su inicio a partir del Mioceno medio-superior.

Referente a minerales metálicos en Almagres se tienen cuerpos de fierro sedimentario (?) emplazado en las formaciones Depósito, Encanto y Jaltepec. Se determinaron dos áreas prospectivas que son Montenegro y Santiago Choapan donde un intrusivo granítico afecta a calizas de la Formación Orizaba con mineralización de calcopirita, molibdenita, bornita y galena en forma diseminada y valores de 0.1 a 2.3 g/t de Au, por lo que es recomendable explorar estas áreas con más detalle.

En cuanto a yacimientos minerales No Metálicos, sobresale la Región Azufrera del Istmo que durante el período de 1954 a 1992 produjo 50,148,724 toneladas de azufre derivado de los domos salinos de Jaltipan, Texistepec, Coachapa y Otapan, actualmente por la depresión del precio del azufre no existe producción, pero se cuenta con reservas del orden de 44 millones de toneladas, quedando el potencial abierto ya que aún falta explorar en los domos de Cabritos, Uxpanapa, Las Limas, El Zapote, Sehualaca-Manati, La encantada y El Tabasqueño; en Lomas de Tancamichapan se han estimado 4 millones de toneladas de sales de potasio con leyes de 14% K₂O también asociada a domos salinos, en el domo de Jaltipán se explota Salmuera por medio de pozos (ligeramente fuera de la carta).

En la zona de Jaltipan-Sayula se tiene gran potencial de arena sílica en formaciones Filisola y Concepción, algunas de las localidades productoras son Jaltipán, Aguilera, La Cerquilla y Juanita, siendo su uso principal para la producción de vidrios y para la fabricación de piezas automotrices.

En la región de Playa Vicente (Ejido Piedra de Cal) según un estudio (CRM) por calizas dolomíticas se estimó un potencial de 29,348,000 toneladas con leyes de 87.61% CaCO₃ y 10.63% MgCO₃; existen en las cercanías de esta localidad 6 prospectos de mármol.

I.- INTRODUCCIÓN.

I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO

Con el propósito de proporcionar al sector minero y al usuario en general, de manera más completa y eficiente el servicio de información geológico-minera de nuestro país y con el fin de generar toda la información de campo necesaria para la elaboración de cartas geológico-mineras, geoquímicas (31 elementos), magnéticas, en formato cartográfico 1:50,000 y 1:250,000, el cubrimiento contemplado en una superficie de 1,350,000 Km², que es el área con mayor potencial minero del territorio nacional.

Este programa se basa en la misión del Consejo de Recursos Minerales que es la de generar, interpretar y difundir la infraestructura de información geológico-minera básica y de investigación tecnológica que soporte, apoye y motive al sector privado a continuar la exploración y evaluación de potencial minero del país, con menor riesgo, brindándole además, la asesoría geológico - minera necesaria para que de esta forma, se traduzca en un importante detonador de nuevas operaciones mineras.

El objetivo es incentivar y apoyar la inversión en exploración y explotación minera, ofreciéndoles a los capitales nacionales y extranjeros la información geológico - minera básica y de investigación que aliente la evaluación del potencial minero del país, con mayores elementos y márgenes de confiabilidad, mediante el

manejo de un gran volumen de datos geológicos, geofísicos y geoquímicos, que permitirán al usuario conocer, interpretar y seleccionar las características y potencialidad de cada zona, esta información se sintetiza en cartas especializadas accesibles al público en planos impresos o de forma digital, que se complementará con información textual.

El caso del presente estudio consiste en realizar la cartografía geológico-minera y geoquímica de la carta Minatitlán, escala 1:250,000, clave E15-7 mediante la exploración integral programada, realizando estudios de imágenes de satélite, fotografías aéreas y cartografía geológica minera de campo, mapeando unidades litológicas, zonas de alteración, prospectos; paralelamente se realizó un estudio geoquímico de sedimentos activos de arroyo; así como la prospección geológico-minera con su respectivo inventario e interpretación correspondiente, además de un estudio de magnetometría aérea, el cual no es parte de este informe.

I.2.- TRABAJOS PREVIOS (*Figura 1*).

Se realizó la compilación de la información geológico minera de la región, considerando para el presente estudio un total de 25 trabajos describiendo brevemente en orden cronológico, los más relevantes. Con anterioridad a

este trabajo se han realizado estudios de investigación de maestría y doctorado por parte del I.M.P. y de la iniciativa privada. Estudios de geofísica y de evaluación por parte del Consejo de Recursos Minerales.

Cabrera C.R., 1963, en base a un estudio de foraminíferos, separa la Cuenca Salina del Istmo y la Cuenca de Veracruz.

Durán H. B. et al., (1977), evaluán un total de 7,783,554 ton de reservas positivas de calizas para elaborar cal hidratada en Paso de Buques, municipio de Matías Romero, Oax.

Ham W. J. M., (1980), realiza el informe Geológico No. 765, del prospecto Las Cruces, porción Norte, Edo. de Oaxaca y parte de Veracruz.

Sánchez R.D. et al, (1991), realizan el programa de exploración por azufre en el Istmo de Tehuantepec, Ver. Teniendo como objetivo aumentar el potencial de reservas de azufre en la Cuenca Salina del Istmo.

Bustos D. J.L., (1992), En el Ejido Piedra de Cal Mpio. de Playa Vicente, Edo. de Veracruz evalúa un total de 29,348 ton. de calizas que pueden servir para elaborar cal agrícola

En 1995 el Consejo de Recursos Minerales realiza la Carta Geológico-Minera Xochiapa, escala 1:50,000.

I.3.- MÉTODO DE TRABAJO.

La metodología aplicada en la realización del proyecto integral cartográfico de escala 1:250,000 consiste de cuatro etapas durante un año:

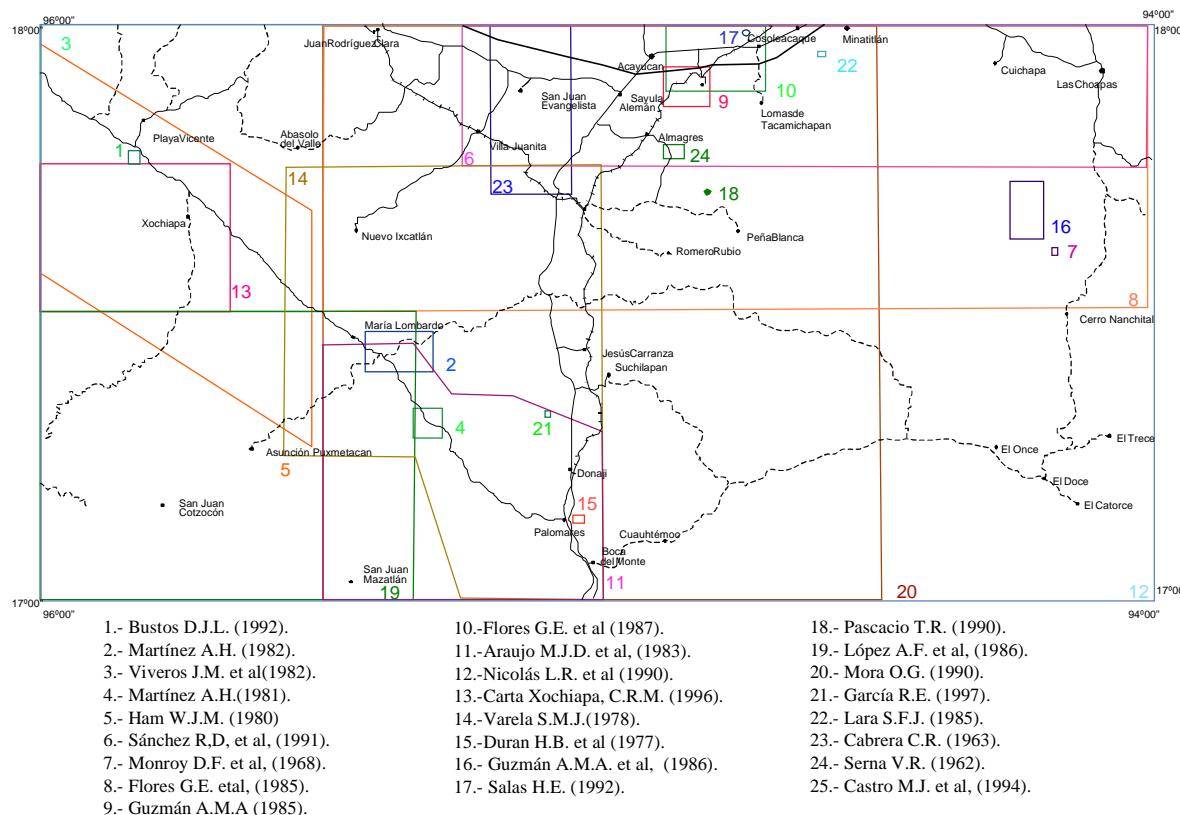


Figura 1. Trabajos consultados.

Flores G. E., et al, (1987) en el proyecto Azufre, evaluaron 1.546.562 ton positivas de azufre. En el área Qiapa

Nicolás L. R. et al, (1990) realizaron el prospecto: Hoja Minatitlán, en los Edos. de Oaxaca y Veracruz.

Pascacio T. R. et al, (1990) realizaron informe final de los trabajos de exploración geofísica con los métodos de sismología de refracción y gravimetría en área la Encantada. En el Mpio. de Savula de Alemán, Ver.

- 1- Gabinete, al inicio de los trabajos.
- 2.- Geoquímica de sedimentos de arroyo.
- 3.- Cartografía, como parte medular del estudio.
- 4.- Integración, interpretación y elaboración de informe y planos finales, como resultado total del trabajo.

La primera etapa de gabinete y no mayor a los dos primeros meses del año está compuesto de:

Recopilación de información para su selección, integración y reinterpretación para los fines geológico-mineros y

geoquímicos perseguidos. Las fuentes de información son el propio Consejo de Recursos Minerales, bajo la base cartográfica de INEGI, además de las instituciones afines (PEMEX, CFE, SARH, entre otras), universidades y empresas mineras.

a) Interpretación de imágenes de satélite, con especial énfasis en lineamientos, curvilinearamientos, zonas de alteración y relación estructural con yacimientos conocidos para la definición de nuevas áreas prospectivas.

b) Análisis morfoestructural a partir de interpretación de lineamientos con planos hipsométricos, con intervalos de curvas de nivel entre 500 m.

c) Programación de localidades de muestreo de sedimento activo de arroyo para geoquímica regional, con densidad de una muestra por cada 35 km², aplicando el criterio de cuencas y subcuencas hidrológicas, en base a pétalos de captación.

La segunda etapa se realiza en campo y corresponde alrededor de nueve meses, donde los dos primeros meses la actividad es parcial y en general consiste de:

a) Obtención del muestreo geoquímico de sedimento activo (limos y arcillas) de arroyo, con un total de 560 muestras para análisis cuantitativo multielemental; finalmente se definen treinta y un elementos para el análisis de todas las muestras. Se controla mediante fichas alfanuméricas, con obtención de datos geológicos puntuales.

b) Cartografía geológica, mediante la verificación de contactos, caminamientos sobre ellos, secciones geológicas y apoyo con las fotografías aéreas. La información se enfoca hacia la obtención de cartas geológicas cronoestratigráficas.

c) Reconocimiento geológico minero, con muestreo representativo de la mineralización definiendo calidad, potencial y perspectivas de yacimientos tanto metálicos como no metálicos.

d) Obtención de muestras de esquirlas de zonas mineralizadas y alteraciones para análisis químico; muestreo para “roca entera”, muestreo para petrografía y minerografía, difracción y fluorescencia de rayos X.

e) En forma paralela, la Gerencia de Geofísica realiza el estudio de aeromagnetometría,

La tercera y última etapa consisten en la integración, interpretación y validación de la información obtenida, se realiza durante los últimos dos meses del año. Se produce un informe final con los siguientes planos digitalizados: geológico minero estructural; diez planos geoquímicos (uno por elemento); plano de interpretación de imágenes y plano de geofísica (magnetometría aérea). Cabe mencionar que la información estará disponible en diskette y se podrán combinar varios temas para obtener planos especiales.

II. GEOGRAFIA

II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA (*Figura 2*).

El área de estudio se localiza en la porción suroriental del estado de Veracruz y nororiental del estado de Oaxaca, entre sus municipios más importantes se encuentran los siguientes: Minatitlán, Acatlán, Jáltipan, Cosoleacaque, Sayula, Rodríguez Clara y Playa Vicente, Ver., comprende parte de los municipios de San Juan La Lana, Santiago Jocotepec, San Juan Petlapa que pertenecen los Distritos de Choapan, Palomares, Cuauhtémoc, San Juan Mazatlán, San Juan Cotzocón.

Geográficamente está limitada por las siguientes coordenadas: 17° 00' 00" a 18° 00' 00" Latitud Norte y 94° 00' 00" a 96° 00' 00" Longitud Oeste. Cubre una superficie de 23,596 Km².

II.2.- ACCESOS Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.

Los accesos más importantes son: Por vía aérea cuenta con el Aeropuerto Internacional de Minatitlán, Ver.; por vía

marítima cuenta con el Puerto de Coatzacoalcos, Ver. cercano a Minatitlán Ver. (22 Km); por vía terrestre se tiene la autopista México-Villahermosa que atraviesa la carta en el tramo La Tinaja-Minatitlán, la Carretera Transístmica No. 185 en su tramo Palomares-Acayucan, la Carretera Federal No. 147 en su tramo Playa Vicente-Palomares; la Carretera Federal No. 145 en su tramo Rodríguez Clara-Sayula, Ver., y la Carretera Federal No. 180 que comunica al Puerto de Veracruz con Acayucan.

También existen una serie de carreteras estatales que comunican la mayor parte del área de estudio.

En el área se encuentran los ríos Coatzacoalcos y Uxpanapa, que son naveables por embarcaciones de mediano calado. Hay otras corrientes de menor importancia como son los ríos Coachapa, Playa Vicente, La Lana y Tonalá, naveables con embarcaciones de motor fuera de borda (lanchas y chalanes).

II.3.- FISIOGRAFIA E HIDROGRAFIA (Figura 3).

FISIOGRAFÍA.

La parte norte – centro del área se encuentra dentro de la

también se localiza sólo parte del sistema de topoformas denominado Sierra de Cumbres Escarpadas, la cual abarca porción sur de los municipios de Hidalgotitlán y Minatitlán, sus cumbres alcanzan los 1450 m.s.n.m. y pertenece a la Provincia de la Cordillera Centroamericana

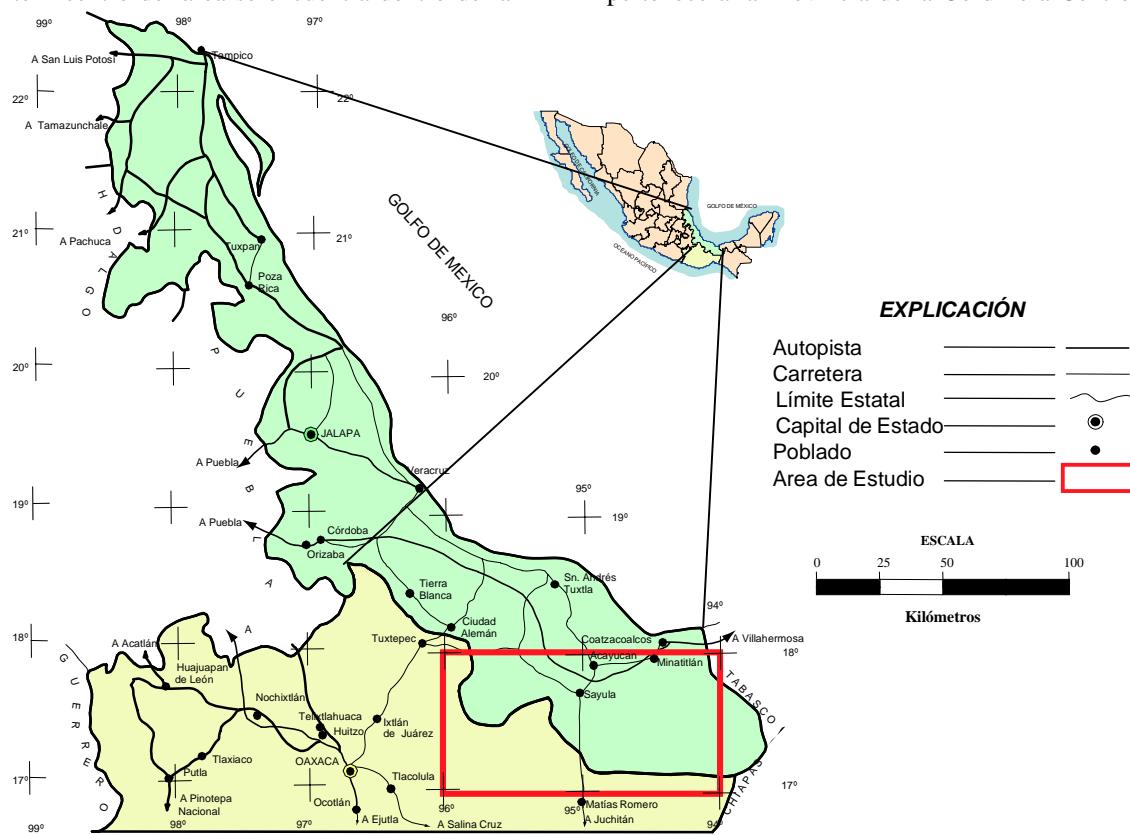


Figura 2. Plano de Localización.

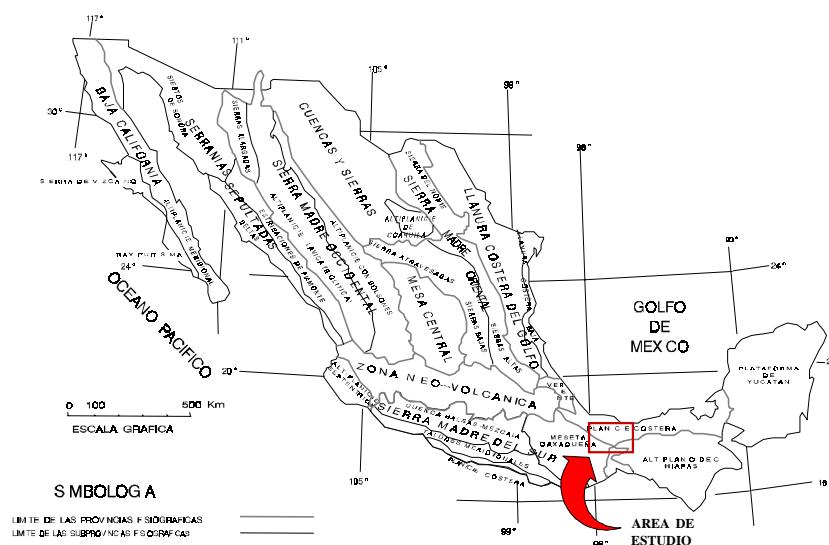


Figura 3. Provincias Fisiográficas

Raisz, E., (1964).

provincia fisiográfica de la Provincia Costera del Golfo, mientras que la parte Centro-occidental pertenece a la Provincia de la Sierra Madre del Sur específicamente dentro de la Subprovincia Tierras Altas de Oaxaca;

Los principales ríos que drenan la región son: El Coatzacoalcos y Papaloapan, en la vertiente del Golfo de

Méjico, se les ha denominado como cuencas hidrológicas de Coatzacoalcos y Papaloapan.

La cuenca hidrológica del Coatzacoalcos tiene gran cantidad de tributarios entre los que destacan los ríos

Uxpanapa, Cuachapa, Chiquito, Jaltepec, Solosuchil, Chalchijapan, Juñapan, Sarabia, Malatengo y Río Verde entre otros.

III. GEOLOGÍA.

III.1.- MARCO GEOLÓGICO (Figura 4).

La carta forma parte del Terreno Tectonoestratigráfico denominado Maya (Campa U.M.F et al, 1983), caracterizado por presentar como basamento el Complejo Metamórfico Sierra de Juárez, con una cubierta sedimentaria. Recientemente Ortega G.F. et al, (1990), y

rocas del basamento del Terreno Oaxaca. Por la posición geográfica que ocupan los complejos Guichicovi y Oaxaqueño, es difícil explicar ya que estos se encuentran separados por el Complejo Sierra de Juárez.

Del Pérmico hasta el Triásico se desarrolla un arco magmático continental en la margen pacífica que origina

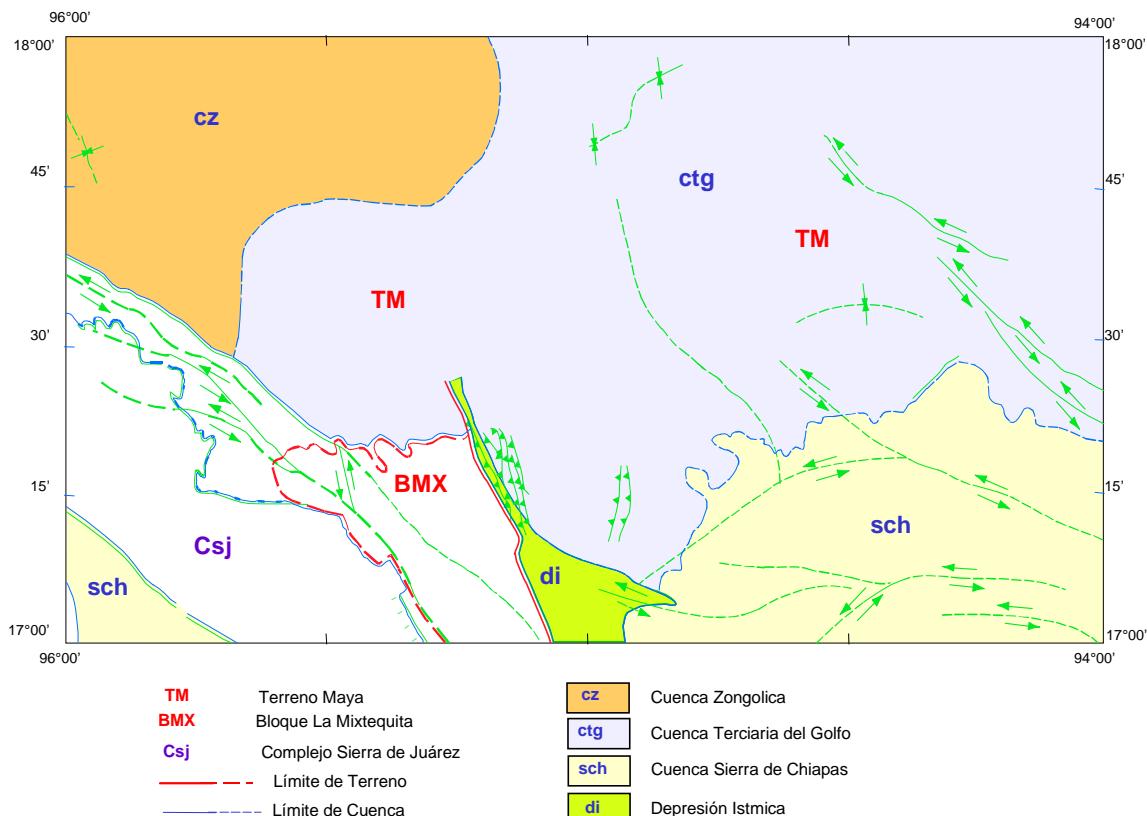


Figura 4. Marco Geológico.

Shedlock R.L. et al en (1993), reafirman la existencia de este terreno; es importante mencionar que dentro del área se detectaron rocas metamórficas descritas como Complejo Guichicovi, estudiadas por Murillo M.G., (1994), quién por análisis petrográficos determina la presencia de granulitas y con dataciones obtiene edades que fluctúan entre 980 m.a. y 990 m.a., que le permitieron asignarle una de edad Grenvilliana. Posteriormente Weber B. et al, (1999), confirma lo anterior determinando la presencia de gneisses, paragneisses, ortogneisses, charnoquitas y anortositas con edades isotópicas que fluctúan entre 911 m.a. y 1760 m.a. correspondiendo al Proterozoico medio, estas muestran coincidir en litología y edades con las

rocas de composición generalmente granítico-granodioríticas con variaciones a dioritas y tonalitas, que constituyen el Macizo de Chiapas y el Batolito de la Mixtequita con edades isotópicas que varían de 318 m.a. a 196 m.a., que corresponden al Carbonífero-Jurásico, cuya relación con el Complejo Guichicovi es de intrusión, la litología y edades de esta unidad guardan gran similitud con las rocas del Macizo de Chiapas.

Dentro de las rocas que conforman a la cubierta sedimentaria se encuentra la secuencia vulcanosedimentaria de la formación Todos Santos (?) de edad Jurásico medio; se encuentra sobreyaciendo tanto al

Bloque La Mixtequita como al basamento del Terreno Maya; a su vez este terreno se encuentra cubierto por las siguientes secuencias sedimentarias que conforman las cuencas de Zongolica, Depresión Ítsmica y Sierra de Chiapas, tomando como base estudios realizados por Nicolás L.R., et al, (1990); quien hace la separación de estas cuencas por las características distintivas de cada una de ellas.

III.2 ESTRATIGRAFIA (*Figura 5*).

Se tomó como base el marco geológico para realizar los trabajos de cartografía, efectuando una separación de los terrenos y cubiertas, tomando como base sus características distintivas de cada una de ellas.

111.2.1 Bloque Mixtequita

Se caracteriza por contener dos unidades que se han denominado: Complejo Guichicovi y Batolito de la Mixtequita

Complejo Guichicovi (pTm CM)

La existencia de granulitas en la región de La Mixtequita fue reconocida desde la década de los 80's, por Araujo, M.J.O. et al, (1983). que identificó gneis granítico, de textura granoblástica, granulitas y gneis de hornblenda.

El gneis Guichicovi representa el terreno más antiguo dentro de la carta.

Constituye la porción sureste del área La Mixtequita. Teniendo una longitud aproximada de 30 km, con una dirección burda de NW 30° SE, con un ancho aproximado de 19 km a 23 km. El total del área expuesta es de 590 Km², Aflora al sur de los poblados Monte Águila, San Juanito y Sacrificio.

Este complejo consiste de varias litologías que incluyen granulitas máficas, paragneises, anfibolitas, charnoquitas, gneis anortosítico y en menor proporción mármoles, gneis calco-silicatos y cuarcitas. Los minerales metamórficos más comunes en esta fase incluyen granates, ortopiroxenos y clinopiroxenos, grafito y pertita. (*Fotografía 1*).

En afloramiento los gneisses presentan bandeadimiento gneisico, color claro, compacto, con fracturamiento bajo.

Megascópicamente se observan minerales de cuarzo, feldespato y abundantes minerales máficos (hornblenda), desarrollo de micas de hasta 10 cm, observándose además pegmatitas, así como diseminado de sulfuros de fierro y cobre en vetillas, al microscopio presenta textura granoblástica y alotriomórfica cuyos minerales primarios son ortosa-plagioclase 25-50 % en grandes cristales, cuarzo 5-25 %,hornblenda-augita diopsida 5-25 % en grandes cristales y granate 5 %. Los minerales secundarios

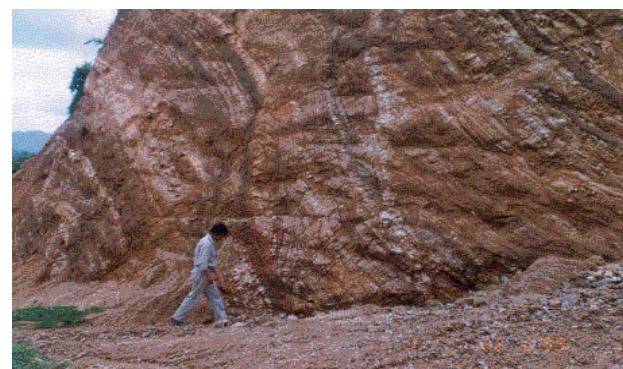
son minerales opacos de formas anhedrales diseminados sobre los ferromagnesianos, se clasificó como ortogneis de metamorfismo regional de alto grado en facie de granulita. (**Muestras MI-148 , 149**).

Otras litologías, determinadas según análisis petrográficos son metagranito (**Muestra MI-147**), milonita y protomilonita (**Muestras MI-138 y MI –140**);

Su contacto es probablemente tectónico, aunque algunos autores lo consideran de intrusión, sin llegar a observarse esta relación en campo con los trabajos realizados ya que esta muy cubierta esta zona.

El Instituto Mexicano del Petróleo dató biotitas de pegmatitas del Complejo Guichicovi, obteniendo edades de 866 ± 29 m.a. (Precámbrico); estas edades nunca fueron formalmente publicadas.

En U-Pb y K-Ar, dan edades Grenville para el Complejo Guichicovi, en zircones en dos granates-clinopiroxeno-hornblenda. En gneisses félscicos indican en U-Pb edades de 980 m.a.- 990 m.a. para este complejo.



Fotografía 1.- Afloramiento ortogneises del Complejo Guichicovi, en las inmediaciones de Monte Águila.

Las dataciones de K-Ar en hornblendas dan edades de 911 ± 46 m. a. en granulitas máficas es considerado como indicador de un enfriamiento rápido. Schlaefer C. (1972)

Con el trabajo de Weber B. et al, (1999), reporta edades que varían de 911 m.a. hasta 1760 m.a. en Sm-Nd.

Las condiciones metamórficas y la edad del Complejo Guichicovi se correlaciona con el terreno granulítico de edad Grenviliana en el este y sur de México, incluyen el gneis Novillo (Estado de Tamaulipas), Huiznopala (Estado de Hidalgo) y Complejo Oaxaqueño (Estado de Oaxaca).

Estas rocas presentan interés económico por ser contenedoras de minerales de sulfuros diseminados y en vetillas.

Batolito de la Mixtequita (Pp-T_R Gr-Gd)

Batolito de la Mixtequita se considera la prolongación del Batolito de Chiapas en Oaxaca, hasta la costa Pacífica entre Puerto Angel y Salina Cruz. Estas rocas se encuentran al noroeste del Macizo de Chiapas separados por la depresión Ístmica constituyendo un cuerpo de forma triangular. El Batolito de Chiapas se hunde periclinalmente a la altura del Istmo, reaparece poco al poniente de la depresión donde toma el nombre de Batolito de La Mixtequita. (**Fotografía 2**).

Esta unidad ha sido objeto de varios estudios geológicos, muchos de estos no han sido publicados destacando los realizados por, Quezada, M.J.M. (1978), Araujo M.J.O., (1983), López A.F., (1986), Torres Z.A. (1986) González A.J. (1967 y 1968), introduce por primera vez el nombre de Batolito de La Mixtequita para rocas magmáticas en la región.

La porción meridional ha sido incluida en investigaciones de tectónica regional por Martínez, E. R. et, al (1987), y Zaldivar, R. J. et, al (1984), geólogos del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) Muchos análisis detallados de la región de La Mixtequita fueron realizados por Murillo M.G. et al (1990), y Murillo M.G. et al, (1992), (IMP) que incluyen estudios geoquímicos preliminares del Batolito y datos en K-Ar en las rocas metamórficas y plutones. Estos datos ayudan a redefinir el basamento del área La Mixtequita y subsecuentemente corregir el límite

de las rocas precámbricas en facies de granulitas en la región sureste de México Murillo M.G. et al; (1992), Ruiz, S: P: (1978) reporta granodiorita de biotita y hornblenda, que contienen plagioclasas sódicas, feldespatos potásicos, andesina, cuarzo, hornblenda, biotita y magnetita. Se reporta gneis granítico contenido cuarzo, microclina, plagioclasa sódica, piroxena, hornblenda, granate, esfena, leucoxeno y apatita; Araujo M.J.O. (1982), además de las anteriores reporta tonalita.

Aflora en la porción sur occidental de la carta, en los poblados de: La Mixtequita, Tierra Nueva, Revolución, San Pedro y al oriente occidente de Palomares.

Estas rocas están representadas por granodiorita de biotita y hornblenda.

Existen rocas aplíticas alojadas en forma de diques dentro del granito y que constituyen un producto final de recristalización al microscopio presentan texturas alotriomórfica, Hipidiomórfica y granuda. Sus minerales primarios son: ortosa 50-75 % en grandes cristales, oligoclasa 25-50 %, cuarzo, biotita y esfena 5-25 % y granate -5%. Los minerales secundarios son sericita y minerales opacos y su matriz feldespato, se clasificó como granito calcoalcalino de biotita (**MI-59**). Otras litologías determinadas según análisis petrográficos son: metagranito calcoalcalino de biotita (**MI-58**) metagranito de hornblenda (**MI-61**) y milonita (**MI-67**)

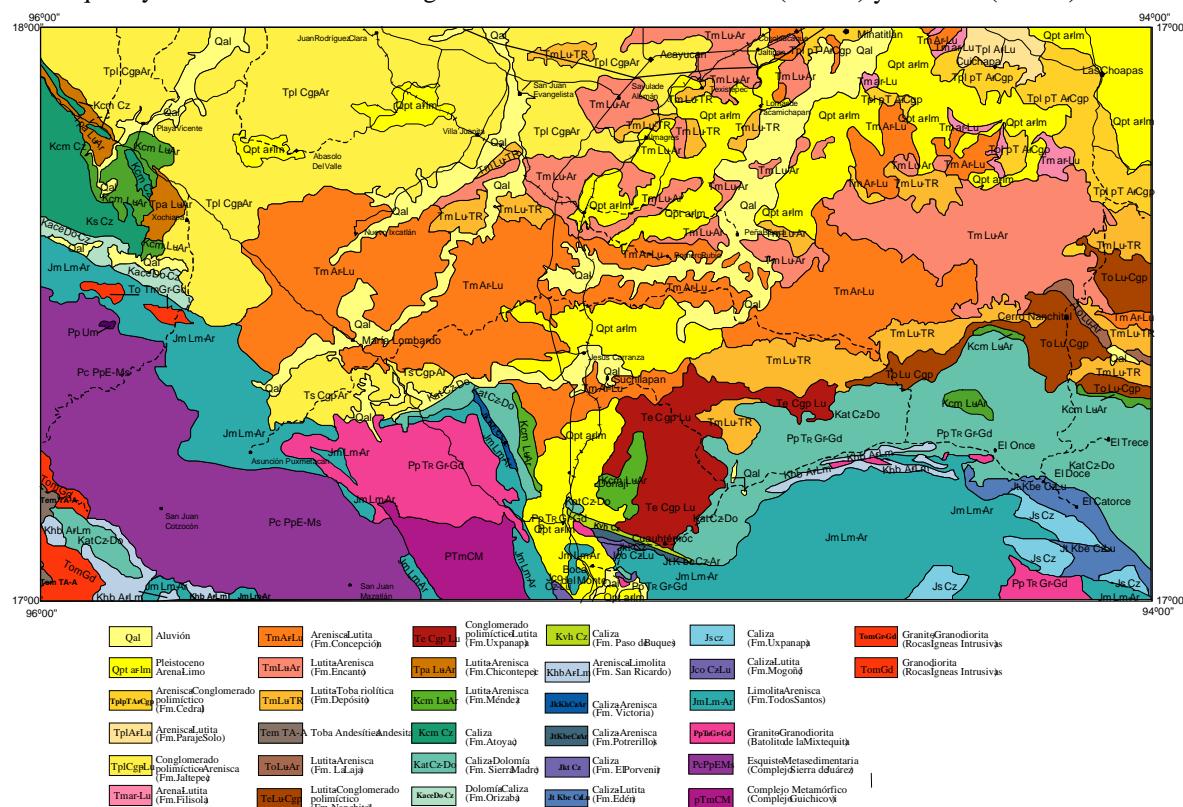
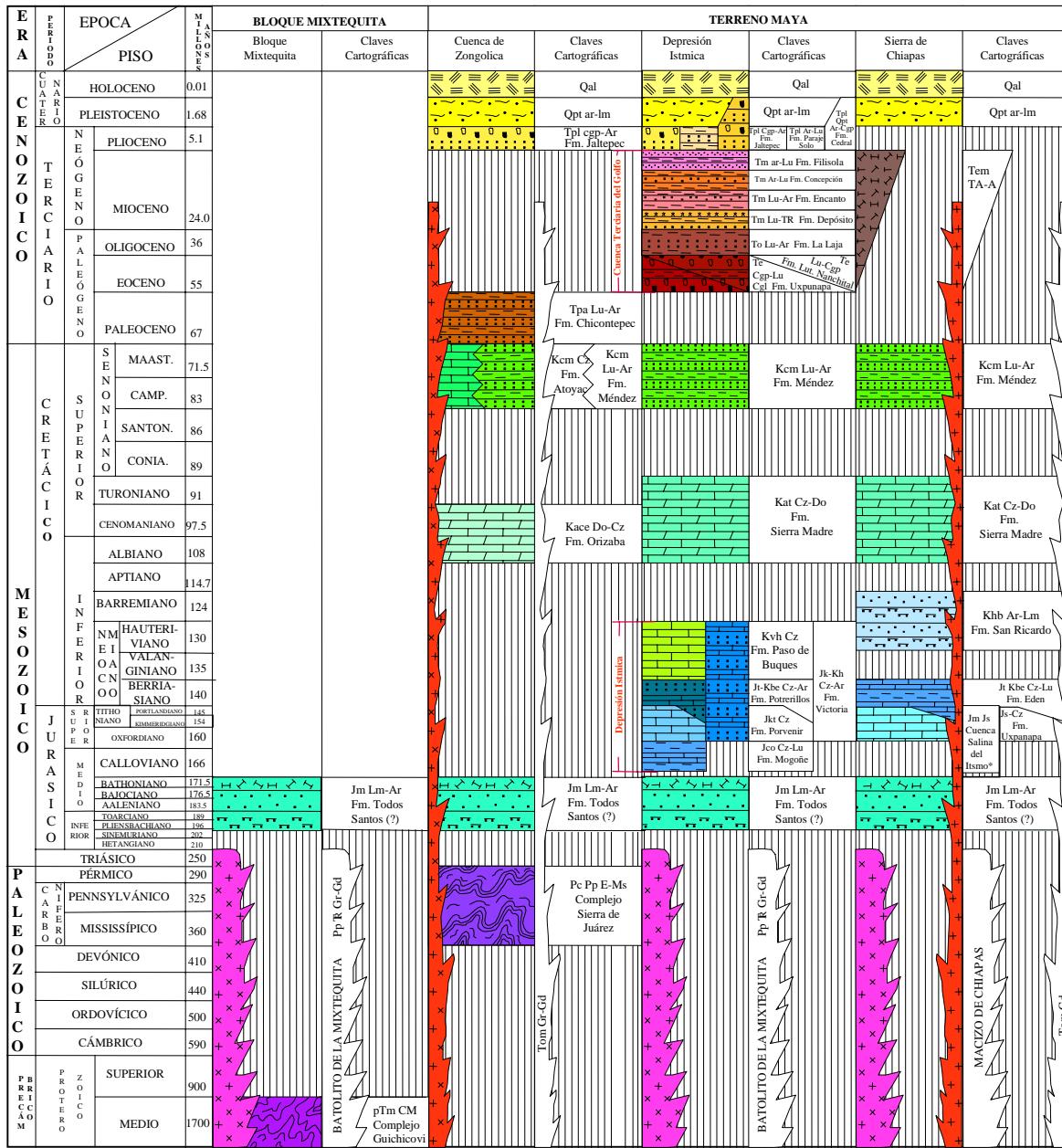


Figura 5. Plano geológico.

El contacto inferior se desconoce, su contacto superior es discordante con la formación Todos Santos.

866 m. a. correspondiente al Precámbrico. Los gneisses se sitúan en el Triásico medio.



*Sin afloramientos controlada en sub-suelo

Figura 6. Columna estratigráfica.

Possiblemente se encuentre en contacto por intrusión con rocas Precámbricas del Complejo Guichicovi.

Las determinaciones radiométricas realizadas a las rocas del Macizo de Chiapas y el Batolito de La Mixtequita, revelan edades que van desde el Precámbrico y Paleozoico. Estudios radiométricos reportados por Ruiz, S.P.(1978) establecen que dichas rocas graníticas van del Pérmico Tardío al Cretácico Tardío, aunque una pegmatita reportada por Shlaeper en Ruiz (1978), tiene una edad de

Como en el caso del Batolito de Chiapas, el emplazamiento del Batolito de La Mixtequita debió efectuarse durante el Pérmico tardío, después del paroxismo tectónico Apalachiano (Carfantán, J.C., 1977).

Hasta el momento, no se tiene reporte de algún yacimiento de interés económico.

III.2.2.- Terreno Maya.

Comprende la mayor parte del área de estudio y su basamento lo constituye el Complejo Sierra de Juárez de edad Carbonífero-Pérmino



Fotografía 2.- Afloramiento de rocas graníticas del Batolito de la Mixtequita.

Complejo Sierra de Juárez (**PcPp E-Ms**)

Conjunto de rocas metamórficas de bajo grado en facies de esquistos verdes; en la región del estado de Oaxaca, se le denomina Complejo Metamórfico Sierra de Juárez ha sido considerado por algunos autores como Complejo Acatlán. Fue estudiado por Barcenas (1885), Ramírez y Aguilera (1886), Ordoñez (1906), quien la denominó “Formación Acatlán”, formalizada por Fries C. y Rincón Orta (1965), Araujo M J O (1981), Complejo Metamórfico Paleozoico. En Schulze S.C.H.(1988)

Aflora ampliamente en la parte suroccidental de la carta.

La litología está conformada principalmente por micaesquisto teniendo como minerales esenciales muscovita, cuarzo y materia carbonosa, de manera muy local y en el fondo de las barrancas se han localizado afloramiento de gneis; presentándose en capas laminationes, esquistos de cuarzo y muscovita ligeramente cloritizada, esquistos granatíferos, con minerales de biotita, oligoclasa y magnetita. (**Fotografía 3**). Su espesor se desconoce.

Al microscopio presenta texturas lepidoblástica, granoblástica, microcristalina cuyos minerales primarios son: cuarzo 5-75 %, muscovita 5-25 %, plagioclasa ~5 % y como minerales secundarios presenta minerales opacos y materia orgánica se clasificó como esquistos de cuarzo muscovita. (**Muestras MI-37,125,126**)

Otras determinaciones según análisis petrográficos son: cuarcitas (**Muestras MI-44,54,120**) filitas (**Muestras MI-123,128**), pizarra (**Muestra MI-38,122**), esquisto de clorita (**Muestras MI-28,53,56**), cuarcita de muscovita (**Muestra MI 20**), esquisto actinolítico (**Muestra MI-24**), esquisto de biotita (**Muestra MI-127**), protomilonita

(**Muestra MI-121**), meta wacka feldespática (**Muestra MI-42**).

Estas rocas constituyen el basamento del área, subyacen en discordancia angular a la formación Todos Santos y están intrusionadas por el intrusivo Arroyo Blanco. De edad Oligoceno-Mioceno (Tom Gr-Gd).

A este paquete se le asigna tentativamente una edad Paleozoico superior, se cuenta con dataciones realizadas en el IMP, de muestras colectadas al noroeste de la carta, obteniéndose una edad de 206 ± 16 m.a. misma que corresponde al período durante el cual ocurrió el metamorfismo: consecuentemente la roca es aún más antigua. Petrográficamente se observan minerales secundarios representados principalmente por sericitas y óxidos de fierro; siendo originada por metamorfismo regional de bajo grado; perteneciendo a facies de esquistos verdes, se le correlaciona con el esquisto del Complejo Acatlán.

Las rocas que dieron origen a este complejo formaron parte de una antigua secuencia terrígena cuarzo-feldespática y arcillo-arenosa, afectada por metamorfismo regional de bajo grado en el Paleozoico superior (Carbonífero tardío – Pérmino tardío) debido a la segunda colisión entre Gondwana – Laurencia. (En Nicolás L: R: et al 1990).

En el contacto con el intrusivo esta roca sufrió fracturamiento el cual permitió el emplazamiento de las vetas de cuarzo presentes en el área y zonas de hornfels.

*Macizo de Chiapas (**Pp TR Gr-Gd**)*

Las rocas ígneas y metamórficas consideradas como representativas del basamento? de la secuencia sedimentaria, queda reconocido con el nombre de



Fotografía 3.- Afloramiento de esquistos y metasedimentos del Complejo Sierra de Juárez.

Complejo Ígneo-Metamórfico, término empleado por Meneses R.J.J., (1987), y recientemente Concit, S.C. (1989), agrupa a las rocas reconocidas por otros autores

como Batolito de Chiapas, López R.E (1979). Paleozoico Ígneo-Metamórfico, Concit, S.C. (1981). Basamento Granítico, Geoevaluaciones, S.S. (1985). Macizo de Chiapas, Meneses R. (1978), (en Nicolás L.R. et al, 1990), así mismo quedan agrupadas las rocas que conforman el Batolito de La Mixtequita.

En la porción sureste de la Carta "Minatitlán", se distribuye en la región de la Sierra de Chiapas. Teniendo como referencia al sur-suroeste 1990, del poblado El Catorce, al sur del poblado 5 y 10, al sureste del poblado de Sarabia y en la parte sureste de la carta en las inmediaciones del río Uxpanapa, en los límites con la Carta Salina Cruz.

Está constituido por granitos de biotita, granodioritas de biotita, dioritas de hornblenda, tonalitas de hornblenda y biotita, gneisses de muscovita, existen además rocas aplíticas alojadas en forma de diques dentro del granito y que constituyen un producto final de recristalización. (*Fotografía 4*).



Fotografía 4.- Granitos y granitoídes del Macizo de Chiapas, localidad Loma de Oro, parte SE de la Carta.

Por determinación petrográfica lo clasifican como granito calcoalcalino de biotita.

En la porción sureste, región de la Sierra de Chiapas, el Macizo de Chiapas es cubierto discordantemente por los

Lechos Rojos de la formación Todos Santos.

Esta misma relación se ha observado en el frente norte y oriental del denominado Batolito de La Mixtequita, mientras que en el extremo occidental sus relaciones son tectónicas a través de la Falla Paraíso, en los alrededores de nuevo Tortuguero y Nuevo Paraíso.

Las determinaciones radiométricas realizadas por diferentes instituciones a las rocas del Macizo de Chiapas, revelan edades que van desde el Pérmico al Triásico y en algunos sitios hasta el Terciario, lo cual indica que han

existido varios ciclos de reactivación magmática asociados a los diferentes eventos tectónicos que actuaron en el área.

Las dataciones radiométricas revelan que existió actividad ígnea intensa en el Macizo de Chiapas y en su continuación al noroeste es decir, en el Batolito de La Mixtequita. En el Cretácico medio y superior Sánchez M. de O. (1979), y Meneses R. J.J. (1987), mencionan que no se ha reportado actividad ígnea, sin embargo, en un trabajo reciente del I.M.P., Herrera J.M.E. et al (1988), citan varias dataciones en diferentes localidades del Macizo que comprueban lo contrario.

Como el caso del Batolito de la Mixtequita, el Macizo de Chiapas su emplazamiento debió efectuarse durante el Pérmico tardío, después del Paroxismo Tectónico Apalachiano; Carfantán J.C.(1977).

Hasta el momento, no se tiene reporte de algún yacimiento de interés económico aunque si presenta zonas anómalas desde el punto de vista geoquímico.

Formación Todos Santos (Jm Lm-Ar)

Sapper K. (1894), estudió a unos sedimentos clásticos de origen continental constituidos por areniscas y conglomerados rojizo, reconociendo como localidad tipo las cercanías del poblado Todos Santos, también conocidos como "Lechos Rojos" en la región del Departamento de Cuchumatán, al oeste de la ciudad de Guatemala.

Posteriormente Vinson L.G. (1962), las estudió y propuso nuevas localidades, una en las cercanías del poblado de La Ventosa Huehuetenango y la otra en el Cerro Encantado localizado al sur del poblado Jiquipilas, en el estado de Chiapas.

Quezada M.J.M. (1975), distingue a las series arkósica, brechoide intermedia y arenó-arcillosa carbonosa, en el área de Mogoñé y Guichicovi mencionando un espesor de 1,700 m.

Aflora en la porción sur, sur occidente del poblado El Catorce, sur de los poblados 2, 5, 10, 11; Colonia Cuauhémoc y al oriente de Sarabia. Se distribuye además en la porción sur-central, extremos norte-oriental y occidental del Batolito de La Mixtequita, extendiéndose hacia el occidente al sur de la traza de la Falla Valle Nacional.

La litología predominante consiste de areniscas de grano medio a fino en ocasiones conglomeráticas, cementadas por sílice y limolitas, siendo el color rojizo el característico para esta unidad. (*Fotografía 5*).

Los conglomerados están constituidos por clastos de rocas ígneas intrusivas de composición ácida, cuarzo, feldespato potásico, escasamente fragmentos de rocas ígneas

extrusivas de composición intermedia. Los clastos varían desde el tamaño de la arena hasta los 50 cm; siendo estos



Fotografía 5.- Arenisca conglomerática (Grawacka) de la formación Todos Santos, expuesta en los límites del ejido Chimalapa, Oax.

subangulosos y angulosos, en matriz arenosa. Las areniscas conglomeráticas son las más comunes y tienen los mismos componentes que los conglomerados,

ADEADES RADIODMETRICAS REALIZADAS EN ROCAS ANDESITICAS DE LA FORMACION TODOS SANTOS.

MUESTRA No.	TIPO DE ROCA	LOCALIZACION	COORDENADAS GEOGRAFICAS	EDAD EN M. A. (K-Ar) Y (Rb- Sr)
PGT-396	Andesita	Río Coatzacoalcos, Oaxaca	17°02' Lat. N 94°53 Long. W	196.9 (Triásico Tardío-Jurásico Temprano)
PGT-1005	Andesita	Río Chalchijapa, Oaxaca	17°07' Lat. N 94°41' Long. W	196.9 ± 2 (Triásico Tardío) (Jurásico Temprano)
PGT-538	Andesita	Río Oaxaca, Oaxaca	17°11' Lat. N 94°14' Long. W	175 ± 4 (Jurásico Temprano)

Compilado por Concit. S.C. (1981) Prospectos: Tierra Blanca y Figueroa tomado del prospecto: Hoja Minatitlán (1990).

Al sur de Tuxtla Gutiérrez, Chis; García P.J.M. (1978), reporta para la formación Todos Santos, una edad del Jurásico medio (Bathoniano-Bajociano) en base a un estudio palinológico de Eloy Salas, por la presencia de esporas: *Leptolepidites equatibassus?* (Jurásico medio) y de las *Contignisparites* cf. (Triásico superior-Cretácico inferior) que generalmente no van más allá del Calloviano. Así mismo en la parte inferior de la formación Todos Santos se halla la presencia de granos de *gimnospermas*, tales como *Spheropollenites - subgranulatus*, *Cycapodites - vitreisporites pollidus*, *Monosulcites* y esporas del tipo

llegándose a observar estratificación cruzada. En caso de las limolitas éstas se presentan en forma lenticular dentro de las areniscas conglomeráticas. Tiene intercalaciones en forma de " sill " de andesitas de color verde olivo, de grano fino.

Tiene una relación tectónica con los Esquistos del Terreno Maya, subyaciendo a los mismos mediante una falla de sobre corrimiento en el frente de las cadenas montañosas de la Sierra de Juárez y con el granito del Batolito de la Mixtequita y debido a la zona de cizalla producida por dicha falla, su relación con el complejo Sierra de Juárez queda enmascarada por fallas transcurrentes secundarias. Al norte de Otzolotepec subyace a la formación Jaltepec en forma discordante.

En la carretera transístmica a la altura de la Colonia Hierba Santa se observa una disposición estructural en que sobreyace por falla a la formación Mogoñé, tratándose de una deformación estructural, en que los "Lechos Rojos" adquieren en sus afloramientos una franja curvada por plegamientos asociados a una falla transcurrente sinestral con carácter inverso López, A.F. (1989).

Quezada M.J.M.(1975), la ubica en el Jurásico medio - superior (Bajociano-Oxfordiano), por las dataciones obtenidas por métodos radiométricos de unas andesitas por Potasio-Argón con una edad de 148 ± 5 m.a; las cuales sobreyace y así mismo subyace concordantemente a unas calizas de edad Kimmeridgiano; estos datos son buenos indicadores cronoestratigráficos para la ubicación de estos lechos rojos en la columna geológica.

de *Lycopodium sparites ciatidites minor* y que las ubican en el Jurásico medio (Bathoniano-Bajociano).

De tal manera que, considerando las determinaciones radiométricas así como la información de campo, se considera que la edad de la formación Todos Santos va del Triásico superior al Jurásico superior?.

Debido a su extensión a nivel continental, estos lechos rojos son relacionados a la fase molasse de la apertura del Golfo y variaciones de edad; pueden ser correlacionables

con los lechos rojos referidos a la margen pasiva del Golfo, hablando dentro de un marco tectónico global.

De acuerdo a su litología, la formación Todos Santos se considera que se depositó en extensos abanicos aluviales y en las zonas aledañas correspondientes a las planicies aluviales.

Esta formación al estar en contacto con rocas intrusivas han desarrollado zonas de oxidación y vetillas mineralizadas con leyes de oro que varían de 0.1 g/ton a 2.3 g/ton.

III.2.3.- Cuenca de la Depresión Ístmica

Formación Mogoñé (Jco Cz-Lu).

Bose E., (1906) en Nicolás L. R., et al, (1990) reporta unas calizas esquistosas negras en las inmediaciones de la estación Mogoñé, Oaxaca. Webber N.B. et al, (1957), en Nicolás L.R., et al, (1990), asigna el nombre de Caliza Balboa a estas rocas dándole una edad tentativa como Paleozoico.

Finalmente Ojeda R.J (1966), en Nicolás L.R., et al (1990) la define como formación Mogoñé proponiendo como localidad tipo las cercanías de la estación Mogoñé a 25 Km al poniente de la carretera transístmica Federal No. 185, entre Mogoñé y San Juan Guichicovi, Oax., Quezada M.J.M. (1975), cambia la localidad tipo a los afloramientos expuestos entre los kilómetros 8, 9 y 10, de la carretera Sarabia- Uxpanapa.

Afloran en la porción sur de la carta, en las inmediaciones de los poblados de Mogoñé viejo y al occidente del rancho La Zacatera, que se localiza en el tramo de los poblados Boca del Monte-Cuauhtémoc dentro del Edo. de Oaxaca.

Esta constituida por caliza color negro, fractura concoidea, estratificación delgada, con espesores que varían de 5 cm a 20 cm, observándose en algunos puntos alternancia de calizas laminares negras con lutitas apizarradas café amarillento y gris, con una foliación bien desarrollada. (**Fotografía 6**).

Las calizas son del tipo clástico arenosas, cuyas partículas de cuarzo ocurren como inclusiones.

El espesor total es aproximadamente de 500 m. el cual puede variar por complicaciones estructurales ya que se encuentran muy plegadas y afalladas.

El contacto inferior es transicional con los lechos rojos de la formación Todo Santos.

El contacto superior no se observa por lo que se infiere que está afectado por el paso de una falla transcurrente

Quezada M.J.M., (1975, 1978), reporta en la porción media de la formación Mogoñé la presencia de *Rhaxella sorbyana*, *Fibroshaera*, sp., *Litocampe* sp. Considerando a esta formación para el Calloviano Medio en base al contenido faunístico. Alencaster S. (1966), estudia el braquiopodo *Gryphaea* sp., colectado por Ojeda R. J. (1966), en el camino a Guivixia, Oax., ubicándolo también como Calloviano Medio.(En Nicolás L.R. et al 1990)

Por otra parte Ortuño A.S. et al (1985), le da una edad de Calloviano Medio al Oxfordiano, en base a la presencia de *Rhaxella sorbyana* y *Cadosiana* sp.

González A.J., (1967), las ubica para el Cretácico Inferior en base a dos muestras en que se logran determinar *Tintinidos* y *Nannoconus*.

García P. J. M. (1981), al estudiar esta formación la ubico en el Cretácico Inferior, en base a su posición estratigráfica y a la presencia de algunos moluscos semejantes a los reportados en las regiones de San Juan Raya, Puebla y Huetamo, Mich.

Pertenece a ambiente de submarea en donde las condiciones de energía dan ambientes reductores producto de la baja circulación, con aumento de energía de manera intermitente y aporte de material terrígeno arenoso, pudiendo corresponder a condiciones que fluctúan entre lagunas marginales y costeras.

Esta formación carece de importancia desde el punto de vista minero.



Fotografía 6.- Afloramiento de calizas laminares y lutitas carbonosas de la formación Mogoñé

Formación El Porvenir (Jkt Cz).

Nicolás L.R., et al, 1990, indica que Quezada M.J.M., (1975) denomina a una secuencia de calizas oolíticas y oncolíticas arenosas con el término de formación Zacatera, asignando como localidad tipo a las rocas carbonatadas expuestas a un km al norte del Km 11 carretera Sarabia-

Uxpanapa a la altura del rancho Los Naranjos. Meneses R.J.J.(1977) cambia este nombre puesto que la población más cercana a la localidad tipo es la congregación El Porvenir, estudia la misma secuencia de estratos, asignándole un rango cronoestratigráfico del Kimmeridgiano inferior-Tithoniano medio.

Sus afloramientos son restringidos en un área aproximada de 4 km² a 5 km². Su exposición se localiza en las inmediaciones de la congregación El Porvenir y en las cercanías a la ranchería La Zacatera.

Su litología consiste de calizas arenoconglomeráticas de color gris oscuro a negro en capas de medias a gruesas en su parte inferior, siendo delgadas en la parte superior.

Su contenido faunístico se compone de pelecípodos, equinodermos, radiolarios, algas y bioclastos cementados en espatita, en los terrígenos es común observar fragmentos de cuarzo, feldespatos, rocas ígneas intrusivas y extrusivas, lechos rojos y rocas metamórficas cataclásticas, sus tamaños varían desde guijas, gravas y arenas, siendo subangulosos, las estructuras primarias son laminación paralela, laminación flaser, gradación y estratificación según Nicolás L.R. et al, 1990.,

Ortuño A.S. et al (1985), reportan un espesor de 1000 m.

Los contactos superior e inferior con las formaciones Mogoñé y Potrerillo son por falla de desplazamiento lateral izquierdo.

Meneses R.J.J., (1977), reporta en base a su contenido faunístico, la cual va del Kimmeridgiano con (*Nautiloculina oolítica*, *Rhxella sorbyana* y *Lenticulina sp.*), al Tithoniano inferior con radiolarios y *Cadosina sp.*, y al Tithoniano medio con *Saccomma sp.*, radiolarios y *Cadosina sp.*

Estas rocas fueron depositadas en una zona de plataforma somera cerca de la línea de costa, con etapas alternas de alta y baja energía con aportación de terrígenos provenientes de la erosión y transporte de rocas preexistentes en el continente.

No se tiene manifestación de minerales de interés económico.

Formación Potrerillos (*JtKbeCz-Ar*)

Quezada M.J.M.(1975), define dentro del Grupo Zacatera las formaciones Brecha Barbosa, Dique y Escurriadero, citando como localidad a 2 Km al norte del rancho La Zacatera. Posteriormente Ortuño A.S. et al (1985) proponen agrupar a estas formaciones con nombre de formación Potrerillo.

Con una distribución muy local, se encuentra expuesto en las cercanías del rancho El Potrerillo.

Su litología consiste de brechas calcáreo-terrígenos de color gris oscuro, claro y rojizo, con fragmentos angulosos de 1 mm. a 25 cm de diámetro, y se incluyen fragmentos de tonalita, granodiorita, granulita y ocasionalmente se tiene areniscas calcáreas, calizas arenosas parcialmente dolomitizada de color gris oscuro y laminares, con intercalaciones de brechas calcáreo-terrígenas. (*Fotografía 7*).



Fotografía 7.- Calizas negras laminadas, y brechas calcáreas de la formación Potrerillos. Camino Boca del Monte-Cuauhtémoc.

Se observan estructuras sedimentarias: laminación y gradación.

El contacto inferior como el superior ocurre por falla con las formaciones El Porvenir y Sierra Madre respectivamente. De acuerdo a Ortuño A.S. et al, (1985) ambas fallas son de desplazamiento lateral izquierdo.

Ortuño A.S. et al (*op. cip.*), asignaron para la parte inferior y media *Rhxella sorbyana*, *Cadosina sp.*, *Didemnoides sp.*, y *Salpingoporella sp.*, dándole una edad de Tithoniano, hacia la parte superior, Quezada (*op. cip.*), reporta la ammonita *Berriasella sp.*, que es índice del Berriásano estableciéndose una edad del Tithoniano-Berriásano.

La parte inferior corresponde a depósitos continentales de talud con abanicos de pie de monte, la parte media corresponde a una submarea semiprofunda en donde la energía mecánica era pobre y en la parte superior refleja condiciones de submarea baja con importantes aportes de terrígenos, según Nicolás L.R., et al, (1990)

No se tiene conocimiento de algún yacimiento importante de interés económico.

Formación La Victoria (JkKhCz-Ar).

González A. J., (1968), las considera a esta unidad como correspondiente a la formación San Ricardo por su posición estratigráfica respecto a las calizas del Cretácico Medio. Quezada M.J.M., (1975), definió esta unidad proponiendo el nombre de formación La Victoria para rocas de ambientes someros que afloran en el Río La Victoria.

Sus afloramientos se presentan en el borde oriental del Batolito de la Mixtequita en el río la Victoria, y se distribuye además en la localidad descrita cerca de la colonia Vicente Guerrero-Alaska.

La litología observada durante el mapeo geológico, consiste de calizas con intercalaciones laminares de areniscas limolíticas arcillosas, arenisca calcáreo-arcillosa, areniscas de grano medio a grueso parcialmente conglomerática y las estructuras sedimentarias consisten de: laminaciones onduladas y rizaduras por corrientes y algunos barrenos biógenos.

Se le considera un espesor aproximado de 500 m.

El contacto inferior es por falla transcurrente con los lechos rojos de la formación Todos Santos, el contacto superior es transicional con las calizas de la formación Sierra Madre.

En la base contiene *Rhaxella sorbyana*, algas *girvanella*, *acetabularia* y *solenoporaceas*, además de placas de equinodermos correspondiendo a una edad Calloviano medio, en la base superior está controlado con base en *Cornusphaera mexicana* asignándole una edad de Oxfordiano-Kimmeridgiano, la parte media por posición estratigráfica se le ubica en el Tithoniano temprano, el penúltimo con base en *Cornusphaera mexicana*, *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica* además de *Inoceramus sp.*, se le ubica en probable Tithoniano Tardío y el último con base en *Acanthodiscus sp.*, es Haueriviano Temprano.

Quezada, M. J. M (1978) considera un ambiente de plataforma somera variando a continentales, lagunares y costeros con alta energía.

Meneses, R.J.J. (1977) considera que estas variaciones probablemente estuvieron sujetas por movimientos tectónicos que provocaron un movimiento regresivo (con facies de plataforma abierta, plataforma restringida, fluvial y aluvial), seguida de un movimiento transgresivo (facies de plataforma restringida-plataforma abierta).

No se tiene conocimiento de manifestación de mineral de interés económico.

Formación Paso de Buques (Kvh Cz)

Estos sedimentos fueron estudiados por primera vez por Bose E.(1906) reporta una secuencia calcárea como de bancos delgados y esquistosos margosos del Cretácico inferior y que se encuentran en los alrededores de Paso de Buques

González , A. J. (1968) a la misma secuencia al no contar con evidencias paleontológicas considera como del Cretácico medio. Finalmente Bonet F. (1971) la ubica en el



Fotografía 8.- Afloramiento de calizas masivas de la formación Paso de Buques, en Palomares, Oax.

Valanginiano-Haueriviano.

Quezada M. J M.(1975) propone el nombre de formación Paso de Buques citando a la ranchería Paso de Buques como localidad tipo que aflora a 3 Km al noreste de Palomares, Oax., y los incluye dentro del Grupo Zacatera.

Ortuño A. S. et al (1985) la excluye de este grupo basado en una discontinuidad litológica.

Aflora de manera restringida, siendo esta una franja alargada con orientación NW-SE, quedando referido al noroeste de Palomares hasta la pradera de Paso de Buques. (Fotografía 8)

Se observa una litología de calizas con fauna de oncolitos, placas y espinas de equinodermos, fragmentos de moluscos, corales, braquiópodos, calpionellidos, miliolidos y presentándose en capas de 40 m, 100m. y 200 m. su color es gris claro. En la sección el Zapote-Río Tolosa se reporta un espesor de 280 m. de carbonatos

Al microscopio presenta textura microcristalina cuyos minerales primarios son: calcita y dolomita y como secundarios presenta minerales opacos 5 % Su matriz o cementante es calcita (**Muestra MI 151**).

Su contacto inferior se observa por falla transcurrente con el Complejo Ígneo, su contacto superior también es por falla transcurrente con la formación Sierra Madre.

La microfauna determinativa consiste de *Calpionellites darderi*, *Lithocodium* sp. y *Acicularia* sp., lo que permite asignarle un rango de Valanginiano – Hauteriviano; Bonet F., (1971) le asignó en base a la presencia de tintínidos, una edad Valanginiano-Hauteriviano.

Por la presencia de algas y corales representan ambientes de plataforma interna con influencia de mares pelágicos con alta energía mecánica.

Estas rocas carbonatadas presentan interés económico debido a que son explotadas para la fabricación de cal hidratada por la compañía "Pentacal".

III.2.4- Cuenca de la Sierra de Chiapas

Formación Uxpanapa (Js Cz)

Butterlin J., et al, (1961), fueron los primeros en definir esta unidad en el valle del Uxpanapa como calizas dolomíticas (cuerpo inferior), asignándoles una edad Kimmeridgiano-Tithoniano inferior. Hernández G.R., (1972), quien propone el nombre informal de caliza Uxpanapa, la describe como una secuencia de calizas café oscuro, a negras, con intercalaciones de margas en tonalidad gris, café oscuro, con alto contenido de bivalvos denominándolas calizas Uxpanapa, situándolas en el Cretácico inferior (Berriásiano-Hauteriviano). (En Mora O. G. 1990)

Quezada M.J.M., (1975), fue quien propuso formalmente el nombre de formación Uxpanapa, reconociendo como localidad tipo el área situada aproximadamente a 8 Km al sur del rancho El Edén.

Aflora hacia la esquina suroriental de la carta, encontrándose distribuidos al sureste del Río Uxpanapa, en la Colonia Constitución, Río Pueblo Viejo y al sur franco del rancho El Edén.

Su litología consiste de calizas con intraclastos, parcialmente dolomitizadas, siendo de color pardo a oscuro; se presentan en capas de 3cm. a 20 cm. de espesor, al microscopio presenta textura criptocristalina, con minerales primarios son: Micrita, >75%, cuarzo <5%, con matriz o cementante calcáreo (**Muestra MI-175 (Fotografía 9)**).

El contacto inferior es normal con la formación Todos Santos, ya que no se observa directamente por estar cubierto por suelo y el contacto superior es normal con las margas de la formación El Edén.

Concit, S.C. (1989), señala que la formación Uxpanapa sobreyace discordantemente a la formación Todos Santos y subyace concordantemente a las margas El Edén.

En base a su contenido microfaunístico y a las relaciones estratigráficas, la formación Uxpanapa se le asigna una edad del Kimmeridgiano Tithoniano inferior (Quezada, M.J.M. 1975).

Los microfósiles presentes son: *Rhaxella sorbyana*, *Nautiloculina* sp. y *Chofatella* sp., además de macrofauna como *Ptychomyia stantoni* Cragin, *Amonia* sp., *Nuculana* sp., *Panopea* sp., *Carbula* sp., *Plectomya rugosa*, *Etallon*, y *Thracia* sp.

Quezada M.J.M., (1975), señala que el ambiente de depósito de estos sedimentos, debió ser el de una plataforma somera con cierta energía mecánica importante, alternándose con facies litorales y lagunares las cuales en ocasiones presentan ambientes reductores, evidenciados por la presencia de pirita, originando una alternancia de condiciones de depósito con o sin energía mecánica y cuya influencia de mares pelágicos está manifestada por la presencia de fauna planctónica.

Esta formación, muy posiblemente sirva para la elaboración de cemento y cal hidratada, pero actualmente sería antieconómica por la infraestructura que se tiene.



Fotografía 9.- Calizas de la formación Uxpanapa que afloran en las inmediaciones del río del mismo nombre.

Formación El Edén (JtKbeCz-Lu)

Butterlin J. et al, (1961), fueron los primeros en reportar esta formación, definiéndolas como unidad de calizas arcillosas y lutitas, ubicándolas para el Kimmeridgiano-Tithoniano superior. Hernández G.R., (1972), las define como lutitas y margas sin nombre, ubicándolas en la parte alta del Cretácico inferior, sin apoyo paleontológico, dando como localidad tipo el rancho Las Palmeras, Ver. Quezada M.J.M. (1975), propone el nombre de formación Margas

El Edén para calizas margosas suavemente plegadas tomando como localidad tipo el afloramiento que se localiza a 4 Km al sur franco del rancho ganadero El Edén.

Finalmente Meneses R.J.J., (1987), la denomina como formación El Edén.

Afloran en la porción suroriental de la carta, al sur del poblado Diez, inmediaciones del poblado El Catorce y El Valle Alto del río Uxpanapa.

La litología consiste de lutitas arcillosas plásticas de color café amarillento, calizas margosas ligeramente arenoso, color gris oscuro, hacia la base se tiene calizas color café crema con intemperismo nodular y conteniendo algunos vegetales carbonizados así como ostracodos, placas y espinas de equinodermos, choftelas, bivalvos, calpionellidos, su estratificación es de 20 cm y 40 cm, así como de cuarzo detritico; al microscopio presenta textura criptocristalina, sus minerales primarios son: Micrita y calcita >75 % y como minerales secundarios tiene minerales opacos <5 % cementados en una matriz calcárea. **(Muestra MI-174) y (Fotografía 10)**

Se observan laminaciones, microlaminaciones, sedimentación interplegada, sedimentación gradada, laminación ondulada y estratificación lenticular.

Concit, S.C. (1989), define que la unidad tiene margas de color gris a gris oscuro de fractura concoidal, en ocasiones nodular, presenta interestratificaciones de lutita gris-gris oscuro y en ocasiones negro, de característica bituminosas con algunos intervalos arenosos, gris, gris oscuro-rojizo, con intercalaciones esporádicas de packstone-grainstone de oolitas, con granos de cuarzo y fragmentos de moluscos.

El contacto inferior es normal con un cuerpo intermedio margoso arenoso que yace sobre la formación caliza Uxpanapa, el contacto superior no se observa por estar cubierto (Quezada M.J.M. 1975).

Concit, S.C., (1989), define que el contacto inferior es concordante con la caliza Uxpanapa y el superior es tectónico con la formación Sierra Madre al no encontrar disarmonía estructural entre las dos unidades, así como de una reducción drástica de espesor de la formación El Edén.

La microfauna determinativa consiste en Calpionella alpina, Calpionella elliptica, Crassicolaria masutiniana, Fibrosphaera sp., y además por sobreyacer a la formación caliza Uxpanapa se asigna una edad del Jurásico superior (Tithoniano) e inicio del Cretácico temprano.

Estos depósitos se formaron en aguas tranquilas sin llegar a cuenca, sin embargo, Mora O.G. (1990), observó en base a la presencia constante de fauna planctónica que la influencia de mares pelágicos estaba presente.

Desde el punto de vista minero la unidad no presenta condiciones de carácter económico en minerales no metálicos y metálicos.

Formación San Ricardo (Khb Ar-Lm).

El nombre de formación San Ricardo fue propuesto por Page J.H., (1921) y continuado por Pike W.R., (1922), cuya localidad tipo se encuentra en la carretera Cristóbal Colón entre el Km 1020-1027.

Richards H.G., (1963), propone el nombre de formación San Ricardo para describir clásticos y carbonatos marinos incluyendo a la parte superior de la formación Todos Santos. Este mismo autor dividió a la formación en tres miembros de la base a la cima: uno lutítico, calcáreo y el otro arenoso. Montes de Oca (1969) al estudiar esta unidad le determinó 2 facies, una de plataforma externa carbonatada y la otra de plataforma interna o terrígena.

Quezada M.J.M., (1975), cambia la localidad tipo proponiéndola en el cauce del río Pueblo Viejo, con base a un mejor control paleontológico y en donde es posible dividirla en miembro inferior calcáreo, un intermedio margoso y un superior arenoso. Recientemente Cartagena H.L. (1980), propone reconocer el miembro calcáreo y margoso como caliza Uxpanapa y margas el Edén, respectivamente, quedando representativo para la formación San Ricardo el miembro arenoso de origen continental. (Cita en Mora G. O.1990)



Fotografía 10.- Calizas, lutitas y margas de la formación Edén, afloran al SE de la carta.

Su distribución en el área es restringida, aflorando en la esquina sur oriental inmediatamente al sur de los poblados, Cinco, Diez, El Once. También queda referido en el frente noroeste del Batolito de La Mixtequita, desde el río Uxpanapa al Valle de Cintalapa, Chis.

Generalmente son: tobas que muestra una textura fluidal, sus minerales primarios son: Cuarzo y plagioclasa,

definida como toba arenosa (**Muestra MI-118**), las calizas tienen textura microcristalina, sus minerales primarios son calcita y micrita con algo de cuarzo; (**Muestras MI-116 y 119**), Andesita porfídica con textura holocristalina (**Muestra MI-81**). Hacia la parte superior de la secuencia se tiene lutitas bentoníticas. (**Fotografía 11**).



Fotografía 11.- Afloramiento de areniscas, lutitas y limolitas de la formación San Ricardo..

Hernández G.R., (1972) la describe con areniscas gris claro a violáceo, de grano medio a grueso, compacta, bien cementado en material arcilloso ferruginoso y siliceo, estratificación en capas de 10 cm a 20 cm, alternan con limolitas rojas a violáceas, arenosas y fracturadas. Hacia la porción inferior señala un horizonte de calizas gris oscuro con ostracodos.

Quezada M.J.M., (1975) describe un miembro inferior calcáreo formados por dos 10 m. de areniscas de grano grueso conglomeráticas de cuarzo blanco y rosadas además de roca ígnea en cementante calcáreo, arenas de grano fino arcillosas y calcáreas de color rojizo.

El espesor de la formación San Ricardo es variable, de 700 m. a 1,500 m.

El contacto inferior es transicional con los lechos rojos de la formación Todos Santos y el contacto superior es transicional con las calizas de la formación Sierra Madre.

Juárez S.J.E. (1986), define que el contacto inferior es discordante tanto con la formación Todos Santos como con la formación El Edén y que el contacto superior se presenta normal con las calizas y dolomías de la formación Sierra Madre.

Cartagena H.L. (1980), señala que existe una discordancia erosional entre la formación San Ricardo y el miembro margoso que considera como formación El Edén. (En Nicolás L.R. et al 1990)

El miembro calcáreo contiene *Rhaxella sorbyana*, *Nauticulina oolitica* y microfauna como *Terebratula*

subsella leymerie, algas como *Goniolina geométrica bouignier*, situándolo en el Kimmeridgiano.

El miembro margoso contiene *Rhaxella sorbyana*, *Globochaeta alpina*, la macrofauna se constituye por pelecípodos y gasteropodos como: *Plectomya rugosa roemer*, *Ptychomya stantoni oraguin*, ubicándola en el Kimmeridgiano Portlandiano

La parte arenosa contiene macrofauna como *Ptychomya stantoni*, *Pleuromya inconstans*. Castillo y Aguilera también incluyen algas *permocalculus* y *chofatella* que corresponden al Tithoniano tardío, ubicando la unidad en el Jurásico superior. Por posición estratigráfica queda referida en el Cretácico inferior (Hauteriviano-Barreniano).

El ambiente de depósito es netamente continental.



Fotografía 12.- Calizas y dolomías de la formación Sierra Madre, que aflora en el poblado El Quince.

Podría tener utilidad en la industria de la construcción como agregados pétreos.

Formación Sierra Madre (Kat Cz-Do)

Esta unidad compuesta principalmente de calizas y dolomías fue definida por primera vez por Bose E. (1906), siendo posteriormente estudiada por diferentes autores, que realizaron trabajos para PEMEX. Debido a la importancia que esta representa con estos trabajos de detalle lograron dividir a esta en tres miembros que son: Canthelá, Cintalapa y Jolpabuchil, (Nicolás L.R., et al; 1990), en el área de estudio solamente se encuentran aflorando los dos primeros miembros, en el presente estudio estos dos miembros se trabajaron como una sola unidad.

Las mejores exposiciones de esta formación están en: El Río Jaltepec-La Victoria en el flanco norte del Batolito de la Mixtequita, así como la porción suroriental de la carta a lo largo de los Poblados Uno al El Quince, bordeando a la Sierra de Tres Picos (**Fotografía 12**).

Se encuentra conformada generalmente por calizas y dolomías, donde es posible apreciar una abundancia de fragmentos de gasteropodos, miliolidos y biógenos, rocas que son de color gris claro a gris oscuro y crema, presentando gran cantidad de vetillas de calcita lo que evidencia que la roca en algunos lugares se encuentra fuertemente tectonizada; el espesor de los estratos varía de 0.20 m a 1.0 m. El espesor total de esta unidad varía de 200 a 400 m. Petrográficamente ha sido descrito como caliza, calizas micríticas y biomicríticas, compuesta por calcita como mineral esencial y minerales opacos, con textura criptocristalina a microcristalina. (**Muestras MI-76, 77, 84 y 158**).

En la Cuenca de la Depresión Ístmica se encuentra sobreayendo en discordancia erosional a las formaciones La Victoria y Paso de Buques; mientras que en la Cuenca de la Sierra de Chiapas esta cubre de igual manera a la formación San Ricardo, siendo cubierta de igual forma por la formación Méndez en ambas cuencas.

El rango de edad para esta formación se extiende del Albiano al Turoniano, tomando como base las dataciones efectuadas por Nicolás L.R., et al, (1990), en la microfauna contenida en los miembros Canthelá (*Cnonodronta sp.*, *Toucasia sp.*, *Nerinea sp.*, *Toucasia cf. t. Texana Roemer*, *Nerinea cf. N. Occidentalis statom*) y Cintalapa (foraminíferos bentónicos, fragmentos de ostrácodos, miliólidos *Cuenolina sp.*, *Textularia sp.* y algas *solenoporáceas*, no teniéndose fósiles índices).

Se correlaciona con las formaciones *Teposcolula* de la Cuenca de Tlaxiaco, *Morelos* de la Plataforma Guerrero Morelos, *Orizaba* de la Cuenca Zongolica y con la caliza El Abra de la Plataforma Valles-San Luis Potosí.

Estos sedimentos carbonatados presentan un ambiente de depósito de una plataforma marina, con zonas de alta y baja energía, en las que se tiene facies lagunares, evaporíticas, así como algunos desarrollos arrecifales aislados.

Por las características físicas y químicas que presenta esta formación es muy favorable que pueda ser utilizada en la industria de la construcción, para elaborar cal hidratada, cal agrícola, mármol y agregados pétreos.

Granodiorita (Tom -Gd).

No existe una definición formal de estas rocas, debido a la poca importancia que muestran los cuerpos graníticos para los investigadores que han estudiado la región del Sur de México, generalmente son escasos los trabajos realizados sobre estos, solamente los describen en la mayoría de los informes geológicos como una unidad litológica diferente. Ham J.M.W., (1980), señala la presencia de rocas ígneas intrusivas que gradúan de plutónicas a hipabisales están

formadas por granitos y granodioritas en el área de Guelatao en el Estado de Oaxaca.

Afloran en la esquina sur-occidental de la carta, en las inmediaciones de Santa María Asunción Cacalotepec, Santiago Malacatepec, San Juan Metaltepec y San Juan Río Choapan.

Consta de granodioritas de biotita-hornblenda, pórfidos granodioríticos, con fenocristales euhedrales de plagioclasa sódica y ferromagnesianos, con gradaciones a granitos megascópicamente la textura granular, formada por cristales euhedrales y subhedrales de plagioclasa sódicas (andesina u oligoclásica, biotita y hornblenda), en López A.F., 1986. Por petrografía lo clasifican como granito calcoalcalino y pórfido dacítico en las muestras enviadas, presentando textura granular alotriomórfica, teniendo como minerales principales ortosa, oligoclásica, cuarzo, biotita, granate y esfena, como minerales secundarios presenta clorita, minerales opacos y arcillosos. (**Muestras MI-111, 113, 115**).

Consiste de troncos y apófisis de forma irregular que afectan, a los esquistos Paleozoicos de Sierra de Juárez y a la secuencia vulcanosedimentaria de la formación Todos Santos.

Al noroeste de Santiago Zacatepec, se tienen dataciones radiométricas con edades de 27.9 ± 1.8 m.a (Oligoceno) y 18.3 ± 7 m.a (Mioceno) y en las inmediaciones de Asunción Cacalotepec 14.2 ± 7 m. a. I. M. P. (1984)

Son rocas que forman parte de un arco magmático, generándose en la zona de Benioff, emplazándose como cuerpos plutónicos a través de fallas, fracturas, atravesando las rocas adyacentes en Ham J.M.W., (1980).

Estas rocas al estar en contacto con las rocas carbonatadas y terrígenas han formado zonas de metasomátismo de contacto observándose zonas de diseminación de sulfuros, silicificación y oxidación, que son indicios de mineralización y que pueden ser áreas prospectivas.

Toba Andesítica -Andesita (Tem TA-A)

Consisten en una serie de rocas andesíticas y dacíticas que se encuentran distribuidas en la porción sur-occidental de la carta Minatitlán.

Estas rocas afloran en la porción sur occidental de la carta, entre los límites de la carta Minatitlán y Oaxaca, al noroeste del poblado de San Sebastián dentro del Estado de Oaxaca. Se presenta en el área de estudio en dos cuerpos alargados de rumbo norte-sur, con dimensiones de 7 Km y 5 Km de largo x 3 Km de ancho.

Estas rocas presentan color claro pardo, estructura compacta, textura tobácea, megascópicamente se le observan plagioclasas.

Al microscopio, sus componentes principales son vidrio y cuarzo que se encuentran en cristales diseminados y formando la matriz de la roca; Oligoclase que se encuentra en microlitos y en escasos fenocristales diseminados y sanidino que se encuentra en esferolitos radiales diseminados en la roca. Se clasificó como dacita y toba dacítica. (**Muestras MI-94 y 98**)

Este paquete de rocas se encuentra descansando discordantemente sobre las rocas intrusivas de edad Oligoceno-Mioceno; su contacto superior no es observable ya que el área de estudio no descansa ninguna otra unidad sobre estas rocas.

En base a que a las rocas intrusivas del área de estudio por dataciones radiométricas se les ha considerado del Oligoceno-Mioceno, a estas rocas volcánicas por correlación se les considera del Mioceno medio ya que están descansando sobre las rocas intrusivas.

Son rocas formadas por volcanismo piroclástico y derrames a través de fallas y fracturas.

Estas rocas presentan interés minero en el aspecto no metálico, ya que pueden ser utilizadas en la industria de la construcción como agregados pétreos y cantera.

III.2.5- Cuenca de Zongolica

Formación Orizaba (Ka Ce-Cz).

Viniegra, F. O. et al, (1959), propusieron este nombre a una secuencia de carbonatos arrecifales y subarrecifales de edad Cretácico inferior, ubicando su localidad tipo en el Cerro de Escamela al noreste de la ciudad de Orizaba, Ver. (En Nicolás L.R., 1990).

Aflora en la parte noroccidental de la carta, así como en la esquina suroccidental en las inmediaciones del poblado San Sebastián, al occidente del poblado de Santa María Alotepec y principalmente en el Cerro La Malinche.

Mostrándose además al occidente de la carta como una franja elongada con dirección noroeste-sureste a lo largo de 30 km aproximadamente.

Constituida por calizas dolomíticas de color café claro, con textura microcristalina a sacaroide, presenta fracturillas llenas de calcita, sus estratos tienen un espesor que varían de 0.5 m. a 2.0 m, hacia la parte media se observan calizas de toucasias y miliólidos, con intercalaciones de dolomías café con textura sacaroide muy fracturadas, presenta espesor mayor a 1000 m. (**Fotografía 13**).

Petrográficamente presenta microtextura en mosaico, siendo sus minerales principales calcita y dolomita y como minerales secundarios óxidos de fierro cementados en una matriz calcáreas. (**Muestra MI-25**)



Fotografía 13.- Afloramiento de rocas carbonatadas de la formación Orizaba Ver.

Sobreýace en discordancia angular a la formación Todos Santos y subyace en discordancia paralela a la formación Atoyac del Cretácico superior.

En base a la fauna que contiene se le ha asignado una edad de Albiano-Cenomaniano; la que está representada por los siguientes fósiles: *Nummoloculina heimi*, *Dicyclina cuenolina*, *Dicyclina schlumbergeri*, *Cuneolina* sp. *Valvulamina picardii* se correlaciona con la formación Cantelhá en Chiapas y con la caliza El Abra de la Plataforma Valles-San Luis Potosí.

Por sus características petrográficas, microfauna y por la presencia de rudistas se infiere un ambiente de plataforma carbonatada sin aporte de terrígenos con desarrollos arrecifales con zonas de alta y baja energía.

Parte de esta formación principalmente en su facies arrecifal es importante para ser explotada como roca dimensionable, mientras que donde se presenta dolomitizada, permite ser extraída fácilmente para ser empleada como agregado pétreo y posiblemente cal agrícola.

Formación Atoyac (Kcm-Cz)

Viniegra F.O. et al, (1956), define como formación Atoyac a una secuencia carbonatada que aflora en la Sierra de Atoyac, Ver., a 20 km al este de la ciudad de Córdoba, Ver.

Aflora en la parte noroccidental de la carta, en la cercanía de los poblados San Felipe de la Peña, Monterrosa y San José Río Manso.

Está formada por una gruesa secuencia de calizas de color café claro a gris oscuro, en donde podemos observar una fauna abundante conformada por radiolarios, miliolídos, fragmentos de algas, pelecípodos, placas y espículas de equinodermos y ostracodos, en algunos afloramientos de este paquete de calizas se ha observado la presencia de chapopote (en el poblado Agua Fría), en forma de relleno de fracturas y líneas estilolíticas, da un olor fétido al golpe del martillo, aflora en estratos de 0.20 m. a 2.0 m. el espesor de esta secuencia es de aproximadamente 500 m. (**Fotografía 14**). Al microscopio presenta textura microcristalina, siendo la calcita y micrita el mineral esencial y cuarzo como secundario. **Muestras MI-1,10,11.**



Fotografía 14.- Caliza de la formación Atoyac donde se aprecia abundancia de fauna, afloramiento en la región de Playa Vicente, Ver.

El contacto inferior no se puede definir con exactitud debido a la similitud que existe en la litología de esta formación con la subyacente que es Orizaba, pero se infiere que es discordante paralelo, mientras que el superior es concordante y transicional con la formación Méndez.

Se le ha asignado una edad de Campaniano-Maestrichtiano, por la presencia de *Cuneolina* sp., *Valvulamina* sp., *Dicyclina* sp., *Chubbina* sp. Se le correlaciona con la formación Angostura que aflora en la Sierra de Chiapas.

Al igual que la formación Orizaba, este paquete se depositó en un medio sedimentario de aguas tranquilas, típicas de una plataforma marina somera.

Por las características físicas que presenta de color y textura puede ser explotado como roca dimensionable, conteniendo además horizontes de caliza dolomítica que pueden ser empleados para elaborar cal agrícola.

Formación Méndez (Kcm Lu-Ar)

Muir J. M., (1936) describe margas sobre la formación San Felipe y sus afloramientos se encuentran a 300 m. al

este de la Estación Méndez, San Luis Potosí. Sánchez M. O. (1969), considera como formación Méndez a margas y lutitas de color gris, que incluyen areniscas correspondientes al Cretácico Superior en el estado de Chiapas.



Fotografía 15.- Alternancia de lutitas, areniscas y horizontes de margas de la formación Méndez área Río Manso.

Se observan una serie alternante de lutitas y margas, y lutitas arenosas de color gris oscuro en capas delgadas. Presentan sedimentación gradada y lenticular sus estratos varían de 5 cm. 15 cm. Observándose cuerpos masivos en forma de bloques con espesores de 2 m. a 3m; también se observan filitas y pizarras considerada como Méndez metamorfosada.

Se encuentran distribuidas en la porción suroriental de la carta, conformando una franja que rodea a los sedimentos de la formación Sierra Madre, en los alrededores de Chuniapan de Arriba, Benito Juárez, sobre el río Chalchijapa y Coatzacoalcos, así como en el frente oriental del Batolito de La Mixtequita.

Aflora también en la parte nor-occidental entre las inmediaciones de los poblados El Nigromante y Tomate Río Manso en el cauce del río Uxpanapa y al noroeste de la Sierra de Chiapas en las inmediaciones de las poblaciones de Belisario Domínguez y Palancares. (**Fotografía 15**).

Consiste de: margas con intercalaciones de areniscas en capas delgadas color gris oscuro que intemperiza a café claro, teniendo fragmentos subangulosos a subarredondados de 10 cm a 50 cm de diámetro de calizas de la formación Sierra Madre.

Las areniscas son de grano fino a medio, cuarcíferas, de color gris claro a café grisáceo, con intercalaciones de lutitas y limolitas. En las areniscas se observan algunas laminaciones con ciclos de sedimentación gradada, así como sedimentación cruzada y lenticular. La estratificación es de 5 cm. a 15 cm siendo comunes los

cuerpos masivos a manera de bloques con espesores de 2 m y 3 m. Petrográficamente presenta textura criptocristalina, teniendo como minerales esenciales Calcita y cuarzo, como accesorios minerales opacos. (**Muestras MI-33**), otras litologías determinadas corresponden a cuarcitas (**Muestras MI-68 y 70**).

Esta formación sobreyace de forma transicionalmente sobre la formación Sierra Madre y su contacto superior también es transicional a las lutitas Nanchital del Paleoceno-Eoceno.

Con base en la presencia de la fauna *Heterohelix globulosa*, *Globotruncana lineana*, *Globotruncana fornicata* y *Globigerinoides* sp., se considera de edad Campaniano-Maestrichtiano.

El ambiente de esta formación ha sido objeto de discusión: Chirinos P.G.F. (1966) en el área de Malpaso la considera cercana a la costa con frecuentes transgresiones y regresiones. Hernández G.R. (1970) quien la considera nerítico con fluctuaciones cortas y frecuentes. López O. J. L.(1973) en los pozos Cerro Nanchital, Río Playas y Pedregal los supone de cuenca; Mora O.G (1990), opina que esta formación varía en ambiente dependiendo de su posición geográfica, frecuentemente corresponde a cuenca.

Formación Chicontepec (Tpa Lu-Ar)

Dumble E.T.(1918). propuso este nombre a sedimentos terrígenos que afloran cerca de Chicontepec, Ver. (En Nicolás L.R., 1990).

Afloran en la parte noroccidental de la carta, cubriendo un área muy restringida en las inmediaciones de los poblados de Arroyo Limón, Lázaro Cárdenas, Arroyo Zacate.

Está constituido por una alternancia de areniscas y lutitas, las areniscas son de color café amarillento, de grano fino a medio afloran en estrato de 0.10 m. a 0.20 m y las lutitas son de color gris verdoso con estratificación delgada, con algunos horizontes conglomeráticos intercalados, formados por fragmentos subarredondados de caliza y cuarzo; por ser muy restringido su afloramiento su espesor no fue determinado. (**Fotografía 16**). Petrográficamente fue clasificada como arenisca y wacka lítica que presentan textura epiclástica, sus minerales esenciales son cuarzo y plagioclasa y los accesorios son óxidos de fierro. (**Muestras MI-7,8**).

Sobreyace en discordancia estratigráfica a los sedimentos Cretácicos y es cubierta parcialmente por sedimentos terrígenos del Mioceno.

Fue datado por el fósil *Globorotalia trinidadensis*, asignándole una edad del Paleoceno, misma que es apoyada por la horizontalidad de sus estratos sintectónicos debido a que esta ya no fue afectada por la Orogenia

Laramide, considerada en la región como postorogénica; se correlacionan con terrígenos de similar litología y edad que afloran ampliamente en la cuenca Tampico-Misantla.



Fotografía 16. Alternancia de lutitas y areniscas de la formación Chicontepec.

Su ambiente de depósito corresponde a depósitos marinos con gran aporte de material terrígeno que impidieron el desarrollo de carbonatos.

Por la litología que la conforma carece de importancia geológico-minera.

Granito-Granodiorita (Tom Gr-Gd).

Esta unidad fue estudiada en la zona durante el desarrollo de la carta geológico-minera Xochiapa, (C.R.M., 1995). Donde la clasifican como un granito en la parte central (Arroyo Blanco) con variaciones a Granodiorita en el camino a San Juan del Río Choapan.

Consta de dos pequeños apófisis que afloran en la parte centro-occidental de la carta, en las inmediaciones de San Juan Río Choapan, Arroyo Tomate y Arroyo Blanco.

Su litología consiste de granitos y granodioritas. Se presentan en forma de troncos y diques que atraviesan a los esquistos paleozoicos del Complejo Sierra de Juárez y a la formación Todos Santos y recristaliza parcialmente a las rocas carbonatadas del Albiano-Cenomaniano de la formación Orizaba.

Por similitud litológica con cuerpos intrusivos cercanos que están datados por radiometría y por la posición estratigráfica se le ha asignado una edad de Oligoceno-Mioceno, se correlaciona con los afloramientos de la parte suroccidental de la carta.

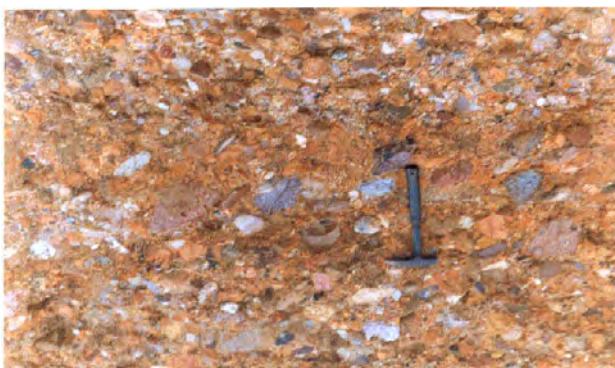
Son rocas que forman posiblemente parte de un arco magmático y se emplazan como cuerpos Plutónicos en forma de stocks o troncos y diques, a través de fallas y fracturas y atraviesan a las rocas adyacentes.

Estas rocas al estar en contacto con rocas carbonatadas y terrígenas han formado zonas de metasomátismo de contacto dolomitización y recristalización, observándose zonas de vetillas, silificación y oxidación con indicios de mineralización que puede presentas zonas prospectivas.

III.2.6 . Cuenca Terciaria del Golfo

Formación Conglomerado Uxpanapa (Cgp-Lu).

Abadilla Q. A., (1922) nombra por primera vez a la formación Conglomerado Uxpanapa, refiriéndose a un conglomerado constituido por guijarros bien redondeados de 1 cm a 10 cm de diámetro, derivados de rocas ígneas y de cuarzo, con matriz arenosa; y posteriormente por Benavides G.L., (1956), como localidad tipo, los afloramientos localizados en un tramo del río Uxpanapa, a unos 3.5 Km



Fotografía 17. Conglomerado polimítico con clastos de 2 cm. a 30 cm, cementados en una matriz arenosa, de la formación Conglomerado Uxpanapa, que aflora en las inmediaciones de Cuauhtémoc.

Los autores anteriores mencionan como característica notable de este conglomerado la casi total ausencia de cantos de calizas y lo sitúan en la columna estratigráfica como la base del Eoceno, estimándole espesores del orden de 130 m. y 150 m.

Su distribución en el área se encuentra expuesta en la porción sur de la carta, en el cauce del río Coatzacoalcos, en las inmediaciones de los poblados Ramos Millan, Veinticuatro de Febrero y San Miguel. Cuauhtémoc al occidente de Ricardo Flores Magón

Su litología consiste de fragmentos arredondados de color rojizo de rocas ígneas intrusivas y extrusivas principalmente, cuyo diámetro varía de 2 cm hasta 30 cm con ausencia de clastos de caliza, observándose en algunas ocasiones buena estratificación; incluyéndose algunos niveles de lutitas muy alteradas de color café, intemperizado y contaminado por bentonita, encontrándose en capas laminares de 2 cm a 5 cm los cantos del conglomerado se encuentran regularmente compactados en una matriz arenosa rojiza que en ocasiones constituyen un porcentaje mayor al de los cantos en el total del volumen

de afloramiento. Al microscopio se ha descrito como arenisca lítica, presentando como minerales esenciales fragmentos de roca, cuarzo, feldespato potásico y biotita, los minerales secundarios son óxidos de fierro (**Muestras MI-75 y 79**)

Sus contactos inferior y superior son discordantes el primero es por falla inversa con la formación Méndez metamorfoseada, y en parte por falla lateral izquierda con la formación Sierra Madre, mientras que el superior esta enmascarado por los sedimentos del Pleistoceno.

Su edad Eoceno inferior es inferida y solo se tiene como base en su similitud litológica con aquellos conglomerados bien controlados por estratigrafía en áreas adyacentes.

Aunque su color rojizo y su litología nos sugieren un ambiente continental, se trata de sedimentos gruesos de origen continental depositados en fosas tectónicas de ambientes marinos, obedeciendo a una mecánica de los depósitos flysch.

Esta unidad carece de importancia geológico minera.

Formación Lutitas Nanchital, (TeLu- Cgp).

Abadilla Q.A. (1922), reconoce dos cuerpos litológicos para el Eoceno, el inferior consiste de lutitas y areniscas, el superior de conglomerados. Abadilla Q.A. (1924), a estas mismas secuencias les llamó series Río Nanchital y Conglomerados Monte Nanchital correspondientes al Eoceno-Oligoceno. (En Mora G. O. 1990)

Tschopp H.J. (1923), incluye las dos unidades anteriores con el nombre de Conglomerado Nanchital. Tschopp H. J. (1924), nuevamente separa a las series del Río Nanchital y los conglomerados los cuales incluye dentro de las series



Fotografía 18.- Alternancia de lutitas y areniscas de la formación Nanchital.

Cascajal del Oligoceno. Tschopp H.J., (1926), propone que el Eoceno incluya a las lutitas Nanchital Inferior, Conglomerados Uxpanapa y Lutitas Nanchital Superior. Quezada M.J.M.,(1975), considera a las Lutitas Nanchital

como del Paleoceno-Eoceno puesto que el contacto entre estas dos unidades no es fácilmente reconocible, el Conglomerado Nanchital se considera un miembro de la formación Lutitas Nanchital puesto que se encuentra intercalado en esta. (**Fotografía 18**).

Esta formación aflora en el área del Cerro Nanchital y Cerro Pelón en el frente de la Sierra de Chiapas.

Su litología consiste de lutitas calcáreas de color gris verdoso, muy plástica, suave y deleznables, presentan intemperismo nodular y capas de 2 cm a 3 cm de espesor.

El contacto inferior es discordante con la formación Méndez, mientras que el superior es transicional con la formación La Laja y en algunos afloramientos se encuentra intercalada con el Conglomerado Uxpanapa.

La edad de esta unidad fue asignada por López O.R. (1965), que reporta *Globorotalia pseudomenardii* y *Globorotalia Velascoensis* que corresponden al Paleoceno medio y tardío y *Globorotalia*, sp, que lo ubica en el Eoceno temprano, *Globorotalia aspensisbulbroki*, *Globigerina boweri* que corresponden al Eoceno medio, *Globorotalia centralis*, *Globigerapsis kugleri* y *Hantkenina albamensis* y de manera general se puede decir que va del Paleoceno al Eoceno.

El ambiente para esta unidad se considera que es batial.

No presenta interés minero alguno.

Formación La Laja (To Lu-Ar)

Fue nombrada por Burnett B.J., (1923), como Lutitas La Laja a rocas que afloran en el arroyo La Laja en la región de Depósito Veracruz de edad Oligoceno inferior y medio.

Estas rocas afloran en la esquina sur oriental de la carta, al sureste del Cerro Nanchital, en una franja con un rumbo general noroeste-sureste, con una longitud aproximada de 24 Km y en las inmediaciones del poblado Alto Uxpanapa presentando una orientación noroeste-sureste, cubriendo una superficie total de 170 km², en la región del Soconusco, Cerro Pelón y Nanchital. (En Mora G.O.1990)

La litología consiste de areniscas y lutitas, ocasionalmente calcáreas en capas de 10 cm. a 40 cm, junto a las lutitas cambian a limolitas blancas con contenido calcáreo expuestas en capas de 5 cm a 15 cm, presentan colores gris verdoso, gris claro y azul.

Su contacto inferior es transicional con las lutitas Nanchital y su contacto superior es discordante con la formación Depósito, debido a la frecuente ausencia del Oligoceno superior.

La edad de esta unidad ha sido dada localmente mediante una sucesión de foraminíferos bentónicos tales como *Cyclogryra cf. angigyra*, *Cyclogryra archimides*, *Cibicides* sp., *Truchaminooides* sp., *Valvulina pennatula*, *Valvulina chirana*, *Cibicides distamplei*, *Girodinoides giradana*, *Textularia nipeensis*, que en ocasiones corresponden al intervalo comprendido entre el Oligoceno temprano y medio, los planctónicos son *Cassigerinella chipolensis*, *Pseudohastigerina micra* y *Globigerina ciperoensis*.

Su ambiente de depósito con base a su abundancia de fauna planctónica corresponde a cuenca.

Carece de importancia minera.

Formación Depósito (Tm Lu-TR)

Uno de los primeros autores en utilizar el nombre Depósito fue Gibson J.B. (1936), describiéndola como series pertenecientes al Oligoceno. Castillo T.C. (1955), la describe como formación e indica que pertenece al Oligoceno superior. Benavides L. (1956), hace un trabajo más detallado e indica que esta formada por lutitas color gris a gris azulado, ligeramente arenosas, bien estratificadas, con intercalaciones de cenizas volcánicas. (En Miranda C. E. 1982)

Se encuentra expuesta en diferentes áreas dentro de la carta; al suroriente de en las inmediaciones de los poblados Emiliano Zapata, Modelo Dos Ríos, Niños Héroes; al nororiente en las inmediaciones de los poblados Rancho Nuevo y Agua Fría, así como al noroccidente, al norte de Zapotitlán; al norte y noroeste de Dehesa, como también al noreste central de la carta. (**Fotografía 19**).



Fotografía 19.- Lutitas, areniscas y tobas riolíticas, de la formación Depósito (Autopista Acatlán-Córdoba Ver.)

En general consiste de una secuencia de lutitas grises compactas, micacíferas, bien estratificadas con intercalaciones de tobas y cenizas volcánicas. Su parte superior es más arenosa, existiendo cuerpos de areniscas que en ocasiones están impregnado de hidrocarburos. En este trabajo se observó que esta la formación está

constituida principalmente por lutitas y areniscas, predominando más las lutitas. Las lutitas están constituidas por arcillas muy finas a medio de color gris a gris azuloso, presentan buena estratificación con espesores que varían de 10 cm. a 60 cm muy plásticas. Las areniscas se observan muy intemperizadas, constituidos por arenas finas a media, de color crema a naranja, bien estratificadas con espesores variables de 20 cm. a 30 cm. Su espesor máximo se considera del orden de 1500 m.

Petrográficamente fue descrita como toba vítreo con textura criptocristalina, teniendo como minerales esenciales: vidrio y minerales arcillosos y como secundarios presenta minerales opacos. (**Muestra MI-14 y MI-73**), esta última fue clasificada como una wacka lítica.

Hacia el sur y oriente del área de estudio, esta formación descansa discordantemente sobre rocas Oligocénicas de la formación La Laja, le sobreya concordantemente la formación Encanto.

La formación contiene abundante fauna planctónica, como las especies de foraminíferos: *Praeorbulina glomerosa* Blow (1956), *Catapsydrax stainforthi* Bolli, Loeblich et al. (1957), y *Catapsydrax dissimilis* Cushman et al. (1937), que permiten asignar a esta unidad 4 biozonas: de la Biozona de *Catapsydrax dissimilis* a la biozona de *Praeorbulina glomerosa*, que ubican a esta unidad dentro de la serie del Mioceno inferior.

Por su contenido faunístico bentónico, como las especies de foraminíferos: *Gyroidinoides broeckiana* (Karrer), y *Heterolepa granosa* (Reuss), su relación con los planctónicos y sus caracteres litológicos, se considera que estas rocas corresponden a un medio mesobatial. (En Miranda C. E. 1982)

Formación Encanto (Tm Lu-Ar)

J.B. Gibson (1936), describió la formación Encanto como una secuencia de aproximadamente 200 m de espesor, compuesta por areniscas azules y cafés, de granos finos y gruesos, y pizarras arcillosas muy arenosas. Castillo T.C. (1955), y Benavides L., 1956, hicieron una descripción más completa de la formación. (En Miranda C. E. 1982)

Tiene su localidad tipo en el anticlinal del Encanto situado en la ranchería "El Encanto", a 7.5 Km al suroeste de la desembocadura del arroyo Chichigapa afluente del río Uxpanapa, y aproximadamente a 20 km al sureste de la ciudad de Minatitlán, Ver., también aflora así como en las inmediaciones de Sayula de Alemán y entre Jáltipan y Acayucan, Ver. así como en Achotal de Moreno y El Juile.

Observándose a nivel de afloramiento una alternancia de lutitas, areniscas y arenas de grano fino a medio. Las lutitas son de color gris azuloso de grano fino, plásticas.

Las areniscas son de grano medio a grueso principalmente, con granos de cuarzo, de color naranja a crema, poco compacta. (**Fotografía 20**). Petrográficamente se ha descrito como wacka lítica y arenisca cuarzofeldespática, teniendo como minerales esenciales cuarzo, pedernal y feldespato y como minerales secundarios epidota, limonita y hematita (**Muestra MI-29 y 31**).

Aparece descansando concordantemente sobre la formación Depósito y su cima es concordante sobre la formación Concepción Inferior.

Litológicamente es difícil diferenciar sus dos contactos, reconociéndose únicamente por la fauna bentónica característica, como la especie *Siphouvigerina auberiana* (d'Orbigny).

Presenta un contenido faunístico planctónico característico, como son las especies *Globorotalia siakensis* Le Roy (1939), y *Globorotalia fohsirobusta* Bolli, (1950), que permite establecer en esta unidad 4 biozonas: desde la inferior, Biozona de *Globorotalia fohsi peripheroronda* hasta la Biozona de *Globorotalia siakensis*, limitando y ubicando a esta unidad en el Mioceno medio. (En Miranda C. E. 1982)

Relacionando las variaciones sedimentarias presentes con la fauna bentónica así como planctónica, se deduce que en



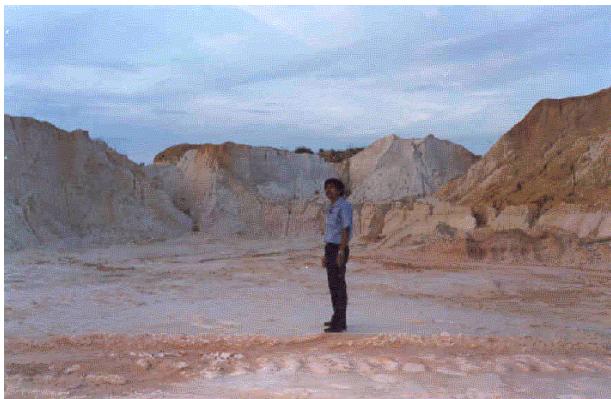
Fotografía 20. Afloramiento de lutitas y areniscas de la formación Encanto, río Coatzacoalcos

la región occidental la formación presenta rocas y sedimentos, originalmente depositados en un medio circalitoral a infralitoral de pendiente suave. En la región oriental se observan rocas cuyos sedimentos fueron depositados en aguas más profundas, probablemente en un medio circalitoral-epibatial.

Formación Concepción (Tm-Ar-Lu).

Esta unidad fue descrita por J.B. Gibson (1936), como una serie de arcillas apizarradas azuladas con algunos gasterópodos en la base, con afloramientos en la región de Concepción, Ver., así como también en la región de Jáltipan y Sayula, Ver.; y al suroeste de la región de Los Tuxtlas. (En Miranda C. E. 1982)

La formación fue estudiada por primera vez en la región de Concepción, Ver; de donde toma su nombre, sobre la margen derecha del río Uxpanapa, a unos 24 km al sureste, de la ciudad de Minatitlán, Ver. Los mejores afloramientos se encuentran en las cercanías de los poblados de Nuevo Morelos, Benito Juárez, la Nueva Raza, Guadalupe Victoria, Loma Bonita, Lázaro Cárdenas, Villahermosa y Peña Amarilla, mostrándose al occidente en las inmediaciones de los poblados Nuevo Ocotlán, Francisco Villa, Nuevo Ixcatlán, Nuevo Progreso, El Vergel y San Felipe Zihualtepec; afloramientos en la porción centro-oriental en los poblados Ojo de Agua, La Victoria López Mateos, La Guadalupe, Cinco de Febrero, Niño Artillero y Carolina Arroyo, y nororiente de los poblados El Valedor, Chichigapa y Cuauhtémoc. (**Fotografía 21**).



Fotografía 21.- Bancos de arena sílica, que se utilizan para la elaboración del vidrio .

La parte basal de la formación consiste de lutitas gris claro, ligeramente calcáreas, micacíferas, mal estratificadas, muy fosilíferas, presentando en ocasiones fracturas llenas de yeso. Ocasionalmente se presentan intervalos interestratificados de arenas gris claro de grano fino. Hacia la cima las lutitas se vuelven gradualmente más arenosas llegándose a presentar cuerpos de arenas y areniscas de grano fino con cristales de cuarzo. Su coloración varía de color naranja en ocasiones rojiza, poco compacta a deleznable. Tiene un espesor aproximado de 600 m.

Descansa normalmente sobre la formación Encanto y es concordante con la formación Filisola que le sobreyace. Contiene especies bentónicas características como

Lenticulina thalmanni. (Hessland) Baker (1960), y *Astacolus cristí* Skinner, 1963 (En Miranda C. E. 1982)

Esta unidad es assignable a la parte alta del Mioceno superior, ya que la fauna encontrada, como las especies *Globorotalia acostaensis* y *Sphaeroidinellopsis subdehiscens* (Blow, 1959), son referibles a la Biozona de *Globorotalia acostaensis* perteneciente a esta serie.

Por sus características litológicas, su fauna bentónica y su relación con las especies planctónicas encontradas, se deduce que pertenece a un medio de depósito epibatial - circalitoral.

Esta formación presenta gran interés de para la explotación de arena sílica.

Formación Filisola (Tm-ar-Lu)

No se sabe con seguridad quién propuso el término formación Filisola pero J.B. Gibson (1936), fue uno de los primeros en publicarla aunque con el vocablo de "Series" y la describió como una serie compuesta predominantemente de arenas amarillas, pardas y verdes, sin fósiles, que afloran en la región de Filisola, Ver. L. Benavides (1956), hizo una descripción más detallada de los afloramientos observados en el área de Cabritos-Tecuanapa (En Miranda C. E. 1982)



Fotografía 22.- Afloramiento de arenas sílicas y algunos horizontes de lutitas de la formación Filisola.

Su localidad tipo se encuentra en la región de Filisola, Ver., sobre los márgenes del río Uxpanapa, aproximadamente a 25 km al sureste de la ciudad de Minatitlán, Ver.

Estos afloramientos se encuentran expuestos en la esquina nor-oriental de la carta en áreas restringidas.

Se caracteriza por estar constituida predominantemente por potentes espesores de arenas cuarcíferas de grano fino a grueso, de color gris claro, en ocasiones bien estratificadas, con delgadas intercalaciones de lutitas suaves de color gris azuloso. (*Fotografía 22*).

A nivel de afloramiento estas rocas presentan coloraciones café claro a naranja, con intemperismo medio, poco compacta. Hacia la base se presentan cuerpos de areniscas calcáreas.

Su espesor varía de 200 m. a 300 m pudiendo ser aún mayor.

Sobreyace normalmente a la formación Concepción Superior, distinguiéndose este límite por la entrada abrupta y continua de arenas. Su límite superior es concordante con la formación Paraje Solo y se coloca inmediatamente debajo de la aparición de los cuerpos arcillosos con intercalaciones variables de arenas pertenecientes a la formación Paraje Solo.

Debido a sus características sedimentarias, esta unidad no contiene fauna determinativa; por lo tanto, basándose en el hecho de que la formación subyacente (Concepción Superior) ha sido ubicada dentro de la Serie del Mioceno superior, se supone que esta pertenece al Plioceno. Las características sedimentarias de esta unidad denotan un ambiente de alta energía, perteneciente probablemente a un medio infralitoral.

Esta formación es muy importante en el aspecto de minerales no metálicos ya que es una de las formaciones que producen la mayor cantidad de arena sílica en el área.

Formación Jaltepec (Tpl Cgp-Ar)

Fue descrita por González A.J. (1968), quien identificó con este nombre a una secuencia de conglomerados formados por cantos rodados de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias de 10 cm a 20 cm de diámetro, con matriz arenosa, intercalado con arenas y limolitas con material vegetal. La localidad tipo se encuentra en el río Jaltepec cercano a la colonia Jaltepec, Candoyoc, en los límites de los estados de Veracruz y Oaxaca.

Aflora ampliamente en la parte noroccidental de la carta.

La litología de este paquete la conforman cuerpos de conglomerados mal consolidados de color rojizo, formados principalmente por clastos de cuarzo, gravas y gravillas de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias de 10 cm a 20 cm de diámetro, con matriz arenosa en los que se intercalan arenas y limolitas con pequeños horizontes de materia vegetal carbonizada. (*Fotografía 23*).

El contacto inferior es discordante ya que está cubriendo de manera irregular a las formaciones Jurásicas, Cretácicas y Terciarias antes descritas, por ser la formación más reciente no tiene contacto superior.

Por su posición estratigráfica Quezada M.J.M.(1975), ubica a esta formación en el Plioceno, se le correlaciona con depósitos lacustres de la Cuenca de Zongolica.



Fotografía 23.- Areniscas y conglomerados con algunos horizontes carbonosos; de la formación Jaltepec.

Por sus características litológicas se deduce que el ambiente de depósito es de tipo continental.

Por su litología que presenta esta formación es susceptible para ser utilizada en la industria de la construcción.

Formación Paraje Solo (Tpl Ar-Lu)

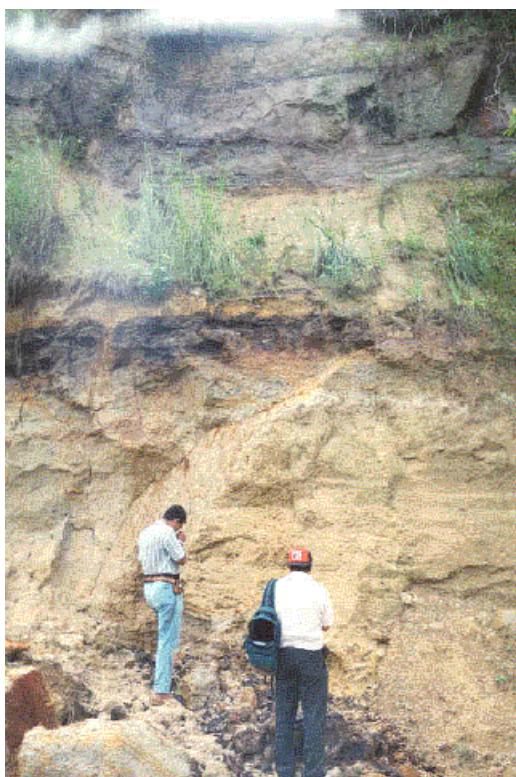
Lesniak S.W.(1942), propuso el término formación Paraje Solo para designar con él a una serie de arenas masivas, arcillosas y miembros ligníticos intercalados que afloran en la región de Paraje Solo, Municipio de Moloacán, Ver. designando este lugar como localidad tipo. J.B. Gibson (1936), la describe en la región de Jaltipan y Rodríguez Clara, Ver. como "areniscas grises, verde-amarillentas y pardas, con intercalaciones de lignito y lentes de grava, presentando fauna del Mioceno medio compuesta por moluscos" (En Miranda C. E. 1982)

Se considera como tal la región de Paraje Solo, dentro del municipio de Moloacán, Ver., en la esquina nor-oriente de la carta.

Esta formación predominantemente de una alternancia variable de arenas y arenas de color gris verdoso, lutitas en ocasiones arenosas de color gris azuloso, de consistencia suave; lutitas carbonosas y delgados horizontes de lignito. La parte inferior de la formación está compuesta por alternancias de cuerpos de variable espesor de arenas y arenas compactas, con intercalaciones de cuerpos arcillosos e intervalos

ligníticos. Algunos cuerpos arenosos presentan una gradación que disminuye de su base a su cima.

Observándose en ocasiones conglomerados cementados con material cárccareo en la base de estos. La parte superior de esta formación, denominada "serie lignítica de Paraje Solo", está caracterizada por interestratificaciones constantes de lechos de lignitos de más de 50 m de espesor, pudiéndose observar impresiones de hojas fósiles y restos de vegetales carbonizados. También se presentan intercalaciones de lutitas carbonosas con pirita diseminada. En la región occidental de la carta ésta formación aflora y, hacia la porción oriental, se tiene espesores que varían de 1,000 m. a 3,000 m. esta variación tan marcada se debe a que los sedimentos rellenaron fosas tectónicas contemporáneas al depósito. (*Fotografía 24*).



Fotografía 24.- Afloramiento de arenas arcillosas con horizontes ligníticos intercalados (formación Paraje Solo)

Su contacto inferior es concordante, y se reconoce por la aparición de cuerpos alternantes de lutitas y arenas que contrastan con los desarrollos arenosos de la formación Filisola que le subyace. Es cubierta concordante por la formación Cedral.

Se considera por posición estratigráfica como del Plioceno.

La secuencia litológica presente y la fauna característica de aguas someras, como *Amonia beccarii* (Linné) Brünnich (1972), nos evidencian condiciones de depósito

pertenecientes a medios infralitoral y de transición. Se considera que inicialmente estos sedimentos fueron depositados sobre una extensa plataforma con cambios variables del nivel del mar y surcada por canales distributarios, teniéndose hacia el final del depósito extensas áreas pantanosas con circulación restringida y sujeta a continuas transgresiones.

Esta formación presenta horizontes ligníticos intercalados que posiblemente podrían tener interés minero.

Formación Cedral (Tpl-Qpt- Ar-Cgp)

J.B. Gibson (1936), menciona esta formación situándola en el Mioceno superior, posteriormente Castillo T. C. (1955), y L. Benavides (1956), hacen una descripción más detallada de ésta. En términos generales la define como



Fotografía 25.- Afloramiento de arenas, arcillas y conglomerados rojos de la formación Cedral.

compuesta por arenas, arcillas y conglomerados en ocasiones rojizos. (En Miranda C. E. 1982)

Los afloramientos tipo se encuentran entre los campos petroleros de Acalapa y El Plan, al noroeste y sur franco de la Ciudad de Las Choapas.

Consiste de cuerpos arenosos en ocasiones lenticulares, de grano medio a grueso de arcillas grises y cafés y conglomerados rojizos, carentes de fauna, y de mal estratificación. (*Fotografía 25*).

Descansa concordantemente sobre la formación Paraje Solo y está cubierta discordantemente por sedimentos más recientes.

Por posición estratigráfica, ésta formación se considera que probablemente pertenezca al Plioceno-Pleistoceno.

Por sus características litológicas se trata de sedimentos depositados en un medio transicional-continental, en un franco periodo regresivo.

Esta formación presenta características físicas para ser utilizada en la industria de la construcción.

III.2.7 Depósitos Cuaternarios y Continentales.

Pleistoceno .Arenas y limos (Qpt ar- lm).

Se considera con esta edad, a todos aquellos sedimentos producto de la alteración y denudación de las rocas preexistentes, siendo su constitución de gravas, arcillas y conglomerados mal consolidados, con espesores no mayor a los 100 m.

Cuaternario Aluvión. (Q al).

El Cuaternario está representado por depósitos continentales principalmente aluviones y suelo residual, que rellenan valles y los cauces labrados por los ríos.

III.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

III.3.1.- Interpretación del modelo digital de elevación. (*Figura8*).

En la franja que ocupa la parte centro-occidental de la Carta se aprecia una serie de estructuras de rumbo o laterales, así como un fallamiento norte-sur, todo esto relacionado con la tectónica que dio origen al bloque Mixtequita y al Complejo Sierra de Juárez, también se aprecia una serie de curvilineamientos que pueden ser producto del emplazamiento de cuerpos intrusivos. En la parte sur-oriental de la carta se observan una serie de lineamientos este-oeste y noreste-suroeste que posiblemente correspondan a fallas de tipo lateral. En la porción centro occidental se observan marcados lineamientos de rumbo noroeste – sureste semiparalelos que corresponden a una serie de fallamiento lateral y a fallamiento inverso. En la porción central de la carta se observa una serie de lineamientos noroeste – sureste que bien podrían corresponder a fallas laterales o normales.

III.3.2.- Descripción de Estructuras.

Dentro de este capítulo se describen las estructuras principales, dentro de las que se incluyen fallas, pliegues y las originadas por intrusiones salinas asociada a diapirios, estas han formado estructuras de tipo dómico.

La deformación de las rocas es controlada por la orientación de los esfuerzos compresivos y tangenciales.

Fallas.

A continuación se describirán las fallas de mayor importancia.

Al occidente de la carta se tiene un sistema de fallamiento transcurrente sinistral, orientado noroeste-sureste, reconocidas como las fallas: Valle Nacional, Santa Cecilia, San Juan y Montenegro.

Falla Valle Nacional.- Ham W.J.M. 1980), la define como una gran falla de tipo transcurrente, González A. J.(1967, 1968) y Quezada M.J.M. (1978). Este sistema inicialmente fue interpretado como fallas normales con caída al oriente. Araujo M.J.O. (1981), la identifica hacia al noroccidente asignándole el nombre de Teutila, y que posteriormente Araujo M.J.O. (1982), la considera como un ramillete de fallas inversas, dos de ellas presentando una bifurcación; Camacho V. R. (1983), las propone como inversas y como transcurrentes izquierdas.

López A. F.(1984), propone que se le asigne el nombre de falla Valle Nacional ya que se trata de la misma falla.

Ortuño A. S. et al.,(1985), y Martínez E. R. et al (1987), manejan todo el conjunto como transcurrente izquierdo; Mora O.G.(1990), observó en el camino a la Congregación La Victoria fallas transcurrentes cuyo rumbo es N 5° W y con estrías que tienen un pitch de 30° NW de carácter derecho. También observó fallas inversas de ángulo alto cuyo rumbo es N 40° W y echado de 80° buza al SW, con un pitch en estrías de 60° NW.

Se manifiesta sobre el frente nororiental de la Sierra de Juárez y afecta a rocas metamórficas del Paleozoico, así como a los lechos rojos de la formación Todos Santos.

Este sistema se localiza en el extremo occidental de la carta (parte inferior) y en el lado oriental del Batolito de La Mixtequita.

Tiene una longitud total de 200 Km desde Teutila, Oax. Cerca del Cañón del Tomellín hasta el Istmo de Tehuantepec, al occidente de San Juan Guichicovi.

En general tiene un rumbo de noreste-sureste y su traza tiene un rumbo de NW 53° SE hacia la porción noroccidental, en cambio entre Tierra Negra y Guichicovi varía el rumbo a NW 35° SE.

El único rasgo que hasta el momento se cuenta para realizar una estimación del desplazamiento, lo constituye el avance de la plataforma de Córdoba en un movimiento relativo hacia el sureste a la altura de Jalahui y San Juan del Río y se cree que tiene un desplazamiento de 40 Km. a partir del Terciario inferior.

La Falla Valle Nacional ha tenido diferentes períodos de actividad en el tiempo geológico y si la relacionamos como un mecanismo asociado a la apertura del Golfo de México, ha tenido un desplazamiento mayor para tiempos de Jurásico, pudiendo ser entonces de varias centenas de kilómetros. Padilla S.R. (1984), menciona una falla dextral

sin ubicarla con mapeo de campo y la asocia a la apertura del Golfo de México y puede corresponder a esta falla que aquí se menciona.

En general la falla tiene un plano que es vertical y no siempre es observable en la superficie y sí en cambio desarrolla una zona de cizallamiento. Se piensa que en los cambios de rumbo tenga una estructura de fallas en flor en donde se observan distintas trazas en la superficie de tipo secundario. Así mismo el plano de la falla puede tener un buzamiento al suroccidente y adquiera el carácter de cabalgadura.

Es una falla regional que desarrolla una zona de cizalla de hasta 2 Km de amplitud, como sucede en Tierra Negra hacia la porción oriental del área en donde incluye a rocas del Batolito de la Mixtequita y de la formación Todos Santos.

Geomorfológicamente su traza es el cauce del río Jaltepec, hacia la porción oriental del área por lo que no se observa el plano de dicha falla y tiene asociadas a varias fallas secundarias cuando su traza tiene cambios de rumbo.

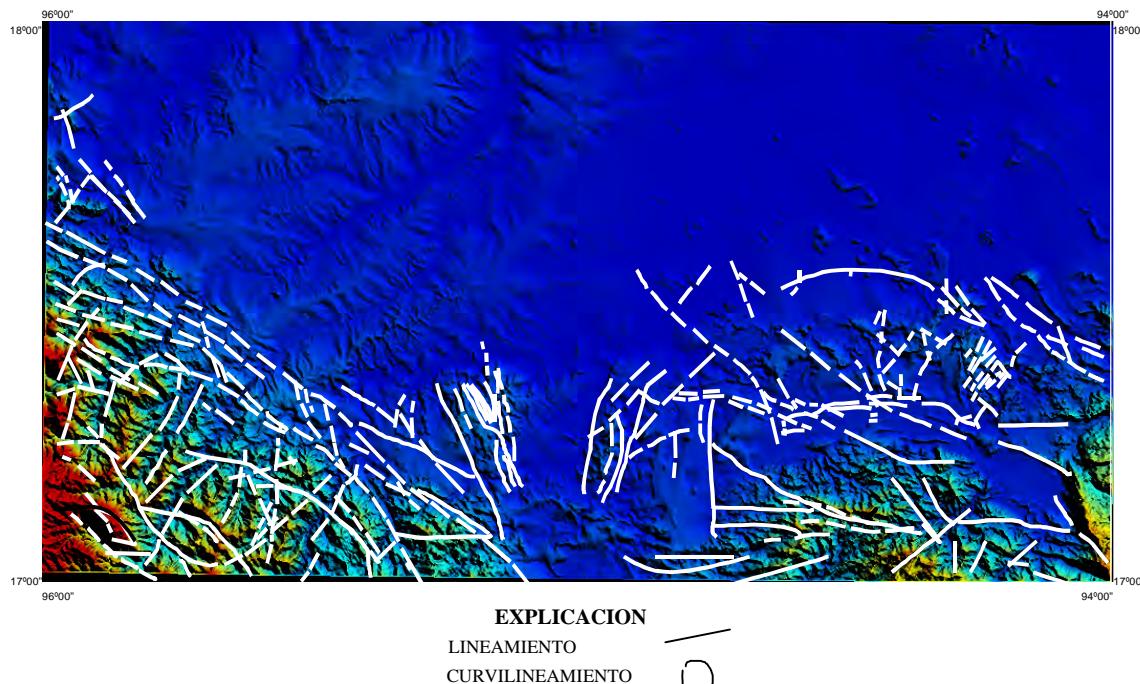


Figura 7. Interpretación del modelo digital de elevación

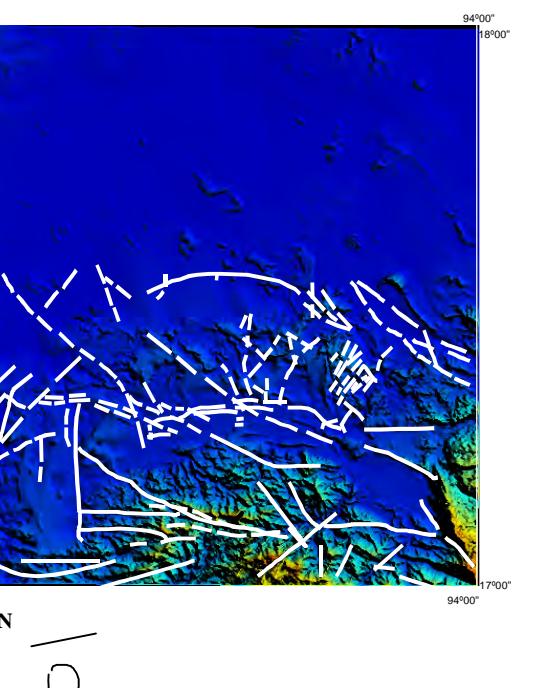
Al occidente de Nuevo Tutla se observa aflorando al granito fuertemente cizallado, tiene un diaclasamiento intenso y se le pueden observar fracturas, fallas y microfallas con estrías y escamas que constituyen una evidencia del paso de la Falla Valle Nacional. Otra evidencia de dicha falla en esta misma localidad y dentro de la zona de falla, es un conglomerado y brecha mal clasificado, mal consolidado, cuyos clastos angulosos y subangulosos son de esquistos, lechos rojos y fragmentos

de roca ígnea, es de color café claro, ocupa parte de la traza de la falla y a este cuerpo alargado; González A. J (1968), lo describió como "zona de alteración", tratándose de un conglomerado tectónico.

Existe otra evidencia que corresponde a las fallas inversas (de tamaño megascópico) que afectan a los esquistos y que cortan a los planos de foliación; por su disposición con respecto a la Falla Valle Nacional, están asociados al movimiento dextral, ya que los esquistos se encuentran ubicados al sur de la traza de la falla. Estas fallas inversas tienen planos que buzan al noreste.

Se considera que la falla ha tenido diversos períodos de actividad y se mencionan a continuación.

Durante el Triásico puede ser la responsable de la generación de los gneisses graníticos del Batolito de La Mixtequita, ya que la estructura y las texturas granoblástica y cataclástica de estas rocas nos indican un proceso de dinamometamórfico como lo menciona Ruiz S. P. (1978).



Se encuentra asociada a los lechos rojos como mecanismo de apertura del Golfo de México en el Jurásico.

Hacia Valle Nacional se puede observar una deformación de cizalla en el Cretácico inferior,

Durante el Cretácico superior-Eoceno la falla es un mecanismo de desplazamiento de la plataforma de Córdoba al oriente. Pero en esta porción dentro del área,

por la posición de la falla con respecto a la Plataforma, indica un desplazamiento hacia el sureste.

En el Miocene-Pleistoceno la Falla Valle Nacional está relacionada al sistema de fallas de transcurcencia en el sureste de México y constituye parte de las fallas secundarias asociadas al sistema Motagua-Polochic dentro del continente.

Falla Santa Cecilia.- Esta estructura se observa al occidente de la carta y se localiza paralelamente a la Falla Montenegro, se extiende a lo largo de 55 Km. en promedio y su orientación varía de NW 48° a 55° SE, pertenece al sistema de fallas transcurrentes sinestrales siendo esta una de las responsables del levantamiento del basamento granítico y su cubierta de lechos rojos de la formación Todos Santos, generada a partir del Eoceno superior.

Falla San Juan.- Se localiza en la porción sur occidental de la carta con un rumbo general NW 80°-65° SE, cerca de San Juan Otzolotepec al parecer se une con la falla Santa Cecilia para formar una sola estructura. El sistema de esta falla es transcurrente de tipo sinestral y su desarrollo es de aproximadamente 50 km. afecta principalmente a rocas Paleozoicas y Jurásicas de la formación Todos Santos.

Su edad se relaciona con las fallas antes descritas, formándose a partir del Eoceno inferior.

Falla Montenegro.- Situada en la porción occidental de la carta paralelamente a la Falla Valle Nacional, se extiende a lo largo de 50 Km, su orientación es de NW 55° SE pertenece a un sistema de fallas transcurrentes sinestrales.

Esta estructura afecta a las rocas del Jurásico medio de la formación Todos Santos.

Falla Río Grande.- pone en contacto tectónico a los esquistos y lechos rojos de la formación Todos Santos, observada al suroccidente de Valle Nacional, Oax. cortada por el río Grande.

Es una falla de sobrecorrimiento y de forma irregular con una longitud de 78 km. Desde la imagen de satélite puede seguirse la traza de esta falla, ya que en los esquistos se observa un drenaje dendrítico, que aguas abajo cambian a un patrón subrectangular dentro de los lechos rojos.

El rumbo de la traza es muy irregular pero tiene la tendencia general de noroeste a sureste. En la porción central del área, al sur de Santa María Puxmecatán, tiene un rumbo de este a oeste que cambia hacia el norte, desde Matamoros, y el Chisme, hasta Jalahui donde finalmente adquiere una dirección al noroeste en forma paralela a la Falla Valle Nacional. En general presenta un buzamiento al sur con ángulo de inclinación de 10° a 12°.

Al sur de Puxmecatán en el curso de un arroyo afluente del río Puxmecatán se observa el cabalgamiento de los esquistos Sierra de Juárez sobre los lechos rojos de la formación Todos Santos.

Haciendo un análisis topográfico se observan a los esquistos ocupando los filos de caballo y bajando directamente hacia los arroyos en el lecho de éstos, afloran los sedimentos de la formación Todos Santos.

En la región sur de la carta (flanco oriental del Batolito de La Mixtequita) se identifica un sistema de fallas orientadas nororiente-sureste, las cuales se denominan Falla Paraíso, Monteros, Arroyo Limón y Encinal.

Falla Paraíso.- Se localiza en el flanco noreste del Batolito de La Mixtequita, porción sur de la carta y se extienden a lo largo de 65 Km. con una orientación que varía de N5° W a 35° SE. Araujo M.J.O.1983), las propone como laterales sinestrales con un desplazamiento inverso asociado. Mora O.G. 1990), observa en las afueras de San Juan Guichicovi, fallas normales que tienen un rumbo NW 35° SE con un plano que se inclina 38° al este y cuyas estrías poseen un pitch de 25° SE.

En realidad se trata de una estructura secundaria de la Falla Valle Nacional, observándose un ligero desplazamiento lateral, sinestral, asociado también con desplazamiento inverso. Se considera este último movimiento como resultado de componentes compresivos transmitidos a través del cuerpo del Batolito hacia sus bordes, afectando a rocas de menor competencia que las ígneas intrusivas, como son las rocas sedimentarias Mesozoicas.

Esta estructura se encuentra afectando a los sedimentos clásticos de la formación Todos Santos en su porción norte y sur, en su parte media, aproximadamente en los alrededores de Paraíso afecta a las rocas ígneas intrusivas del batolito generando el segmento más oriental de este cuerpo.

Falla Monteros Sistema localizado al sur de la carta, en el lado oriental del Batolito de la Mixtequita se localiza paralelamente a la falla Paraíso, extendiéndose a lo largo de 22 km. y su orientación varía de N 5° W a N 40° W.

Fue interpretada como fallas normales con echedo al oriente por González A. J. (1967, 1968), y Quezada M.J.M.(1978). Posteriormente Araujo M.J.O. (1983), lo considera como un ramillete de 4 fallas inversas, dos de ellas presentando una bifurcación, Camacho (1983), las presenta como inversa y al límite occidental como transcurrente izquierdo. Ortúñoz A. S. et al. (1985), y Martínez E. R. et al (1987), manejan todo el conjunto como transcurrente izquierdo. Mora O.G.(1990), observa fallas transcurrentes.

Por efecto de estas fallas se produjeron pequeños cabalgamientos, separados por cortos espacios de aproximadamente entre 1 Km. y 2.5 Km. entre las rocas carbonatadas de la formación Sierra Madre y los sedimentos clásticos finos de la formación Méndez metamorfizada. Asimismo, la falla inversa más occidental de este sistema afecta y pone en contacto tectónico a los sedimentos marinos de la formación La Victoria con la formación Sierra Madre.

En el borde noreste del Macizo de La Mixtequita se reconocen un estilo de deformación manifestado por dos fallas denominadas Falla Arroyo Limón y Falla Encinal de tipo transcurrente.

La Falla Arroyo Limón.- tiene un rumbo aproximado de NW 25° SE con una longitud de 25 km. en promedio. Esta estructura pone en contacto a rocas Jurásicas de la formación Todos Santos, con rocas Terciarias, afectando además al Batolito de La Mixtequita.

La Falla Encinal.- presenta una dirección aproximada de NW 25° SE con un desplazamiento de 30 km. en promedio, encontrándose paralelamente a la Falla Arroyo Limón, afecta principalmente a los lechos rojos de la formación Todos Santos y al Batolito de La Mixtequita.

La edad se desconoce, sin embargo tomando en consideración que afecta a la formación Todos Santos y a rocas Terciarias, sus edades posiblemente sean Eocénicas.

Falla Paso de Buques Cuauhtémoc.- Este sistema de fallas se localiza en la parte sur de la carta, con rumbo de NW 70° SE y un desarrollo de 30 Km.

González A. J. (1968), la describe como normal con una orientación de NW 65° SE y una inclinación de 60° N. Quezada M. J. M. (1978), también la considera como normal cuyo plano se inclina al noreste. Concit S.C. (1981), la propone como transcurrente derecha. Ortúño A. S. et al. (1985), asignan el nombre adoptado aquí y propone un movimiento lateral izquierdo. Mora O. G (1990), observó en la carretera Paso de Buques fallas cuyo rumbo es NW 60° SE a NW 70° SE, cuyo plano se inclina 80° NE, y el pitch de sus estrías varía de 10° a 20°, lo que indica que se trata de fallas transcurrentes sinestral.

Este sistema se encuentra afectando a las rocas carbonatadas Mesozoicas de la formación Sierra Madre y a los carbonatos y sedimentos brechosos y clásticos finos de las formaciones Paso de Buques y Potrerillos del Jurásico medio-superior-Cretácico inferior, que afloran en esta área.

Falla Cuauhtémoc.- Esta estructura se localiza en la parte sur-suroriental de la carta con un rumbo general de NE 65° - 80° SW la traza tiene una continuidad de 60 Km en promedio, cruza en las inmediaciones de los poblados

Uno, Dos, norte del poblado Cinco y porción meridional del poblado Nueve.

El nombre fue nominado en los trabajos de geología superficial realizados por Petróleos Mexicanos. Esta falla corta perpendicularmente a la Falla Solosuchil truncando su continuidad y esta a su vez esta cortada por la Falla La Venta Grijalva.

El desarrollo de esta falla dividió a una gran porción del sureste de México llamándolo Bloque Chiapaneco en pequeños bloques aislados, representando una falla de carácter lateral, diestral. Se considera que es del Cretácico superior por estar afectando a las calizas de Sierra Madre.

Topográficamente no tiene expresión, sólo se manifiestan lomas arredondadas a peniplanicie con elevaciones que varían de 50 m. a 100 m.

Falla La Venta Grijalva.- La traza de la Falla La Venta-Grijalva tiene una continuidad con una orientación nororiente- sureste y con una longitud aproximada de 120 Km.

Nicolás L.R., 1990, op. cit, cita los diferentes criterios de los autores siguientes:

Velez S. D. (1980), propone que es transcurrente en la porción oriental y con un plano de falla inclinado al noreste; en el noroeste de Guatemala. Meneses R. J. J. (1987), observa un escalonamiento izquierdo, mientras que Mora O.G.(1990), observó en el borde noroeste del Batolito de Chiapas en la grava de la entrada del poblado numero 1 fallas con un rumbo de W y cuyo plano se inclina 35° al NW y el pitch de sus estrías 70° NE, probablemente producto de la terminación de una falla de tipo transcurrente, donde por curvatura y bifurcación se reduce la componente y se favorece la vertical. Como se menciona, esta falla presenta un escalonamiento izquierdo de edad Miocénica tardía, mientras que la edad de los grabens corresponde al Jurásico medio, Meneses R. J. J.(1987).

Falla Mal Paso.- Esta estructura fue reportada inicialmente por Petróleos Mexicanos obtenida mediante la interpretación tectónica en las imágenes de Landsat identificándola como Falla Malpaso, localizándose en el extremo noreste del Macizo de Chiapas la traza de esta falla se ubica al oriente de la carta cruzando en las cercanías de los poblados Ignacio Zaragoza, Cerro Nanchital, El Mapin, La Paz y Adalberto Tejeda, con una orientación general de NW 65° SE con una longitud promedio de 42 Km. pudiendo tener más extensión, evidenciada por una topografía de bajo relieve. Esta estructura evoluciona subparalelamente al río Nanchital como a la Falla Tuxtla, uniéndose las dos fallas a la altura de la Paz.

PEMEX propone que el carácter de esta falla es lateral, sinestral, afecta y pone en contacto a rocas terciarias de la formación La Laja y Nanchital así como a rocas terrígenas de las formaciones La Laja y Depósito.

Falla Tuxtla.- Se localiza, en la parte oriental de la carta en la región del río Nanchital y Alto Uzpanapa, porción nororiental del Macizo de Chiapas, manifestado por una topografía de poco relieve, con alturas promedios del orden de 150 m. a 200 m. con una orientación de NW 50° a 55° SE con un desarrollo de 30 km. geólogos de PEMEX la describen como falla de transcurcencia sinestral.

Esta falla se encuentra afectando a rocas terciarias de la formación Depósito, formación Nanchital y La Laja.

Falla Río La Gringa.- Este sistema se ubica en la porción noroeste del Batolito de Chiapas, esquina suroriental de la carta. Aparentemente es un ramillete de fallas con una longitud aproximada de 30 Km.

La Falla Río Alegre fue definido por CONCIT S.C. 1982), como transcurrente dextral como respuesta de una bifurcación de la Falla La Gringa; lo cual propone es transcurrente dextral?. La Falla Pinal producto de la terminación de un sistema transcurrente. Meneses 1985), propone que la Falla Uxpanapa-Las Flores sufre una bifurcación a un ángulo de 25° dando origen a la Falla San Isidro; a partir de la cual tiene su origen el sistema antes mencionado. Mora O.G.1990), menciona que estas estructuras sean transcurrientes izquierdas.

En conjunto este sistema afecta a rocas desde el basamento Paleozoico hasta el Cretácico inferior; sin embargo hacia otra zona se tiene bien controlada su edad siendo esta Mioceno tardío.

Falla Río Alegre.- Esta falla se encuentra casi al sur de la carta, con un rumbo general NW 75° SE presenta bifurcación al occidente casi franco siendo esta un componente de La Falla La Gringa. El movimiento es del tipo sinestral. Su desplazamiento se desconoce pero se estima debe ser del orden de varios kilómetros.

Esta falla afecta principalmente a rocas del Jurásico medio de la formación Todos Santos.

Su edad es todavía difícil de establecer con precisión; sin embargo tomando en consideración que afecta a la formación Todos Santos del Triásico-Jurásico y a los sedimentos del Jurásico superior; sin afectar a las calizas de plataforma del Cretácico inferior (Hauteriviano), se estima que su edad es del principio del Cretácico inferior.

Falla Río Verde.- Es el nombre con el cual los geólogos de PEMEX han asignado a una importante estructura curvilinea ubicada a lo largo del margen meridional de la carta Minatitlán que se extiende al sur de la colonia

Cuauhtémoc en su extremo occidental hasta la vertiente meridional de la Sierra Tres Picos a lo largo del Arroyo Escondido, extremo oriental del alineamiento. La traza de esta estructura coincidirá sobre numerosos cortes del cauce del Río Verde e incluso sobre la localidad del mismo nombre de donde toma su denominación. Este curvilineamiento fue reconocido en foto-interpretación al sur de las cartas Cuauhtémoc y Poblado Dos conformado por numerosos segmentos alineados, que extrapolados sugieren una extensión considerable, de más de 65 km. de longitud.

Este lineamiento en conjunto con las demás estructuras subparalelas en las que se ramifica o se conjuga demarcarán el extremo meridional de la Plataforma de Yucatán yuxtapuesta a la provincia del Macizo de Chiapas sugiriendo cierta rotación en sentido a las manecillas del reloj del Bloque Plataforma de Yucatán sobre el Macizo Chiapaneco.

Falla Uxpanapa.- Curvilineamiento de amplio alcance, se trata de la estructura mapeada más meridional, cartografiada en el área de estudio localizada en el extremo sudoriental de la carta, este lineamiento se extiende sobre una distancia tal vez mayor de 70 km. pero en el área de estudio sólo se registró su extremo occidental afectando a los lechos rojos del Jurásico medio y colocándolos ocasionalmente en contacto tectónico a las rocas carbonatadas del Jurásico superior y/o con las rocas del basamento granítico del Macizo de Chiapas. Atraviesa perpendicularmente el cauce del río Uxpanapa en un lugar próximo a su nacimiento y se prolonga hasta el vértice sureste del área de estudio. Creemos que se trata de una más de las fallas laterales dextreales que entre otras estructuras semejantes conforman el límite sur de la provincia morfoestructural plataforma de Yucatán, que hubiera rotado sobre el límite septentrional del Macizo de Chiapas.

Falla Solosuchil.- Este lineamiento se encuentra en la porción central de la carta, en la región de Las Flores, Plan de Pericos y Alvaro Obregón, siguiendo paralelamente el cauce del río Solosuchil del cual toma su nombre. Su expresión topográfica se manifiesta a través de lomas arredondadas con elevaciones que varían de 100 m. a 150 m. en dirección de S 50° E y una deflexión casi norte-sur, su desarrollo es de 30 km. en promedio, describiendo esta falla como lateral derecha. Estas estructuras afectan a rocas terciarias de las formaciones Depósito y Conglomerado Uxpanapa.

Falla Díaz Ordaz.- Fue identificada inicialmente por Petróleos Mexicanos en los trabajos de geología superficial, presenta una disposición ondulante, localizándose al nororiente de la carta con una orientación de NW 60° a 70° SE y longitud aproximada de 43 Km. regionalmente cruza los poblados de Gustavo Díaz Ordaz del cual toma su nombre, Rancho Nuevo y la Providencia,

afecta con un rompimiento al anticlinal Encanto con un desplazamiento lateral dextral. PEMEX la describe como falla lateral dextral. Topográficamente este lineamiento no se manifiesta debido al bajo relieve existente en la zona.

La traza de la falla con su movimiento afectó a rocas terriégenas terciarias de la formación Encanto, Concepción y Depósito, pone en contacto entre sí a las formaciones Concepción, Encanto y Depósito.

Pliegues

Anticlinales.

Las principales estructuras en la carta con expresión de plegamiento, son estructuras anticlinales y sinclinales de forma alargada desarrollados en sedimentos mesozoicos y terciarios.

Anticinal Achotal.- Se ubica en la porción centro-norte de la carta, al suroccidente de Acayucan, Ver; presenta muy pobre expresión topográfica y sin contraste fisiográfico entre las unidades en que esta abierta.

constituidos por rocas de litología similar, agrupadas, en las formaciones Encanto y Concepción.

Por efecto de dos fallas transversales al oriente y occidente y por una longitudinal al norte, la estructura cierra en esas direcciones; mientras que el flanco sur tiene un cierre natural por buzamiento de sus capas.

Anticinal Jaltepec.- Ubicado en la porción central del área, al suroccidente de El Paraíso, a 10 Km. al occidente del poblado de Jesús Carranza, Ver, siendo nula su expresión topográfica en superficie. La estructura fue referida por sismología de reflexión, con lo que se interpretó una longitud del eje mayor de ± 7 Km. por 4 de anchura en su eje menor Varela, (1978).

Al igual que el Anticlinal Achotal, tiene en su configuración una forma ligeramente dómica; considerándose de tipo simétrico, a cuyos flancos corresponden echados de 10° a 18° . (El flanco norte logró medianamente definirse por geología superficial, mientras que el sur no fue posible controlar su comportamiento, pero considerando el reporte de Geofísica, se considera semejante al norte). El eje mayor de la estructura está orientado al N 30° E.

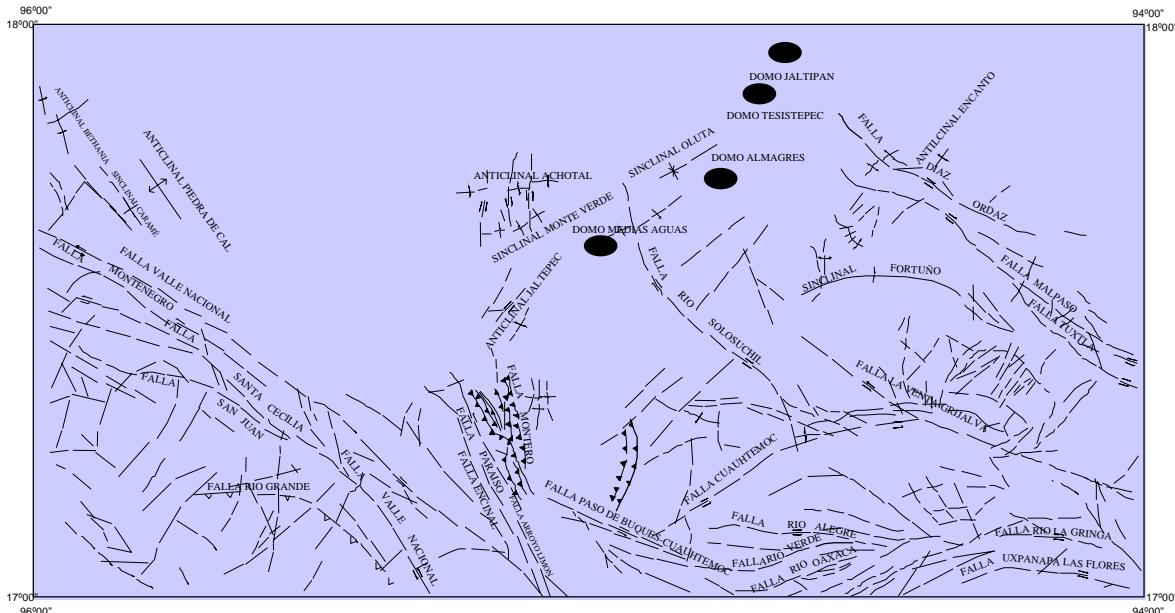


Figura 8. Plano estructural

Su eje mayor tiene un desarrollo de 12.5 km. mientras que el menor alcanza el 5.5 km. de anchura.

Según López T.C.D. (1976), se trata de una estructura simétrica cuya inclinación promedio de sus flancos varía de 12° a 35° y con una morfología dómica. Con una orientación este a oeste.

En su núcleo presenta sedimentos arcillo-arenosos de la formación Depósito; mientras que sus flancos están

Según el reporte del pozo Jaltepec No. 1, el núcleo de la estructura consiste de sedimentos arcillo-arenosos de la formación Encanto, mientras que hacia sus flancos afloran rocas semejantes en litología, pero correspondientes a la formación Concepción.

Según lo interpretado por sismología y por el escaso aporte de lo observado en superficie (flanco norte), la estructura

tiene un cierre por buzamiento natural de sus capas en ambos flancos.

Anticlinal Palo Dulce.- Se localiza en el centro-sur de la carta, al suroccidente de Jesús Carranza y occidente de Martín Dehesa, y al occidente de la carretera Transístmica, aproximadamente a 3.5 Km, al suroeste del puente río Jaltepec. Es de pobre expresión topográfica. Su eje mayor está orientada de norte-sur, con un desarrollo de 8.2 km por 1.5 km de amplitud. En el núcleo de la estructura y hacia los flancos de la misma afloran sedimentos del Mioceno inferior (formación Concepción), localmente es de tipo simétrico, con una inclinación promedio de 15° para sus flancos. Según González A. J. (1968), esta estructura tiene cierre por buzamiento hacia el norte, mientras que al sur cierra contra una falla.

Anticlinal San Juan Evangelista.- Estructura localizada en la parte norte de la carta, al norte de Acayucan, Ver; y nororiente de San Juan Evangelista, teniendo forma alargada cuya orientación es NE 79° SW y longitud es de 45 Km. aproximadamente, la cual es cortada por fallas noroeste-sureste, norte-sur y norteste-suroeste, su ancho es de 5 Km., y sus echados en ambos flancos varían de 8° a 40°. En sus flancos aflora la formación Jaltepec por lo que su edad es Plioceno.

Anticlinal Sayula.- Este cuerpo se localiza al nororiente y noroccidente de Sayula de Alemán, parte norte de la carta, cuya orientación es NE 70° SW con una longitud de 12 Km. y un ancho de 7.5 Km. la estructura es abierta en el Mioceno inferior y tiene un cierre natural, sus echados varían de 10° a 30° siendo simétrico natural.

Anticlinal Bethania.- Se ubica en la parte suroccidental de la carta al oeste de los poblados de Agua Fría y San Felipe de la Peña, representado por una sierra de poco relieve topográfico que buza al sureste como al noroeste, con alturas máximas de 500 m.s.n.m. mide 25 Km de longitud por 5 km. De ancho.

Se verificó que se trata de un anticlinal simétrico con un ligero recostamiento hacia el noreste en su porción norte.

Sigue un rumbo NW 15° a 20° SE buzando como ya se mencionó en ambos extremos.

Al igual que en todas las estructuras anteriormente descritas, afloran en su parte axial carbonatos del Maastrichtiano.

En ambos flancos los echados medidos fueron del orden de los 25° como promedio.

El cierre es por buzamiento normal de sus capas, aunque en la porción central y sur lo afectan las fallas de transcurcencia de 2° orden.

Anticinal Piedra de Cal.- Esta estructura se ubica al noroccidente de la carta, entre los poblados Piedra de Cal y Arroyo Zacate, manifestándose como una ventana de sedimentos carbonatados que afloran con poco relieve topográfico, tiene aproximadamente 12 km. de largo por 3 km. de ancho aunque probablemente se extienda hacia el sureste bajo la cubierta Terciaria.

Es un pliegue recumbente hacia el oriente y parece formar parte de la silla estructural formada por el Anticinal Bethania y el Sinclinal Caramé; con una dirección NW 20° a 25° SE desapareciendo bajo los terrígenos del Plioceno.

Se identificaron calizas y dolomías en su parte axial, con abundantes bancos de rudistas (radiolítidos) datados como del Cretácico superior (Maastrichtiano).

Se midieron inclinaciones que varían de 10° a 25°.

El cierre parece ser por buzamiento normal de sus capas en ambos flancos, sin embargo, Hernández L.L. 1978) reporta una falla inversa que omite su correspondiente flanco noreste.

Anticinal Encanto.- Pequeña estructura plegada de orientación noreste-suroeste, coincidente sobre la localidad tipo de la formación Encanto próximo al poblado del mismo nombre fue denominado por los geólogos de PEMEX y registrado en su respectiva cartografía.

PEMEX diseñó esta estructura no mayor de 10 km. de extensión aparentemente en dos fragmentos separados por cierto alineamiento que pudieramos interpretar como una falla normal segmentándolo perpendicularmente y orientada noroeste-sureste. Sin embargo hacia el sur y sureste del extremo meridional del anticlinal hemos detectado (carta Nuevo Atoyac) cuantiosos anticlinales y sinclinales que pudieran representar la prolongación meridional del Anticinal Encanto, tal vez nuevamente desplazándose levemente hacia el noroeste por efecto de algún ramaleo de las fallas normales que distorcionan el eje axial del anticlinal.

Sinclinales

En la superficie de estudio se tiene la presencia de los sinclinales Monte Verde, Oluta y Vasconcelos.

Sinclinal Monteverde.- Su emplazamiento se ubica al norte-centro de la carta, al occidente de la carretera Transístmica, a la altura del poblado Ixtal, el plegamiento corresponde a la estructura comprendida entre los flancos sur y norte de los anticlinales Achotlal y Jaltepec, pasando su eje precisamente en las cercanías de la Colonia Monte Verde que le da el nombre. Por construcción parece ser una estructura de tipo asimétrico, en la que el flanco sur es el más suave y desarrollado que el norte. En su núcleo

afloran sedimentos del Mioceno superior. Regionalmente corresponde a un mínimo gravimétrico, cuyos reflejos se viene mapeando a unos cuantos Km. al sur oeste del río Nanchital, donde su expresión en superficie tiene el nombre de Sinclinal Quiero Volar. Este mínimo en la región antes mencionada, tiene una orientación de SE 45° NW, y a la altura del río Uxpanapa, sufre una flexión hacia el oeste, bordeando de manera irregular los límites sur de la "Sal Somera" al norte de las estructuras de Manatí y la Encantada, coincidiendo burdamente, con la traza en superficie del Sinclinal Monte Verde.

Sinclinal Oluta.- Al suroriente de Acayucan, en las cercanías de la Colonia Oluta, que le da el nombre, parte norte de la carta; mide 27 Km. de largo con una orientación de NE 40° SW, se encuentra bordeando la región de Sal Somera y el Anticlinal Sayula. En su eje axial contiene rocas del Mioceno superior, pudiendo corresponder a un sinclinal del borde de la sal.

Sinclinal Caramé.- Localizado al noroccidente de la carta, con una orientación general noroeste-sureste. se identifica como una depresión topográfica ubicada entre el Monoclinal Monte Negro y el Anticlinal Piedra de Cal, tiene una longitud de 15 km. y una anchura de 7 km. Se observa en el campo y en las fotografías aéreas como un plegamiento simétrico, el cual como ya se mencionó forma una silla estructural con el Anticlinal Bethania, su orientación es de NW 30° - 35° SE.

En su núcleo afloran rocas del Cretácico superior, que presenta ambos flancos con inclinaciones suaves del orden de los 15°.

Sinclinal Fortuño.- Es una entidad plegada extendida sobre 30 km. conformado en depósitos siliciclásticos del Mioceno formación Concepción, detectado tal vez a profundidad por geofísica y registrado en la cartografía de PEMEX y la correspondiente del I.M.P. al sur del poblado Niño Artillero, desafortunadamente no ha sido descrita ni mencionada en la literatura de ambos institutos. A nivel de nuestras observaciones de campo la estructura no se manifiesta en superficie, sino que en su lugar, más bien, pudiera interpretarse la ocurrencia de una estructura monoclinal vergente hacia el sur.

Por otra parte, Meneses R.J.J. et. al. (1987), sugiere una línea imaginaria de dirección este-oeste que une los poblados de Cerro del Nanchital, Vasconcelos y Romero Rubio que representaría el límite sur de los depósitos salinos que ocurren a profundidad bajo los terrígenos terciarios de la cuenca Salina del Itsmo. La línea imaginaria ocurriría coincidente sobre el eje axial del Sinclinal Fortuño. Esta estructura tal vez pudiera encontrar su prolongación occidental (27 km. más) en el llamado Sinclinal Vasconcelos.

Estructuras Diapíricas.- Se tienen estructuras diapíricas de comportamiento irregulares (canopies). Dentro de los que se encuentran los domos de Jaltipan y Texistepéc, constituyen el límite noroeste de ésta provincia y tienen una forma semicircular ligeramente elongada cuya orientación es NE 50° SW y cuyas dimensiones son, 12 Km. por 6 Km. de largo y 8 Km. por 6 Km de ancho respectivamente, este tipo de estructuras se relacionan a un patrón de sedimentación homogéneo y sin fallamiento asociado, siempre y cuando se trate de estructuras individuales sin embargo; estas dos estructuras constituyen un tren, por lo que se concluye que se emplazaron bajo un patrón heterogéneo de sedimentación al que se asocia fallamiento. Entre otras estructuras con las mismas características son: El domo de Almagres y Medias Aguas, que se localizan en la porción norte el primero y central el segundo.

En el área de Medias Aguas se observa aflorando el casquete (cap rock) y en general las estructuras de esta subprovincia son producto de un crecimiento vertical diapírico.

III.3.4.- Interpretación del origen de las estructuras.-

La deformación ocurrida, es parte del reflejo de una tectónica regional desarrollada afectando las entidades paleogeográficas conocidas como: Península de Oaxaca, Alto de La Mixtequita y el Macizo de Chiapas.

En la porción noroccidental de la carta ocurrió un estilo de deformación netamente compresivo. Por otra parte un sistema de fallamiento transcurrente sinistral, orientado noroeste-sureste reconocidas como Falla Valle Nacional.

El sistema transcurrente es el responsable del levantamiento del basamento granítico y su cubierta de Lechos Rojos. En la porción suroccidental del área, la migración del Bloque Chortis a partir del Eoceno Inferior, se instala en esta región un margen transformante que reactiva los sistemas estructurales producidos durante la apertura del Golfo de México. sin embargo, Mora O.G. (op. cit.), y López I.M. op. cit. (1989), coinciden que el Bloque Chortis inició su deriva posiblemente a partir del Mioceno medio.

Hacia la porción suroccidental de la carta, se tiene una falla de traza irregular denominada como Falla Río Grande, falla inversa, que permite el cabalgamiento de los esquistos Paleozoicos sobre la secuencia de Lechos Rojos.

La estructura corresponde a un estilo compresivo de fallas inversas de ángulo bajo, asociado a la fase Tectónica Laramídica, sin embargo, López A.F. 1986), considera que esta estructura se produjo durante el Cretácico inferior, por estar afectando únicamente al Paleozoico y Lechos Rojos.

En el borde noreste del Bloque de la Mixtequita, se reconoce un estilo de deformación manifiesta por fallas inversas de ángulo alto, originados por una fase compresiva orientada este-noreste y oeste-suroeste, evidenciada en las estaciones microestructurales en el Poblado La Victoria y Rancho Alaska por López A. F., (1989). Este efecto compresivo produjo el levantamiento del Bloque de La Mixtequita. Además en este borde existen fallas de transcurcencia sinestrales que se sobreponen al estilo anterior, orientadas norte-noroeste y sur-sureste, Sistema Paraíso-A Limón.

Este evento transpresivo también generó los anticlinales Palo Dulce y Jaltepec los cuales constituyen pliegues escalonados asociados a las fallas de transcurcencia. La fase tectónica que registró estas estructuras está ligada al movimiento del Bloque Chortis.

El ramillete de cinco fallas denominadas fallas Monteros, fueron originadas por esfuerzos compresivos del extremo noreste del Batolito de La Mixtequita al afectar formaciones Mesozoicas marinas de menor competencia que las rocas ígneas graníticas.

En este caso se deduce una fuerte inflexión y cambio en los modelos de deformación con respecto a el afloramiento de las rocas Mesozoicas marinas, presentes al oriente del área y correspondientes al centro de la carta la presencia de yacimientos metálicos es mínima.

En la región del río Nanchital y Alto Uxpanapa, porción noreste del Macizo de Chiapas, esquina sudoriental de la carta existe un estilo de deformación discontinua de fallas de transcurcencia-sinestrales, representado por las fallas Malpaso, Tuxtla y La Venta-Grijalva.

Según Meneses R.J.J (1985), esta provincia de fallas transcurrentes, tiene su actividad a partir del Cretácico medio, y continuó hasta el Terciario, como resultado del movimiento sinestral del Bloque Chiapas-Yucatán con respecto al Bloque Honduras-Nicaragua, a través del sistema Motagua-Polochic.

En cambio, Mora O.G (1990) considera que tuvo su inicio a partir del Mioceno medio-superior.

III.4.-TECTÓNICA

De acuerdo al marco tectónico regional, el área de trabajo está íntimamente relacionada con la evolución tectónica del Golfo de México. Esta evolución con lleva a la separación de la región sureste de México de la Pangea. Para explicar esto, existen modelos de tectónica de placas que se han propuesto sobre el origen del Golfo de México, Nicolás L.R., et al 1990, op. cit, cita los diferentes criterios de los autores siguientes: entre los más mencionados están: Moore G.W et al. (1974), Salvador A. et al. (1980),

Dickinson W.R. et al, (1980), Hall D.J.T.D., et al. (1992), Anderson T.H., et al. (1983), Padilla S.R. (1996) y Salvador A. (1987), consideran que durante el Triásico tardío-Jurásico medio, el Bloque Yucatán localizado para este tiempo en la porción que ocupa el Golfo de México, se movió hacia el sur hasta llegar a su posición actual, a través de una falla transformante que permitió la expansión del Golfo y deriva del Bloque Yucatán.

Para algunos autores como Moore G.W., et al. (1974), Salvador A. et al. (1980), Hall et al. 1992), Padilla S.R., (1986), y Salvador A. (1987), en Nicolás L.R., creen que esta falla transformante de movimiento dextral cruzaba el Istmo de Tehuantepec y discrepan en el sentido de rotación del Bloque Yucatán y en la proveniencia del agua marina que depositó la sal.

En cambio, Dickinson W. R. et al. (1980), suponen que el Bloque Yucatán se separó de Norteamérica mediante un megashear con movimiento izquierdo que conectaba el sistema de expansión del Golfo de México con una zona de subducción que actuaba a lo largo de la costa del Pacífico y consideran que este bloque durante su separación de Norteamérica, permanecía unido al borde noroccidental de América del Sur; de la cual se separó al terminar el movimiento del megashear, entre 150 m.a. y 125 m.a.

Estos modelos propuestos concluyen que durante el Triásico tardío-Jurásico tardío, el sureste de México evolucionó a partir de un proceso de rift, cuyo movimiento implica una zona de margen transformante en alguna región del oriente de México, con una tectónica propia de patrones estructurales asociados a mecanismos transcurrentes; o cuando menos a un margen de cizallamiento simple.

La evolución tectónica, en términos de los procesos estructurales, relacionados con los principales movimientos de las placas tectónicas reconocidas en el área según al modelo evolutivo de márgenes pasivas actuales y como lo menciona Meneses R.J.J (1990), durante el desarrollo de este tipo de márgenes, existe primero, una etapa denominada "Etapa de Rompimiento" ("Rifting Stage") y después una "Etapa de Deriva" ("Drifting Stage").

En las postrimerías de un proceso "rift", la litósfera continental por sobrecalentamiento y disminución de la densidad litosférica, sufre un abombamiento elíptico que provoca un levantamiento regional, a continuación o simultáneamente se sobreviene un rompimiento (rifting) que produce un hundimiento de la parte más elevada del domo, generando las clásicas fosas tectónicas Boillot G. 1984).

Durante el Triásico tardío-Jurásico medio, como consecuencia de las etapas tempranas de la disgregación de

la Pangea, en el sector oriental y sureste de México, así como en la porción norte de Guatemala, se presenta una morfología de fosas y pilares con una intensa manifestación magmática. Esta actividad tectónica distensiva de fallamiento normal lístrico, daba lugar a una continua subsidencia de las fosas, aunado con el inicio de la subsidencia flexural por enfriamiento litosférico, permitió el depósito continental de Lechos rojos de la formación Todos Santos. Contemporáneamente a estos Lechos Rojos, los derrames lávicos de composición básico-intermedio, aprovecharon fisuras de fallamiento normal y se emplazaron con aquellas secuencias en forma intercalada. Estos extrusivos fueron datados radiométricamente por Concit, S.C. (1981), en algunas localidades del alto Coatzacoalcos, río Chalchijapa y río Oaxaca, dando edades que varía de 196.9 m.a. y 175 m.a. (Triásico tardío - Jurásico temprano). Tomando en cuenta estas edades se puede suponer capas rojas empezaron a acumularse a partir del Triásico tardío, al mismo tiempo en que lo hacían los Lechos Rojos de la formación Eagle Mills en la costa oriental de los Estados Unidos y de las formaciones Huizachal y La Boca en el este y noreste de México.

Las evidencias estructurales en el área, de la primera etapa del rompimiento distensivo, lo constituyen las fallas Uxpanapa-Las Flores, La Gringa, Río Oaxaca - Río Pinal y probablemente La Venta Grijalva que para ese tiempo actuaron como fallas normales y posteriormente se reactivaron como fallas transcurrentes en el Terciario.

Por otra parte, Vázquez M.M.E.H. et al. (1989), de acuerdo a los tipos de corteza definidos para el sur de México y Golfo de México, ubica al área Tomellín - Valle Nacional, dentro de un margen transformante, en la cual se sobreponen dos patrones estructurales:

Tectónica Transcurrente y Bloques en Extensión, involucrados en el proceso de apertura del Golfo de México, formándose una zona con un patrón estructural tipo "dominó style" y supone que de esta manera se formaron estructuras transcurrentes orientadas noreste-sureste, de movimiento dextral; que corresponderían a las antiguas estructuras de transcurencias reactivadas en el Terciario, definidas como fallas Valle Nacional, Montenegro, San Juan y Santa Cecilia. Estas antiguas fallas según el mismo Vázquez M. E. et. al. (1989), tuvieron su actividad durante el Jurásico medio (ó antes) hasta el Cretácico inferior con la posible culminación de la apertura del Golfo.

Durante el Jurásico medio Calloviano el continuo avance evolutivo de las cuencas tectónicas por procesos del rift continental, permitió la invasión marina que bajo condiciones climáticas y fisiográficas depositó potentes espesores de evaporitas. Esta invasión marina, según Imlay R. W.(1953), provenía del Océano Pacífico; ya que para ese tiempo el centro y oriente de México eran cubiertos

por el inicio de la gran transgresión marina que se sucedió en el Jurásico.

La subsidencia continua de los grabens se tradujo en gruesos volúmenes de sal hacia los márgenes de la cuenca, éstos se interdigitaron con depósitos de capas rojas continentales, contemporáneas a ellas.

Por otro lado, Meneses R.J. J. (1987), considera que por la presencia de fragmentos andesíticos en las capas rojas y capas suprayacentes del Oxfordiano-Kimmeridgiano de la Depresión Istmica así como las edades isotópicas (148 ± 6 m.a.- 169 ± 4 m.a.) de los derrames andesíticos que afloran sobre la traza de la Falla Uxpanapa-Las Flores, las rocas extrusivas se emplazaron en el margen sur del Bloque Yucatán a fines del Bathoniano y principios del Calloviano, asociando esta actividad ya sea al rompimiento de la corteza continental, o bien a una zona de subducción que actuaba al sur del citado bloque.

En la etapa de deriva, el rift continental se transforma en una zona de apertura oceánica en donde comienza a generarse corteza oceánica; en este momento, el mar que había penetrado antes de manera episódica la fosa del rift, la invade definitivamente y su profundidad aumenta progresivamente Boillot G.(1984).

Boillot G., 1984, (op.cit), sugiere que cuando la litosfera sobrecalentada se enfriá hasta llegar a su equilibrio térmico, ésta alcanza su espesor normal, provocando en la cuenca una subsidencia de tipo térmico reforzada por la sobrecarga sedimentaria. A esta subsidencia Bott M.H.P (1982), en Meneses R.J.J. (1990), la llama subsidencia flexural.

Por otro lado, con respecto a la culminación de esta fase de deriva, algunos autores tales como Humphris C.C.(1978), Salvador A. et al. (1980), y Buffler R.T. et al. (1981), proponen que en esta etapa el Bloque Yucatán alcanzó su posición actual, sugiriendo con ello la terminación del proceso de apertura oceánica durante el Jurásico superior. Salvador A. (1987) y López I.M. (1989), coinciden en señalar, que el proceso de apertura del Golfo de México probablemente cesó durante el Jurásico superior temprano, el primero se basa en que no encuentra evidencias de disturbios tectónicos importantes en las secuencias sedimentarias de esa edad, mientras que el segundo se apoya en el registro paleogeográfico para el oxfordiano de la presencia de un ciclo transgresivo mayor durante el Mesozoico.

En cambio Vázquez O. A. et al (1982), consideran que el cambio en la sedimentación en la cuenca oriental (Área Valle Nacional), de un ambiente de plataforma interna en el Jurásico superior (formación San Pedro) no aflorante en el área, pasa a un ambiente litoral costero durante el Cretácico inferior, así como la deformación de las rocas

del Jurásico medio y superior, definen probablemente la culminación del evento de apertura del Golfo de México.

Durante el Jurásico superior Oxfordiano, si consideramos la suposición de Boillot G. 1984, (op cit.) sobre la evolución de un proceso rift-ridge, durante este tiempo se sobreviene una etapa de oceanización definitiva, la cual predispone ambientes sedimentarios en la cuenca del proto-océano. Esta invasión marina en combinación con la subsidencia térmica flexural de la litósfera reforzada con una mayor sobrecarga sedimentaria, permite el depósito de calizas aren-arcillosas en la Depresión Ístmica (formación Mogoñé), mientras que en los bordes de la cuenca se continúa la sedimentación continental (Lechos Rojos), correspondientes a la formación Todos Santos, en el borde noroeste y noreste del Macizo de Chiapas, así como en la porción oriental de la Sierra de Juárez. Según Meneses R.J.J. (1990), durante este período se depositaron en las regiones alejadas de la influencia continental, sedimentos pelágicos (Sonda de Campeche) y de plataforma en la parte central de Tabasco. Hacia la porción noreste de México, contemporáneamente se depositaban sedimentos terrígenos, terrígeno-calcáreo y evaporíticos en el frente de transgresión (formaciones La Casita, La Caja, Olvido, La Gloria y Zuloaga) López I.M.(op cit.).

En el Kimmeridgiano-Tithoniano medio.- las aguas del nuevo océano, ganaron mayor terreno al continente, transgrediendo paulatinamente zonas de sedimentación continental, en combinación con una continua subsidencia, permitiendo un incremento en la productividad de carbonatos. Así se depositaron, en la Depresión Ístmica y en los bordes de los Macizos de La Mixtequita y Chiapas, sedimentos oolíticos aren-brechosos y calcáreos (formaciones Porvenir y Uxpanapa), mientras que hacia la región de Valle Nacional se depositaron carbonatos oolíticos de la formación San Pedro, (No aflora en el área de estudio) como lo menciona Meneses (1990), estos bancos oolíticos se depositaron en forma paralela a la costa, y en algunas zonas (alto del río Solosúchil), se interdigitaban lateralmente con sedimentos aluviales y fluviales depositados en una línea de costa con barreras (formación Todos Santos), en tanto que hacia la región de La Victoria, pasaban a sedimentos de plataforma (formación La Victoria). Hacia el centro de la cuenca, en condiciones de mar abierto, se depositan sedimentos calcáreos pelágicos correspondientes hoy a la formación Chinameca, (no aflorante en el área) y en subsuelo se ha reconocido en las regiones de Malpaso, Cerro Nanchital y de Pedregal.

Según el postulado de Amos S. (1987), la comunicación entre el Golfo de México y el Océano Atlántico, pudo haberse iniciado durante el Kimmeridgiano, cuando el Bloque Yucatán se desplaza hacia el "sureste", a través de un sistema de fallas transformantes dextrales que separaba las plataformas de Florida y Yucatán.

Para el Tithoniano temprano, la transgresión Jurásica continuó depositando carbonatos en la porción del alto río Uxpanapa, mientras que hacia el borde "noreste", del Macizo de La Mixtequita, Meneses R.J.J. et al, (1987), en base a las facies regresivas y transgresoras de la formación La Victoria, suponen que dicho borde probablemente estuvo bajo movimientos tectónicos que provocó cambios bruscos en el nivel del mar.

En el Tithoniano tardío-Neocomiano.- Cuando las fallas normales que provocaron la deposición de serie molásica en la Depresión Ístmica, se reactivaron como fallas transcurrentes izquierdas, originando en la región de La Zacatera, el depósito de brechas calcáreas arenosas de la formación Potrerillo, y en el borde "noreste" del Macizo de Chiapas, un levantamiento regional que registró para este tiempo una regresión en las facies sedimentarias (formaciones el Edén y San Ricardo). Si los sedimentos terrígenos que reporta Quezada M.J.M.(1975), en la parte superior de la formación La Victoria, pertenecen a la formación San Ricardo, esto nos sugiere, que el levantamiento afectó al Macizo de La Mixtequita. Esta inestabilidad tectónica no correspondió propiamente a una tectónica vertical, ya que en la Depresión Ístmica, existió una sedimentación carbonatada desde el Jurásico superior al Cretácico medio-superior, mientras que en el borde "noreste" del Macizo de Chiapas se manifestó claramente un régimen regresivo, esto nos hace pensar que el Macizo de Chiapas tuvo un movimiento hacia el noreste, probablemente generado por el empuje de los arcos volcánicos que estuvieron actuando en el occidente de México durante el Jurásico-Cretácico inferior.

Estas condiciones sedimentológicas, probablemente nos definen la culminación de la apertura del Golfo de México en el límite Tithoniano tardío-Neocomiano temprano. A esta conclusión también llegan Vázquez O. A. et al. (1989), al analizar las características sedimentológicas de los depósitos del Cretácico inferior y la deformación que presentan las rocas del Jurásico medio y superior en la región de Valle Nacional.

En el Cretácico medio-superior se caracteriza por una etapa de estabilidad tectónica aunada a una gran transgresión marina, que permite el depósito de potentes espesores de carbonatos, en una gran plataforma que se extendió por casi todo México. En el área, esta invasión cubrió completamente las zonas emergidas, ya que no existen sedimentos de fácies costeras que marquen un límite de costa.

La sedimentación calcárea continuó hasta el Maestrichtiano en la Plataforma de Córdoba (formación Atoyac), mientras que en la región de los Macizos y depresión Ístmica, pudo haber alcanzado hasta el Coniaciano (parte superior de la formación Sierra Madre).

Hacia la región de Cerro Nanchital dentro de la secuencia Cretácica, existe una discordancia de tipo erosional a la que Meneses R.J.J. et al. (1987) la denominan discordancia intra-Cretácica, cortada por los Pozos Cerros Nanchital y los Coloniales en el área, y por los pozos Mono Pelado, Carmena y Río Playas 1 y 2, así como en los pozos Páramo y Caletón, localizados en los bloques Malpaso Bochil y Azapac-Simojovel. Esta discordancia en el área de Cerro Nanchital pone en contacto directamente al Cretácico superior Méndez con rocas calcáreas del Cretácico inferior.

Lo anterior nos hace pensar, que la porción occidental del bloque Malpaso-Bochil, área Cerro Nanchital, estuvo expuesto antes del Maestrichtiano, mediante el basculamiento del bloque, al sureste a través de fallas de tijera Mora O.G.(1990), que aprovecharon antiguas fallas normales que actuaron durante el proceso del rift-ridge del Golfo de México. Sin embargo, Meneses R. J. J: y et al. (1987), por las evidencias reportadas en Campo Mora y el Campo Cárdenas, esta discordancia que se extiende desde Malpaso a Cerro Nanchital, corresponde a una zona plegada, en la cual en las partes más levantadas hubo erosión o no depósito, mientras que en las zonas bajas intermedias continuó la acumulación de sedimentos. Al parecer estos basculamientos tuvieron influencia hacia el occidente, en el área del borde norte del Macizo de Chiapas, ya que los carbonatos superiores de la formación Sierra Madre con edades que van hasta el Coniaciano están en contacto discordante a través de un horizonte de tobas (Juárez S.J.F., 1990), con sedimentos pelágicos de la formación Méndez del Campaniano-Mestrichtiano, mientras que en la Plataforma de Córdoba continuó la sedimentación calcárea.

López I. M., (1989), supone que durante el Cretácico temprano posiblemente ocurrió la separación del Bloque Yucatán del de Sudamérica. Por otro lado, Vázquez O.A. op. cit (1989), consideran la presencia en el Sureste de México del Bloque Antillas Mayores durante el Cretácico superior, trasladándose de suroeste a noreste produciendo un margen transformante. En el presente trabajo asociamos a la inestabilidad tectónica que para tiempos del Cretácico tardío pudo haber alcanzado una región entre el Bloque Yucatán y Sudamérica.

En el Cretácico superior-Paleoceno, se manifestó un cambio en la sedimentación en el área, el cual fue de fácies de plataforma a fácies de cuenca (formaciones Méndez, Soyaló y Chicantepec). Este cambio, que fué a nivel mundial, es explicado por una rápida expansión de las dorsales activas, que al aumentar en volumen y superficie provocan el movimiento de las aguas hacia los continentes.

Durante el Eoceno, la Orogenia Laramide hacia el oriente de México, tiene su culminación; esta fase en el área es evidente en la región Playa Vicente-Valle Nacional, en donde genera estructuras plegadas con fallas inversas.

Mientras que hacia el área del Macizo de La Mixtequita y Depresión Ístmica, provoca el levantamiento del macizo, formando fallas inversas, en su borde, imprimiendo un metamorfismo dinámico a las secuencias plásticas enfrente de él (formación Méndez "metamorfizada").

La Orogenia también afectó a rocas que conforman las unidades morfotectónicas de Sierra de Juárez y Sierra Atravesada. Sin embargo, esta deformación no se encuentra in situ por varias razones: 1).- El estilo estructural laramídico que presenta la Plataforma de Córdoba en la porción de Playa Vicente-Valle Nacional, está truncado por el sistema transcurrente Valle Nacional orientado "noroeste-sureste", estas fallas además desplazan a la cabalgadura de los esquistos Sierra de Juárez sobre los Lechos Rojos. 2).- La presencia de una provincia tectónica propia de zonas internas (márgenes activas) muy al oriente en el Istmo de Tehuantepec.

Lo anterior implica que en la porción ístmica se instaló un margen transformante que puede estar asociado al fenómeno que puso en marcha el movimiento del Bloque Chortis (?), en un tiempo Post-Eoceno, probablemente durante el Oligoceno temprano según las edades radiométricas obtenidas en granodioritas reportadas en Meneses R.J.J et al (1987), en la Sierra de Chiapas, las cuales corresponderían al magmatismo de esta fase tectónica.

En el Oligoceno tardío - Mioceno temprano que se presentan grandes depósitos conglomeráticos en las unidades del Oligoceno y Mioceno, en los bordes "noroeste" y "norte", del Macizo de Chiapas, los cuales fueron originados por la reactivación del sistema de fallas transcurrentes izquierdas (sistema río Oaxaca, río Pinal y río Alegre) orientadas "noreste-suroeste", instaladas en la terminación "noroeste", del Macizo y Depresión Ístmica. Estas fallas separan en forma escalonada al Macizo de Chiapas del de La Mixtequita, manifestando, primero un movimiento hacia el "noreste". Las estructuras como los anticlinales Hidalgo-Encajonado, La Gringa, Loma Larga, Los Liberales, Vero, El Sauce y Chalchijapa , así como las fallas transcurrentes derechas orientadas casi "norte-sur", en el área del río Chalchijapa y río Solozúchil, se generaron durante esta fase. El contraste topográfico en la región de Malpaso se interpreta como una respuesta del movimiento del macizo, y no se descarta la posibilidad de encontrar fallas inversas en esa región.

Esta tectónica transcurrente, posiblemente fue originada durante el choque de la Dorsal de Tehuantepec contra la fosa del mismo nombre, mientras que el Bloque Chortis continuaba su deriva hacia el oriente.

La instalación del sistema transformante sinestral Polochic-Motagua, durante el mioceno medio tardío, en el sur de la Península de Yucatán, como consecuencia del movimiento del Bloque Chortis, propició la generación de

un fallamiento "secundario" transcurrente sinistral, el cual avanzó de "sureste a noroeste" en tiempo y espacio sobre la Sierra de Chiapas (Fallas: Malpaso, Tuxtla y La Ventagrijalva). Asociado a este esfuerzo transpresivo se formaron estructuras plegadas y fallas de despegues como respuesta a esta deformación, en las Cuenca del Sureste se

sucede un incremento en el régimen de la sedimentación, que en algunos casos rebasan los 6,000 m de espesor, Mora O. G., (1990), reactivando además el crecimiento post-diapírico de la sal.

IV. YACIMIENTOS MINERALES (*Figura 9*).

IV.1. METALICOS

IV.1.1. Introducción.

Dentro de la carta Minatitlán, no se cuenta con infraestructura de minerales metálicos.

Solo se reconocieron algunos prospectos en la parte suroccidental de la carta y se determinaron algunas zonas

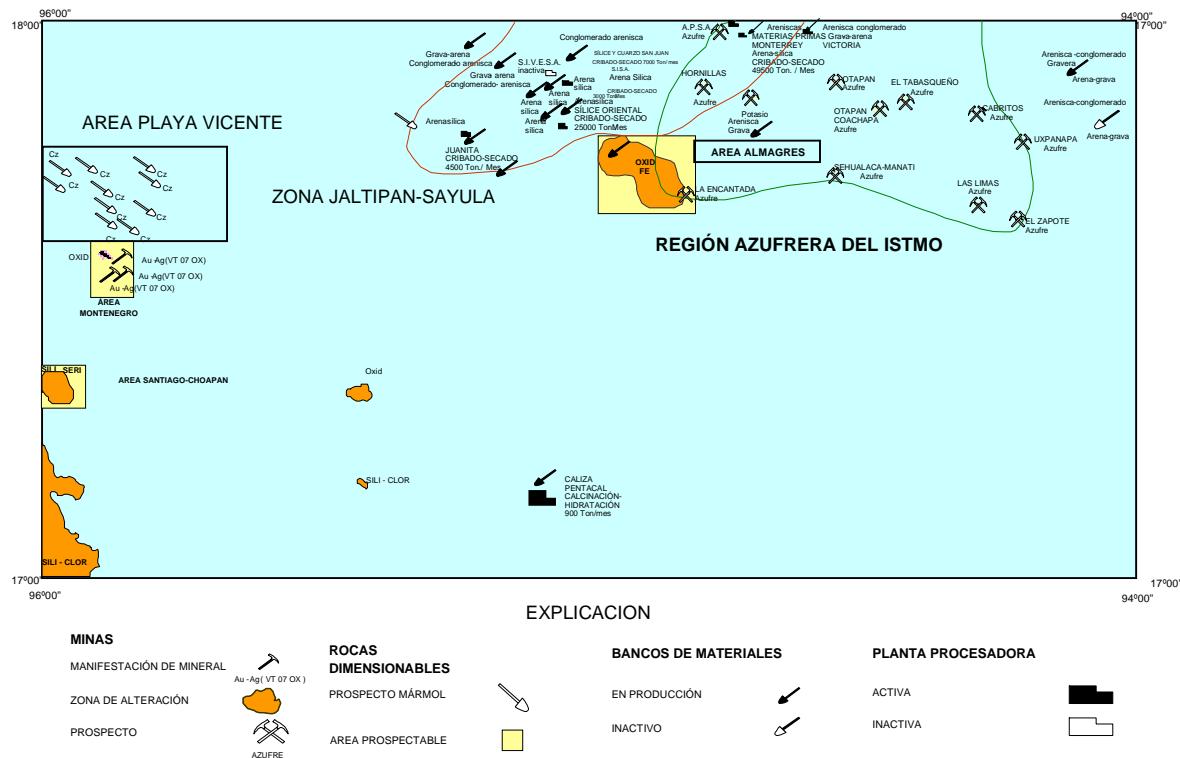


Figura 9. Plano de yacimientos minerales

anómalas, como zonas de alteración.

En la carta Xochiapa, cuando se realizaron los trabajos de campo en 1995 por parte del Consejo de Recursos Minerales en el Ejido Ignacio Zaragoza, se colectaron muestras de esquirlas en vetas de cuarzo con óxidos de fierro y manganeso que arrojaron valores de 0.1 g/ton. a 2.3 g/ton. de oro. En la localidad de Arroyo Blanco, en el contacto del intrusivo con areniscas y conglomerados de la formación Todos Santos en una zona de vetillas con especularita se obtuvieron valores de Indicios a 0.1 g/ton.

Antecedentes.- Entre los trabajos más sobresalientes realizados en esta zona se encuentran el de Serna V.R. (1962). en estos trabajos el más completo es éste último ya que desarrollaron trabajos a mayor detalle, tanto de cuantificación como de cualificación.

Ambiente geológico regional.

Las rocas que afloran en esta área son de origen sedimentario marino y corresponden al Terciario, están constituidos principalmente por arcillas, lutitas y areniscas

que se presentan como remanentes de erosión en forma lenticular, pertenecen principalmente a las formaciones Depósito, Encanto y Jaltepec.

Tipo de yacimiento.

Los depósitos de fierro de Almagres se presentan de diferentes maneras como son: gravas, bloques y arenas arcillosas mal consolidadas y se considera de origen sedimentario.

Mineralización y alteraciones.

La mineralización es principalmente hematita y limonita. Teniendo como alteración la oxidación.

Estructura leyes y potencial.

Los cuerpos son de forma lenticular, que afloran de manera irregular, cuya mineralización es principalmente hematita y limonita, la ley de mineral de hierro promedio es de 33%, la ley de mineral de hierro varía del 20% al

potencial del orden de 16,707,919 ton. de mineral ferrífero, Serna V.R. (1962).

IV.1.3. Área Montenegro. (Figura 10).

Ambiente geológico regional.

El marco geológico está definido por rocas metamórficas, representado por una serie de esquistos verdes del Complejo Metamórfico Sierra de Juárez, (PcPpE-Ms), que subyacen discordantemente a sedimentos terrígenos continentales Jurásicos pertenecientes a la formación Todos Santos (Jm Lm-Ar), constituidas por una alternancia de areniscas, conglomerados y limolitas. Estas rocas se encuentran intrusionadas por rocas de composición ácida cuya manifestación varía de granito a granodiorita. (Tom Gr-Gd).

Tipo de yacimiento.-

Las relaciones micro texturales dan testimonio de un

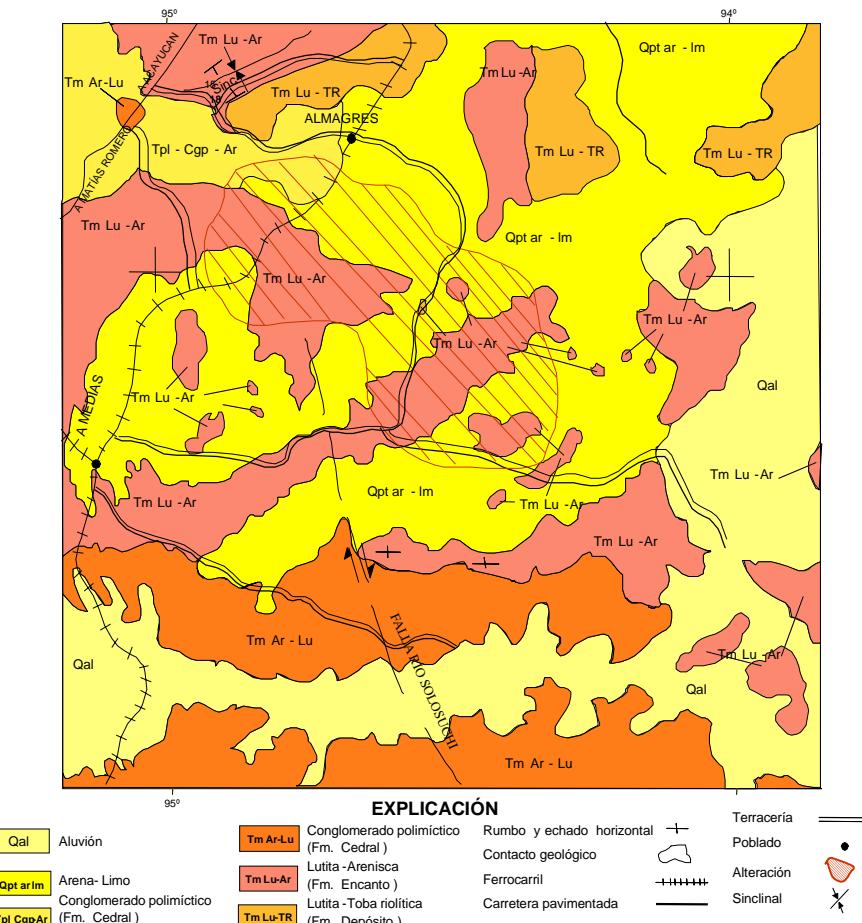


Figura 10. Area Almagres

50% con valores promedio de 30% de Fe, 33% de SiO₂, y 8% de Al₂O₃, con un espesor promedio de 3 m, que varía desde unos cuantos cm. hasta 8 m. se le estima un

proceso hidrotermal, en el que varios minerales metálicos se formaron contemporáneamente.

Mineralización y alteraciones.

Consiste de cuarzo con óxidos de manganeso, especularita y hematita, la alteraciones observable son la oxidación y silicificación.

Estructuras leyes y potencial.

Presenta una serie de fracturas y vetillas que conforman un stockwork, Con leyes de oro que varían de 0.1 g/ton a 2.3 g/ton. siendo estudiadas por personal del CRM, en 1995 (Carta Xochiapa).

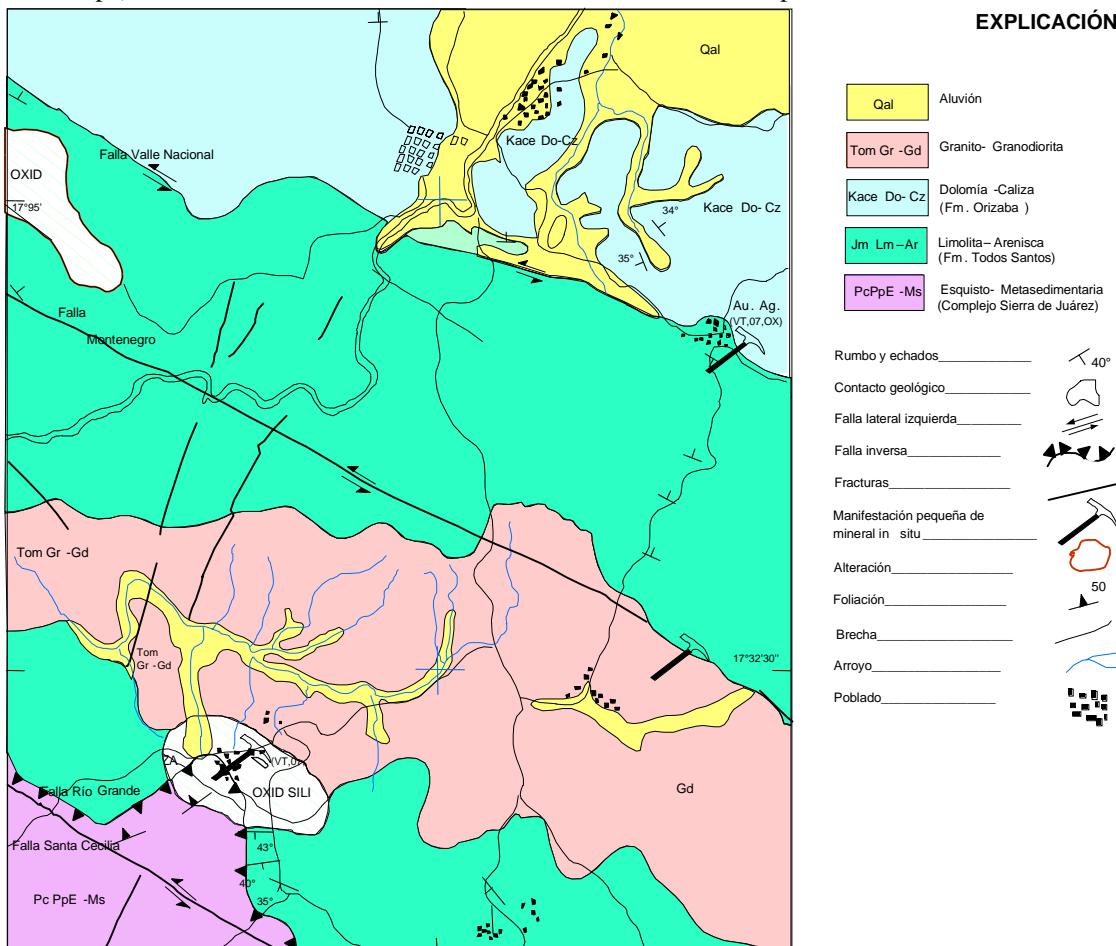


Figura 11. Área Montenegro

IV.1.4. Área Santiago Choapan (figura 11).

Ambiente geológico regional.

El marco geológico de esta región está dado por el Complejo Metamórfico Sierra de Juárez (PcPp E-Ms), conformado principalmente por micaesquistos que tiene como minerales esenciales muscovita, cuarzo y materia carbonosa. Estas rocas constituyen el basamento del área.

Los esquistos son de color café verdoso o verde olivo con foliación perfecta los minerales tienen hábito laminar y tacto sedoso.

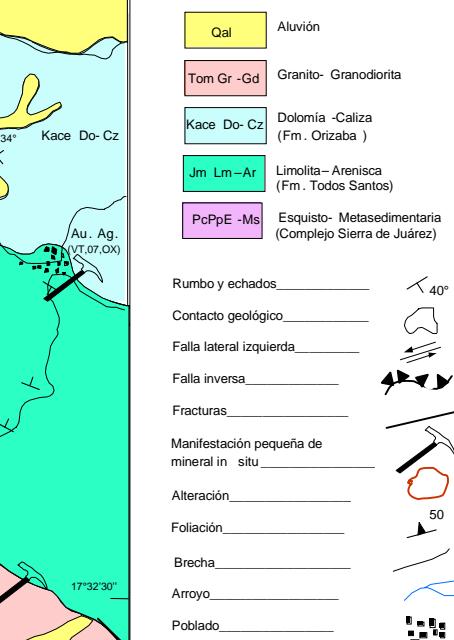
Tipo de yacimiento.-

La mineralización da testimonio de un proceso hidrotermal, con zonas de enriquecimiento secundario.

Mineralización y alteraciones.

La zona presenta fuertes alteraciones como silificación,

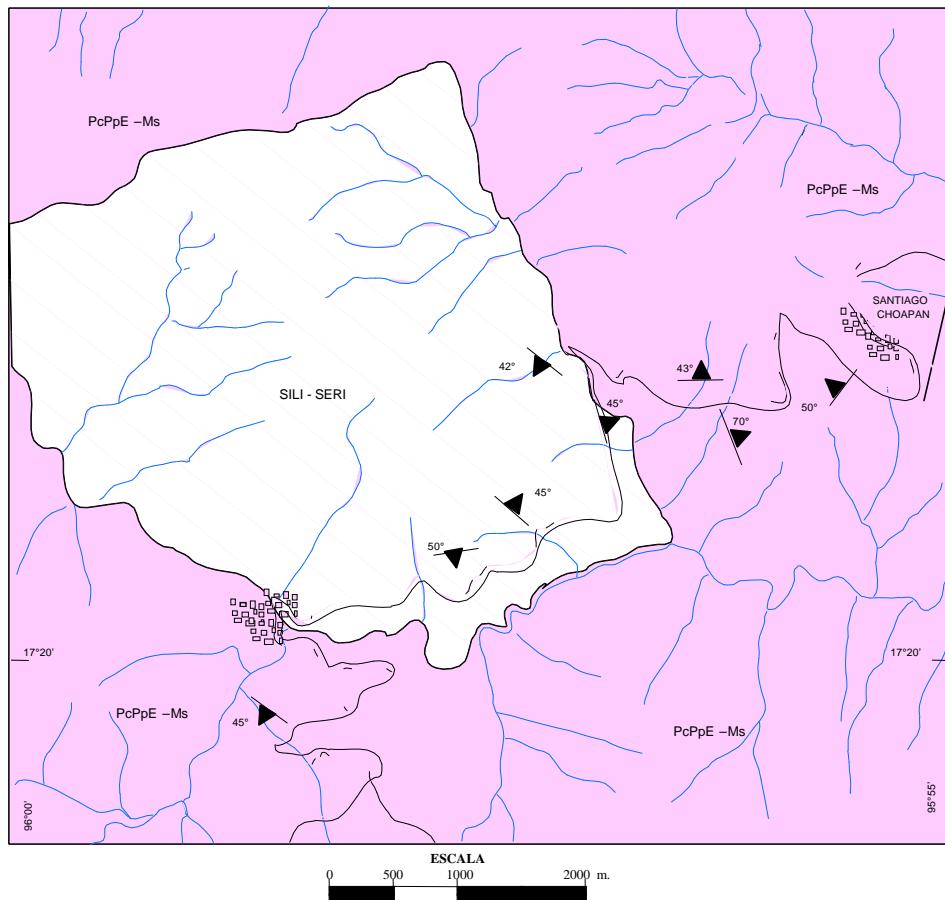
EXPLICACIÓN



sericitización y cloritización asociada a los sulfuros que ocurren en forma diseminada y son consideradas de origen hidrotermal.

Estructuras leyes y potencial.-

No hay estructuras ni leyes, pero se considera por su fuerte alteración como una zona potencialmente prospectiva



EXPLICACION

PcPpE-Ms	Esquisto-Metasedientaria (Complejo Sierra de Juárez)	-----
Alteración		-----
Foliación		70

Figura 12. Área Santiago Choapan

IV.2.- NO METALICOS. (Figura 9).

IV.2.1.- Introducción

Se sabe que desde principio de este siglo esta zona fue pionera al desarrollar dos de los minerales no metálicos más importantes, azufre y petróleo.

Los yacimientos de azufre presentan características particulares y un control litoestratigráfico definido, relacionado a la evolución de las estructuras salinas.

Dentro de esta carta se presenta una región minera denominada Región Azufrera del Istmo. Constituida por varias zonas mineras como son: Jaltipan, Hornillas, Texistepec, Otapan, Otapan- Cochapa, El Tabasqueño, Sehualaca-Manatí, Cabritos, Uxpanapa, Las Limas, El

Zapote y la Encantada, tambien se tiene conocimiento de yacimientos de sales de potasio (Tancamichapan).

IV.2.2.-Antecedentes.

Su descubrimiento se atribuye a la Compañía Inglesa "El AgUILA", en el año de 1904, quien inició primeramente la exploración de esta zona. Dos años más tarde (1906) fue descubierta la cuenca salina del Istmo de Tehuantepec por la Compañía Pearson Sons. 2. Td. Las perforaciones realizadas por dicha empresa no detectaron yacimientos petrolíferos, sin embargo esto condujo al descubrimiento de los primeros depósitos de azufre. A partir de este año hasta 1957, los trabajos de exploración y explotación estuvieron en manos de compañías extranjeras, hasta que en ese mismo año la Empresa Brady Co; traspasó sus instalaciones a la Comisión de Fomento Minero y a fines

de ese mismo año el Consejo de Recursos Naturales no Renovables (CRNNR) formó una brigada de exploración en la cuenca Salina del Istmo. De 1984 a 1991 el Consejo de Recursos Minerales (CRM) realizó trabajos de exploración y evaluación, cubicando 7 157 460 toneladas de azufre neto in situ en las áreas de Jáltipan, Otapan y Hornillas. Se estima que los yacimientos de azufre localizados en este distrito cuentan con reservas in situ del orden de 44 millones de toneladas. Esta cifra permite garantizar al país el suministro de este metaloide cuando

asociados con la halita o sal cuya presencia se confirmó en la mayoría de los pozos perforados en la zona de Tancamichapan y La Lajilla.

En las inmediaciones de Jáltipan, Ver., se tienen 4 pozos para producir salmuera, aunque estos pozos quedan unos metros al norte de la carta ubicados en la carta Coatzacoalcos, muy cerca de los límites de ambas cartas. También con algunos pozos exploratorios realizados por el CRNNR (1960-1975) detectaron la existencia de sales

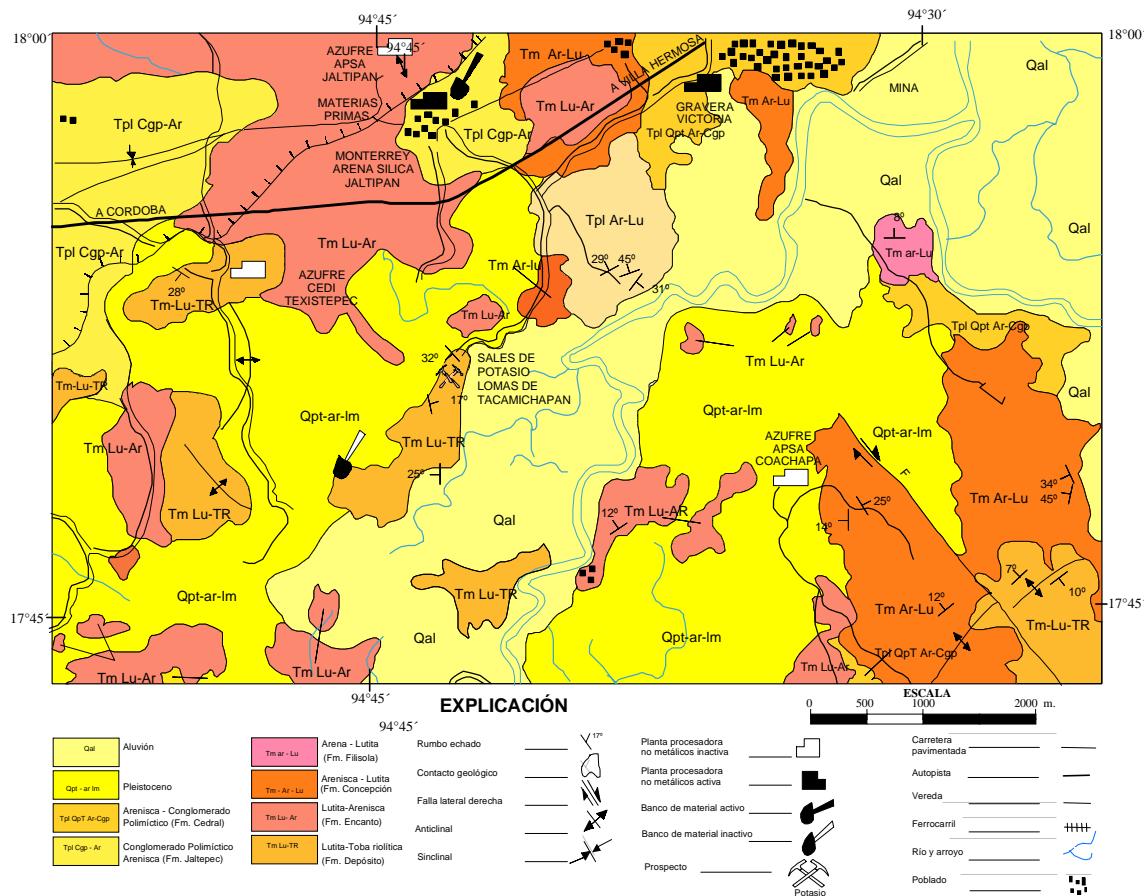


Figura 13. Bancos y Plantas de Arena Sílica, Jaltipan, Ver.

menos los próximos 15 años (revista Metaloide p. 4. 1989 organo informativo de APSA. y CEDI. Actualmente estos yacimientos no se explotan por los precios bajos del azufre. La producción global de azufre del distrito Jáltipan en el período 1954-1992 fue de 50 148 724 toneladas métricas por el método frash.

El Consejo de Recursos Minerales realizó trabajos de ampliación y comprobación de reservas de azufre en las áreas Otapan, Coachapa, El Tabasqueño, Jáltipan, Ojapa y Hornillas, evaluando reservas que en algunas áreas son atractivas, como es el caso de Hornillas y El Tabasqueño, pero que debido a los precios bajos del azufre quedaron sin explotarse.

Con respecto a las sales de potasio, existen varias intercalaciones de silvita y carnalita, ambos minerales

de potasio en el área de Tancamichapan.

IV.2.3. Infraestructura geológico-minera.

Existen siete empresas mineras privadas en operación, que se dedican al aprovechamiento de minerales no metálicos, que producen arena sílica y cal hidratada.

Los principales centros productores de minerales no metálicos se localizan al norte de la carta, en los municipios de Jáltipan, Acatlán, Sayula de Alemán, San Juan Evangelista y Cosoleacaque.

IV.2.4. Minas en explotacion

Entre las principales empresas que se dedican al aprovechamiento de minerales no metálicos, destacan las siguientes:

Materias Primas Monterrey, S.A. de C.V., Sílice Oriental, S.A., Arena Sílica de Juanita, S.A. de C.V., Planta Productora Sílice del Istmo, San Juan, S.A. de C.V., Gravera Agustín Morales Gordillo, S.A. de C.V. y Pentacal, S.A. de C.V.

IV.2.5. Región Azufrera del Istmo.

Ambiente geológico regional. La secuencia litológica de la región azufrera del Istmo comprende edades que varían desde el pre-Jurásico? Que está representado por estructuras diapíricas salinas y rocas Terciarias de las formaciones Depósito, (Tm Lu-Tr), Encanto, (Tm Lu-Ar), Concepción (Tm Ar-Lu) y Filisola (Tm Ar-Lu); muchas de ellas, sin aflorar como es el caso de la sal, y otras aflorando parcialmente. Las formaciones terciarias consisten principalmente de lutitas y areniscas. Todas ellas cubiertas en gran parte por arcillas, limos y clastos de grano fino del Reciente.

Tipo de yacimiento.- El origen de los yacimientos de azufre está íntimamente relacionado con la evolución de las estructuras salinas. Estos depósitos se localizan generalmente en la zona de casquete rocoso o cap-rock a profundidades variables, en la porción superior de las estructuras salinas, que comúnmente son de forma dómica. Con frecuencia el cap-rock se encuentra a 150 m de profundidad.

El casquete rocoso (Taylor, Enciso de la Vega, et.al, op. cit.) se forma mediante la solución diferencial de sal que fue originalmente impura. Los residuos insolubles (99% CaSO₄) se acumulan y se consolidan para formar un residuo duro llamado casquete rocoso (cap-rock) compuesto principalmente de CaSO₄ (posiblemente en forma de anhidrita o yeso). Mediante investigación científica adicional se ha demostrado que bajo un medio reductor en presencia de bacteria sulfúrica e hidrocarburos, la anhidrita o el yeso pueden cambiarse biogeoquímicamente a caliza y azufre.

Mineralización y Alteraciones. La mineralización es azufre asociado a las estructuras domicas, que están formadas por la intrusión de la masa salina, con su respectivo casquete el cual consta de la cima a la base de: caliza estéril, caliza con azufre, anhidrita o yeso y la formación salina.

Estructuras leyes y potencial. Las estructuras son de forma domica, y sus parámetros para que sea un yacimiento explotable debe ser mayor de 0.50 m. de azufre neto, su

potencial con trabajos realizados por el Consejo de Recursos Minerales es de 7 157,460 ton. de azufre neto insitu, esto en las áreas de Jaltipan Otapan y Hornillas. Se estima un potencial de 44,000,000 de ton. (revista metaloide pagina 4, 1989 organo informativo de APSA Y CEDI). En Castro M.J., 1994.

Domo Jaltipan.- Esta estructura presenta una orientación general de N 45° E, con una longitud de 2,500 m. y un ancho de 1,000 m.

Este yacimiento de azufre estuvo sometido a una intensa explotación, actualmente las reservas se encuentran agotadas, cuenta con una planta para generar 9 millones de galones de agua sobrecalentada por día actualmente inactiva.

Domo Hornillas Texistepec.-Esta estructura presenta una orientación de N 35° E, con longitud de 4,500 m. y un ancho de 1,200 m.

La mineralización de azufre se aloja a profundidades que varian de los 50 m. hasta los 450 m. este yacimiento estuvo sujeto a explotación y actualmente se encuentra inactivo aunque con trabajos evaluativos realizados por el Consejo de Recursos Minerales se determinarán reservas por más de 2 millones de ton. y en un área denominada Ojapa se evaluarón 1 546,562 ton.de azufre neto insitu.

Cuenta con una planta para generar 7 millones de galones de agua sobrecalentada por día, actualmente inactiva, este yacimiento cuenta con reservas que en determinado momento pueden ser economicamente explotables en la actualidad esto no es posible por la depresión del azufre.

Domo Otapan..- Esta estructura presenta una orientación de rumbo N 35° E, con una longitud de 1,000 m. y un ancho de 750 m.

Este yacimiento a estado sujeto a explotación, se cuenta con una planta denominada unidad Coachapa actualmente inactiva; debido a la complejidad estructural del área, el casquete se presenta en forma muy irregular tanto en extensión como litológicamente, la mineralización de azufre se encuentra en un casquete calcáreo que está descansando en un cuerpo potente de lutitas calcáreas con trazas de yeso. Las manifestaciones de azufre no presentan continuidad debido principalmente a fenómenos tectónicos propios de la intrusión salina que a provocado fallamiento en bloques que truncan y desplazan el casquete.

Domo Otapan – Coachapa.-Esta estructura presenta una orientación de rumbo N 45° E, con una longitud de 3,200 m. y un ancho de 1,000 m.

Este yacimiento a estado sujeto a explotación, se cuenta con una planta denominada unidad Coachapa actualmente

inactiva, que tiene una capacidad instalada para generar 7 millones de galones de agua sobre calentada por día; esta planta era suficiente para explotar el yacimiento de Coachapa y el de Otapan este distante a 10 km. de la unidad.

Domo Tabasqueño.- Esta estructura mineralizada presenta una orientación de rumbo N 50° E, con una longitud de 3,200 m. y un ancho de 1,200 m.

Este yacimiento se encuentra alogado en una estructura del tipo regional con rumbo suroeste-noreste, y una extensión de 11 km. por un ancho de 3 km. Se evaluó un total de 2,948,157 ton. de azufre neto. CRM (1991).

Domo Sehualaca - Manatí.- Esta estructura presenta una orientación de rumbo N 45° E, con una longitud de 2,500 m. y un ancho de 500 m.

Domo Cabritos.- Esta estructura presenta una orientación de rumbo N 30° E, con una longitud de 1,100 m. y un ancho de 1,000 m.

Domo Uxpanapa.- Esta estructura presenta una orientación de rumbo E-W, con una longitud de 1,200 m. y un ancho de 700 m.

Domo Las Limas.- Esta estructura presenta una orientación de rumbo N 50° W, con una longitud de 1,200 m. y un ancho de 300 m.

Mediante barrenación antigua se tiene estimado un tonelaje de 1.6 millones de ton. de azufre neto insitu. Esta estructura presenta fallamiento normal que originó el desplazamiento de bloques, por lo cual la exploración es muy riesgosa y la interpretación con datos del subsuelo es muy complicada.

Domo El Zapote.- Esta es un área aledaña a las Limas y los únicos trabajos desarrollados son por métodos indirectos de son: sismología y gravimetría.

Domo La Encantada.- La estructura presenta una orientación de rumbo N 50° W, con una longitud de 1,200 m. y un ancho de 300 m.

Este es un yacimiento donde existen afloramientos del casquete calcáreo y mediante perforación antigua se reportaron espesores calcáreos hasta de sesenta metros, por tanto se han realizado trabajos de sismología, definiéndose zonas de casquete de profundidad somera, que son: zona "A," de 80 m. a 140 m. de profundidad, zona "B", con profundidades de 100 m. a 160 m. y zona "C", con profundidades mayores de 160 m.

Sales de potasio Lomas de Tancamichapan.

El Consejo de Recursos Naturales No Renovables realizó algunos pozos exploratorios (1960-1975), detectando la existencia de sales de potasio en esta área. En los pozos La Lajilla y Tancamichapan se detectaron espesores de sal de hasta 600 m. Los minerales que se han reportado dentro de los horizontes de potasio son carnalita y silvita, los análisis realizados reportan leyes del orden de 14% de K2O. Con las campañas de perforación realizadas en esta zona se estimaron reservas del orden de 4 millones de toneladas.

IV.2.6.- Zona Jáltipan Sayula

Antecedentes. En esta región también se tienen yacimientos de arena sílica, la cual está constituida principalmente por arenas cuarcíferas, arcillas arenosas y lentes de arenisca de grano medio, cuyo color es gris claro y varía a rojizo debido a la presencia de óxidos de hierro. Estos óxidos son eliminados mediante lavado. Dentro de la carta Minatitlán se cuenta con infraestructura en minerales no metálicos, se tienen seis empresas mineras privadas en operación, dichas empresas se dedican al aprovechamiento de minerales no metálicos, principalmente arena sílica. Actualmente los principales centros productores de minerales no metálicos se localizan al norte de la carta, en los municipios de Jáltipan, Acatlán, Sayula de Alemán, San Juan Evangelista y Cosoleacaque.

Entre las principales empresas que se dedican al aprovechamiento de minerales no metálicos, destacan las siguientes:

Materias Primas Monterrey, S.A. de C.V; Sílice Oriental, S.A., Arena Sílica de Juanita, S.A. de C.V; Planta Productora Sílice del Istmo, San Juan, S.A. de C.V; y Gravera Agustín Morales Gordillo, S.A. de C.V.

Materias Primas Monterrey, S.A. de C.V. Se localiza al norte de la carta, en las inmediaciones de Jáltipan de Morelos, Ver.

La planta cuenta con 340 hectáreas, de las cuales 34 son ocupadas por la infraestructura. La vida útil del banco de material es de 80 años, con una capacidad instalada de producción de 49,500 ton. mensuales. Es productora del 100% de sílice el cual el 90% es utilizado para la industria del vidrio y el 10% para la fundición. Para su procesamiento se requiere de cinco pasos que van desde el lavado, clasificación, filtrado, secado y por último su almacenamiento.

La Planta Sílice Oriental, S.A. de C.V. Se ubica al norte de la carta, hallándose al noroccidente de Aguilera a 3.5 Km en línea recta de este poblado

Esta planta cuenta con 15 años de explotar los bancos de arena donde se producen 25,000 ton mensuales de arena

sílica, utilizada en el mercado para fundición, cerámica y vidrio. Para su procesamiento se requiere de cinco pasos que van desde el lavado, clasificación, filtrado, secado y por último su almacenamiento.

Arena Sílica de Juanita, S.A. de C.V. Se encuentra al norte de la carta y a 1.5 Km en línea recta al suroccidente de Villa Juanita.

La superficie total que cubre la planta en infraestructura es de 15 hectáreas en promedio. La actividad minera en esta planta estuvo inactiva durante seis años, reanudando su actividad productiva hace dos años, produciendo un promedio de 150 ton/día de arena sílica, utilizada principalmente en la industria de la fundición. Para su procesamiento se requiere de cinco pasos que van desde el lavado, clasificación, filtrado, secado y por último su almacenamiento.

Planta Productora Sílice del Istmo.- Situada al norte de la carta, al suroriente a 2 km, en línea recta del poblado La Cerquilla. Actualmente cuenta con bancos de material que abarca un área aproximada de 100 hectáreas con un rendimiento de vida útil de 150 años en promedio, obtiene una producción cercana a las 30,000 ton mensuales de arena sílica. Para su procesamiento se requiere de cinco pasos que van desde el lavado, clasificación, filtrado, secado y por último su almacenamiento. Este producto es utilizado en la industria de la fundición y para la elaboración del vidrio.

Planta San Juan, S.A. de C.V.- Se localiza en la parte septentrional de la carta a 500 m. en línea recta al sur franco del poblado La Cerquilla,

Esta planta cuenta con 10 años de labores mineras de explotación a cielo abierto con 117 hectáreas de terreno y se ha profundizado hasta 15 m. con un total de material beneficiado de 7,000 ton mensuales, con un total de 84,000 ton. de producto terminado por año de arena sílica, arena, grava y gravilla. Debido a la calidad de la arena no puede ser utilizado en la industria del vidrio.

Para su procesamiento se requiere de cinco pasos que van desde el lavado, clasificación, filtrado, secado y por último su almacenamiento.

Gravera Agustín Morales Gordillo, S. A. De C.V.- Se localiza en la porción septentrional de la carta a 350 m. en línea recta al sur franco del poblado La Cerquilla.

En este lugar sólo se extrae la materia prima a cielo abierto para que posteriormente sea transportado a la planta de beneficio que se localiza en las inmediaciones de la Cd. de Cosoleacaque, donde el material es procesado dándole su terminado final. Para su procesamiento se requiere de cinco pasos que van desde el lavado, clasificación, filtrado, secado y por último su almacenamiento.

Esta industria cuenta con 10 años de capacidad productiva, con 90 hectáreas de material in situ, posee una capacidad instalada de producción de 100 m³ por día de grava, así como 120 m³ por día de gravilla, produciendo principalmente arena, gravas y gravillas para construcción, así como polvo de *sanblasteo* para la elaboración de abrasivo y lijas.

IV.2.7.- Banco Pentacal.

Antecedentes. Duran H.B et al. (1977), Evaluaron calizas de Paso de Buques, Mpio. de Matías Romero, Oax. Este estudio fue para determinar la cantidad y calidad de roca caliza y ver posibilidades de uso como materia prima en la fabricación de cal química e hidratada viendo la factibilidad de instalar un horno de calcinación e hidratación con suficiente capacidad para satisfacer el mercado existente en la región.

Ambiente Geológico Regional. La secuencia litológica del banco de calizas de Pentacal, esta conformado regionalmente por las siguientes unidades; Batolito de la Mixtequita (Pp TR Gr-Gd), formación Potrerillos (Jt Kbe Cz Ar), formación Paso de Buques (Kvh Cz), formación Sierra Madre (Kat Cz-Do) y (Qpt ar-lm).

Tipo de yacimiento. Este banco, esta formado por calizas masivas que contienen pelets, algas, moluscos, corales e intraclastos. Estas rocas son de origen sedimentario y representan ambientes de plataforma interna con influencia de mares pelágicos con alta energía mecánica.

Mineralización y Alteraciones. La mineralización consiste de calcita, presentando una oxidación incipiente.

Estructuras leyes y potencial. Se presenta, en forma de bancos masivos estratificados, su porcentaje de carbonato de calcio es mayor del 90 %, y se explota para elaborar cal hidratada. En total se ubicaron 7,783,554 ton de reservas positivas habiendo dividido el área en tres cuerpos de acuerdo a sus características topográficas: cuerpo No. 1: 963,776 ton. Cuerpo No. 2: 5,154 141 Ton. Cuerpo No. 3: 1,665,636 ton. Duran H.B et al. (1977).

Cuenta con una planta de cal hidratada, que produce actualmente 900 ton mensuales utilizándose principalmente en la industria de la construcción, agricultura y tratamiento de aguas.

Ambiente geológico regional. La secuencia litológica de la zona Jaltipan Sayula, comprende edades que varían desde el Mioceno al Reciente. Y son las formaciones Depósito, (Tm Lu-TR), Encanto, (Tm Lu-Ar), Concepción (Tm Ar-Lu) y Filisola (Tm Ar-Lu); Las formaciones terciarias consisten principalmente de lutitas y areniscas. Todas ellas cubiertas en gran parte por arcillas, limos y clastos de grano fino del Reciente.

Tipo de yacimiento. Los yacimientos de arena sílica son comunes aunque no todos son de interés económico, son depósitos sedimentarios de arenas del tipo detrítico. Están constituidos por arenas de origen marino fluvial y conforman terrazas originadas por el flujo de las corrientes principales.

Mineralización y alteraciones. Están formados por arenas de cuarzo arcilla y limo. El cuarzo proviene de rocas ígneas y metamórficas, teniendo como minerales accesorios hematita, titanita y cromita; los granos de arena varían de redondeados a angulares,

Estructuras leyes y potencial. Se presentan de forma irregular, lenticular, y cuerpos estratificados, estos bancos de material tienen leyes de 92 % de SiO₂ y en ocasiones hasta del 99 % de SiO₂.

El potencial se desconoce pero consideramos que pueden ser muy alto, ya que estas arenas sílicas las encontramos tanto en la formación Concepción (Tm Ar-Lu), como en la Filisola (Tm Ar-Lu).

IV.2.8.- Área Playa Vicente. (Figura 14).

Antecedentes. Los antecedentes de trabajo efectuados en esta región son los realizados por el personal del Consejo de Recursos Minerales en la parte sur de la carta Playa Vicente que colinda al norte de la carta Xochiapa.

Durante la elaboración de los trabajos de cartografía geológico-minera y geoquímica escala 1:50,000 de la Carta Xochiapa E15 C21, estados de Veracruz y Oaxaca, CRM (1995), se detectaron varias zonas de interés donde se colectaron diferentes ejemplares de roca caliza para estudios de corte y pulido, mostrando buen color y brillo a la prueba de corte y pulido.

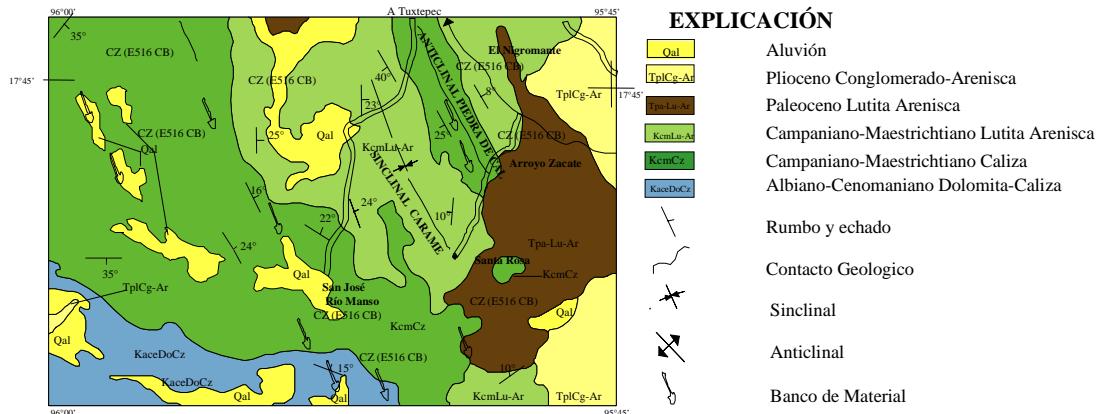


Figura 14. Bancos de caliza Área Playa Vicente.

Determinándose seis zonas de interés económico que contienen volúmenes importantes, pero presentan el

inconveniente de no contar con infraestructura, siendo los prospectos los siguientes: Cerro Flores, Cerro Caliente, Piedra de Sol, Vista Hermosa, La Esperanza y Jacobo Jocotepec. De manera general se puede decir que todas las muestras enviadas a corte y pulido presentan buen color y brillo a la prueba de corte y pulido.

Ambiente Geológico Regional. El ambiente geológico regional del área de interés consiste principalmente de rocas carbonatadas de la formación Orizaba, (Kace Do-Cz) constituida por depósitos de plataforma con desarrollos arrecifales y subarrecifales representados por calizas con estratos que tienen un espesor que varían de 0.5 a 2.0 m.

Esta formación infrayace en discordancia paralela a la formación Atoyac (Kcm Cz). Está formada por una gruesa secuencia de calizas de color café claro a gris oscuro, afloran estratos de 0.20 m. a 2.0 m.

Las rocas de la formación Méndez (Kcm Lu-Ar), consta de margas a la base y lutitas en la cima, de color gris oscuro, capas delgadas con intercalaciones de areniscas, se reporta 30 m. de espesor de un conglomerado con clastos de cuarzo color rojizo y sobre del se tiene lutitas arenosas color gris azul con fauna de pelecípodos y orbitoideas en capas delgadas. Subyace a los terrígenos de la formación Chicontepec.

El Terciario inferior está representado por la formación Chicontepec, (Tpa Lu-Ar), consiste principalmente de una alternancia de areniscas y lutitas. Sobre yace discordantemente a la formación Chicontepec conglomerados mal cementados en una matriz arenosa e intercalados con arenas y limos pertenecientes a la formación Jaltepec (Tpl Cgp-Ar). Finalmente el Cuaternario está representado por aluviones finos y gruesos que llenan los valles y las partes más bajas.

Tipo de yacimiento. Este yacimiento es de origen sedimentario se infiere un ambiente de plataforma

carbonatada, de aguas tranquilas típicas de ambiente marino somero.

Mineralización y Alteraciones. Está formada por calizas dolomíticas de color café claro, con textura microcristalina a sacaroide, presenta fracturillas llenas de calcita, despidiendo un fuerte olor fétido al golpe del martillo.

Estructuras leyes y potencial. Los estratos de caliza son de forma tabular con rumbo NW 20°-30° SE y echados de 30° y 40° al NE-SW, formando parte del anticlinal Piedra de Cal, tienen espesores que varían de 0.10 m. a 1.0 m., con una longitud conocida de 2,000 m., con un desnivel

promedio de 20 m. Haciendo un reconocimiento y una visita preliminar dentro del área en su parte norte específicamente en el Ejido Piedra de Cal donde se estimó un potencial de 29,348,000 ton de caliza, con leyes de 87.61 % de CaCO₃ y 10.63 % de MgCO₃, cuentan con bancos de caliza que se pretende trabajar para producir cal agrícola. Se estima un potencial de 40 millones de toneladas de caliza en el anticlinal Piedra de Cal. En base a las evidencias de la mineralización observada y las zonas de alteración existentes se propone hacer estudios más a detalle para definir zonas de interés y así poder realizar trabajos evaluativos para el cálculo del volumen de mineral económico in situ.

V. MODELO DE YACIMIENTOS

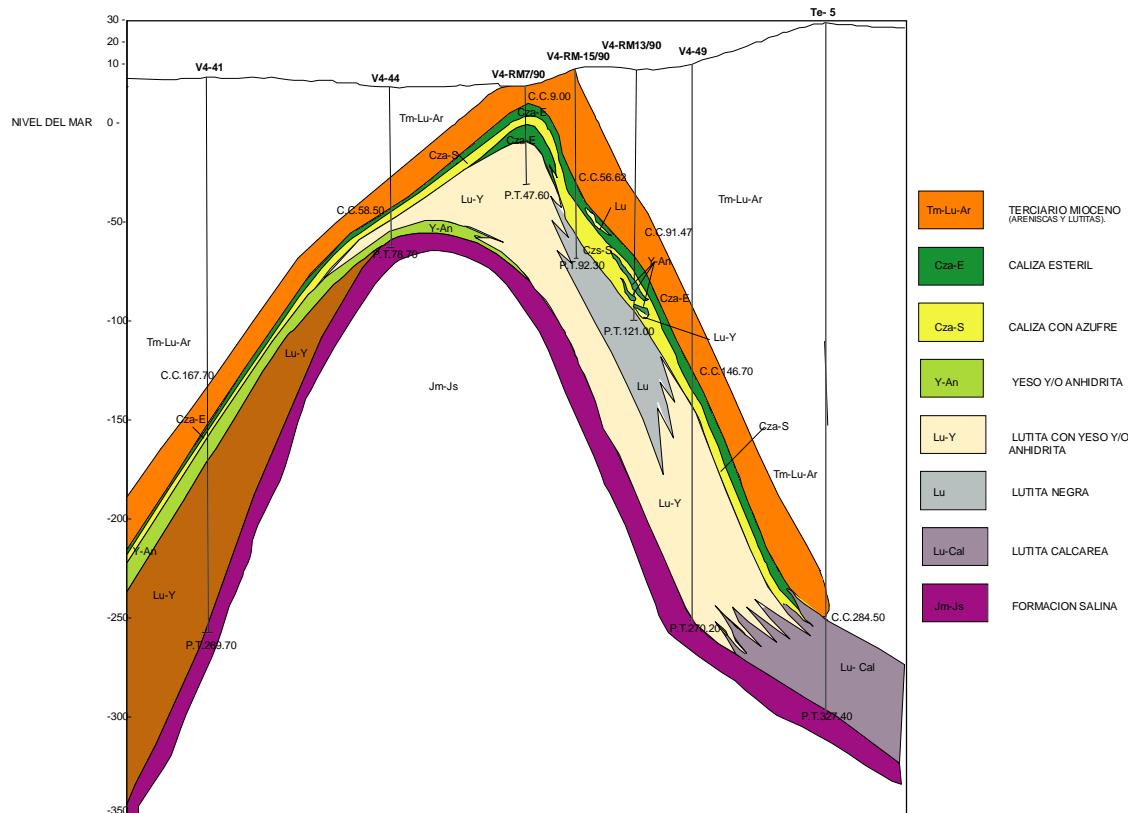


Figura 15. Modelo de un Yacimiento de Azufre en base a barrenación.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

De acuerdo a las observaciones geológicas efectuadas durante los trabajos de campo se concluye y se recomienda lo siguiente:

1.- En base a la cartografía geológica realizada la carta se dividió en cuatro Provincias Geológicas representadas por: Terreno Maya (cuenca de Zongolica), Complejo Guichicovi, Depresión Ístmica y Sierra de Chiapas.

2.- En la porción sur de la carta, al sur de la zona del Batolito de la Mixtequita afloran rocas gnáisicas en facies

de granulitas, reportadas primeramente por Araujo M. J.O.(1982) y estudiadas posteriormente por Murillo M. G. (1994), corresponden y son análogas a las rocas Precámbricas del Complejo Oaxaqueño.

3.- El complejo Guichicovi puede considerarse un bloque alóctono, ya que se encuentra afectado por la falla Valle Nacional.

4.- Descartamos la separación de calizas Sierra Madre en sus miembros Cantelhá de un ambiente de depósito de plataforma y miembro Cintalapa de características de una plataforma marina no muy profunda, mapeándola únicamente como Sierra Madre con un rango que va del Cretácico inferior al Cretácico superior (Albiano-Cenomaniano-Turoniano-Santoniano).

5.- Se optó en seguir la nomenclatura estratigráfica propuesta por Ortuño y Ruiz (op. cit) 1985, en considerar al Grupo Zacatera únicamente con las formaciones: Mogoñé, Porvenir y Potrerillo, separando a la formación Paso de Buques por presentar características litológicas diferentes a aquellas.

6.- Se considera a la formación Alaska como un equivalente de la formación Méndez similar metamorfoseado, debido a que cuando es posible reconocer a la roca original no es válido la aplicación de una nueva formación; simplemente se utiliza el equivalente metamórfico.

7.- La mineralización aurífera se encuentra asociada a los cuerpos ígneos intrusivos Ignacio Zaragoza, Arroyo Blanco y Arroyo Piedra y se presenta en vetas de cuarzo con especularita.

8.- En la carta se detectaron varias localidades de interés económico con indicios de mineralización metálica, localizándose tres prospectos que son: Ignacio Zaragoza (estructuras vetiformes de cuarzo con óxidos de fierro y manganeso), donde se obtuvieron leyes de oro que van de 0.1 g/ton a 2.3 g/ton., Arroyo Blanco aflorando estructuras de cuarzo con indicios de mineralización con valores de 0.1 g/ton, la ausencia de valores se debe a procesos de lixiviación; Arroyo Piedra (conglomerados cementados con hematita) se colectó una muestra de sedimentos de arroyo que dio valor anómalo de 1.9 g/ton. de oro. Esto cuando se realizó la carta Xochiapa escala 1:50,000.

9.- Por lo que respecta a zonas de alteración se definieron cinco regiones donde se tienen indicios de mineralización metálica. Zona de alteración Ignacio Zaragoza: Las alteraciones asociadas a las estructuras mineralizadas son: oxidación, caolinización y silicificación. Zona de alteración Cerro Caliente, la alteración se manifiesta como oxidación, evidenciadas en las rocas clásticas de la formación Todos Santos. Zona de alteración Santiago Atitlán, esta anomalía está asociada a eventos intrusivos de

composición granítica siendo esta roca la contenedora de mineralización, observándose alteraciones por cloritización y silicificación. La mineralización consiste principalmente de pirita, calcopirita, bornita, molibdenita y galena. Zona de alteración Santiago Tutla Viejo; esta área presenta fuerte alteración en los granitos del Batolito de la Mixtequita que van de silicificación, cloritización y sericitización teniendo importancia para la prospección de Au. Zona de alteración Santiago Choapan, presentando fuerte alteración por silicificación, sericitación y cloritización y presencia de sulfuros en forma diseminada de origen hidrotermal.

10.- La zona mineralizada de Almagres está constituida principalmente por yacimientos de fierro, de tipo sedimentario de forma lenticular, que afloran de manera irregular, cuya mineralización es principalmente hematita y limonita, la ley de mineral de fierro que varía de 20% al 50% con valores promedio de 30% de Fe, 33% de SiO₂, y 8% de Al₂O₃, con un espesor promedio de 3 m, estimándose un potencial del orden de 16,707,919 toneladas de mineral de fierro para esta zona.

11.- En minerales no metálicos la zona es atractiva por su enorme potencial, en algunos se han efectuado trabajos hasta la etapa de evaluación de reservas, teniendo el distrito minero de Jáltipan, se tiene depósitos de azufre, estimándose que los yacimientos de azufre localizados en este distrito cuenta con reservas in situ del orden de 44 millones de toneladas.

12.- Debido al bajo precio del Azufre las Empresas productoras de este metaloide han permanecido cerradas, pero se pretende que en un futuro no lejano estas compañías sean reactivas para poder producir fuentes de trabajo, y generar entrada de divisas al país por varios millones de dólares.

13.- Con respecto a las sales de potasio, existen varias intercalaciones de silvita y carnalita, ambos minerales asociados con la halita o sal cuya presencia se confirmó en la mayoría de los pozos perforados en la zona de Tancamichapan y La Lajilla. De las campañas de perforación realizadas en esta zona se estimaron reservas del orden de 4 millones de toneladas con una ley promedio de 14% de K₂O.

14.- Durante los trabajos de perforación realizados en la búsqueda de sales de potasio, se determinó que la cantidad y calidad no es suficiente aún para garantizar una operación minero-metallúrgica rentable.

15.- Durante la realización de los trabajos de cartografía se detectaron varios bancos de material de gravas y arenas susceptibles de ser explotados para ser utilizados como revestimiento de caminos y en la industria de la construcción.

16.- En lo que concierne a las calizas estas pueden ser utilizadas como rocas dimensionables, y las calizas dolomíticas para producir cal agrícola; siendo la Formación Atoyac la que presenta mejor tipo de material para estos fines. En el Ejido Piedra de Cal se estimó un potencial de 29,348.000 toneladas de caliza con leyes de 87.61 % de CaCO_3 y 10.63 % de MgCO_3 .

17.- Otros materiales de interés en el área son los yacimientos de arena sílica, la cuál está constituida principalmente por arenas cuarcíferas, arcillas arenosas y lentes de areniscas de grano medio, utilizados principalmente en la industria del vidrio y la fundición. Las formaciones contenedoras de este material son las formaciones Filisola y Concepción.

18.- En base al análisis de los resultados de las 560 muestras geoquímicas en la Carta Minatitlán se delinearon los siguientes elementos: Au, Ag, Pb, Cu, Zn, Be, Cd, Co, Cr, Sc, Fe, Mn, Ni, U, Sr, y Ba, los cuales muestran la mejor asociación geoquímica que sirvió de apoyo para obtener los indicadores de la mineralización para la delimitación de áreas geoquímicamente anómalas.

RECOMENDACIONES.

1.- Realizar la carta aeromagnética escala 1:250,000 de la carta Minatitlán, con el propósito de delimitar zonas de interés gravimétricas anómalas detectadas con los trabajos de campo y el apoyo de la geología regional sirvan para definir áreas de mineralización más evidentes de contener yacimientos de interés económico asociadas a estructuras y lineamientos regionales, con el objeto de fundamentar programas de exploración a diferentes escalas.

2.- Efectuar trabajos geológicos de semidetalle de las alteraciones Ignacio Zaragoza donde las evidencias obtenidas en el muestreo preliminar, arroja valores de 0.1 g/ton a 2.3 g/ton de oro. CRM, 1985, (Carta Xochiapa), Cerro Caliente, Santiago Atilán, Santiago Tutla Viejo y Santiago Choapan, con la finalidad de definir si son factibles de contener mineralización económica por metálicos (Au, Ag, Pb, Zn y Co) para que posteriormente realizarles estudios evaluativos para conocer el potencial de mineral in situ.

4.- En el Ejido Arroyo Piedra realizar muestreos sobre los conglomerados cementados por hematita, para definir la posible relación que puedan tener estos con el valor anómalo de oro que se obtuvo en el muestreo de sedimentos de arroyo de 1.9 g/ton de Au. (CRM, 1985, Carta Xochiapa).

5.- Los estudios llevados a cabo en la zona de Almagres ha puesto de manifiesto la probable existencia de un yacimiento de fierro de gran tonelaje, por lo que es necesario promover trabajos de exploración a mayor

detalle. Ya que en trabajos anteriores evaluaron un potencial de 16,707,919 ton de mineral férrico con valores promedio de 30% de Fe, 33% de SiO_2 de Al_2O_3 .

6.- De la zona de Tancamichapan, se recomienda realizar trabajos de exploración a semidetalle para ver si es factible de incrementar el monto y calidad de las sales de potasio, mediante la realización de un programa intensivo y racional de perforación en áreas adyacente a Tancamichapan, ya que en trabajos realizados anteriormente por CRNNR (1960 – 1975) se valuaron reservas del orden de 4 millones de toneladas con una ley promedio de 14% de K_2O (Bernburg G. R. 1973)

7.- Por lo que respecta a los bancos de grava y arena será necesario realizar un estudio de factibilidad económica para determinar la cantidad de material in situ con que se cuenta mediante la exploración geológica a semidetalle principalmente en las formaciones contenedoras de este material.

8.- De los bancos de calizas del área de Playa Vicente, se recomienda realizar una exploración con mayor detalle para con esto determinar la importancia y el potencial de las calizas que se podrían utilizar como rocas dimensionables o como materia prima, ya que en el muestreo preliminar se obtuvieron leyes de hasta 96% de CaCO_3 .

9.-Como en el anticlinal Piedra de Cal ya se realizaron trabajos preliminares con resultados positivos, promover esta localidad para que se realicen estudios de viabilidad e instalar en él una calera y a la vez crear fuentes de empleo en la zona.

10.- En las cartas Cuauhtémoc, Poblado Dos y Poblado Doce. Se recomienda realizar un mapeo más a detalle, se tienen evidencias de hidrotermalismo con presencia de sulfuros diseminados rellenando fracturas, se recomienda realizar trabajos de geofísica en estas zonas por el método de polarización inducida para determinar si a profundidad pudiera detectarse alguna anomalía magnética que se asocie a alguna estructura que pueda estar alojando mineralización económica.

11.- Respecto a los yacimientos no metálicos se recomienda realizar un trabajo geológico-minero mas a detalle, con el fin de definir las unidades de importancia económica en las cartas escala 1:50,000 que son: Acatlán, San Juan Evangelista y las Choapas, acompañado de un muestreo sistemático con la finalidad de evaluar su potencial por sílice (Si O2).

VII. PROBLEMAS NO RESUELTOS

Dentro de los problemas no resueltos en esta carta se considera el Bloque de la Mixtequita, ya que se caracteriza por contener dos unidades que se han denominado Complejo Guichicovi y Batolito de la Mixtequita. El Complejo Guichicovi (pTm CM) esta conformado por paragneisses, ortogneisses, charnoquitas y anortositas de edades isotópicas entre 911 m.a. a 1760 m.a. Que corresponden al Proterozoico medio, Coinciendo tanto en litología como en edades con el basamento del terreno Oaxaca (Complejo Oaxaqueño). Por otra parte el Batolito de la Mixtequita (PpTR Gr-Gd). Esta constituido por granitos con gradaciones a granodioritas con edades isotópicas que varían de 196 m.a. a 318 m.a. que corresponden al Carbonífero-Jurásico, cuya relación con el Complejo Guichicovi es posiblemente de intrusión, sin llegar a observar esta relación muy claramente. Uno de los problemas no resueltos es, que hace este Bloque Mixtequita dentro del Terreno Maya y el Complejo Guichicovi como llegó a su posición actual es Autóctono? o es Alóctono? y si es así de donde emigró del Sur o del Norte? o es un Bloque Exótico derivado del Complejo Oaxaqueño ?.

Otro de los problemas no resueltos es la edad de los depósitos salinos ya que es una de las controversias más importantes entre los problemas no resueltos, ya que la edad de la sal es una de las piezas fundamentales para establecer la época y la dinámica de los primeros estudios del desarrollo de la cuenca.

Otro de los problemas a resolver sería definir si el Batolito de la Mixtequita y el Macizo de Chiapas tienen el mismo origen ya que presentan la misma litología y las mismas edades.

También sería otro problema a resolver determinar si la formación Todos Santos mapeada en la carta es realmente esta y si su edad es la correcta (Jurásico medio). Ya que en la localidad tipo son exclusivamente lechos rojos, y ya en la carta con los trabajos de campo realizados se observaron cuerpos de rocas andesíticas intercaladas con estos lechos rojos, ya que a estas andesitas por radiometría las consideran del Jurásico inferior

BIBLIOGRÁFIA

- Abadilla, Q. A. 1922. Informe de Reconocimiento Geológico de los Ríos Nanchital, La Venta, Grijalva, Pedregal y Tonalapa en los Edos. De Veracruz y Chiapas PEMEX. Inédito.
- Abadilla, Q. A. 1924. Reconocimiento Geológico, Área Cascajal Nanchital. Veracruz PEMEX .Inédito
- Araujo, M. J. O. 1981. Prospecto Nocistlán Oax. I.G.S.Z. No. 825 PEMEX. Inédito.
- Araujo, M. J. O. y Ruiz, M. J. M., 1982. Prospecto Guichicovi, I.G.Z.S. No. 882, PEMEX. Inédito.
- Araujo, M. J. O. y Ruiz, M. J. M., 1983. Informe geológico No. 887 zona sur. Prospecto: Guichicovi, Oax. PEMEX. Inédito.
- Benavides G.L., 1956. Notas sobre la Geología Petrolera de México. Symposium sobre yacimientos de Petróleo y gas. XX Congreso Geológico Internacional.
- Boillot, G. 1984. Geología de los Márgenes Continentales. Edit. Masson, S.A (ESPAÑA)
- Bonet F. 1971. Estudio Estratigráfico del Mesozoico de la zona de Córdoba Ver. Parte 1 I.M.P.
- Bose E. 1905. Reseña Acerca de la Geología de Chiapas y Tabasco, Bol. Inst. Geol. México No. 20
- Bose E. 1906. Excursión Geológica al Istmo de Tehuantepec, Guía Geol. Inst. Congreso México.
- Bott, M.H.P. 1979. Subsidence Mechanisms; at Passive Continental Margins, AAPG Memoir 29, pp. 3-9.
- Buffler, R.T. 1981 A model for the Early Evolutions of Mexico Basin, in 26th International Geological Congress (aris, 1980) Colloque C3 (Geology of continental margins). Oceanológica Acta, Suplemento V.4, pp.129-136.
- Burnett B. J: 1923 Informe de Reconocimiento Geológico en la Parte superior de los Ríos Uxpanapa y Nanchital, Minatitlán Edo. de Veracruz I.G.Z.S., No. 20 PEMEX Inédito.
- Bustos, D. J. L; 1992. Informe de la visita de reconocimiento al Ejido Piedra de Cal, Mpio. de Playa Vicente, Edo. de Veracruz. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Butterling J. y Trejo H.M. 1961 Informe Complementario sobre el Estudio Geológico y Paleontológico de le Series Calcáreas del Valle del Río Uxpanapa, Anexo I.G.Z.S. No. 371 PEMEX . Inédito.
- Cabrera, C. R., 1963. Estudio Bioestratigráfico de la porción occidental de la Cuenca Salina del Istmo. Tesis profesional. ESIA-IPN.
- Calderón, G. A., 1951. Condiciones estratigráficas de las Formaciones Miocénicas de la cuenca Salina del Istmo de Tehuantepec. Tesis profesional, UNAM.
- Camacho V. R. 1983. Prospecto Jesús Carranza II I.G.Z.S. 913, PEMEX. Inédito.
- Campa, U.M.F. y Coney, P.J. 1983. Tectonoestratigraphic Terranes and mineral Reosource Distributions un México. Canadian Journal of Earth Sciences. Vol.20, p.1040-1051.
- Carfantán, J. Ch. 1977. Evolución Estructural del Sureste de México, Paleogeografía e Historia Tectónica de las Zonas Internas Mesozoicas, U.N.A.M. Rev. Inst. de Geol. Vol. 5 No. 2
- Castro, M. J, et al, 1975. Estratigrafía y Microfacies del Mesozoico de la Sierra Madre del Sur. Chiapas, Asoc. Mex. Geol. Petrol. Vol. 27
- Castro, M. J. Cárdenas V.J., Baca C.J.C., 1994. Monografía Geológico-Minera del Edo. de Veracruz. Consejo de Recursos Minerales.
- Chirinos P.G.F., 1966. Informe Geológico del Área Suroeste de Malpaso I.G.Z.S. 519, PEMEX. Inédito.
- Concit S.C. 1981. Prospecto Figueroa, I.G.Z.S. No. 635, PEMEX . Inédito.
- Concit S.C., 1982. Prospecto Puerta del Uxpanapa, I.G.Z.S. No. 662, PEMEX. Inédito.
- Concit S.C.1989 Prospecto Cerro Nanchital I.G.Z.S. No. 1074 PEMEX. Inédito.
- Concit S.C.1989 Prospecto El Edén I.G.Z.S. No. 1075 PEMEX. Inédito
- Coney, P. J. y Campa, M.F; 1984. Terrenos sospechosos de aloción y acreción del occidente y sur del continente norteamericano.
- Consejo de Recursos Minerales. 1995.- Carta Geológico Minera Xochiapa, escala 1:50,000.
- Delenne, F. M, Martínez, B. J. J, 1968. Levantamiento gravimétrico en el Domo de Cascajal, Las Choapas, Veracruz, Consejo de Recursos no Renovables. Inédito.
- Dickinson, W.R. and P.J. Coney. 1980 Plate Tectonics Constrains on the Origin of de Gulf of México, in R.J.

- Pilger, Jr; ed: The Origin of de Gulf of México and the Early Opening of the Centrol North Atlantic; Louisiana. State University pp. 3-16.
- Franco, P. E, 1983. Estudio Geológico Económico de las calizas que afloran en Paso de Buques, Mpio. de Matías Romero. Tesis profesional, ESIA-IPN.
- Flores, G. E., Viveros J.M., Arceo y C. F A: , Bustos D: J.L: , Mendoza M .R. 1985. Informe final de actividades realizadas en el Proyecto Azufre, Istmo de Tehuantepec, Ver. Consejo de Recursos Minerales, Inédito.
- Flores, G. E, Bustos D.J.L. , 1987. Resultado del Proyecto Azufre. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- García P.J.M., 1981. Prospecto Tehuantepec, PEMEX. Inédito.
- García, R. E. 1997. Informe de la visita de reconocimiento al lote La Luz, Mpio. de San Juan Mazatlán, Edo. de Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Geoevaluaciones S.S., 1985, Prospecto Betania, I.G.Z.S., 379, PEMEX. Inédita.
- Gonzalez A.J. 1967, Area SW del Río Jaltepec, Estado de Oaxaca. I.G.Z.S. No. 524 PEMEX. Inédito.
- Gonzalez A.J. 1968, Prospecto Matías Romero, Oax. I.G.Z.S. No. 533 PEMEX . Inédito.
- Grajales, N. J. M., Tórres, V. R. y Murillo, M. G., 1984. Estudio Petrogenético de rocas ígneas y metamórficas de las márgenes de la cuenca de Tlaxiaco, Oax. Instituto Mexicano del Petróleo.
- Guzmán, A. M. A; 1985. Informe del procesamiento gravimétrico del área Ojapa Edo. de Veracruz. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Guzmán, A. M. A; 1986. Informe del levantamiento Geofísico con los métodos de gravimetría y sismología de refracción realizado en el área “Las Limas”. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Ham W., J. M, 1980. Informe Geológico No. 765 zona sur. Prospecto: Las Cruces. Edo. de Oaxaca. Petróleos Mexicanos.
- Herrera J.M.E. y Estavillo 1988 Estdio Estratigráfico y Sedimentológico de los lechos rojos de la formación Todos Santos.
- Hernández, G.R. 1970, Prospecto Río Solosuchil. I.G.Z.S. No. 533, PEMEX. Inédito.
- Hernández, G.R. 1972, Informe Geológico del Prospecto Alto Río Uxpanapa. I.G.Z.S. No. 564, PEMEX. Inédito.
- Hernández, P.I, 1988. Reporte sobre la reinterpretación de los levantamientos geofísicos en el área Las Limas. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Instituto Mexicano del Petróleo 1984 Proyecto C 4002 Hoja Juchitán Escala 1:250000
- Juárez S. J. F. 1986 Prospecto Cedillo I.G. Z. S. 998 PEMEX Inédito
- Lara, S. J. 1985. Informe del levantamiento gravimétrico del área Otapan Norte. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- López, A. F. y Rodríguez, F. G. 1986. Informe Geológico No. 1001, zona sur. Prospecto: La Mixtequita II. Petróleos Mexicanos.
- López, O. J. L, 1977. Estudio Geológico- Económico del Domo de Jáltipan, Edo. de Veracruz. Tesis profesional ESIA-IPN.
- López, R. E, 1979. Geología De México. Tomo III P. 115-125,129.
- Mapes, V. E, 1960. Visita Preliminar a la zona ferrífera de Almagres, Ver. Consejo de Recursos Naturales no Renovables. Inédito.
- Martínez, A. H., 1981. Estudio Geológico Minero por Au, Ag, Cu, Pb, Zn de los yacimientos hidrotermales de Felipe Angeles, Mpio. de San Juan Mazatlán, Edo. de Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Martínez, A. H, 1982. Estudio Geológico del área carbonífera de San Felipe Cihualtepec, Mpio. de San Juan Cotzocon, Oax. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Martínez E.R. , Vázquez R.M.E., Hernández J.M. 1987, Estudio Tectónico Regional en el Area de San Andres Tuxtla, Ver. Sierra de Chiapas. I.M.P. c-4009 PEMEX Inédito.
- Meneses R.J.J. 1977 Estratigrafía, Petrografía y Diagénesis de Rocas del Jurásico superior en Afloramiento del Istmo de Tehuantepec Oax. Tesis Profesional UNAM. Inédito.
- Meneses R.J.J. 1985 Tectonic Evolution of the Strike- Slip Fault Province of Chiapas México M.S. Thesis Univ. of Texas at Austin 315 Inédito.

- Meneses R.J.J. 1987 Evaluación Geológica Regional "Sierra de Chiapas". I.G.Z.S. 1031 PEMEX. Inédito.
- Meneses R.J.J. 1989 Paleogeografía del Mezosoico de la parte Occidental de la Zona Sur, I.G.Z.S. No.1052 PEMEX. Inédito.
- Miranda, C. E, 1982. Contribución al estudio de los sistemas de depósito de las rocas y sedimentos miocénicos de la región sur de la cuenca Salina del Istmo. Tesis profesional ESIA-IPN.
- Mora, O. G; 1990. Evolución Geológica del istmo de Tehuantepec y sus implicaciones petroleras. Tesis profesional para obtener el grado de maestría. UNAM.
- Muir J. M., 1936 Geology of the Tampico Región Tampico Bull. Assoc Petrol. Tulsa, Oklahoma.
- Murillo, M. G; 1994. Petrologic and geochronologic study of grenville-age granulites and post-granulite plutons from the La Mixtequita área, state of Oaxaca in souther. Tesis profesional para obtener el grado de maestría. University of Soutern California. The graduate school. University Park.
- Nicolás, L. R., Robles, N. J., 1990. Informe geológico No. 1113, zona sur. Prospecto: Hoja Minatitlán. Estados de Oaxaca y Veracruz. Petróleos Mexicanos.
- Ortega, G. J. U. y Labarria S. C. 1991. Informe geológico del prospecto Oaxaca de compilación geológica I. G. R. S 1129. Petróleos Mexicanos.
- Ortega, G. F. (et. al). 1992. Texto explicativo de la quinta edición de la carta geológica de la República Mexicana, Esc: 1,2,000,000. Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal. P. 21-25.
- Ortuño, A.S. y Ruiz V.A. 1985, Estudio Estratigráfico Sedimentológico del Jurásico superior – Cretasico inferior en el Prospecto Zacatera, I.M.P. Proyecto c- 03004. PEMEX. Inédito.
- Padilla, R. J; y Sánchez; 1986. Post.Paleozoic Tectonics of Northeast México and its role in the evolution of the gulf of México. Geof. Int. Vol. 25-1, P. 157-206.
- Page, J.H. 1921 Report of Geological Reconnaissance in Department of Tuxtla, Mezcalapa and Pichucalco Chiapas, México, I.G.Z.S. No. 4 , PEMEX . Inédito.
- Pascacio, T. R, Reyes, S. A, 1990. Informe final de los trabajos de exploración Geofísica con los métodos de sismología de refracción y gravimetría en el área La Encantada, Edo. de Veracruz. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Pascacio, T. R, et. al. 1992. Informe del Levantamiento Gravimétrico del área La Encantada, cuenca Salina del Istmo, Edo. de Veracruz. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Pérez, R. A., 1984. Investigaciones geológicas preliminares en el Lago de Catemaco, Ver., Méx. Tesis profesional. U.N.A.M.
- Pesquera, V. R; 1961. Depósitos de mineral de fierro en la región de Almagres, Mpio de Sayula, Ver. Consejo de Recursos Naturales no Renovables. Inédito.
- Pike, W.R 1922. Informe de Reconocimiento en el Mpio. de Tlacotalpa , Estado de Tabasco y Dtto. De Palenque, Edo. de Chiapas. I.G.Z.S. No. 15 PEMEX. Inédito.
- Quezada M.J.M. 1975 Prospecto Cintalapa - La Ventoza, Chis. Oax., I.G.Z.S. No. 490 PEMEX (Inédito)
- Quezada M.J.M. 1978. Prospecto Jesús Carranza. I.G.Z.S. No. 722, PEMEX Inédito.
- Raisz E. 1964, Landforms of Mexico, Prepared for the Geography Branch of the office of Naval Research.
- Rendón, C. F; Hernández, M, J. P. 1951. Informe sobre la exploración Geológico-Mineral de los Ex-Distritos Mixe y de Choapan, Edo. de Oaxaca. I.N.I.R.M. Inédito.
- Richards H.G. 1963, Stratigraphy of Early Mesozoic Sediments in Southeastern México and Western
- Rivera, C. E, y Vergara, M. A, 1996. Informe final Complementario a la cartografía Geológico-Minera y Geoquímica, escala 1:50,000 de la Carta Xochiapa E15 C21, Edos. De Veracruz y Oaxaca. Consejo de Recursos Minerales.
- Ruiz, S.P. 1978, Estudio Radiométrico de las Rocas Igneas y Metamórficas del Prospecto Oaxaca, IMP c-1066, PEMEX. Inédito.
- Rueda, G. J, 1998. El origen del Golfo de México y de sus subcuenca petroleras mexicanas, con base en la palinoestratigrafía de lechos rojos. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, volumen 15, número 1
- Salas, H. E, 1992. Informe del levantamiento geoeléctrico (sondeos eléctricos verticales) en el área Potrerillo, Mpio. de Jáltipan, Edo. de Veracruz. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Sánchez, M. O. 1969. Estratigráfia del Mezosoico de Chiapas , Inst. Méx. Petrol. Mesa Redonda No. 5.
- Sánchez, R. D. , Bustos D.J.L, Aguilera M.M:A;, Mercado P.G., Marín G. B. 1991. Informe final del primer convenio

- de exploración. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Sedlock, R. L, Ortega, G. F. and C. Speed R. 1993. Tectonostratigraphic terranes and tectonic evolution of México. The Geological Society of América.
- Serna, V. R, 1962. Estudio geológico económico sobre los yacimientos de fierro en la zona de Almagres, Mpio. de Sayula, Edo. de Veracruz. Consejo de Recursos Naturales no Renovables. Inédito.
- Schreiber, C. H. S, 1988. Análisis estratigráfico y metalogenético del Estado de Oaxaca. Tesis Profesional. U.N.A.M.
- Torres Z. A. 1986 Prospecto Mata Verde, I.G.Z.S. No. 1022, PEMEX. Inédito.
- Tschopp, H.J. 1923, Reporte Geológico en la Región de Achotal Ver. I.G.Z.S. No.214, PEMEX. Inédito.
- Tschopp, H.J. 1924, Report on the Tertiary Stratigraphy of the Isthmus of Tehuantepec, Cia. Mex. De Petrol. El Aguila, I.G.Z.S. 121 PEMEX. Inédito.
- Tschopp, H.J. 1926, Geological Report on the Region of Cerro Pelon and Jimpal, Playas River, PEMEX. Inédito.
- Varela, S. J; 1978. Evaluación Económico Petrolera de las rocas Mesozoicas y Cenozoicas de la región Jesús Carranza, Ver., Tesis profesional, ESIA-IPN.
- Velez S.D. 1980 Prospecto Malpaso, Chis. I.G.Z.S. No. 776, PEMEX .Inédito
- Ver y Wiebe W.A. 1925 Geology of Southern México Oild Fields. Pan. Am. Geol. Bull. Vol. 44. No. 2.
- Vinson L. G. 1962 Upper Cretaceos on Tertiary Stratigraphy of Guatemala Bulletin A. A. P-G pp. 1273-1315
- Viveros, J. M, y Martínez A, H, 1982. Informe preliminar de las calizas del Ejido Piedra de Cal de Playa Vicente, Ver. Consejo de Recursos Minerales. Inédito.
- Weber Bodo and Köhler, H. 1999. Sm-Nd, Rb-Sr, and U-Pb Geochronology of a Grenville terrane in Southern México: Origen and Geologic History of the Guichicovi Complex.
- Zaldivar R. J. y A. Ortiz V. 1984 Estudio Tectónico Estructural Salina Cruz Matias Romero . Proyecto c-4002, I.M.P. (Inédito).

TABLA No. 3 APENDICE PETROGRÁFICO
CARTA MINATITLÁN E15-7

MUESTRA	X	Y	UNIDAD	ESENCIALES	ACCESORIOS	ALTERACION	TEXTURA	CLASIFICACION	FACIES	CLASE
MI-1	182360	1985551	Fm. Atoyac Kcm Cz	Cal, Arg	Oxidos de Fierro	Oxidación	Microcristalina	Caliza		
MI-4	286942	1987004	Fm. Depósito Tm Lu-TR	Cal, Arg	Oxidos de Fierro	Oxidación	Microcristalina	Caliza Orgánica		
MI-7	189225	1971985	Fm. Chicontepec Tpa Lu-Ar	Qtz, Pl,	Oxidos de Fierro	Oxidación	Epiclastica	Arenisca		
MI-8	193161	1974697	Fm. Chicontepec Tpa Lu-Ar	Qtz, Pl,	Oxidos de Fierro, Ser	Oxidación	Epiclastica	Waca Litica		
MI-10	198372	1968845	Fm. Atoyac Kcm Cz	Cal, Qtz	Oxidos de fierro	Oxidación	Microcristalina	Caliza		
MI-11	202987	1958502	Fm. Atoyac Kcm Cz	Cal	Oxidos de fierro	Oxidación	Microcristalina	Caliza		
MI-14	317865	1973321	Fm. Depósito Tm Lu-TR	Vidrio	Min Opacos	Silificación	Criptocristalina	Toba Vitrea		
MI-15	388595	1955877	Fm. Cedral Tpl Qpt Ar-Cgp	Kfs, Bt, Qtz	Cal	Oxidación	Epiclastica	Arenisca Feldespatica		
MI-16	189311	1943226	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Qtz, Pl, Bt	Cal	Oxidación	Epiclastica	Arenisca Czo Feld		
MI-17	194560	1946212	Fm. Orizaba Kace Do-Cz	Frag Roca	Oxidos	Oxidación	Clastica	Conglomerado Calcareao		
MI-19	187966	1940115	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Ms, Grt	Ep, Mi opacos	Silificación	Granoblastica	Cuarcita de Moscovita		
MI-20	195205	1934891	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Chl, Mag	Hem	Cloritización	Radia Esferulitica	Igneal extrusiva		
MI-23	195325	1934474	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Kfs, Qtz, Bt	Ser, Ep		Epiclastica	Arenisca Czo Feld		
MI-24	196270	1925480	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Act, Tr, Ep, Pl	Chl		Lepidoblastica	Esquisto Actinolitico	Esquistos verdes	
MI-25	202143	1944095	Fm. Orizaba Kace Do-Cz	Cal, Dol	Oxidos		Mosaico	Caliza		
MI-26	201292	1941485	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Qtz	Oxidos	Silificación	Microcristalina	Roca Limatica		
MI-28	263105	1926506	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Chl, Ser, Grt	Min Opacos	Silificación	Microcristalina	Esquisto Cloritico	Esquistos verdes	
MI-29	225233	1936453	Fm. Concepción Tm Ar-Lu	Qtz, Hm, F. roca	Oxidos de Fierro	Oxidación	Epiclastica	Waca Litica		
MI-31	226703	1926028	Fm. Concepción Tm Ar-Lu	Qtz, Kfs	Ep, Hem	Oxidación	Epiclastica	Arenisca Czo Feld		
MI-32	364903	1934719	Fm. Depósito Tm Lu-TR	Kfs, Qtz, Cal, Bt	Min Opacos		Epiclastica	Arenisca Lit Cal		
MI-33	364086	1931370	Fm. Méndez Kcm Lu-Ar	Cal, Qtz	Min Opacos		Criptocristalina	Caliza Micritica		
MI-34	380629	1937716	Fm. Depósito Tm Lu-TR	Pl, Bt, Vidrio	Oxidos		Hialina	Toba Vitrocristalizada		
MI-37	199849	1924426	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Hem, Ms, Grt	Min Opacos	Silificación	Microcristalina	Esquisto de Moscovita		
MI-38	189480	1923499	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Gr	Hem		Microcristalina	Pizarra Carbonoza		
MI-39	186842	1921621	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Hbl, Qtz, Mag, Kfs, Ap	Chl, Hem, Py, Cal	Oxidación	Olocristalina	Lamprofido de Hornblenda		
MI-42	191700	1911758	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Kfs, Qtz, Ms, Bt	Min Opacos	Oxidación	Epiclastica	Meta Wacka Felds		
MI-43	182065	1908842	To m Gd	Oli, Bt, Hbl, Grt,	Ser, Chl, Min opacos	Oxidación	Hipidiomorfica	Diorita de Biotita- Horn		
MI-44	191578	1909591	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz	Hem, Mag, Ilm		Granoblastica	Cuarcita Esquistosa		
MI-45	190613	1906643	To m Gd	Oli, Kfs, Qtz	Ser, Ep, Min opacos		Olocristalina	Tonalita Alterada		
MI-51	211480	1918655	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Qtz, Pl, Bt	Ser, Oxidos	Oxidación	Microcristalina	Arenisca czo de grano fino		
MI-52	219285	1923198	To m Gd	Qtz, Kfs, F. roca	Ser, Oxidos	Oxidación	Epiclastica	Arenisca Limatica		
MI-53	205450	1908900	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Chl, Ser, Grt	Min Opacos		Microcristalina	Esquisto de Clorita		
MI-54	206760	1904215	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Ms	Min Opacos	Silificación	Granoblastica	Cuarcita		
MI-56	212679	1902154	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Chl, Ms, Pl	Hem		Microcristalina	Esquisto de Clorita		
MI-57	226466	1907963	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Qtz, Pl, Hem	Oxidos	Oxidación	Epiclastica	Wacka Arcosica de grano fino		
MI-58	240158	1910599	Batolito de Mixtequita Pp Tr Gr-Gd	Or, Oli, Bt, Qtz	Ep, Ser, Min opacos		Alotriomorfica	Meta granito calcoalcalino		
MI-59	244513	1910209	Batolito de Mixtequita Pp Tr Gr-Gd	Or, Oli, Bt, Qtz, Grt	Ser, Min opacos		Alotriomorfica	Igneo intrusivo		
MI-61	296330	1902460	Batolito de Mixtequita Pp Tr Gr-Gd	Oli, Or, Qtz, Hbl, Grt	Ser, Chl, Ep, Cal		Hipidiomorfica	Meta Granodiorita de Horn		
MI-62	239741	1900769	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Kfs, Qtz, Bt, F. roca	Ser, Min opacos		Epiclastica	Wacka Arcosica		
MI-67	272372	1900535	Batolito de Mixtequita Pp Tr Gr-Gd	Or, Oli, Qtz, Bt	Ser, Min opacos		Granuda	Milonita		

TABLA No. 3 APENDICE PETROGRÁFICO
CARTA MINATITLÁN E15-7

MUESTRA	X	Y	UNIDAD	ESENCIALES	ACCESORIOS	ALTERACION	TEXTURA	CLASIFICACION	FACIES	CLASE
MI-68	293444	1908346	Fm. Méndez Kcm Lu-Ar	Qtz	Ser, Oxidos	Silicificación	Granoblastica	Cuarcita		
MI-70	295274	1906151	Fm. Méndez Kcm Lu-Ar	Qtz	Ser, Min opacos	Silicificación	Microcristalina	Cuarcita		
MI-72	294245	1900449	Fm. Méndez Kcm Lu-Ar	Frag Roca	Hem		Epiclastica	Silex		
MI-73	311246	1923565	Fm. Depósito Tm Lu-TR	Frag roca	Hem		Epiclastica	Wacka Litica		
MI-74	313504	1918371	Fm. Sierra Madre Kat Cz-Do	Cal	Oxidos de Fierro	Oxidación	Microcristalina	Caliza Fosilifera		
MI-75	313504	1918371	Fm. Cgl Uxpanapa Te Cgp-Ar	Frag roca, Qtz, Kfs	Cal, Ser, Oxidos		Epiclastica	Arenisca Litica		
MI-76	311900	1903471	Fm. Sierra Madre Kat Cz-Do	Cal	Min opacos		Criptocristalina	Caliza		
MI-77	326148	1915197	Fm. Sierra Madre Kat Cz-Do	Cal	Oxidos de Fierro	Oxidación	Criptocristalina	Micrita Oolitica		
MI-78	329882	1917530	Fm. Sierra Madre Kat Cz-Do	Cal	Hem	Oxidación	Criptocristalina	Caliza Micritica		
MI-79	335084	1916790	Fm. Cgl Uxpanapa Te Cgp-Ar	Frag roca, Qtz, Kfs, Bt	Oxidos de Fierro	Oxidación	Epiclastica	Arenisca Litica		
MI-80	326111	1914755	Fm. Sierra Madre Kat Cz-Do	Cal, Dol, Qtz	Hem		Microcristalina	Caliza		
MI-81	329392	1905024	Fm. San Ricardo Khb Ar-Lm	Oli, Aug, Qtz,	Chl, Ep		Holocristalina	Andesitica Porfídica		
MI-82	328315	1902094	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Kfs, Qtz, Frag roca	Cal, Ser, Oxidos		Epiclastica	Arenisca Czo Fedl		
MI-83	356707	1920957	Fm. Sierra Madre Kat Cz-Do	Cal, Qtz	Min opacos		Criptocristalina	Caliza Micritica		
MI-84	363518	1911121	Fm. Sierra Madre Kat Cz-Do	Micrita,Calcedonia	Hem		Criptocristalina	Biomicrita		
MI-85	368598	1911845	Fm. Sierra Madre Kat Cz-Do	Cal	Oxidos de Fierro		Terron de Azucar	Caliza		
MI-91	393391	1919079	Fm. Nenchital Te Lu-Cgp	Qtz,Frag de roca,Pl,Bt	Oxidos de Fierro	Oxidación	Epiclastica	Arenisca Litica		
MI-92	393272	1916975	Fm. Méndez Kcm Lu-Ar	Cal, Arg, Qtz Calcedonia	Min opacos		Microcristalina	Caliza Oolitica		
MI-94	181819	1898610	Tm TA-A	Vidrio, Qtz, Oli, Sa	Ser, Min arc, Min opac		Vitreous	Toba Vitrea Dacitica		
MI-96	183088	1899630	Fm. Sierra Madre Kat Cz-Do	Cal	Oxidos de Fierro		Microcristalina	Caliza Recristalizada		
MI-98	181015	1894917	Tm TA-A	Qtz, Vidrio, Pl, Sa	Ser, Min opacos		Piroclastica	Dacita Alterada		
MI-104	187575	1891696	Tom Gd	Oli, Qtz, Hbl, Bt	Chl, Min opacos		Microcristalina	Porfido Dacitico		
MI-106	187446	1889256	Fm. San Ricardo Khb Ar-Lm	Qtz	Min opacos	Silicificación	Microcristalina	Hornfels		
MI-111	180791	1885936	Tom Gd	Oli, Qtz, Vidrio, Maficos	Ser, Oxidos de fierro	Oxidación	Microlítica porfídica	Porfido Dacitico		
MI-113	181905	1883304	Tom Gd	Or, Oli, Qtz, Bt, Grt, Ttn	Min arc, Chl, Min opac		Alotriomorfica	Granito		
MI-115	188505	1881843	Tom Gd	Oli, Kfs, Maficos, Qtz	Min opac, Ser, Ep, Chl	Cloritización	Holocristalina	Porfido Dacitico		
MI-116	197890	1883673	Fm. San Ricardo Khb Ar-Lm	Cal, Qtz, Pl	Oxidos de Fierro		Criptocristalina	Caliza		
MI-118	203384	1882714	Fm. San Ricardo Khb Ar-Lm	Qtz, Pl, F. roca	Ser, Oxidos de fierro	Oxidación	Epiclastica fluidal	Toba Arenosa		
MI-119	205935	1881724	Fm. San Ricardo Khb Ar-Lm	Cal, Qtz	Oxidos de Fierro		Microcristalina	Caliza Fosilifera		
MI-120	214335	1882077	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Pl	Chl, Oxidos de fierro	Silicificación	Granoblastica	Cuarcita		
MI-121	224290	1888850	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Oli, Qtz, Kfs	Ser, Chl, Min opacos	Oxidación	En Mortero	Protomilonita		
MI-122	221288	1881513	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Ser, Chl	Oxidos de Fierro	Cloritización	Microcristalina	Pizarra	Esquistos verdes	
MI-123	238521	1895567	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Ser, Chl, Qtz	Min opacos		Microcristalina	Filita		
MI-124	248214	1897150	Complejo Huchicovi pTm CM	Oli, Ath, Or, Grt	Ser, Ep, Min opacos	Oxidación	Hipidomorfica	Meta Diorita		
MI-125	242970	1894040	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Ms, Pl	Min opac, materia org.		Lepidoblastica	Esquisto de czo Moscovita	Esquistos verdes	Czo feldespatica
MI-126	235200	1891525	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz, Ms, Ser	Min opacos, Caolín	Sericitización	Microcristalina	Esquisto de Sericita Moscovita	Esquistos verdes	Czo feldespatica
MI-127	235650	1891530	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Bt, Ms, Qtz, Chl	Min opacos	Biotitización	Lepidoblastica	Esquisto de Biotita	Esquistos verdes	Czo feldespatica
MI-128	248250	1890203	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Ser, Gr, Qtz	Oxidos de Fierro	Sericitización	Microcristalina	Filita	Metamorfismo bajo	Czo feldespatica
MI-132	237290	1881471	Complejo Sierra de Juárez Pp E-Ms	Qtz	Oxidos de Fierro	Silicificación	Alotriomorfica	Cuarzo	Met cataclástico	
MI-138	271273	1890234	Complejo Huchicovi pTm CM	Or, Oli, Qtz, Chl	Cal, Ser, Min opacos		En Mortero	Protomilonita		

**TABLA No. 3 APENDICE PETROGRÁFICO
CARTA MINATITLÁN E15-7**

MUESTRA	X	Y	UNIDAD	ESENCIALES	ACCESORIOS	ALTERACION	TEXTURA	CLASIFICACION	FACIES	CLASE
MI-139	270601	1889401	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Kfs, Qtz, Or, Pl	Min opacos, Ser		Hialopilitica	Riodacita de Horn		
MI-140	266928	1881133	Complejo Huchicovi pTm CM	Or, Oli, Qtz, Bt, Grt, Ttn	Ser, Oxi. fierro, Cal, Ep	Oxidación	En Mortero	Milonita	Met cataclástico	
MI-146	256121	1881132	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Min arc, Qtz, Ser	Oxidos de Fierro	Oxidación	Microcristalina	Lutita		
MI-147	261664	1882096	Complejo Huchicovi pTm CM	Or, Oli, Qtz	Grt, Ser, Min arc, Oxi.		Alotriomorfica	Meta Granito		
MI-148	265921	1880593	Complejo Huchicovi pTm CM	Kfs, Pl, Qtz, Hbl, Aug, Grt	Grt, Min opacos		Granoblastica	Ortgneis	Metamorfismo alto	
MI-149	266925	1881138	Complejo Huchicovi pTm CM	Or, Pl, Qtz, Hbl, Grt	Grt, Min opacos		Granoblastica	Ortgneis	Granulita	Czo feldespatica
MI-151	290147	1894061	Fm. Paso de Buques Kvh Cz	Cal, Dol	Min opacos		Microcristalina	Caliza Recristalizada		
MI-152	290147	1894061	Fm. Uxpanapa Te Cgp-Ar	Or, Oli, Frag de roca, Bt	Oxidos de fierro, Ser		Epiclastica	Arenisca Wacka Feld		
MI-156	283053	1881430	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Qtz	Oxidos de fierro	Silicificación	Granoblastica	Cuarcita	Metamorfismo reg.	
MI-158	317731	1899185	Fm. Sierra Madre Kat Cz-Do	Cal, Dol, Qtz	Min arc		Microcristalina	Caliza		
MI-159	325015	1898918	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Oli, F. roca, Aug	Hem arcillosa	Oxidación	Piroclastica	Toba Andesitica		
MI-160	303782	1882154	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Andesina, Oli, Sa, Vidrio	Ep, Chl, Cal	Epidotización	Microlitica afieltrada	Andesitica Porfidica		
MI-161	307674	1884565	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Oli, Qtz, Cal	Ep, Min opacos		Microlitica	Andesita Epidotizada		
MI-163	312554	1881814	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Oli, Maficos, Vidrio	Chl, Oxidos de fierro	Cloritización	Microlitica afieltrada	Andesita Alterada		
MI-165	322354	1883885	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Oli, Vidrio, Hbl, Aug	Chl, Min opacos		Microlitica porfidica	Andesita de Oxihibrelenda		
MI-166	332234	1894878	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Qtz, Vidrio, Hm, Pl	Cal		Esferulitica	Toba Vitocristalizada		
MI-167	338042	1896360	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Oli, Cal, Aug	Chl, Oxi. fierro, Ser	Silicificación	Pilotaxica	Andesita Piroxenica		
MI-168	337050	1883500	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Qtz, Pl	Ep,	Epidotización	Microcristalina	Roca Limatica		
MI-169	335349	1880544	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Oli, F. roca, Sa, Cal, Aug	Oxidos de fierro, Cal		Piroclastica	Toba Andesitica		
MI-170	363459	1891539	Macizo de Chiapas Pp TR Gr-Gd	Or, Qtz, Oli, Bt	Min opacos		Microgranuda	Riolita Porfidica		
MI-171	360895	1888552	Macizo de Chiapas Pp TR Gr-Gd	Oli, maf, Qtz, Kfs, Grt, Ttn	Cal, Ser, Min opacos	Cloritización	Hipidomorfica	Porfido Diorítico		
MI-172	360996	1988503	Fm. Todos Santos Jm Lm-Ar	Oli, Qtz, Vidrio	Chl, Ep, Ser	Cloritización	Microlitica	Dacita Cloritizada		
MI-173	370629	1880556	Macizo de Chiapas Pp TR Gr-Gd	Or, Oli, Bt, Qtz, Grt, Ttn	Min opacos		Alotriomorfica	Granito		
MI-174	380806	1897936	Fm. Eden Jt Kbe Cz-Lu	Cal	Min opacos		Criptocristalina	Caliza Micritica		
MI-175	375886	1885571	Fm. Uxpanapa Js Cz	Micrita, Qtz	Oxidos de fierro		Criptocristalina	Caliza Micritica		

TABLA 2 MUESTREO QUIMICO DE LA CARTA MINATITLAN 1:250000

MUESTRA	X	Y	MINA	Al2O3 %	Sb %	As %	Ba ppm	FeTotal%	CaO%	Co3%	Cu ppm	CaCo3%	MgCo3%	Fe2O3	Na2O%	MgO %	Mn ppm	Mo ppm	Ni gr/ton	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb ppm	K2O%	SiO2 %	PxC%	W gr/ton	Zn ppm
MI-5	281378	1978133		4.22	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.35	0.09	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.1	92.57	1.78	NA	NA	
MI-6	281378	1978133		4.1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.2	0.13	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.12	91.28	1.66	NA	NA	
MI-9	198372	1968845		NA	NA	NA	NA	NA	55.96	59.34	NA	96.92	0.87	0.23	NA	0.46	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.26	43.53	NA	NA	
MI-12	303172	1959885		NA	NA	NA	NA	11.4	NA	NA	0.19%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.07	6	46	NA	NA	
MI-13	303172	1959885		NA	NA	NA	NA	10.95	NA	NA	0.18%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.05	6	51	NA	NA	
MI-18	181636	1939711		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	36	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.09	4	27	NA	NA	
MI-27	186704	1921058		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	59	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	34	NA	NA	NA	
MI-30	727960	1928778		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2	10	NA	NA	NA	
MI-35	190256	1923020		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	49	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	39	
MI-36	206793	1934483		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	17	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	26	NA	NA	NA	
MI-41	184790	1918592		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	47	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	94	
MI-46	183836	1902479		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	196	NA	NA	NA	NA	NA	NA	29	NA	NA	NA	2	44	NA	NA	NA	
MI-48	183905	1902708		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	25	NA	NA	NA	NA	NA	NA	29	NA	NA	NA	2	176	NA	NA	NA	
MI-49	183905	1902708		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	43	NA	NA	NA	1	40	NA	NA	NA	
MI-50	183836	1902479		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	24	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	38	NA	NA	NA	
MI-55	200822	1901379		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	41	NA	NA	NA	NA	NA	NA	49	NA	NA	NA	0.01	4	28	NA	NA	
MI-60	244485	1906006		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	32	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	10	NA	NA	NA	
MI-63	244657	1900622		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	30	NA	NA	NA	10	
MI-64	272524	1910558		NA	NA	NA	NA	NA	54.65	NA	NA	97.58	0.43	0.1	NA	0.25	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	42.91	NA	NA
MI-65	273599	1906765		NA	NA	NA	NA	NA	55.26	NA	NA	94.87	1.3	0.12	NA	0.68	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	43.37	NA	NA
MI-69	295274	1906151		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.01	3	24	NA	NA	
MI-71	294245	1900449		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	69	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.01	4	23	NA	NA	
MI-84	363548	1911121		NA	NA	NA	NA	NA	31.48	NA	NA	NA	NA	NA	19.9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
MI-86	362065	1909919		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	54.81	41.62	0.2	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	55	NA	NA	NA	
MI-87	356338	1907600		NA	NA	NA	52	NA	NA	NA	41	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	10	NA	NA	9	
MI-88	357960	1906671		NA	NA	NA	290	NA	NA	84	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3	20	NA	NA	55	
MI-89	357860	1905807		NA	NA	NA	322	NA	NA	9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.01	1	20	NA	NA	
MI-90	357903	1906225		NA	NA	NA	302	NA	NA	NA	20	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2	20	NA	NA	86	
MI-93	181819	1898610		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.01	3	16	NA	NA	
MI-95	180798	1893516		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	94.27	0.69	1.32	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.78	42.71	NA	NA	
MI-97	180798	1893516		NA	NA	NA	NA	NA	NA	9	NA	NA	NA	NA	NA	29	NA	NA	NA	NA	NA	42	NA	NA	NA	3	
MI-99	181178	1893844		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.01	1	33	NA	NA	NA	NA	96	
MI-100	182860	1893725		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	41	NA	NA	NA	NA	NA	29	NA	0.01	NA	55	NA	NA	NA	128		
MI-101	181850	1892855		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2	57	NA	NA	15	
MI-102	184591	1893593		NA	NA	NA	NA	NA	NA	11	NA	NA	NA	NA	NA	14	NA	NA	NA	NA	NA	1	51	NA	NA	10	
MI-103	184591	1893593		NA	NA	NA	NA	NA	NA	12	NA	NA	NA	NA	NA	14	NA	NA	NA	NA	NA	2	93	NA	NA	22	
MI-105	187446	1889256		NA	NA	NA	NA	NA	NA	108	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.02	4	28	NA	NA	
MI-109	181497	1885615		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9	NA	NA	NA	NA	NA	14	NA	NA	NA	NA	43	NA	NA	NA	34	
MI-110	182124	1885615		NA	NA	NA	NA	NA	NA	8	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.01	NA	41	NA	NA	
MI-114	187190	1887423		NA	NA	NA	NA	NA	NA	18	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	38	NA	NA	NA	67	
MI-117	203715	1897537		NA	NA	NA	NA	NA	NA	37	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	NA	NA	NA	16	
MI-130	236005	1886258		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	24	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	40	NA	NA	NA	42	
MI-131	237290	1881471		NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	16	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3	9	NA	NA	28	
MI-133	260520	1896498		NA	NA	NA	NA	NA	NA	741	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	36	NA	NA	43	
MI-134	250520	1896498		NA	NA	NA	NA	NA	NA	477	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1	34	NA	NA	44	
MI-135	260503	1896252		NA	NA	NA	NA	NA	NA	41	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	23	NA	NA	NA	19	
MI-137	267294	1896579		NA	NA	NA	NA	NA	NA	11	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	17	NA	NA	NA	13
MI-141	269139	1885391		NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.20%	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.03	3	39	NA	NA	
MI-142	269139	1885391		NA	NA	NA	NA	NA	NA	86	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	25	NA	NA	NA	14	
MI-150	282109	1897516		NA	NA	NA	NA	NA	55.96	NA	NA	98.15	1.04	0.14	NA	0.47	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	43.19	NA	
MI-153	292041	1893453		NA	NA	NA	NA	NA	32.18	NA	NA	54.92	40.92	0.25	NA	19.56	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	46.2	NA
MI-154	295014	1893588		NA	NA	NA	NA	NA	NA	32	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	6	41	NA	NA	55	
MI-157	302896	1893048		NA	NA	NA	NA	NA	55.96	NA	NA	98.7	1.13	0.12	NA	0.5	NA	NA	NA	NA	NA	0.02	4	NA	NA	NA	
MI-162	312554	1881814		NA	NA	NA	NA	NA	NA	64	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0:13	NA	NA	NA	NA	0.02	4	NA	NA	105	