



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ingeniería

ESTUDIO GEOLOGICO PETROLERO DE
LA PORCION SUR DE LA CUENCA
DE TLAXIACO, OAX.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO GEOLOGO
P R E S E N T A :
MIGUEL VARELA SANTA MARIA

México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

RESUMEN.

HOJA.

I.	INTRODUCCION.	1
	I.1 Objetivo del estudio.	1
	I.2 Antecedentes geológicos.	1
	I.3 Agradecimientos.	1
II.	GENERALIDADES.	3
	II.1 Plano índice. (Anexo al texto)	
	II.2 Localización del área.	3
	II.3 Vías de comunicación.	3
	II.4 Clima y vegetación.	3
	II.5 Población y cultura.	4
	II.6 Método de trabajo.	4
	II.7 Trabajos previos.	6
III.	GEOGRAFIA.	7
	III.1 Provincias Fisiográficas.	7
	III.2 Geomorfología.	7
	III.3 Hidrografía.	8
IV.	ESTRATIGRAFIA.	11
	Tabla estratigráfica. (Anexa al texto)	
	IV.1 Precámbrico, Complejo Oaxaqueño.	11
	IV.2 Paleozoico, Complejo Acatlán.	13
	IV.3 Mesozoico.	15
	Jurásico Medio, Grupo Tecocoyunca.	15
	Jurásico Superior, Formación Sabinal.	17
	Cretácico inferior, Grupo Tlaxiaco.	19
	Cretácico Medio, Formación Teposcolula.	22
	Cretácico Superior, Formación Yucunama.	25
	IV.4 Cenozoico.	26
	Paleoceno Inf., Conglomerado Tamazulapan.	26
	Paleoceno Sup., Eoceno Med. Fm. Huajuapan.	
	Fm. Yanhuatlán.	28

	HOJA.
V. ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS.	31
V.1 Rocas ígneas.	31
V.2 Rocas metamórficas.	31
VI. TECTÓNICA.	36
VII. GEOLOGIA ESTRUCTURAL.	40
VII.1 Descripción de las estructuras.	40
VII.2 Fallas.	40
VIII. GEOLOGIA HISTÓRICA.	43
IX. GEOLOGIA ECONÓMICA PETROLERA.	46
IX.1 Manifestaciones de Hidrocarburos.	46
IX.2 Rocas generadoras.	46
IX.3 Rocas almacenadoras.	46
IX.4 Rocas sello.	46
IX.5 Trampas.	46
X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	51
BIBLIOGRAFÍA.	
ANEXO PETROGRÁFICO.	

RESUMEN:

El trabajo que aquí se describe, tiene como finalidad evaluar las condiciones estratigráficas y estructurales de la Cuenca de - - Tlaxiaco, establecer con precisión los límites de la misma, principalmente en su porción meridional, y en base a los resultados obtenidos recomendar trabajos posteriores y el tipo de éstos.

El presente estudio es un trabajo de campo que cubre una superficie de 2836 Km², estando ubicado dentro del Estado de Oaxaca, al suroeste de la Capital del mismo, en la porción sur de la Cuenca de Tlaxiaco.

La columna estratigráfica representativa del área comprende del Precámbrico al Terciario Superior.

El Precámbrico constituye el basamento, el cual aflora ampliamente - en la porción sur-suroccidental del prospecto, estando formado básicamente por gnáises.

Al occidente y suroriente aflora el Complejo Acatlán de edad Paleozoico Temprano que está representado por esquistos, ultramylonitas - anfibolíticas y tonalitas sericitizadas.

El Mesozoico se encuentra formado por una potente secuencia sedimentaria que abarca las siguientes unidades: Grupo Tepecoyunca del Jurásico Medio, Formación Jabinal del Jurásico Superior, Grupo Tlaxiaco del Cretácico Inferior, Formación Tepescolula del Cretácico Medio y Formación Yucunara del Cretácico Superior, todos estos sesenta se encuentran bien representados en el área siendo la Formación Tepescolula la que presenta mejor exposición.

En cuanto al Terciario, su parte inferior está representada por el - Conglomerado Tamazulapan y las Formaciones Huaguapán y Yahuatlán, - de carácter continental, que afloran extensamente en el área; finalmente el Terciario Superior se caracteriza por la presencia de rocas ígneas intrusivas y extrusivas, siendo las primeras las que afloran más extensamente en toda el área formando un batolito.

La tectónica deducida a partir de las observaciones que se observaron indican eventos importantes que se manifiestan en la columna estratigráfica, mediante grandes discordancias, esto es:

En el Precámbrico se tienen efectos compresionales ocasionados por la Orogenia Oaxaqueña, lo que causa una discordancia con el Paleozoico Temprano, éste a su vez se encuentra afectado por una etapa de inestabilidad tectónica que lo deformó y metamorfoseó durante el Paleozoico Tardío y principios del Triásico, presentándose por ende otra discordancia.

Durante el Triásico Tardío se llevan a cabo fenómenos de distensión que da lugar a una tectónica de fosas y pilares y a la formación de cuencas intracratónicas entre las que destaca la Cuenca de Tlaxiaco.

Sobreviene posteriormente una nueva etapa de estabilidad que se manifiesta con el depósito de sedimentos desde el Jurásico Medio hasta el Cretácico Tardío interrumpido brevemente por pulsaciones menores que ocasionan una discordancia en el Cretácico Temprano y en la parte baja del Cretácico Tardío.

A finales del Mesozoico y principios del Terciario se tiene una última discordancia, provocada por movimientos compresionales que se correlacionan con la Orogenia Laramide, siendo este evento responsable de la exhumación de la Cuenca de Tlaxiaco y del cambio drástico en la sedimentación.

Por último, en el Terciario Tardío, se tiene una gran actividad ígnea lo que probablemente tenga su origen relacionado a la zona de subducción actual representado por la Placa de Cocos que es consumida debajo de la placa norteamericana.

Dentro del área de estudio, sólo tenemos aflorando una pequeña porción de la Cuenca de Tlaxiaco, lo que viene a corresponder a su porción más suroriental, siendo el límite de ésta de carácter estratigráfico.

Dentro del capítulo correspondiente a la Geología Económica-Petrolera se establece que no se observan estructuras importantes que pudieran ser objeto de futuros estudios, no encontrándose además manifestaciones superficiales de hidrocarburos en esta parte de la cuenca, por lo que se debe prestar más atención a la porción nororiental de la misma que presenta mejores condiciones estructurales y estratigráficas.

Se concluye que es conveniente se lleve a cabo una integración geológica de todos los trabajos realizados hasta la fecha, que determine con precisión cuales son las áreas con mayor interés, definiéndose de manera definitiva la importancia petrolera de la Cuenca de -- Tlaxiaco.

I.- INTRODUCCION.

I.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El objetivo principal de este estudio es el de evaluar las condiciones estratigráficas y estructurales de la Cuenca de Tlaxiaco, que permitan definir de una manera más precisa las posibilidades económico-petroleras del área además del de poder establecer con mayor precisión los límites de la cuenca en su porción sur.

Este trabajo fue realizado por el personal Técnico de la -- Brigada Geológica Superficial No. 19 de Petróleos Mexicanos y los resultados de éste, constituyen la base de esta Tesis.

I.2 ANTECEDENTES GEOLOGICOS.

Dentro de la Cuenca de Tlaxiaco se han realizado numerosos estudios en los cuales figuran los de carácter petrolero y minero principalmente.

Los de carácter petrolero han permitido reconocer formaciones sedimentarias susceptibles de generar y almacenar hidrocarburos, además de localizar numerosas exudaciones superficiales (Chapopoteras), por lo que se programaron dos pozos, los cuales tenían como objetivo alcanzar y evaluar la capacidad petrolera de los sedimentos de la Formación Sabinal, sin embargo éstos no rindieron los frutos deseados ya que -- el pozo Teposcolula No. 1 alcanzó 3606 m sin llegar al objetivo, y el pozo Yucuda No. 1 alcanzó 3095 m llegando al basamento, por lo que fue necesario programar nuevos estudios en toda la cuenca.

En el aspecto minero se han realizado trabajos por parte -- del Consejo de Recursos Minerales encaminados a la prospección y explotación de yacimientos de carbón contenido en la Formación Tecocoyunca del Jurásico Medio.

I.3 AGRADECIMIENTOS.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. -- Alejandro Bello Barradas, al M.C. Baldomero Carrasco Váz--

quez y la Dra. Carmeñ Pedrazzini Nezi por aceptar dirigir esta tesis, así como por sus valiosas y atinadas críticas.

Al Ing. Eliseo Reyes Dominguez, Superintendente General - de Exploración Z. S. de Petróleos Mexicanos, por permitir me utilizar la información del prospecto Juchatengo como tema de tesis, al Ing. David López Ticha por sus valiosos consejos, a mi hermano el Ing. Jorge Varela Santa Maria - por su atinada crítica tanto en campo como en gabinete durante la elaboración de este trabajo, y en general a todas aquellas personas que intervinieron directa o indirectamente durante la elaboración de este estudio.

II.- GENERALIDADES:

II.1 PLANO INDICE (ANEXO AL TEXTO)

II.2 LOCALIZACION DEL AREA.

Geográficamente el área de estudio queda localizada dentro del Estado de Oaxaca, al suroeste de la capital - del mismo y geológicamente en la porción sur de la Cuenca de Tlaxiaco, comprendiendo una superficie de 2698 Km² quedando limitada por los paralelos 16°18' y 18°38' de latitud norte y por los meridianos 97°00' y 97°40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

II.3 VIAS DE COMUNICACION.

El área que nos ocupa se encuentra de manera general mal comunicada debido a lo abrupto y accidentado de la sierra. La única carretera de importancia con la que se cuenta es la carretera federal No. 131 que va de la ciudad de Oaxaca hacia Puerto Escondido y que cruza el prospecto en su porción suroriental.

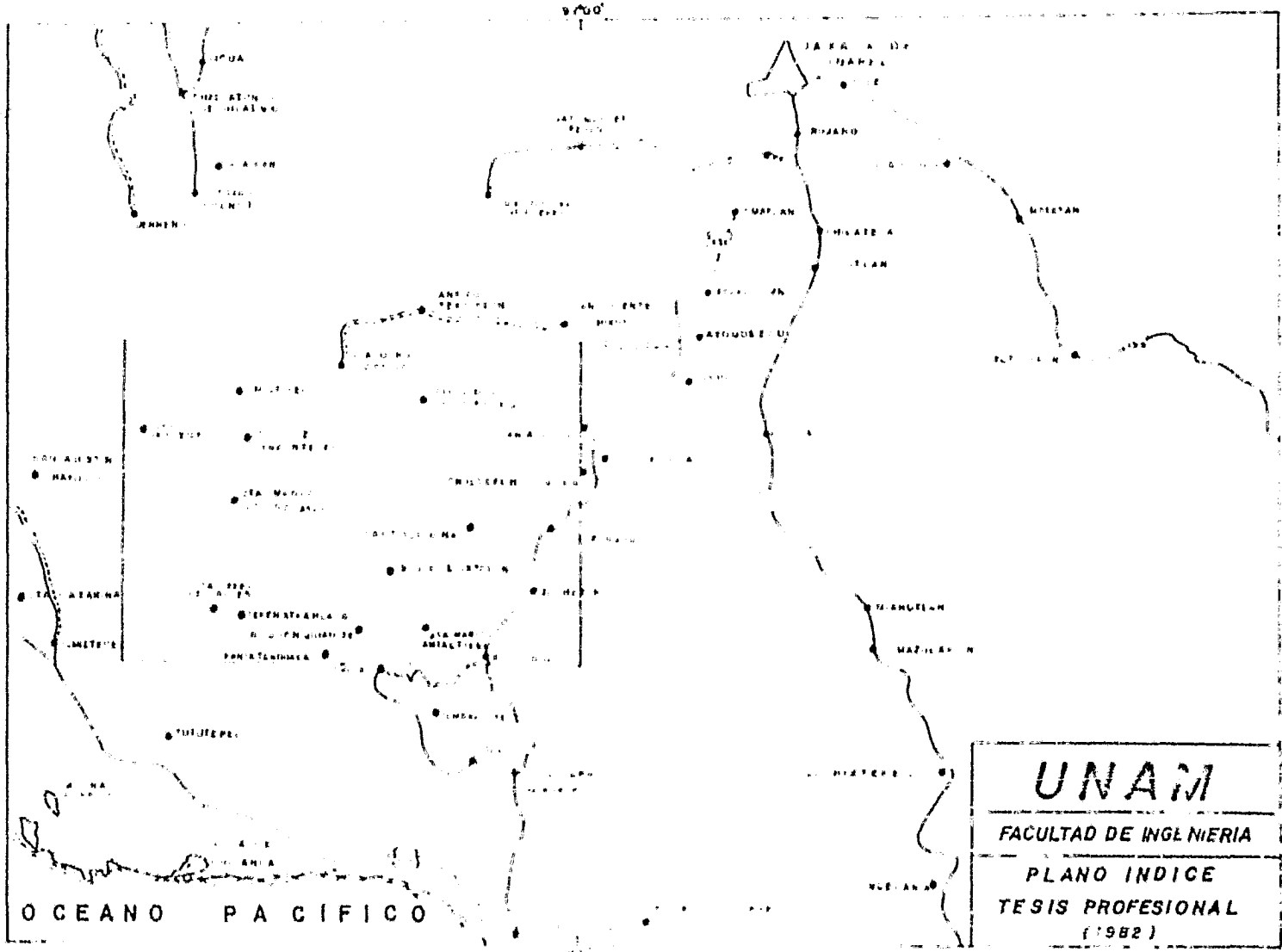
Existen algunas carreteras de terracería de menor importancia que partiendo de la carretera ya mencionada se internan en el área de estudio cruzando las poblaciones de mayor importancia, por lo demás sólo existen veredas y caminos de herradura los cuales predominan hacia la porción centro occidental del área por lo que hacia esta parte se dificultaron un poco los trabajos de campo.

II.4 CLIMA Y VEGETACION.

Dentro del área y debido a las características topográficas de la misma se ha observado que predominan dos tipos de climas, los que por consecuencia dan origen a dos diferentes tipos de vegetación.

En los lugares en los que la altitud fluctúa entre los 1300 y 2800 metros predomina un clima templado con llu

1271



El prospecto se inició compilando la información geológica y topográfica preexistente, posteriormente se adquirieron las fotografías aéreas Esc. 1:40,000 que abarcan la porción occidental del área y las de Esc. - - - 1:50,000 que abarcan la porción oriental del prospecto, ambas del vuelo Oaxaca, del Consejo de Recursos Minerales.

Mediante estas fotografías se realizó la interpretación fotogeológica preliminar, a partir de la cual se construyó la triangulación mecánica rígida, para ajustar el plano a Esc. 1:50,000 sobre el cual se vació con ayuda del Sketch Master toda la información obtenida de las fotografías aéreas para obtener el plano fotogeológico-preliminar.

Para el control topográfico, se realizó una poligonal envolvente con plancheta y estadía, y con cinta y brújula, sin que se haya podido ligar vértices de control geodésico por carecer de ellos.

En cuanto al levantamiento geológico se refiere, se levantaron nueve secciones, de las cuales se tomaron 176 muestras de 390 afloramientos.

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de la brigada, obteniéndose láminas delgadas de las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias (carbonatos) siendo éstas últimas enviadas al departamento de Paleontología de la Zona Sur de Petróleos Mexicanos en Coatzacoalcos, Ver.

De las rocas ígneas y metamórficas obtenidas en el campo, se enviaron 26 muestras al Instituto Mexicano del Petróleo para su estudio petrográfico y radiométrico sin tener hasta la fecha los resultados de éstos últimos.

Toda la información obtenida en el campo y gabinete así como los resultados paleontológicos fueron incorporados

al plano fotogeológico para de esta forma realizar los planos definitivos y proceder con las conclusiones correspondientes.

II.7 TRABAJOS PREVIOS.

Debido a que la Cuenca de Tlaxiaco presenta problemas geológicos de gran interés, ésta ha sido objeto de numerosos estudios los cuales han ido conformando y arrojando nuevos datos sobre esta Cuenca Mesozóica y en la que se tienen cifradas esperanzas en la búsqueda de hidrocarburos.

Algunos autores que han estudiado la zona son:

Birkinbine (1911), Wieland (1914), Burckhardt (1927), Salas (1949), Guzmán (1950), Erbén (1956) y Cárdenas (1966).

Entre los trabajos de Petróleos Mexicanos están los de Velarde (1957), "Geología de la región de Ixcatlán, Tlaxiaco", López Ticha (1958, 70, 71 y 75).

Sobre la estratigrafía de la Cuenca de Tlaxiaco; González Alvarado (1970), "Geología de la región de Chilapa - Tlaxiaco" y el trabajo de Quezada Muñetón (1979), "Geología de la región: Santiago, Yolomecatl, Oax.".

Algunos trabajos especializados son: "Pelecípodos del Jurásico Medio del noreste de Oaxaca y noreste de Guerrero" por G. Alancáster (1963), "Terebratúlidos del Oxfordiano de México" de Ochoterena (1960) y "Amonitas del Jurásico Medio y del Calloviano de México" del mismo autor (1966).

III.- GEOGRAFIA:

III.1 PROVINCIAS FISIOGRAFICAS.

De acuerdo a la clasificación hecha por Erwin - - Raiz (1964), el área de estudio se localiza fisiográficamente dentro de la provincia de la Sierra Madre del Sur, la cual constituye un alineamiento paralelo a la Planicie Costera del Pacífico. Se encuentra limitada - hacia el norte por la Meseta Neovolcánica, al sur por el Océano Pacífico, al oeste por el mismo océano y al este por la Meseta de Oaxaca. (Fig. III.1).

Dicha provincia posee una longitud aproximada de 1200-Km una altitud promedio de 2,000 m. y una anchura de - 100 Km.

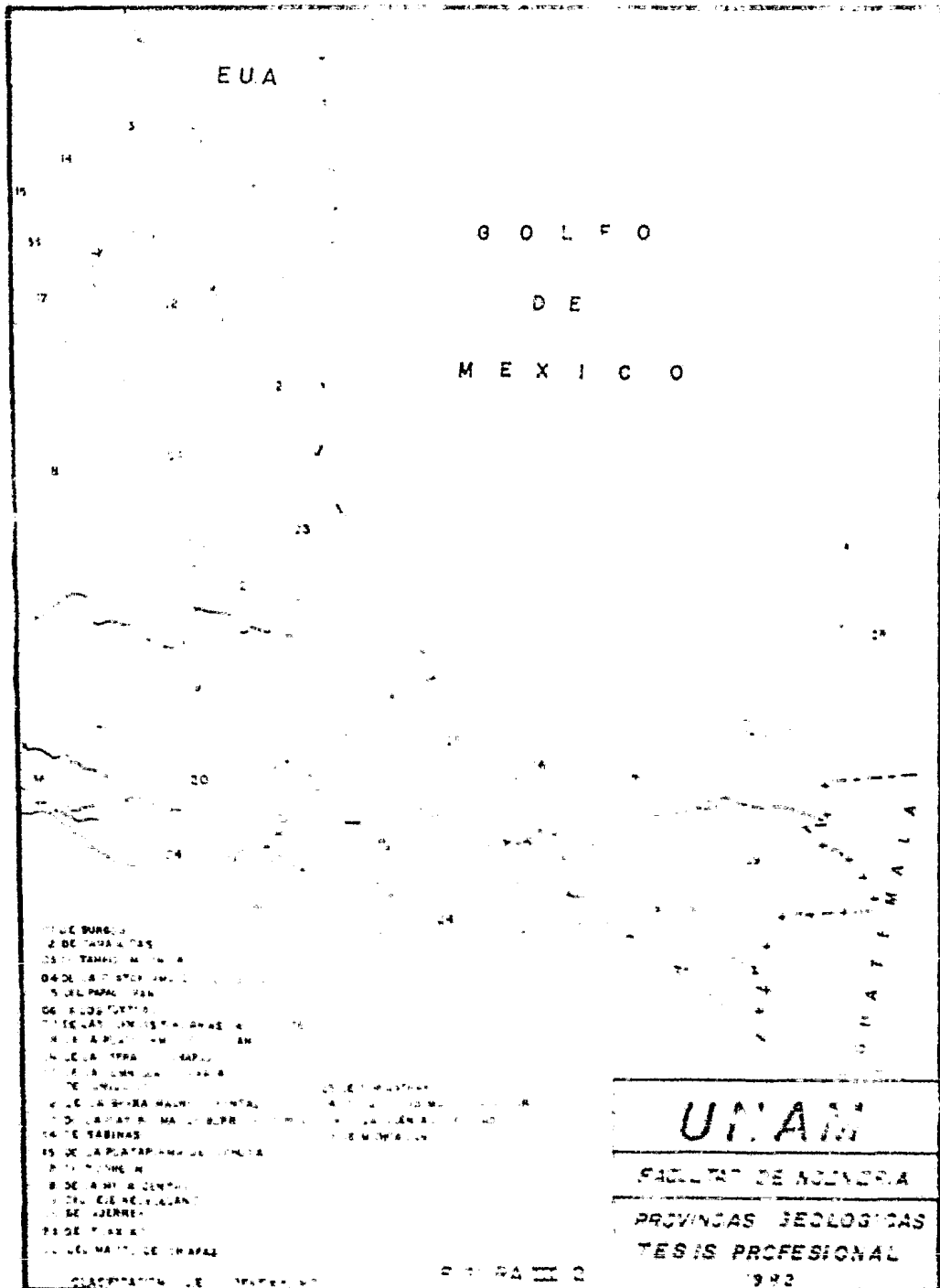
Desde el punto de vista geológico y de acuerdo a la - clasificación hecha por Petróleos Mexicanos y el Instituto Mexicano del Petróleo el área queda ubicada dentro de dos provincias geológicas, la provincia geológica No. (21), denominada de Tlaxiaco, y la provincia - geológica No. (24), denominada de la Sierra Madre del-Sur (Fig. III.2).

Tomando en cuenta el objetivo de este estudio la provincia más importante resulta ser la de Tlaxiaco la - cual constituye una Cuenca Mesozóica alojada entre los Paleoelementos Positivos nombrados Península de Oaxaca y Macizo Metamórfico de Oaxaca y Guerrero, que posee - un importante espesor de sedimentos, lo cual la hace - atractiva desde el punto de vista geológico petrolero.

III.2 GEOMORFOLOGIA.

Los rasgos del relieve presentes en el área se - clasifican como de segundo orden; siendo el rasgo estructural principal el de una montaña de tipo complejo, en el que se puede observar la combinación de estructuras tales como pliegues, bloques y accidentes -





- 01 DE BURGO
- 02 DE TAPACHULA
- 03 DE TAMAYO
- 04 DEL ATACAMA
- 05 DEL PAPA
- 06 DE LOS TOTOS
- 07 DE LAS ANIMAS
- 08 DE LA SIERRA
- 09 DE LA SIERRA
- 10 DE LA SIERRA
- 11 DE LA SIERRA
- 12 DE LA SIERRA
- 13 DE LA SIERRA
- 14 DE TABINAS
- 15 DE LA SIERRA

UNAM

FACULTAD DE INGENIERIA

PROVINCIAS GEOLOGICAS

TESIS PROFESIONAL

1972

debidos a la actividad volcánica.

En general estas estructuras fueron producidas por movimientos diastróficos correlacionables con la Orogenia Larámide de fines del Cretácico Tardío y principios del Terciario.

Actualmente el área se encuentra en una etapa de madurez, en la que debido a las diferencias de altitud se presentan de manera general los dos ciclos geomorfológicos, el de clima húmedo y el característico de regiones áridas.

El primero predomina en las partes topográficas más altas en las que las altitudes fluctúan entre los 1,300 a 2,300 m. En estas zonas podemos observar que los rasgos originales están en una etapa de madurez en la que el drenaje se encuentra totalmente integrado y en el cual las corrientes principales muestran un cauce profundo en forma de "V", en general la mayor parte de las unidades litológicas se encuentran cubiertas por una gruesa capa de suelo residual.

A diferencia de estas áreas tenemos aquéllas en las que el clima es seco y caluroso y por consecuencia predomina el ciclo geomorfológico de una región semiárida donde las corrientes son escasas.

Estas zonas se encuentran localizadas en los lugares en los que la altitud está entre 500 y 1,500 m.

III.3 HIDROGRAFIA.

El área de estudio se encuentra ubicada en la vertiente del Pacífico, en la región denominada Cuenca Hidrográfica del Río Verde.

El drenaje lo llevan a cabo los ríos Atoyac, Verde, San Pedro, Algodón y Amoltepec, estando asociados a ellos una red de arroyos menores que muestran en ocasiones un drenaje profundo e intenso y, en otras muy escaso, dependiendo de la naturaleza de las rocas por-

las cuales se desarrollan.


IV.- ESTRATIGRAFIA:

Dentro del área que nos ocupa, la columna estratigráfica se encuentra constituida por unidades que van desde el Precámbrico hasta el Eoceno Medio, de la base a la cima tenemos el basamento representado por el Complejo Oaxaqueño (Fries y Colasbradores, 1962), que aflora ampliamente en la porción suroccidental del prospecto, estando constituido básicamente por gneises. En franca discordancia y sobre el Complejo Oaxaqueño tenemos a el Complejo Axatlán, constituido por esquistos, ultramilonitas antibolíticas y tonalitas sericitizadas de edad paleocenoa, (Vizcarra Gutiérrez, 1978).

Hacia arriba y también discordancia sobre las unidades mencionadas se encuentra aflorando una gruesa secuencia de rocas sedimentarias del Terciario representada por las siguientes unidades: Conglomerado Chalca del Eoceno Medio, Grupo Tepic y una también del Terciario Medio, Caliza con Jidaris del Mioceno, Formación Tabulana del Terciario Superior, Grupo Hualmas del Terciario Inferior, Grupo San Juan Teita y Formación Tepostolulú del Terciario Medio y la Formación Yucunama del Terciario Superior (Tabla IV.1), todas estas unidades se encuentran bien representadas en el área con excepción del Conglomerado Chalca de la Caliza con Jidaris y de los Yucos San Juan Teita que no afloran dentro de la zona de estudio.

Posteriormente al depósito de la Formación Yucunama el área se vio afectada por pulsaciones tectónicas que levantaron y plugaron las sedimentos depositados durante el Mesoceno, dando origen a las sedimentos de tipo "molasse" representados por el Conglomerado Tabululaman, del Paleoceno Inferior. Sobre esta formación, en discordancia e indistintamente sobre todas las unidades mencionadas, se encontraron aflorando las formaciones: Yan

Escala		Sistema de Erosión	Estrato	Cuenca de Tlaxiaco (Cuenca de los Mts. Popocatepetal)	Área de Estudio	
Cenozoico	Cuaternario			ALUVIOS, SUELOS Y GRAVAS	ALUVIOS, SUELOS Y GRAVAS	
		Terciario	PLIOCENO	ROCAS VOLCÁNICAS	ROCAS VOLCÁNICAS	
			MIOCENO			
			OLOCENO			ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS
			EOCENO			
			PALEOCENO			
Mesozoico	Cretácico	MAESTRICHTIANO	YUCUNAMA	YUCUNAMA		
		CAMPANIANO				
		SUPERIOR CANYONIANO				
		CONIACIANO				
		TURONIANO				
	Sásico	VELOC	CENOMANIANO	TEPOS COLULA	TEPOS COLULA	
			ALBIANO	YERES SN. JUAN TEITA		
		SUPERIOR	APTIANO	GRUPO TLAXIACO	GRUPO TLAXIACO	
		Jurásico	SUPERIOR	TITHONIANO	SABINAL	SABINAL
				KIMERICIANO		
OXFORDIANO	CALIZA CON CIDARIS					
DELTAIANO						
MEDIO SARTANIANO	GRUPO TECOCYOYUNCA			GRUPO TECOCYOYUNCA		
Triásico	INFERIOR	SARTANIANO	GRUPO TECOCYOYUNCA			
Paleozoico	Devónico					
Precámbrico			COMPLEJO ACATLAN	COMPLEJO ACATLAN		
			COMPLEJO ACATLAN			
			COMPLEJO BASAL	COMPLEJO BASAL		

 ESCALA

huitlín y Huajuapán del Paleógeno Superior Eoceno Medio. El Terciario Superior se encuentra representado por rocas ígneas intrusivas y extrusivas; las intrusivas están constituidas por granitos y granodioritas que afectan a toda la columna, mientras que las rocas extrusivas son andesitas y basaltos que afloran sólo al noroeste del prospecto.

IV.1 PRECAMBRICO. Complejo Taxaqueño (Fe)

DEFINICION:

Como Complejo Taxaqueño se reconoció a una serie de rocas metamórficas originadas por temperatura y presión-hidroestática muy elevadas (Metamorfismo de Catáclasis), -- las cuales están constituidas básicamente por Gneises de plagioclasas hornblenda-biotita y cuarzo, asociados a -- granulitas charcoquilitas y mirroles, encontrándose todo el Complejo afectado por intrusiones graníticas.

Distribución:

La distribución de esta unidad es muy amplia abarcando en toda la porción sur-occidental del área.

Litología:

Esta unidad se encuentra representada por gnéises de inyección y gnéises cataclásticos de biotita y granate. Los primeros están constituidos por bandas ricas en minerales ferromagnesianos que alternan con bandas de plagioclasa y cuarzo empotrados en un mosaico que muestra una textura gnéisica, la rosa pertenece a una facies anfibolítica.

Los gnéises cataclásticos pertenecen a la clase cuarzo-feldespática y son de facies anfibolíticas; están formados por bandas irregulares de plagioclasas y cuarzo alternando con cintas de cristales de biotita, observándose zircones y trazas de magnetita.

En el campo fueron descritas como gnéises constituidos -

por cuarzo, feldespatos y ferromagnesianos, presentando una textura granoblástica; en ocasiones se les apreció una pseudo estratificación o bandeamiento; en otras; pequeños pliegues en chevron y en otras sin ningún arreglo aparente en sus minerales; su color varía de gris claro a café oscuro; se encuentran fracturados y afectados por diques de aplita.

Dentro del complejo también se identificaron algunas protomilonitas cuya constitución mineralógica esta representada por porfidoblastos de plagioclasa sódica (oligoclasa y andesina) englobados en una matriz de grano fino constituida por cuarzo y astillas de biotita; se presentan trazas de magnetita, esfena, turmalina y zircón. En el campo fueron descritas como rocas de color gris oscuro, compactas, burdamente foliadas y constituidas por porfidoblastos de feldespatos.

Petrografia. Ver anexo petrografico.

Relaciones Estratigráficas.

Estas rocas son las más antiguas que afloran en el área, descansando discordantemente sobre ellas el Complejo Acatlán, los carbonatos del Cretácico Medio y los Terrígenos del Terciario.

Edad y Correlación.

La edad de estas rocas se ha determinado por los metodos plomo alfa, K-Ar y Rb-Sr, arrojando una edad promedio de cerca de 880 millones de años, lo que ubica a estas rocas en el Precámbrico Tardío, (De Cserna, 1971) deformadas y metamorfoseadas durante el evento conocido en México como Orogenia Oaxaqueña que es correlacionable con la Orogenia Grenvilliana responsable del origen y formación de la Faja Estructural del mismo nombre en el oriente de Canadá (Fries y Colaboradores 1962).

Actualmente se reconoce que el Complejo Oaxaqueño, co-

responde a un cinturón metamórfico que proviene desde el sureste de Canadá y se prolonga por los estados de Tamaulipas, Hidalgo y la parte centro meridional del estado de Oaxaca.

Origen.

Los sedimentos que dieron origen a este complejo de acuerdo a Fries (1962), se derivaron probablemente de una secuencia sedimentaria constituida por lutitas interestratificadas con areniscas y capas calcáreas algunas de las cuales fueron arcillosas y otras dolomíticas y que debieron de depositarse probablemente en el llamado Geosinclinal Oaxaqueño; posteriormente fueron deformadas y metamorfoseadas bajo condiciones de alta presión y temperatura por efectos de la Orogenia Oaxaqueña.

PALEOZOICO

IV.2 COMPLEJO ACATLAN (Pe) (Cámbrico-Devónico)

Definición.

Esta unidad fue estudiada por primera vez por Aguilera (1896) y Ordoñez (1906), quienes la situaron como parte del basamento cristalino denominándola Formación Acatlán, aunque aclaran que su aspecto es comparativamente diferente a los gnéises del Complejo Oaxaqueño, posteriormente Salas (1949) se refiere a ella como Esquistos Acatlán y no es sino hasta los trabajos de Fries y Colaboradores (1965) cuando se define formalmente como Formación Acatlán.

Debido a la complejidad litológica de esta unidad se hicieron varios intentos para subdividirla, así en el año de 1970 Rodríguez Torres la define informalmente como Complejo Acatlán, para que finalmente Ortega Gutierrez-1978 la defina formalmente como Complejo Acatlán, proponiendo como sección tipo a el tramo de la carretera fe-

deral 190 (México-Oaxaca) que comprende desde el entronque con el camino a Tecomatlán hasta los poblados de -- Petlalcingo y Chila de Flores.

El Complejo Acatlán se divide en dos subgrupos, el subgrupo Petlalcingo que abarca a las formaciones Cosolotepec, Chazumba y Magdalena y el subgrupo Acateco representado por las formaciones Xayacatlán y Tecomate, además de las unidades graníticas Esperanza y Tronco de Totoltepec, junto con el dique San Miguel las cuales intrusieron a las formaciones mencionadas anteriormente, las características de estas formaciones se detalla en la tabla V.2.1.

En el presente estudio no se realizó la diferenciación por formaciones, por lo que aquí se denomina como Complejo Acatlán indiferenciado.

Distribución.

Estas rocas presentan buena exposición dentro del prospecto aflorando en las porciones occidental y surentriental del mismo.

Litología y Espesor.

Estas rocas presentan buena exposición, en la sección Amoltepec a Tataltepec de Valdes y El Vidrio a Sola de Vega la litología que se observó es la siguiente: Esquistos de biotita-clorita-muscovita-cuarzo, milonitas de anfibolita y ultramilonitas. En el campo fueron descritas como: esquistos de color gris verdoso, micacíferos, de textura esquistosa, untuosa al tacto y lustre -- acerado (en ocasiones estos esquistos se ven muy fracturados), ultramilonitas de color verdoso en las que se observan fragmentos de roca en una matriz fluidal y por último, milonitas anfibolíticas con características muy semejantes a la de los esquistos.

Petrografía. (ver anexo Petrográfico).

Tabla V.2.K. (+)

Unidades litoestratigráficas del Complejo Acatlán.

Dique San Miguel

Conjunto de intrusiones tabulares que incluyen tonalita de hiperstena, granito de muscovita y granate, granito de biotita, pegmatita y aplita.

Tronco de Totoltepec

Intrusión trochhmitica debilmente deformada y metamorfoseada.

Granitoides Esperanza

Rocas graníticas, aplitas y pegmatitas, con intercalaciones de Bandas metasedimentarias y de rocas verdes; el conjunto forma un complejo cataclástico de protomilonita-milonita-ultramilonita recrystalizado.

Formación Tecomate

Metagrauvaca, meta-arcosa y pelitas o semipelitas de debil a medianamente carbonosas, con un miembro conglomerático compuesto por cantos deformados, principalmente graníticos y volcánicos; otro miembro distintivo está compuesto por metacaliza impura con fragmentos de invertebrados fósiles.

Formación Kayacatlán

Rocas verdes de grano fino, metagabros bandeados de hornblenda y cuarcita milonitizados, serpentinita, anfibolita, eclogitas y metasedimentos cuarcíticos y pelíticos, con afinidad ofiolítica.

Formación Cosoltepec

En la base anfibolitica, cuarcita y metapelita; en la parte media -- metapelita, cuarcita y metapedernal, rocas verdes y esquisto calcáreo; en la parte superior, filita y cuarcita impura con escasas rocas verdes intercaladas.

Formación Chazumba

Interestratos de esquistos pelíticos micáceos (principalmente biotita) y cuarcitas o rocas silíceas (metagrauvacas), con un dique estrato de gabro diferenciado y esquisto feldespático hacia las partes media e inferior, respectivamente.

Migmatita Magdalena

Migmatitas de composición tonalítico-diorítica, con abundante movilización neosomática en forma de diques y cuerpos irregulares, concordantes y discordantes de composición granítica y pegmática. Remanentes de anfibolita, piroxenita, calsilicatita y marmol.

(+) Tomada de Ortega Gutierrez 1978

Relaciones Estratigráficas.

El contacto inferior de estas rocas con el Complejo Basal se presenta mediante una discordancia angular, su contacto superior también es discordante en relación a los sedimentos del Jurásico Medio, Jurásico Superior, Cretácico Medio Superior y con el Terciario.

Edad y Correlación.

La edad del Complejo Acatlán se puede restringir aunque no categóricamente al Paleozoico Temprano, tomando en cuenta un grupo de edades radiométricas Cámbrico-Devónicas (Ortega, Gutiérrez, 1978).

Las rocas que se enviaron al Instituto Mexicano del Petróleo para su datación radiométrica no han sido recibidas por lo que no se pudo aportar nuevos datos para este complejo.

Según Ortega esta unidad puede ser correlacionada con los esquistos Granjeno de la región de Ciudad Victoria Tamaulipas, con el Grupo Chuacus de Guatemala y con las series metamórficas de la Sierra de Omoa en Honduras.

Origen.

De acuerdo con el estudio realizado por el mismo autor se concluye que el Complejo Acatlán representa una secuencia eugeosinclinal paleozoica de espesor considerable, deformada y metamorfoseada en tiempos Premisisípicos, e intrusionada por diversas rocas graníticas durante su evolución tectónica.

IV.3 MESOZOICO.

JURASICO MEDIO.

GRUPO TECOCOYUNCA. (Jm)

(Bajociano-Calloviano)

Definición.

El Grupo Tecocoyunca fue estudiado por primera vez por Guzmán (1950), quien lo menciona informalmente como Capas Tecocoyunca, siendo definido como Grupo por Erben (1956) quien lo menciona como un conjunto de formaciones alternantes de origen marino y continental.

El grupo se divide en cinco formaciones que son: Formación Zorrillo, Formación Taberna, Formación Simón, Formación Otatera y Formación Yucuhuti las cuales, en conjunto, están representadas por una alternancia de areniscas, limolitas, lutitas carbonosas, horizontes de carbón, bancos de caliza y coquinas de ostras con abundante macrofauna. En el presente trabajo no se hizo la diferenciación por formaciones, por lo que nos referimos a este grupo con el nombre de Tecocoyunca (Jm).

Distribución.

En el área de estudio ocupa una porción muy reducida, ubicándose al noroeste del prospecto en las cercanías del poblado de Amoltepec.

Litología y Espesor.

El Grupo Tecocoyunca consiste de una alternancia de areniscas de color gris verdoso, bien compactadas y de grano fino a medio, lutitas limolíticas café claro así como calizas arcillosas de color gris oscuro, fracturadas y deleznable.

Esta unidad se encuentra afectada por intrusiones andesíticas y tonalíticas así como por fallas por lo cual se dificultó la medición de su espesor, calculándose éste en aproximadamente 400 m aunque al norte del área se han reportado hasta 500 m.

Relaciones Estratigráficas.

El grupo Tecocoyunca descansa directamente y en forma discordante sobre el Complejo Acatlán; su contacto superior es concordante con relación a la Formación Sabinal y en algunos lugares, se observó que locubren discordantemente rocas del Cretácico Medio, -- así como rocas más jóvenes.

Edad y Correlación.

La edad de este grupo es atribuida en base a estudios detallados de amonitas y especies de plantas fósiles para el Bajociano-Calloviano.

En el área de estudio se les está asignando esta edad por posición estratigráfica y a que hacia el norte de esta área Sánchez Martín (1981), encontró helechos que fueron clasificados por el Instituto de Geología de la UNAM como *Cycadophyta-Cycadeoidea* lo cual ubica a estas rocas en el Jurásico Medio.

Ambientes de Depósito.

Las características sedimentológicas del Grupo Tecocoyunca nos indica un ambiente nerítico con variaciones a ambientes paludales que nos evidencian avances y retrocesos de los mares de aquella época.

JURASICO SUPERIOR

FORMACION SABINAL. (Js)

(Kimmeridgiano-Ettoniano)

Definición.

El término Grupo Sabinal fue propuesto por Lopez-Ticha (1970) para referirse a una secuencia de rocas marinas laminares y bituminosas que afloran ampliamente sobre el Río Sabinal, cerca de Tlaxiaco.

En un principio dicho autor dividió a este grupo en cuatro miembros que abarcan una edad del Kimmeridgia

no al Hauteriviano; sin embargo, por encontrarse una brecha de discordancia entre el miembro inferior y - el inmediato superior, el mismo autor concluye que - el nombre Formación Sabinal se asigne únicamente al miembro inferior, que abarca del Kimmeridgiano al Ti toniano.

Distribución.

Esta formación se encuentra aflorando de manera restringida en los alrededores de Acoltepec, en la - porción noroccidental del prospecto.

Litología y Espesor.

En la región entre Acoltepec y Santiago Ixtayutla se observaron calizas arcillosas gris oscuro en capas bien estratificadas, que varían en espesor de 1 a 30 cm, interestratificadas con lutitas rojizas - laminares que muestran interperistmo nodular y arenis ca oscuras compactas que alternan con lutitas café claro. Hacia el norte del área y fuera de ésta se reportaron margas y lutitas bituminosas de color gris-oscuro a negro con abundantes concreciones calcí- reas y con miembros o capas arenó conglomeráticas. El espesor de estos sedimentos no fue posible obte- nerlo debido a que se encuentran fuertemente pliega- das, pero en base a trabajos anteriores podemos esti- mar que se tienen aproximadamente 300 m de espesor - aunque es posible que resase los 300 m (Ham Wong, -- 1981)

Relaciones Estratigráficas.

El contacto inferior se manifiesta discordante- sobre el Complejo Acatlán y concordante con los sedi- mentos terrígenos del Grupo Tecocoyunca, mientras -- que el contacto superior es discordante con relación

a el Grupo Tlaxiaco del Cretácico Inferior.

Edad y Correlación.

La edad de esta formación está perfectamente establecida por la presencia de amonitas del género *Idoceras* sp. que fueron estudiadas por el Dr. Cantú del Instituto Mexicano del Petróleo en 1968-1969 y por estudios de microfácies realizados por Bonet (1973) los cuales establecieron que la edad de estos sedimentos es Kimmeridgiano-Tithoniano.

Dentro del área de estudio se observó un rango correspondiente al Kimmeridgiano Inferior en base a determinaciones paleontológicas en rocas que afloran inmediatamente al este de Amoltepec. Las muestras mencionadas observadas al microscopio mostraron oolitas superficiales cuyos núcleos están formados por fragmentos de placas de equinodermos, gasterópodos, miliólidos y *Acicularia* sp.

Esta unidad se correlaciona con la Formación Mapache que aflora en el homoclinal de Petlalcingo, Pue.

Ambiente de Depósito.

De acuerdo a las características litológicas de esta formación, podemos inferir que los sedimentos antes descritos se depositaron en un ambiente marino que fluctuó de plataforma externa de alta energía a un ambiente de mar abierto marcadamente reductor.

CRETACICO INFERIOR.

GRUPO TLAXIACO. (Ki)

(Berriasiano-Aptiano)

Definición.

Petróleos Mexicanos en el año de 1981 encomendó a cinco brigadas de Geología Superficial el estudio de la Cuenca de Tlaxiaco, surgiendo de esto la iniciativa

de acuñar el término de Grupo Tlaxiaco de manera informal para una unidad que engloba a tres formaciones del Cretácico Inferior que gradúan de ambientes continentales a marinos y que López Ticha incluía en el Grupo Sabinal, con un rango Jurásico Superior-Cretácico Inferior.

De la base a la cima las tres formaciones que abarcan este grupo son: La Formación Ojite del Berriasiano al Valanginiano.-La Formación Jaltepetongo del Hauteriviense y la Formación San Isidro del Barremiano, aunque en el área que abarca el prospecto Santa Cruz alcanza un rango Barremiano-Aptiano (Ham Wong, 1981).

Las características distintivas de estas formaciones-- así como la base para su definición se trata con detalle en el informe final correspondiente al prospecto Yucuyacua Cartagena Hernández (1981).

En este trabajo no se realizó la diferenciación por formaciones ya que hacia esta porción de la cuenca, es difícil hacerla por lo inaccesible del terreno, -- por lo que en este trabajo se menciona como Grupo -- Tlaxiaco (K1).

Distribución.

Se trata de la unidad de exposición más limitada; aflorando al suroeste de Amoltepec.

Litología y Espesor.

Características generales: Este grupo presenta -- en la base una brecha constituida por fragmentos subangulosos de calizas arcillosas, margas y lutitas bituminosas derivadas de la Formación Sabinal, la matriz y el cementante son calcáreos; sobreyaciendo a esta brecha se encuentran calizas y dolomías de color gris oscuro a café crema, en partes oolíticas con pelecípodos, gasterópodos (Nerineas), bivalvos y placas de

equinodermos, en capas de espesor variable (20 a 120-cm), con intercalaciones de margas color gris verdoso con abundantes pelecípodos y gasterópodos alternando con areniscas cuarcíferas, limolitas y lutitas ocolor-café amarillento a rojizo, contaminadas con cenizas - volcánicas.

Este paquete sufre cambios laterales de facies a calizas de plataforma color gris claro a café crema, definidas con el nombre de Caliza Alacrán por Bonet - - - (1973).

En el área de estudio este grupo consiste de calizas-gris obscuro bien estratificadas en capas de 2 a 15 - cm de espesor, con abundante microfaua, desprendiendo un ligero olor debido al golpe de martillo y presentando fracturas rellenas de calizita.

Su espesor estimado es de 600 m aproximadamente.

Relaciones Estratigráficas.

Su contacto inferior es discordante con respecto a la Formación Sapinal y con el casamento, mientras - que el contacto superior es consonante con la Caliza Teposcolula.

Edad y Correlación.

El Grupo Maxilabo se ubica dentro del intervalo-Berriasiano Hauteriviense en base al contenido de arañas clasificadas por Lantú en 1968-1969 y de acuerdo Bonet (1973) el cual detectó la presencia de Chofatella decipiens y de algas Cocioladacea de la especie Pianella Dinárica, aunque al norte del área se le - - asignó un rango Berriasiano Aptiano en base a la siguiente asociación faunística.

Pseudocyclammina sp., Glomospira sp., Pseudotextulariella sp., Chofatella sp., Cadosina sp., Permocalculus inopinatus y Salpingoporella sp. (Ham Wong, 1981).

En el área de estudio el laboratorio de Paleontología de la Zona Sur detectó, en la muestra A-309, fragmentos de placas de equinodermos y Chofatella cf. lo que ubica a esta unidad dentro del Cretácico Inferior.

Como se mencionó anteriormente, esta unidad sufre cambios laterales de facies a la Caliza Alacrín además - de correlacionarse con las formaciones Chivillas y Xonamanca que afloran al oriente de Tehuacán, Pue. y -- cerca del poblado de Xonamanca, Ver., respectivamente.

Ambiente de Depósito.

El ambiente de depósito inferido de acuerdo a la litología y a la Paleontología del grupo indica ambientes continentales y marinos con cambio de facies-- tanto lateral como vertical.

CRETACICO MEDIO-CRETACICO SUPERIOR.

FORMACION TEPOSCOLULA (Km)

(Albiano Inferior-Turoniano)

Definición.

Esta formación fue descrita inicialmente por Salas (1949), quien la definió como una caliza gris -- oscura a crema con abundantes horizontes fosalíferos en parte masiva y en otras bien estratificada, asignándola al Jurásico Superior; su localidad tipo se encuentra en los alrededores de San Pedro Teposcolula. Posteriormente López Ticha (1970) la ubica en el Albiano-Cenomaniano y más recientemente Quezala Huñeton (1979) las ubica definitivamente como pertenecientes al Albiano Inferior-Turoniano (Prospecto Yolomecatl,- 1979).

Distribución.

En el área de estudio esta formación se encuentra aflorando ampliamente en las porciones noroccidental, central y oriental, formando en la parte central

una franja orientada de noroeste a sureste, siendo estos afloramientos los más ampliamente expuestos.

Litología y Espesor.

La litología se caracteriza por la presencia de calizas gris oscuro a café cremoso, en capas bien definidas que varían de 30 a 90 cm de espesor, con abundante micro y macrofauna, estando en la mayor parte de los afloramientos muy fracturadas y recristalizadas; esporádicamente la caliza es arcillosa, encontrándose también capas de dolomía café grisáceo a beige con textura sacaróide.

Estos sedimentos se encontraron sumamente plegados y fracturados, lo que no nos permitió obtener una información estructural adecuada; sin embargo se puede estimar que tenemos un mínimo de 1000 m de espesor en el área y 1,500 m promedio en el prospecto Santa Cruz (Ham Wong, 1981).

Para el caso de las perforaciones realizadas en la Sierra de Teposcolula (Pozo Teposcolula 1) y en el flanco noreste de la misma (Pozo Yucuda 1), se atravesaron 1842 y 1073 metros respectivamente de columna de carbonatos.

Relaciones Estratigráficas.

Debido al carácter transgresivo de estas rocas se les encontró descansando en forma discordante indistintamente sobre el Complejo Basal, el Complejo Acatlán y sobre el Grupo Tecocoyunca, encontrándose descansando concordantemente sólo con relación a el Grupo Tlaxiaco; en los pozos Teposcolula 1 y Yucuda 1 se encontrarán descansando sobre una gruesa secuencia de Yesos y Anhidrita con inclusiones irregulares de dolomía y caliza, denominados Yesos San Juan Teita (Quezada Muñeton, 1970), su contacto superior no pudo

ser observado, pero se supone debe ser discordante - con respecto a la Formación Yucunama así mismo la cubren discordantemente los sedimentos del Terciario.

Edad y Correlación.

La edad reportada por el departamento de Paleontología de la Zona Sur de Petróleos Mexicanos de - - acuerdo a su asociación faunística es de Albiano-Turquiano. La fauna determinativa es:

Pithonella ovalis

Orbitolina sp.

Coskinolinoides texanus

Marginotruncana sp.

Hedbergella brittonensis

Biplanata c.f.

Nezzazata yra

Dicyclina sp.

Nummoloculina heimi

Nummoloculina regularis

Su correlación es franca con las formaciones del Grupo Sierra Madre de Chiapas y con la Formación Morelos de la provincia geológica de Guerrero Morelos, se correlaciona en edad y litología con las calizas cortadas en los pozos Teposcolula 1 y Yucuda 1 y únicamente en edad con las Anhidritas y Yesos San Juan Taita- (Quezada Muñeton, 1979) en los mismos pozos.

Ambiente de Depósito.

Se trata de sedimentos de un ambiente de plata-- forma con oscilaciones de alta y baja energía así como con influencia de mar abierto.

CRETACICO SUPERIOR
 FORMACION YUCUNAMA
 (Campaniano-Maestrichtiano)

Definición.

Esta formación fue propuesta de manera informal - por González Alvarado (1970) para designar a una secuencia de calizas, margas y lutitas, encontrándose - su localidad tipo en los alrededores de Yucunama, Yucatán.

Distribución.

Esta formación se encuentra aflorando ampliamente en la porción oriental del prospecto, presentando buenas exposiciones sobre la carretera San Juan Sola de - Vega Juacnatenango.

Litología y Espesor.

Consiste de calizas arcillosas gris obscuro, bien estratificadas en capas que varían de 10 a 120 cm de - espesor con abundante micro y macrofauna: belemnitos, gasterópodos, (Turritelas) y moluscos de Inoceramus sp.) Presentan intemperismo nodular y fracturas rellenas de calcita; así mismo se encontraron dentro de este cuerpo calizas fuertemente recristalizadas sin trazas de - estratificación, muy fracturadas y de un color blanco con motas de color verde claro, que corresponden a las calizas arcillosas anteriormente descritas, pero que - en esta localidad están afectadas por un cuerpo ígneo-intrusivo.

Su espesor se estimó en 500 m aproximadamente.

Relaciones Estratigráficas.

Su contacto inferior no se observó pero se supone debe ser discordante con la Formación Tepescolula ya - que en todos los trabajos realizados hasta la fecha no

se han encontrado evidencias Litológicas y Paleontológicas de los pisos inferiores del Cretácico Superior (Conaciap Turoniano) en tanto que el superior es discordante con los sedimentos del terciario.

Edad y Correlación.

Por el contenido faunístico presentado por González Alvarado (1970), se considera a esta formación correspondiente al Campaniano Maestrichtiano.

En las muestras recolectadas para este prospecto se reportaron: miliolidos, Calvischaerula inornata, Globotruncana sp., fragmentos de Estratococcos, Ilaciterine loydes sp., Calvischaerula gigas, Lunulina sp., Dicyclina Schulmbergeri, Dicyclina sp. Valvulammina oicardi, colectándose además gasterópodos, Turritelas, equinodermos y moluscos de Incaperamus sp., todo lo cual ubica a estos sedimentos dentro del cretácico Superior.

La Formación Yucunama se correlaciona con las Margas-Tilantongo del Sureste de Nochixtlán, Oax.

Ambiente de Depósito.

Por las características litológicas y faunísticas se puede considerar que esta formación se depositó en un ambiente marino protegido, con influencia de mar abierto y aporte de terrígenos finos.

IV.4 CENZOICICO.

PALEOCENO INFERIOR

CONGLOMERADO TAMAZULAPAN

Definición.

Esta formación fue descrita inicialmente por Salas (1949), quien la considera como la base de la Formación Huajuapán, posteriormente González Alvarado (1970) la describe como una formación conglomerática;

Ferrusquía (1976) es quien finalmente la nombra de -
manera formal como Formación Tamazulapan, describién-
dola como un cuerpo masivo de conglomerado de guija-
rros y matatenas de caliza, citando la localidad ti-
po en los alrededores de Tamazulapan, Oaxaca.

Distribución.

Este conglomerado se encontró aflorando en la -
Sección Santo Domingo Teojomulco Santa María Sola pe-
ro; no fue posible mapearlo debido a que sus exposi-
ciones son muy limitadas.

Litología y Espesor.

La litología corresponde a conglomerados calcá-
reos constituidos por fragmentos de caliza mal clasi-
ficados, variando estos en su tamaño desde unos cuan-
tos milímetros hasta 30 cm; la matriz es arcillosa y
el cementante calcáreo; los clastos se presentan - -
arredondados, pero en ocasiones se observan angulo--
sos por lo que da la impresión de ser una brecha.
La disposición estratigráfica ocurre en capas regular-
mente definidas de 2 a 3 cm de espesor.

Relaciones Estratigráficas.

Su contacto inferior no se observó pero se supo-
ne discordante con la Formación Yucunama, en tanto -
que el superior también es discordante debajo de las
Formaciones Yanhuitlán-Huajuapán.

Edad y Correlación.

Los autores que han estudiado con anterioridad-
esta unidad le asignan una edad correspondiente a la
parte inferior del Paleoceno en base a su posición -
estratigráfica. En este trabajo se nos dió una edad-
Cretácico Medio Cretácico Tardío para los clastos --

que componen el conglomerado, con la siguiente microfauna: Calcisphaerula innominata, Pithonella ovalis, Cuneolina sp. y ostrácodos, sin que se haya podido observar fauna en la matriz, esta consideración apoya - el hecho de que los fragmentos del conglomerado provienen de las Formaciones Yucunama y Teposcolula por lo que la edad del Conglomerado Tamazulapan es adecuada para el Paleoceno Temprano.

Ambiente de Depósito.

Estos conglomerados nos indican que, a finales - del Mesozoico, el área estuvo sujeta a una emersión - general, iniciándose un período de erosión de las rocas del Cretácico Medio y Superior y que los conglomerados en algunos casos fueron depositados cerca de su fuente de suministro y en otros sufrieron un transporte prolongado.

PALEOCENO SUPERIOR - EOCENO MEDIO

FORMACION HUAJUAPAN - FORMACION YANHUITLAN.(Tc)

Definición.

Estas formaciones se describirán de manera mancomunada para fines prácticos y tomándose en cuenta que ambas son consideradas de la misma edad. Salas (1949) menciona por primera vez estas formaciones, denominando Capas Yanhuitlán, a una secuencia de arcillas estratificadas con arenas, areniscas, cenizas volcánicas y conglomerados, todos éstos de color rojizo y que afloran en los alrededores de Santo Domingo Yanhuitlán, y Capas Huajuapan a una serie de areniscas, cenizas volcánicas, arcillas arenosas, conglomerados y brechas que están interestratificadas y que afloran en el Valle de Huajuapan de León.

Distribución.

Dentro de nuestra área, la Formación Huajuapán es la que presenta mayor amplitud, aflorando en los valles existentes al norte y al oriente de San Pedro-Juchatengo así como al occidente de Santa María Solala. La Formación Yanhuitlán aflora en la porción más nor-oriental del prospecto, en el Valle de San Juan Solala de Vega.

En este trabajo ambas formaciones se engloban bajo el término (Tc).

Litología y Espesor.

Para la Formación Yanhuitlán se considera un espesor de 500 m aproximadamente, constituido por una secuencia rítmica de lutitas, limolitas, areniscas limosas de color rojizo y esporádicas capas de lutita laminar verde claro, las capas varían desde unos milímetros hasta unos 25 cm de espesor.

Para la Formación Huajuapán se considera un espesor de 400 m aproximadamente, constituido por una secuencia de areniscas arcillosas de grano fino a grueso, en partes bien cementadas, limolitas y conglomerados con clastos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, predominando en la formación el color rojizo.

Relaciones Estratigráficas.

Ambas formaciones descansan discordantemente sobre el Conglomerado Tamazulapán y, en general, sobre todas las formaciones anteriormente descritas; en parte están cubiertas discordantemente por volcániclástos asignados al Terciario Superior y en otras son afectadas por diques, sillis y lacolitos de composición andesítica y basáltica.

Edad y Correlación.

No se tienen evidencias paleontológicas en ninguna de las dos formaciones (precisamente por su carácter continental). En la región de Nochixtlán, los datos radiométricos obtenidos en una toba pumítica intercalada en la parte media de la Formación Yanhuitlán arrojan una edad absoluta de $49 \pm$ millones de años que la ubica en el Paleoceno Inferior - Eoceno Medio (Schlaepfer y colaboradores 1970), por lo cual en nuestra área, al tener bien identificados estos sedimentos lo consideramos de esta edad.

Ambiente de Depósito.

Estos sedimentos fueron depositados en cuencas intermontanas y en depresiones lacustres someras, donde la exposición subaérea permitió su oxidación.

V.- ROCAS IGNEAS Y METAMORFICAS.

V.1 ROCAS IGNEAS.

En el área de estudio encontramos aflorando diversos tipos de rocas ígneas, tanto intrusivas como extrusivas, las primeras ocupan gran parte del área y se encuentran intrusionando prácticamente a toda la columna, además de constituirse como una gran estructura batolítica; las segundas constituyen pequeños derrames que afloran hacia el norte del área.

a).- ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS. (Igi)

Distribución.

Esta unidad por su dimensiones constituye una estructura batolítica de composición granítica principalmente. Su área de afloramiento es muy extensa, prolongándose tanto hacia el sur como hacia el este del área.

Dentro de la zona de estudio tiene una importante área de exposición calculándose ésta en más de 1000 Km² Aflora ampliamente hacia la parte central y oriental del área donde alcanza su mejor expresión, mostrando pequeños cuerpos hacia la porción norte en los alrededores de Santiago Textitlán, al oeste cerca de la Ranchería el Guayabo y al sureste, cerca del poblado de San Miguel Panixtlahuaca.

Forma del Cuerpo

La forma de este cuerpo, debido a su amplia área de exposición y a su gran tamaño puede considerarse como una estructura batolítica, constituida principalmente por granitos y en menor escala, por granodioritas y tonalitas, estando en contacto prácticamente con todas las rocas presentes en el área lo que provoca metamorfismo de contacto.

Relación con las Rocas Encajonantes.

Durante los trabajos de campo se pudo establecer claramente que el batolito está afectando a rocas del Complejo Oaxaqueño, Complejo Acatlán, Cretácico Medio Cretácico Superior y Terciario.

En el Complejo Oaxaqueño nos forma gneises de inyección en el Complejo Acatlán nos produjo un plegamiento y fracturamiento intenso; en rocas del Cretácico Superior se observan efectos de marmorización notándose — en lámina delgada, recristalización; en las rocas del Cretácico Medio se observa un fuerte trituramiento y — una alta recristalización y, en algunos casos como en la localidad de San Miguel Panixtlahuaca se ven, marmorizadas.

Por último los sedimentos terciarios se observan muy deformados haciendo difícil su identificación, mostrando además pequeñas auréolas de metamorfismo.

Petrografía. Ver Anexo Petrográfico.

Clasificación.

De acuerdo a las muestras recolectadas y a su — análisis petrográfico estas rocas se clasifican como Granitos de biotitas, Granodioritas de biotita y de — hornblenda, Tonalitas de biotita y de hornblenda y — Dioritas de Piroxenos.

En campo debido a su semejanza megascópica se les clasificó como granitos de color blanquecino de aspecto moteado de textura fanerítica, holocristalino de grano medio a fino, con abundante cuarzo y feldespato y — ferromagnesianos, en algunos casos se encontraron muy compactas y difíciles de martillar y en ocasiones muy alteradas al grado de formar suelos residuales constituidos en un cien por ciento por arenas.

Origen.

De acuerdo a las características petrográficas exhibidas, a sus relaciones con las rocas encajonadas, a sus caracteres uniformes, a que sus límites atraviesan las estructuras y los contactos tienden a ser tajantes (relación que no se observa en el contacto gneis-granito debido a la gran similitud entre ambas rocas) podemos considerar que este cuerpo constituye un emplazamiento granítico intrusivo.

Edad.

Estas rocas graníticas hasta la actualidad no han sido datadas con precisión dentro del tiempo geológico; se enviaron muestras de este cuerpo al Instituto Mexicano del Petróleo para su estudio radiométrico no habiéndose obtenido los resultados hasta la fecha.

Tomando en cuenta su carácter intrusivo y a que se presentan afectando a toda la columna se ha considerado que la edad de esta unidad podría ser post-orogénica, (emplazada posiblemente como consecuencia de los movimientos correlacionados con la orogénesis Jucuatana), aunque es posible de que se trate de diferentes unidades emplazadas en épocas diferentes, siendo las determinaciones radiométricas las que resuelvan este problema.

5).- ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS. (Ige)

Estas rocas se encuentran asociadas a las formaciones Huaguapán y Yanguatán siendo su distribución muy errática por lo que no fue posible mapearlas.

Las andesitas y basaltos se identificaron en las secciones El Vidrio-Bola de Vega, Santa Comingo Tepehuac-Santa María Sola y en la Sección Santiago Minas - San Cristobal.

Un cuerpo también andesítico se identificó en la porción noroccidental del prospecto inmediatamente al sur del poblado El Mamey, siendo emplazado a través de una falla, entre el Complejo Acatlán y el Jurásico Superior.

Las andesitas descritas en el campo son rocas extrusivas de matriz afanítica, con fenocristales de biotita, de color rojizo a gris verdoso, observándose en ocasiones verdaderas brechas andesíticas.

A veces estas rocas varían a latitas, dependiendo su clasificación del porcentaje en que se encuentran las plagioclasas sódicas con respecto a los feldespatos potásicos.

Los basaltos se identificaron y describieron como basaltos de olivino, de textura afanítica, de color gris oscuro, de estructura amigdaloides y con fracturamiento rectangular.

En la sección Santo Domingo Teojomulco-Santa María Solá de Vega se observó una brecha de basalto en la cual los fragmentos varían en tamaño de 10 a 50 cm de diámetro, siendo la matriz también basáltica.

Petrografía Ver. anexo petrográfico.

Edad.

Hasta el momento de escribir este informe no se han recibido los resultados de los estudios radiométricos efectuados en algunas muestras de esta unidad, por lo que la edad de estas rocas se da por correlación con las andesitas Yucuda que afloran en el tramo de carretera comprendido entre las poblaciones de Tamazulapan y Huajuapán, que son ubicadas en el Oligoceno Tardío, en base a una edad absoluta promedio de 28.9 millones de años, (Ferrusquía, 1974).

Origen.

Las rocas extrusivas de nuestra área corresponden en parte a las efusiones volcánicas del Cenozoico Superior en el centro y noroccidente del país, y posiblemente estén correlacionadas con el choque de las placas del Pacífico y de Norteamérica.

V.2 ROCAS METAMORFICAS.

En el capítulo de estratigrafía ya fueron ampliamente comentadas como parte integrante del Complejo Oaxaqueño y el Complejo Acatlán, por lo que se considera no volverlas a mencionar.

VI.- TECTONICA:

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la provincia geológica denominada Cuenca de Tlaxia co la cual se encuentra emplazada sobre el Complejo o Zócalo Oaxaqueño y la Península de Oaxaca, enmarcándose regionalmente en la Placa Norteamericana.

A raíz de los numerosos estudios efectuados sobre rocas precámbricas, entre los cuales destacan los trabajos de Fries y colaboradores (1958, 1974) se deduce que estas rocas forman un cinturón metamórfico reconocido desde el sureste de Canada, este de Estados Unidos y pequeños afloramientos del occidente de Tamaulipas, Hidalgo y en la parte centroccidental del Estado de Oaxaca.

Dicho cinturón fue originado a partir de una secuencia sedimentaria arcillo-calcareá depositada en un ortogeosinclinal, el cual experimentó condiciones de metamorfismo de alta presión y temperatura (zona inferior o latazona) por los efectos de una orogenia, formando un orotón que de acuerdo a lo expuesto anteriormente, constituye en México la continuación meridional de la Faja Estructural Greenville de Canada, consolidada en el Precámbrico Tardío.

Durante el Paleozoico Temprano este orotón (que constituía ya una corteza continental) estuvo sujeto a una etapa de distensión, lo que provocó que se vea bordeado de nuevas zonas ortogeosinclinales las cuales evolucionaron hasta quedar metamorfoseadas y soldadas a la corteza precámbrica, durante los movimientos correlacionados con la Revolución Apalachiana de Norteamérica, constituyéndose así la antigua Península de Oaxaca.

Cabe destacar que las rocas sedimentarias del Paleo-

zoico Inferior y Superior del área de Nochistlán no fueron afectadas por los fenómenos metamórficos del Paleozoico Medio y Superior, debido a que se depositaron sobre el basamento precámbrico y éste las aisló de las zonas marginales de Metamorfismo.

Actualmente se reconoce que durante el Triásico-Jurásico, la región fue afectada por una distensión o tala frencia caracterizada por la formación de fosas y pilares en los terrenos metamórficos existentes dando lugar a la formación de cuencas intracratónicas o cuencas de distensión, cuenca de Tlaxcala, cuenca de Barrero, cuenca de San Andrés, cuenca de Chichas-Cacahuatlán, etc., así como con la apertura del Golfo de México.

Particularizando con la cuenca de Tlaxcala, se puede afirmar lo anterior para ésta área sólo hacia la parte noroccidental.

La cuenca de Tlaxcala, como ya se mencionó, constituye una cuenca de distensión caracterizada por la ausencia de fosas y pilares en la que fueron depositados sedimentos mesozoicos.

Durante el Jurásico Medio se depositan sedimentos de tipo mixto representados por el Grupo Tescamoyuca, que nos marca la fase previa a una etapa marítima transgresiva a partir del Jurásico Superior, depositándose sedimentos de plataforma, que van cambiando paulatinamente a sedimentos de cuenca debido a una sucesión gradual que da origen a los depósitos de la Formación Sacinal, sobreviniendo posteriormente una etapa de regresión o empujamiento del Jurásico-Terciario, evidenciada por una discordancia que se manifiesta a ese nivel, posiblemente como consecuencia de los movimientos correlacionados con la progenia Neovárdiana de Norteamérica.

Más tarde son restablecidas las condiciones estables de sedimentación, lo que da lugar al depósito del Grupo Tlaxiaco.

A partir del Cretácico Medio se efectúa una máxima transgresión dando lugar al depósito de sedimentos de plataforma de la Formación Teposcolula, lo que ocasiona que éstos descansen indistintamente sobre todas las formaciones descritas anteriormente.

A partir del Cretácico Tardío, se inicia una subsidencia gradual, acompañada de oscilamientos que provocan que, en partes, continúen las condiciones de plataforma, en otras, el no depósito al menos durante el Coniaciano-Santoniano y, en otras, que la sedimentación no sea interrumpida, sucediéndose los depósitos gradualmente a facies de cuenca ya para el Campaniano-Maestrichtiano (Formación Yucanapa).

A finales del Cretácico Tardío principios del Terciario la cuenca es fuertemente deformada por movimientos diastroficos correlacionados con la Crogénia Laramide, siendo exhumada, lo que provoca la erosión de las rocas del Cretácico Medio y Superior, originándose así el Conglomerado Tamazulapan.

Esta orogenia, por consecuencia, es la responsable del cambio drástico en la sedimentación durante el Terciario Temprano ya que estos sedimentos tienen un carácter continental (Fu. Huapucan - Fu. Yancuatlán), así mismo es también responsable, de que, en algunas localidades, el basamento sufra por efectos compresionales, o rocas mesozoicas, tal como sucede al noroeste de Amatepec y al oriente de San Pedro Juchatengo.

Finalmente en el Terciario Tardío sobreviene el relajamiento de grandes masas primitivas asociadas con fenómenos volcánicos, que se manifiesta en for-

ma de derrames andesíticos y basálticos principal--
mente, coincidiendo este evento con la zona de sub-
ducción actual.

Tomando en cuenta que la tectónica está íntimamente
ligada con la generación de hidrocarburos podemos --
decir, que la época más importante en la evolución--
tectónica de la Cuenca de Tlaxiaco, coincide con --
los movimientos diastróficos correlacionados con la
Orogenia Laramide, que es la responsable directa --
del plegamiento, afallamiento y fracturamiento de --
la pila sedimentaria mesozoica, en la cual se dan --
las condiciones óptimas para la migración y entram-
pamiento de hidrocarburos.

Haciendo énfasis en que hacia esta porción de la --
cuenca no se dan las condiciones estructurales ópti-
mas para el entrapamiento de hidrocarburos, ya que
como se observa en el plano geológico, no se tiene-
ninguna estructura de importancia que propicie su --
acumulación.

VII.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

Dentro de este capítulo, es conveniente mencionar que la Cuenca de Tlaxiaco tiene su límite - sur en nuestra área, precisamente al noroeste de - la misma siendo el límite de tipo estratigráfico - ya que ésta se encuentra descansando sobre la Pe--nínsula de Oaxaca de manera transicional, es decir se tiene una secuencia estratigráfica que va gra--duando de facies mixtas a facies de plataforma y - a facies de cuenca hacia el norte.

VII.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURALES.

Como característica principal del área, ta--mbeo la ausencia de estructuras anticlinales y --sinclinales de importancia, observándose únicamen--te la terminación de dos estructuras sinclinales y una anticlinal en la porción noroeste del área - - orientadas de norte a sur y que presentan mejor ex--presión en la parte norte fuera de nuestra área, de éstas La estructura anticlinal podría representar--una opción en la búsqueda de hidrocarburos, sin em--bargo por estar abierta en la formación objetivo - carece de importancia económica; además se observa un plegamiento orientado básicamente de noroeste a sureste manifestándose este en sedimentos del Cre--tácico Medio y Cretácico Superior principalmente, propiciado por los efectos deformantes de los movi--mientos correlacionados con la Orogenia Laramide.

VII.2 FALLAS.

Durante los trabajos de campo no se logra--ron controlar de manera satisfactoria las fallas - que se manifiestan en el área, principalmente en -

lo que concierne a la porción de la Cuenca de Tlaxiaco, siendo por lo tanto deducidas en base a las relaciones estratigráficas.

En la parte meridional de la cuenca se observaron - pequeñas fallas perpendiculares y paralelas a la se dimentación general, en el caso de las fallas perpendiculares éstas actúan formando bloques siendo - de tipo normal, en tanto que las fallas paralelas - nos provocan repetición por lo que son de carácter - inverso.

La falla marcada con el número uno es de gran importancia ya que es la que nos está delimitando la - - Cuenca de Tlaxiaco hacia el oriente, siendo ésta de un carácter regional pues continua hacia el norte - de nuestra área.

Esta falla debe su importancia a que nos está delimitando claramente dos zonas de sedimentación diferente, una en la que se presentan depósitos desde - el Jurásico Medio hasta el Cretácico Medio, y la -- otra que se caracteriza porque el Cretácico Medio - descansa directamente sobre el Complejo Oaxaqueño, - lo cual nos está indicando que el límite oriental - de la cuenca podría ser tectónico.

La falla número dos nos está limitando al Paleozoico y al Cretácico Medio, por lo que seguramente se trata de una falla de carácter normal.

Por último para el basamento se ha detectado un sistema de fallas o fracturamiento orientado sensiblemente de noroeste a sureste, lo cual seguramente es ta relacionado con las deformaciones de la Orogenia Laramide ya que los carbonatos del Cretácico Medio- y Cretácico Superior observan un plegamiento en la misma dirección.

Hacia el oriente de Juchatengo se infirió una falla

de tipo inverso en base a observaciones realizadas en campo ya que se ve que el Paleozoico cabalga al Mesozoico, relación que se observa claramente al oeste de Amoltepec, donde se controló una falla inversa orientada de norte a sur, que provoca que el Complejo Acatlán cabalgue sobre sedimentos del Jurásico Superior y Cretácico Medio debido a que los empujes que deformaron estas áreas debieron provenir del este haciendo que el Complejo Acatlán actuara como una barrera en contra de éstos.

VIII.- GEOLOGIA HISTORICA.

Los procesos de sedimentación y deformación que conforman la geología histórica, se enuncian a continuación de la siguiente manera:

Hacia el Precámbrico Temprano, se tiene un geosinclinal en el cual se efectuó el depósito de una secuencia arcillo-calcárea que posteriormente fue deformada y metamorfoseada por efectos de la Orogenia Oaxaqueña a finales del Precámbrico.

A partir del Paleozoico Temprano se presenta una nueva fase geosinclinal, en la que se depositó un gran espesor de sedimentos que finalmente son deformados y metamorfoseados durante el Paleozoico Tardío y el Triásico Temprano.

Durante el Triásico Tardío se origina una etapa de distensión que da lugar a la formación de fosas y pilares, constituyéndose así una serie de cuencas intracratónicas, particularizando desde aquí con la Cuenca de Tlaxiaco.

Inicialmente la cuenca empieza a ser asolvada con los productos de erosión de los pilares, formando depósitos de facies "molasse" (Conglomerado Cuauyac), éstos fueron seguidos de pulsaciones que dan lugar a nuevos depósitos de carácter mixto (Grupo Tecocoyunca), los que revelan avances y retrocesos del mar que favorecieron una sucesión cíclica de ambientes continentales y marinos. Y a partir del Jurásico Superior se inicia la verdadera Cuenca de Tlaxiaco con una transgresión que da origen a depósitos de plataforma interna de aguas someras, con fuerte aporte de terrígenos, prosiguiendo con una profundización gradual de la cuenca y depósitos de agua profunda (Fm Sabinal). Estas condiciones hasta ahora estables, se ven afectadas por fenómenos de -

deformación tal vez correlacionables con la Orogenia Nevadiana a principios del Cretácico Temprano, restableciéndose las condiciones estables de sedimentación más tarde, formándose nuevamente ambientes de plataforma, variando la sedimentación de acuerdo a la posición de la línea de costa teniéndose así depósitos litorales (Grupo Tlaxiaco) o bien de plataforma interna con condiciones de baja energía, en aguas cálidas y transparentes (Fm Alacrán).

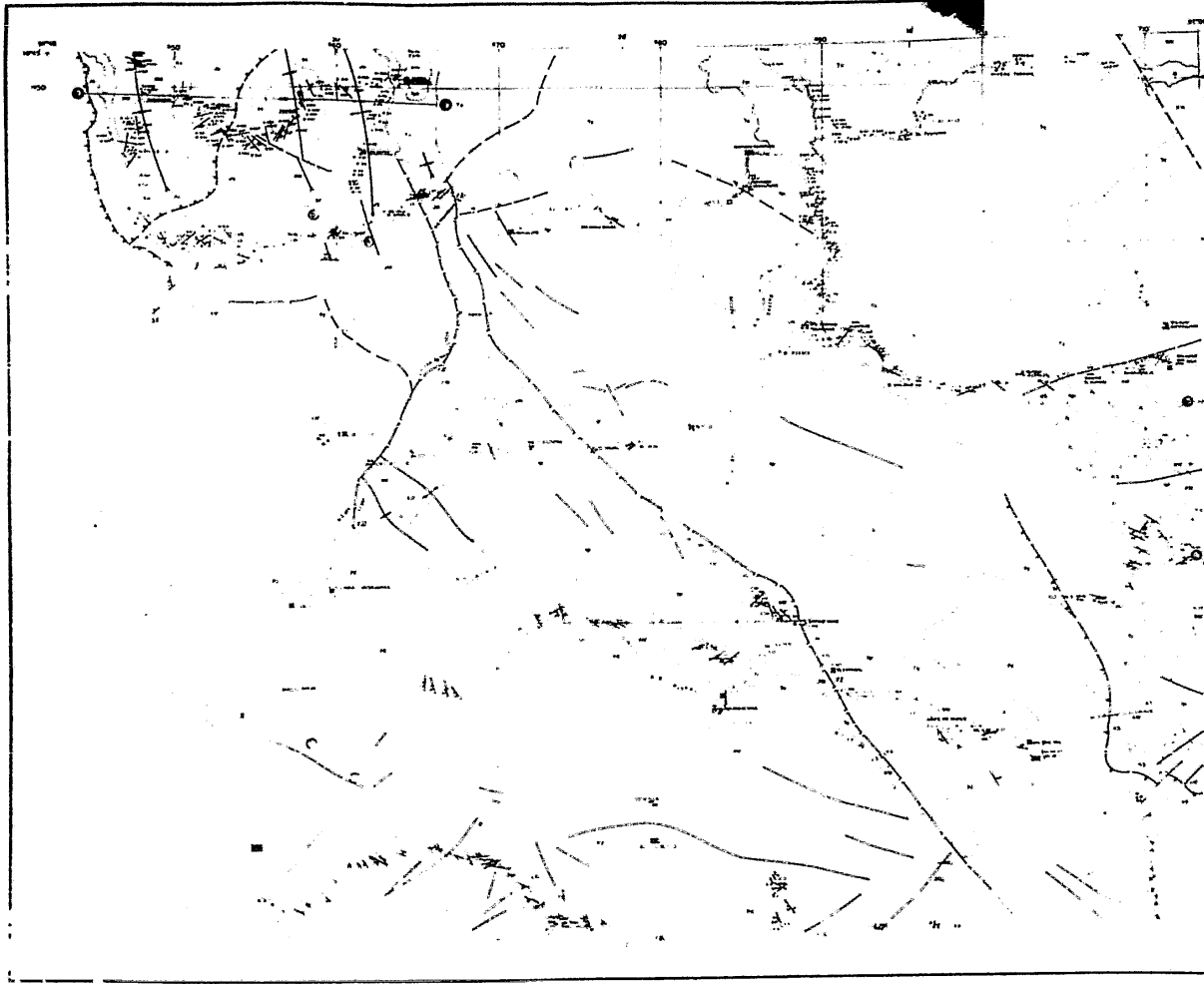
Una subsidencia gradual da como resultado que ahora se depositen sedimentos de plataforma externa con cambios de alta y baja energía, (Fm Teposcolula) - continuando así hasta el Cretácico Tardío lo que da origen a sedimentos de aguas profundas (Fm Yucunama).

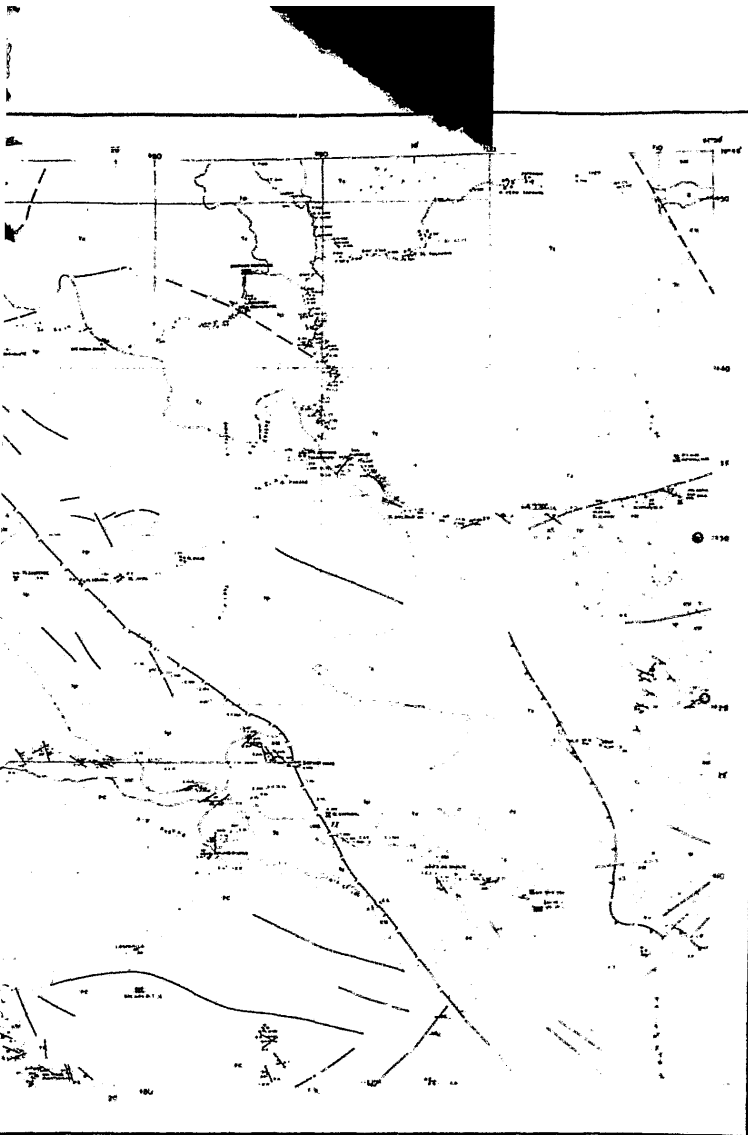
A partir de aquí se interrumpe definitivamente el depósito marino de la Cuenca de Tlaxiaco, ya que ésta es exhumada por los efectos de la Orogenia Laramide a finales del Mesozoico, y es sometida a procesos de denudación que dan lugar a conglomerados - (Conglomerado Tamazulapan) que son sincrónicos al plegamiento y fallamiento producido por los fenómenos compresionales.

Al terminar este evento y como mencionamos anteriormente, la cuenca emerge de manera definitiva, por lo que para el Terciario Inferior tenemos depósitos netamente continentales, en cuencas intermontanas - en donde existían depresiones lacustres someras, -- con exposición subárea que facilitaron la oxidación (Fm Huajuapán - Fm Yanhuitlán).

Como evento final de la historia geológica se tiene el emplazamiento de grandes masas graníticas, asociadas a fenómenos volcánicos, coincidiendo esto --

probablemente con la subducción actual de la Placa de Cocos debajo de la Placa Norteamericana.





LEYENDA

SIMBOLOS GEOLOGICOS

FUENTE DE AGUA	
VALLE DE HERRERA	
FRONTEO DE AGUA	
FRONTERA	
CONTACTO STRATIGRAFICO	
CONTACTO CON ANGULO	
TIPO DE CONTACTO	
TIPO DE CONTACTO	
TIPO DE CONTACTO	
TIPO DE CONTACTO	
TIPO DE CONTACTO	

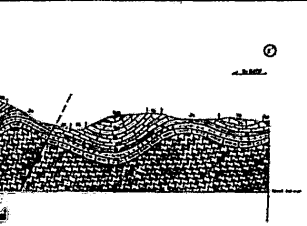
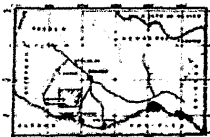
CLAVE ESTRATIGRAFICA

CEENOZOICO	T.C.	T.C.
	K.B.	
	K.M.	
MESOZOICO	M.I.	
	J.S.	
	J.M.	
PALEOZOICO	P.S.	
PRECAMBRIANO	P.C.	
	Im	
	Ep	

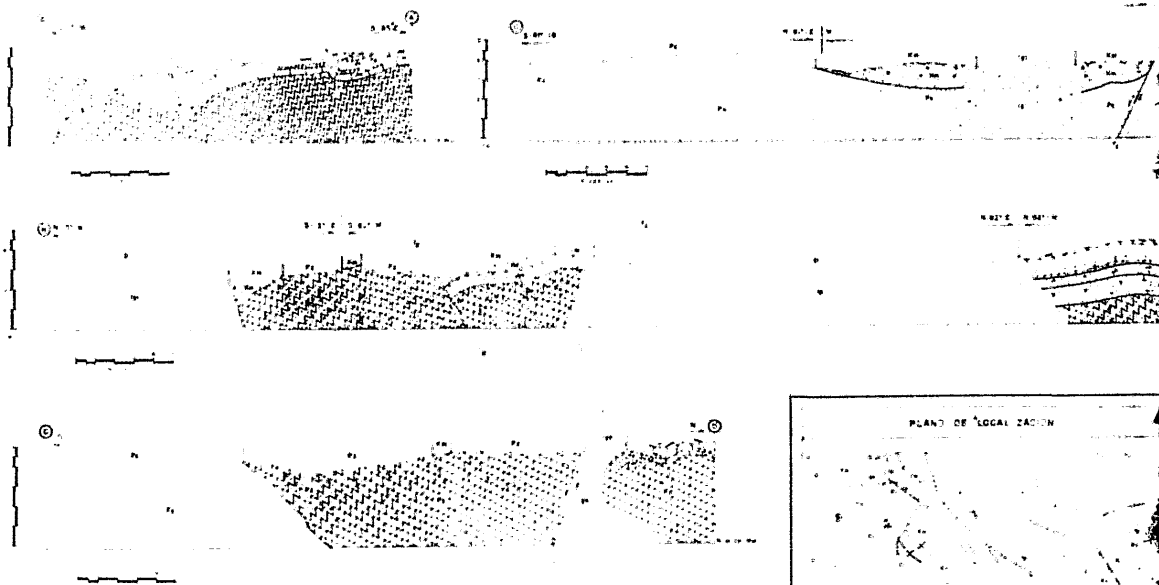
SIMBOLOS TOPOGRAFICOS

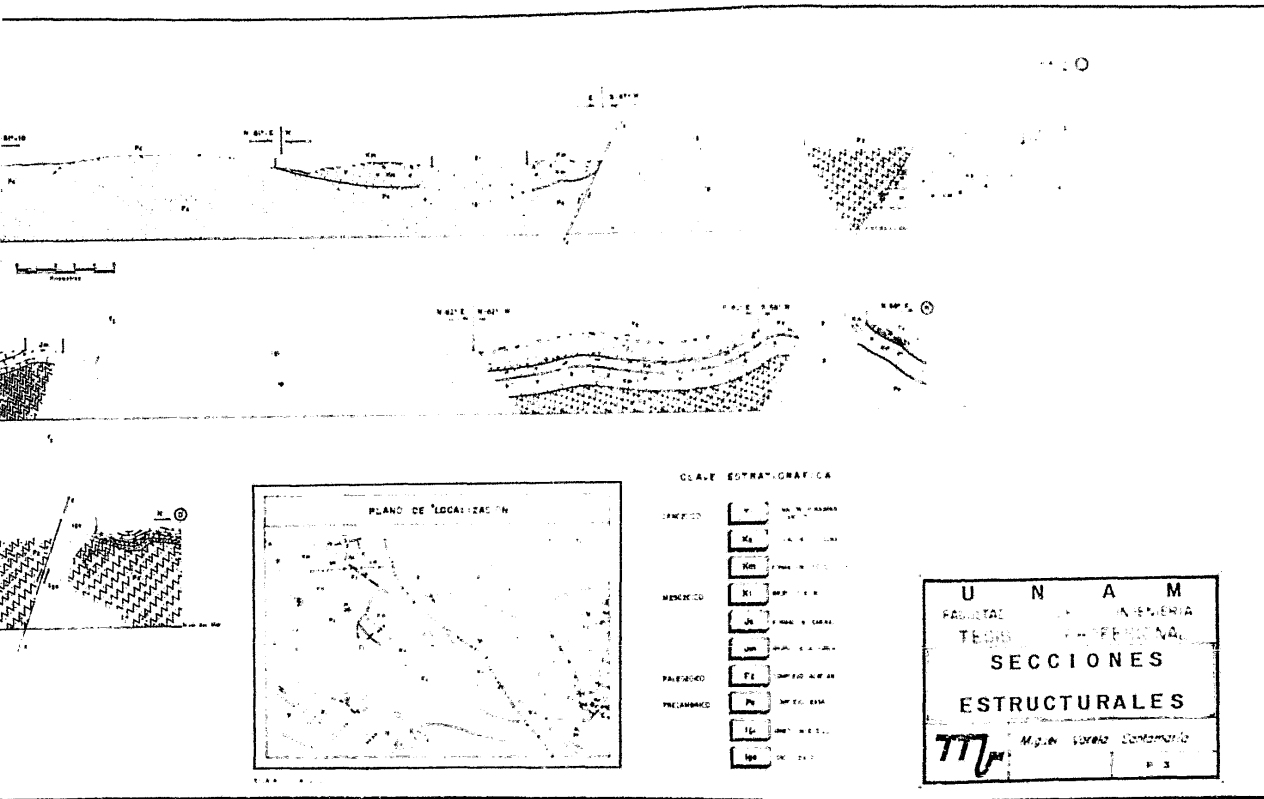
PIEDRA DE CANON	
VALLE DE AGUAS CALIENTES	
VALLE DE AGUAS CALIENTES	
VALLE DE AGUAS CALIENTES	
VALLE DE AGUAS CALIENTES	
VALLE DE AGUAS CALIENTES	
VALLE DE AGUAS CALIENTES	
VALLE DE AGUAS CALIENTES	
VALLE DE AGUAS CALIENTES	
VALLE DE AGUAS CALIENTES	

LOCALIZADOR DEL AREA



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS PROFESIONAL	
PLANO	
G E O L O G I C O	
	Miguel Varela Santamaría
	p. 1



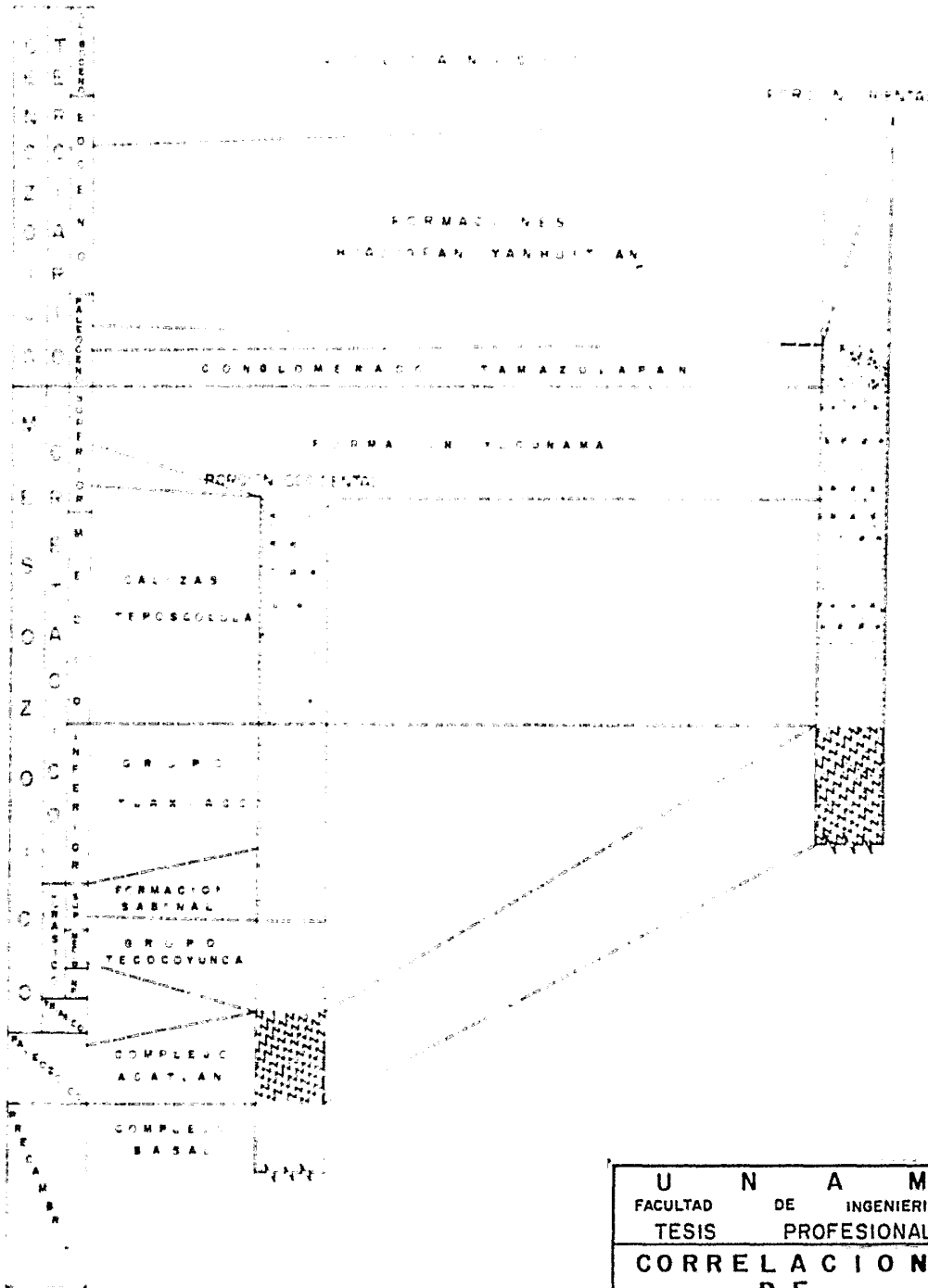


CLAVE ESTRUCTURAL

CANALIZADO	Ca	CAÑALIZADO
MEDICIÓN	Md	MEDICIÓN
PALETEADO	Pa	PALETEADO
PRELAMBADO	Pr	PRELAMBADO
	St	ESTRUCTURA
	Tr	TRAZADO

UNAM
 FABRICAS DE INGENIERIA
 TECNOLÓGICA Y PROFESIONAL
 SECCIONES
 ESTRUCTURALES
 Miguel Sorela Contreras
 P. 3

CORRELACION DE COLUMNAS



U N A M FACULTAD DE INGENIERIA TESIS PROFESIONAL	
CORRELACION DE COLUMNAS	
	<i>Miguel Alemán</i>
P. 2	

IX.- GEOLOGIA ECONOMICA PETROLERA:

El área de estudio se encuentra ubicada en el límite de dos provincias geológicas.

La primera de la provincia de la Sierra Madre del Sur (24), que está clasificada por Petróleos Mexicanos como una provincia sin posibilidades petroleras. La segunda es la de Tlaxiaco (21), la cual, es una cuenca mesozoica, con un espesor importante de sedimentos, entre los cuales destacan los de La Formación Sabinal del Jurásico Superior, que a juicio de la compañía Esso-Mark Company (reporte privado de Petróleos Mexicanos) son potencialmente generadoras de hidrocarburos, además cuerpos capaces de almacenarlos y tapar sellados por lo que esta provincia está clasificada potencialmente como una cuenca con posibilidades petrolíferas a largo plazo.

IX.1 MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS.

Dentro de la Cuenca de Tlaxiaco, se han detectado numerosas exudaciones superficiales, e intervalos con trazas de aceite en rocas del Cretácico Medio en los pozos Teposcolula No. 1 y Yucuda No. 1 perforados en la Sierra de Teposcolula y en el flanco noreste de la misma.

Las manifestaciones son más numerosas a nivel microscópico, ocurriendo por lo general en rocas calcáreas de la Formación Sabinal y en segundo plano en las Calizas de la Formación Teposcolula.

En superficie es notoria la presencia de aceite ligero, ocurriendo como relleno en pequeñas cavidades y fracturas de las rocas de la Formación Sabinal.

Las manifestaciones de Hidrocarburos localizadas en la Cuenca de Tlaxiaco en orden de importancia son:

Región de Tamazulapan, donde afloran rocas calcáreas de la Formación Teposcolula en las que se observó una alta impregnación a nivel microscópico, en forma de destilados ligeros que rellenan pequeñas cavidades, fracturas y líneas estilolíticas. Estos afloramientos se localizan inmediatamente al sur este de la población de Tamazulapan.

Región Yucunama, donde se tienen manifestaciones en menor proporción a la anterior, ocurriendo como hidrocarburos ligeros, que ocupan pequeñas oquedades y fracturas de las calizas del Cretácico Medio.

Homoclinal de Petlalcingo, cerca de Huajuapán de León, Oax., donde se observó impregnación de petróleo liviano, en fracturas y líneas estilolíticas de las rocas calcáreas de la Formación Sabinal de las que en algunos niveles fluye aceite al ser disgregada con el martillo. (Quezada Muñeton, 1979)

En los pozos Teposcolula No. 1 y Yucuda No. 1 se tuvo:

Pozo Teposcolula No. 1: se tuvo la presencia de aceite viscoso y asfalto, en los intervalos de 1205.0 metros a 1450.0 metros, así como fluorescencia en los niveles de 1909.0 metros a 2580.0 metros.

Pozo Yucudá: en menor proporción que las del pozo anterior, aquí solo se reportan fluorescencias en los intervalos de 275 metros a 305 metros y de los 330 metros a los 360 metros; además de agua sulfurosa a los 1962 metros.

Las manifestaciones encontradas en ambos pozos fueron localizadas en rocas calcáreas de la Formación Teposcolula, no pudiéndose detectar nada en la For-

mación Sabinal, ya que ninguno de los pozos llegó a ella, El pozo Teposcolula No. 1 no salió de los Yesos y Anhidritas, San Juan Teita y el pozo Yucudá - No. 1 llegó al basamento después de pasar por la misma formación.

En el área de estudio no se encontró ninguna manifestación de hidrocarburos, ni a nivel superficial ni a nivel microscópico, reportándose solo un ligero olor a gas al golpe de martillo en las calizas - del Grupo Tlaxiaco.

IX.2 ROCAS GENERADORAS.

De acuerdo a las diferentes manifestaciones de hidrocarburos y a los estudios geoquímicos realizados dentro de la Cuenca de Tlaxiaco, se ha podido determinar, que la Formación Sabinal es potencialmente generadora de hidrocarburos, así como algunos niveles de la Formación Teposcolula.

Dentro del área de estudio ambas formaciones se encuentran aflorando por lo que estas no ofrecen ninguna posibilidad económica desde el punto de vista petrolero.

Sin embargo hacia el norte del área éstas formaciones (principalmente la Formación Sabinal) quedan sepultadas bajo un grueso espesor de sedimentos y dentro de estructuras adecuadas lo que las hace económicamente atractivas.

IX.3 ROCAS ALMACENADORAS.

Tomando en cuenta que las rocas almacenadoras deben tener buena porosidad y permeabilidad, se considera que la cima del Jurásico Superior (Formación Sabinal) posee características adecuadas para constituir buenos receptáculos de hidrocarburos en-

condiciones adecuadas de entrapamiento ya que se han encontrado cuerpos arenosos y calcáreo-arenosos de carácter físico apropiado para esta función.

También algunos niveles de la Formación Teposcolula poseen características adecuadas para el almacenamiento de hidrocarburos debido a su porosidad secundaria (Pozos Teposcolula No. 1 y Yucudá No. 1) en intervalos mayores a los 1000 metros.

IX.4 ROCAS SELLO

Respecto a las rocas que reúnan características de impermeabilidad, se tienen cuerpos arcillosos en la base del Grupo Tlaxiaco y principalmente las evaporitas San Juan Teita de la base del Cretácico Medio identificadas durante la perforación de los pozos Teposcolula No. 1 y Yucudá No. 1 que atravesaron 1729 metros y 1712 metros respectivamente de estos sedimentos.

IX.5 TRAMPAS

Por el método de geología superficial, no se detectaron condiciones estructurales adecuadas para el entrapamiento de hidrocarburos, observándose que el único anticlinal presenta en el área carece de importancia, por estar abierto en la formación objetivo (Formación Sabiná) y que el plegamiento orientado de noroeste a sureste de ninguna manera constituye una estructura adecuada.

Por otro lado de acuerdo a los numerosos estudios realizados en la Cuenca de Tlaxiaco, sólo se ha detectado una estructura anticlinal favorable para el entrapamiento de hidrocarburos, la cual corresponde al Anticlinal Teposcolula abierto en calizas del Cretácico Medio, localizado cerca de la población -

del mismo nombre, al norte de nuestra árca y fuera de ésta, no así el resto de las estructuras detectadas que generalmente se encuentran abiertas en la formación objetivo.

Por lo que en general la Cuenca de Tlaxiaco podría ser condenada, por concluirse que la inversión hecha en ella no pueda recuperarse.

X.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

A).- CONCLUSIONES GEOLOGICAS.

- 1.- Se tiene a partir del Mesozoico Inferior tres ciclos - de sedimentación bien definidos, esto es:
 - a.- Del Jurásico Medio al Jurásico Tardío en donde se tiene una subsidencia gradual que da origen a depósitos que van desde mixtos a netamente de cuenca.
 - b.- Del Cretácico Temprano al Cretácico Tardío se tiene nuevamente condiciones de estabilidad que fueron precedidas de una etapa de deformación muy breve a principios del Cretácico Temprano, notándose una relación sedimentológica similar a la anterior.
 - c.- Del Paleoceno Temprano hasta el Terciario Tardío - se tiene una deposición claramente continental - asociada con una etapa final de magmatismo, provocado por la exhumación definitiva de la Cuenca de Tlaxiaco por efecto de deformaciones correlacionables con la Orogenia Laravide.
- 2.- Se concluye que hacia la porción nororiental del prospecto se tiene el límite sur de la Cuenca de Tlaxiaco, siendo este límite estratigráfico.
- 3.- La característica principal del área, desde el punto - de vista estructural, es la ausencia de estructuras an ticlinales y sinclinales de importancia.
- 4.- La falla No. 1 nos delimita dos zonas de sedimentación diferentes, al noroeste y al noreste, notándose en la primera depósitos que abarcan desde el Jurásico Medio-hasta el Cretácico Medio y, para la otra, depósitos - del Cretácico Medio que descansan directamente sobre - el basamento.

B).- CONCLUSIONES ECONOMICAS.

Aunque se han vislumbrado la presencia de mani-

festaciones de hidrocarburos de rocas generadoras, almacenadoras y sello así como de trampas estructurales en la mayor parte de la cuenca se concluye que para nuestra -- afea esas condiciones no se encuentran presenten debido -- principalmente a que no existen estructuras de importancia y a que la única estructura anticlinal presente se encuentra abierta en sedimentos del Jurásico Superior (Formación Sabinal) los cuales para la Cuenca de Tlaxiaco constituyen las rocas generadoras y almacenadoras de hidrocarburos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda efectuar un trabajo de integración -- geológica, de todos los trabajos realizados hasta la fecha con el fin de elegir áreas que por sus características puedan constituir buenas opciones en la búsqueda de hidrocarburos, y realizar trabajos de detalle estructural y detalle estratigráfico con el objeto de definir de una manera definitiva la importancia de la Cuenca de Tlaxiaco, así -- mismo en base a esos estudios decidir si vale la pena seguir invirtiendo recursos o definitivamente la cuenca carece de importancia petrolera debido a que no se cuenta con un manto de aceite de dimensiones adecuadas para justificar la inversión.

ANEXO PETROGRAFICO:

El análisis petrográfico se llevó a cabo en el Instituto Mexicano del Petróleo siendo el Ing. J. Manuel Grajales N. el responsable del estudio.

COMPLEJO CAXAQUEÑO. (Pe)

Muestra: AF-153

Clasificación: Protomilonita (Granodiorita flaser)

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades grises, presenta textura gnéssica de grano medio. Exhibe feldespatos cuarzo y ferromagnesianos.

Descripción microscópica: Roca de textura cataclástica-gnéssica, constituida por un mosaico a base de porfidoclastos de feldespato potásico (Or toclasa) y plagioclasa en una matriz de grano fino de cuarzo. Los porfidoclastos de feldespatos muestran los efectos de la deformación, tales como granulación marginal, extinción ondulante y maclas curvadas. Además del cuarzo fino de la matriz también se observan cristales grandes policristalinos con extinción ondulante, estiramiento y bordes granulados. La mica (biotita) está presente en laminillas pequeñas, sobre todo asociada al cuarzo de la matriz, rodeando a los ojos de feldespatos. Otros minerales presentes son el zircón como inclusiones en feldespatos y cuarzo y escasa magnetita y clorita.

Tipo de roca: Cataclástica, formada a partir de una roca ígnea intrusiva (granodiorita)

Sección: El Vidrio-Sola de Vega.

Muestra: HCV-7

Clasificación: Gneis de plagioclasa-hornblenda-biotita y cuarzo.

Clase química: Cuarzo feldespática.

Facies metamórficas: Anfibolitas.

Descripción megascópica: Roca compacta de color gris presenta textura gnéissica en la que se aprecian una alternancia de bandas delgadas de minerales oscuros y claros. Además se observan vetas de cuarzo paralelas a las bandas mencionadas.

Descripción microscópica: Roca de textura granoblástica-gnéissica, constituida por cristales de plagioclasas sódicas; hornblenda, biotita y cuarzo, mostrando un arreglo subparalelo entre ellos. Otros minerales presentes son el apatito y la magnetita.

Tipo de roca: La roca puede corresponder a un gneis formado por metamorfismo regional de grado medio a alto de una roca cuarzo-feldespática original; o bien a un gneis de inyección de una zona migmatítica.

Sección: San Miguel Panixtlahuaca-Santiago Minas.

Muestra: HCV-38

Clasificación: Gneis de inyección.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades gris oscuro y blanquecinas, bandeada, de aspecto gnéissico. Se observa una alternancia de bandas ricas en minerales ferromagnesianos de tonos oscuros con otras ricas en feldespatos de tonos claros.

Descripción microscópica: Roca de textura gnéissica, constituida por bandas ricas en minerales ferromagnesianos (hornblenda y biotita) que alternan con bandas ricas en plagioclasas sódicas y cuarzo. La textura es más gruesa en la banda de feldespato que en la de los ferromagnesianos. Las plagioclasas son anhedrales y exhiben estructura zonal otros minerales presentes son la esfena el apatito y la magnetita.

Tipo de roca: En base a las características texturales y mineralógicas que exhibe tanto en muestra de mano como en sección delgada se puede inferir que la roca corresponde a una zona migma

tica de inyección.

Sección: Amoltepec-Tataltepec de Valdes.

COMPLEJO ACATLAN. (Pe)

Muestra: AF-172

Clasificación: Esquisto de biotita-clorita-muscovita y -
cuarzo.

Clase química: Pelítica.

Facies metamórfica: Esquistos verdes.

Descripción megascópica: roca compacta de color gris - -
exhibe estructura esquistosa de grano fino.

Descripción microscópica: Roca de textura esquistosa - -
constituida por escamas diminutas de biotita y
clorita y muscovita asociadas a cuarzo de --
grano fino, guardando cierto paralelismo en-
tre ellos.

Tipo de roca: Metamórfica, formada a partir de una roca-
pelítica que fue afectada por fenómenos de -
metamorfismo regional de bajo grado.

Muestra: HCV-28

Clasificación: Esquisto de cuarzo-muscovita-biotita y -
cloritoides.

Facies metamórficas: Esquistos verdes.

Sub facies: De biotita.

Clase química: Pelítica.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades - -
gris obscuro, exhibe textura foliada (esquis-
tosa) y aspecto sedoso al tacto debido a la -
abundancia de minerales micáceos.

Descripción microscópica: Roca de textura esquistosa con-
stituida por una alternancia de bandas mica- -
ceas (biotita, muscovita y escaso cloritoide),

que alternan con bandas granoblásticas de --
cuarzo asociado a escasa biotita.

Tipo de roca: Metamórfica, formada a partir de una roca-
pelítica que fue afectada por fenómenos de -
metamorfismo regional de bajo grado.

Muestra: HCV-32

Clasificación: Milonita de filita.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades -
amarillentas y gris oscuro, exhibe estructu-
ra bandeada de aspecto milonítico, con - - -
"ojos" de roca dispersos en una matriz muy -
fina.

Descripción microscópica: Roca de textura milonítica, --
bandeada, constituida por una matriz cristo-
cristalina de minerales arcillosos y sílice,
en la que se encuentran englobados "ojos" re-
lictos de filita siguiendo la orientación de
la matriz. Se observa calcita dispersa en to-
da la muestra y escasa hematita.

Tipo de Roca: Cataclástica, formada a partir de una roca
originalmente metamórfica (filita) que fue -
afectada por fenómenos de metamorfismo diná-
mico.

Muestra: HCV-49

Clasificación: Cataclasita de anfíbolita.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades --
verdosas, presenta textura esquistosa y - -
exhibe vetillas de calcita en color blanco.

Descripción microscópica: Roca de textura cataclástica -
bandeada, constituida por cristales de anfí-
boles parcialmente cloritizados, cuarzo, epi-
dota y clorita. Los dos primeros exhiben de-
formaciones de tipo cataclástico tales como
encorvamiento de las líneas de cruceo, ex-
tinción ondulante y bordes granulados. La --
epidota y clorita se formaron a partir de la
hornblenda. Cortando al bandeamiento se ob-
servan vetillas de calcita.

Tipo de roca: La roca es del tipo de metamorfismo cataclástico, derivada de una roca anfibolítica que fue afectada por fenómenos dinámicos.

ROCAS IGNEAS INTRUSIVAS. (Igi).

Muestra: AF-173

Clasificación: Granodiorita de biotita.

Familia: Granodiorita-Cuarzolita.

Descripción megascópica: Roca de tonalidades verdosas -- presenta textura fanerítica de grano medio y compacta.

Descripción microscópica: Roca de textura granular-hipidiométrica, constituida por un mosaico de -- cristales de plagioclasas sódicas fuertemente sericitizadas, feldespatos potásicos (ortoclasa, microclina y peritita) ligaramente caolinitizados, cuarzo con extinción oscilante y biotita totalmente cloritizada, como minerales accesorios se encontró esfena y epidota.

Tipo de roca: Ignea intrusiva.

Sección: El Vidrio - Bola de Vaca.

Muestra: AF.- 237

Clasificación: Granodiorita de biotita hornblenda.

Familia: Granodiorita-Cuarzolita.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades -- blanquecinas con numerosos puntos negros (micras y hornblenda). Textura fanerítica de grano medio, con cuarzo y feldespatos.

Descripción microscópica: Roca de textura granular-hipidiométrica constituida por cuarzo, plagioclasas sódicas (oligoclasa y andesina) feldespato potásico (peritita), biotita y hornblenda. Los -- minerales accesorios son zircón, magnetita, -- esfena y epidota.

Tipo de roca: Ignea intrusiva.

Sección: Acoltepec - Tatalttepec de Valdes.

Muestra: HCV-3

Clasificación: Tonalita sericitizada.

Familia: Tonalita-Dacita.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades verdosas, exhibe textura fanerítica de grano medio.

Descripción microscópica: Roca de textura holocristalina granular-hipidiomórfica, constituida por plagioclasa sódica (andesina), cuarzo muy escaso feldespato potásico fuertemente sericitizado y biotita totalmente alterada a clorita.

Tipo de roca: Ignea intrusiva.

Sección: Acoltepec - Tatalttepec de Valdes.

Muestra: HCV-41

Clasificación: Tonalita de biotita.

Familia: Tonalita-Dacita.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades gris claro de textura fanerítica de grano medio con cuarzo feldespatos y micas.

Descripción microscópica: Roca de textura granular-olotricomórfica constituida por plagioclasa sódica en zonadas (oligoclasa y andesina) cuarzo y biotita. Los minerales accesorios presentes son el zircón el apatito y la esfena y minerales secundarios a la clorita como producto de alteración de la biotita y la sericitita como alteración de los feldespatos.

Tipo de roca: Ignea intrusiva.

Sección: Acoltepec - Tatalttepec de Valdes

Muestra: HCV-44

Clasificación: Tonalita de biotita-hornblenda.

Familia: Tonalita-Dacita.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades -- grises, presenta textura fanerítica de grano medio, ligeramente bandeada.

Descripción microscópica: Roca de textura granular constituida por un mosaico de cristales de plagioclasa sódica cuarzo y hornblenda. La mayoría de las plagioclasas se encuentran fuertemente alteradas a sericita. Como minerales accesorios tenemos a el apatito y a la magnetita.

Tipo de roca: Ignea intrusiva.

Sección: Amoltepec - Tataltepec de Valdes.

ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS. (Ige)

Muestra: AF-204

Clasificación: Basaltos de Piroxenos.

Familia: Gabro-Basalto.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades -- gris verdoso con puntos rojos, ligeramente -- porfídica con matriz afanítica.

Descripción microscópica: Roca de textura microlítica ligeramente porfídica, constituida por una mesostasis en base a microlitos de plagioclasas cálcicas (labradorita) y piroxenos que encierran a microfenocristales de augita diopsídicas y de probables olivinos (?) completamente hematizados.

Tipo de roca: Igneo extrusivo.

Sección: El Vidrio-Sola de Vega.

Muestra: AF-216

Clasificación: Andesita de biotita.

Familia: Diorita-Andesita.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades café-rojizas, presenta textura afanítica y -- exhibe escamas de biotita.

Descripción microscópica: Roca de textura microlítica -- constituida por una pasta a base de microlitos muy finos de plagioclasas sódicas y escaso feldespato potásico, en la que se encuentran flotando numerosas escamas de biotita -- algunas parcialmente hematizadas. También se aprecia escaso cuarzo, así como abundantes -- parches de calcita de introducción posterior. Es notoria la presencia de microfallas producidas por efectos dinámicos posteriores a el enfriamiento de la lava ya que afectan a escamas de biotita.

Tipo de Roca: La roca es de tipo ígneo extrusivo, afectada ligeramente por efectos de dislocación.

Sección: El Vidrio-Sola de Vega.

Muestra: AF-237

Clasificación: Andesita porfídica.

Familia: Diorita-Andesita.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades -- gris verdosas presenta textura porfídica con matriz afanítica.

Descripción microscópica: Roca de textura microlítica -- porfídica, constituida por una mesostasis de plagioclasas sódicas que encierran a fenocristales de andesina. La mesostasis está -- cloritizada, los fenocristales de andesina -- exhiben alteración a minerales arcillosos, -- se aprecian escasos ferromagnesianos totalmente cloritizados y/o calcitizados, así como numerosas cavidades rellenas de cuarzo.

Tipo de roca: Ígnea extrusiva o hipabisal (Dique).

Sección: Santo Domingo Teojomulco-San Juan Sola.

Muestra: AF-317

Clasificación: Andesita con cataclasis.

Familia: Diorita-Andesita.

Descripción megascópica: Roca compacta de tonalidades cafés, presenta textura afanítica con escasos fenocristales.

Descripción microscópica: Roca de Textura microlítica — con zonas de cataclasis, constituida por una mesostasis en base a microlitos de plagioclasas sódicas que engloban a numerosos microfenocristales de los mismos minerales. Exhibe zonas en las que se aprecian los efectos de la deformación cataclástica tales como: movilidad de minerales y curvamiento. Se aprecian zonas con calcita y clorita. Con luz reflejada se observa hematita pulverulenta en toda la muestra.

Tipo de roca: Ignea extrusiva, afectada por fenómenos cataclásticos.

Sección: Amoltepec-Santiago Extlayutla.

Muestra: HCV-22

Clasificación: Microdiorita porfídica de cuarzo.

Familia: Diorita-Andesita.

Descripción megascópica: Roca de tonalidades gris-verdosa que intemperiza en tonos cafés, exhibe — textura porfídica, constituida por una pasta microcristalina de plagioclasas sódicas, — cuarzo y feldespato potásico, en la que se encuentran encerrados abundantes fenocristales de andesina y ferromagnesianos cloritizados y epidotizados. La mayor parte de la pasta presenta alteraciones a minerales arcillosos y clorita. Otros minerales presentes son el apatito y la magnetita. El cuarzo y el feldespato potásico están en cantidades inferiores al 10%.

Tipo de roca: Igneo intrusivo hipabisal (Dique).

Sección: San Miguel Panixtlahuaca-Santiago Minas.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- 1.- Aguilera J. G. Sinopsis de la Geología Mexicana. Inst. Geol. (México)
Bol. 4-6 pag. 187, 1896
- 2.- Alancaster G. Pelecípodos del Jurásico Medio - del suroeste de Oaxaca y noreste de Guerrero. Boletín 15
Sociedad de Paleontología Mexicana UNAM, 1965.
- 3.- Araujo Morales O. Prospecto Nochistlán, Oax.
I.G. No. 825 Z.S.
1981 PEMEX
- 4.- Billings Marland Geología estructural
Editorial Eudeba
1974
- 5.- Birkinbine J. L. Explorati6n of certain iron-ore and coal deposits in the State of Oaxaca
Americ Inst. Min. Engin.
Trans. 1911.
- 6.- Bonet Federico Microfacies del Jurásico Superior Cretácico, de la Regi6n de Tlaxiaco, Oax. Proy. 01005 I.M.P. - 1973.
- 7.- Burckhardt Carlos Cefal6podos del Jurásico M6dio de Oaxaca y Guerrero, Ins. Geol. --- M6xico, 1927.
- 8.- Cárdenas Vargas J. Contribuci6n al conocimiento geol6gico de la Mixteca Oaxaqueña, Minería y Metalúrgia, M6xico, --- 1966.
- 9.- Cartagena Hernández L. Prospecto Yucuyacua
I. G. No. 834 Z. S.
1981 PEMEX.
- 10.- Cserna Zoltan de Precambrian Sedimentation Tectonics and magmatism in M6xico, --- Geol. Rundschau, pag. 1488-1513, 1971.

- 11.- Derruau Max. Geomorfología
Ediciones Aries, 1970
- 12.- Herben H. L. El Jurásico Inferior de México
y sus Amonitas: Cong. Geol. In-
ter XX Sesión, México 1956.
- 13.- Espín Raíz Plano de Provincias Fisiográfi-
cas, Segunda Edición, 1964.
- 14.- Ferrusquia, I. Wilson A. Tres edades radiométricas oligo-
cénicas y Miocénicas de rocas -
volcánicas de las Regiones Mix-
teca Alta y Valle de Oax. Edo.-
de Oaxaca, Bol. AMGP Bol. XXVI-
Nos. 4-6, 1974.
- 15.- Ferrusquia, I. Estudios Geológicos Paleontológi-
cos en la Región Mixteca, Pt. I
Geología del área de Tamazulapan
Teposcolula-Yanhuitlán, Mixteca-
Alta, Edo. de Oaxaca, México I.
G. UNAM, Bol. 97, págs. 11-75 y
81-89, 1976.
- 16.- Fries Carl Jr. Rocas Precámbricas de edad Green-
villiana de la parte central de -
Oaxaca, en el Sur de México.
I.G. Boletín No. 64 parte 3 pág.
45-63, 1962.
- 17.- Fries C. Nuevas aportaciones Geocronoló-
gicas y técnicas ampliadas en el
laboratorio de geocronometría -
UNAM. México Inst. Geol. Bol. 73
Pag. 57-133, 1965.
- 18.- Fries C. Rincón Orta Nuevas aportaciones a la Geocro-
Silver T. nología de la Faja Tectónica Oa-
Solorio Munguía J., xaqueña, UNAM, Inst. de Geol. -
Schmitter V., de - - Bol. 100, pág. 11-26, 1974.
Cserna Z.
- 19.- González Alvarado Área de Chilapa-Tlaxiaco Oax.
I.G. 548 Z. S.
1970 PEMEX.
- 20.- Guzmán, E. J. Geología del Noreste de Guerrero
Vol. AMGP pag. 95-156, 1950.

- 21.- Ham Wong J. M. Próspecto Santa Cruz, Oax.
I. G. No. 832 Z. S.
1981 PEMEX
- 22.- Heinrich E. WM. Petrografía Microscópica
Editorial Omega, 1980.
- 23.- Huang Walter T. Petrología.
Editorial Hispano-Americana
1981.
- 24.- Instituto de Geología
de la UNAM Notas sobre la Petrología
del Complejo Oaxaqueño
Boletín No. 95 UNAM.
- 25.- Kenneth K. Landes Geología del Petróleo
Editorial Omega, 1977.
- 26.- Krumbein y Sloss Estratigrafía y Sedimentología
Editorial Uteha, 1969
- 27.- López Ramos E. Geología general Tomo I
Geología de México Tomo III
- 28.- Lopez Ticha C. D. Cuenca de Tlaxiaco Oax.
I. G. No. 532 Z. S.
1968, PEMEX.
- 29.- Lopez Ticha C. D. Estratigrafía de la región
de Tlaxiaco
I. G. No. 557 Z. S.
1970, PEMEX.
- 30.- López Ticha C. D. Proyecto Mesozoico Cuenca de -
Tlaxiaco.
I. G. 551 Z. S.
1971, PEMEX.
- 31.- López Ticha C. D. Prospecto Area Sur de Tehuacán,
Puebla.
I. G. PEMEX 1975.
- 32.- Martínez Kem H. L. Prospecto Río Verde Oax.
I. G. No. 840 Z. S.
1981, PEMEX.
- 33.- Mattauer M. Las deformaciones de los mate-
riales de la corteza terrestre
Editorial Omega, 1976.

- 34.- Ochoterena F. H. Terebratúlidos del Oxfordiano de México, Inst. Geol. Mex. UNAM. 1960.
- 35.- Ochoterena F. H. Amonitas del Jurásico Medio de México, Inst. Geol. Mex. UNAM. 1966.
- 36.- Ordoñez Ezequiel Las rocas arcáicas de México: Memoria Sec. Científica Antonio Alzate, V 22, pag. 31-331, 1906.
- 37.- Ortega Gutiérrez Los mármoles intrusivos del Complejo Oaxaqueño. I. B. UNAM Revista Bol. 1 Num. 1 1977, pág. 28-32
- 38.-Ortega Gutierrez Estratigrafía del Complejo Acaatlán en la Mixteca Baja Edos. de Puebla y Oaxaca. I. B. UNAM Revista Vol. 2 Núm. - 2, 1978 pag. 112-131.
- 39.- Quezada Muñetón J. M. Prospecto Eyo. Yolomecatl, Oax. I. G. 770 E. S. 1979 PEMEX
- 40.-Rodríguez Torres R. Geología Metamórfica del área de - Acaatlán, Eds. de Puebla, México, Sec. Geol. Mexicana, Libro Guía - de la excursión México-Oaxaca pag. 51-54, 1970.
- 41.-Salas R. R. Boqueteo Geológico de la cuenca - sedimentaria de Oaxaca: Bol. Ascr. Mex. Geólogos Petroleros U. J. P. 79,156, 1949.
- 42.- Sanchez Martín S. Prospecto Cuanama, Oax. I. G. No. 331 E. S. 1981 PEMEX.
- 43.- Schlaepfer, J. C. Geología Terciaria del área de - Yanhuitlán-Nochixtlán, Estado de Oaxaca. Libreto Guía de la Excursión México Oaxaca, Sociedad Geológica Mexicana, pag. 85-96, 1970.

- 44.- Scientific American Deriva Continental y Tectónica de Placas.
Editorial Blume, 1976;
- 45.- Turner Francis J. Petrología Ignea y Metamórfica
Editorial Omega, 1978.
- 46.- Varela Santa María J. Prospecto Juchatengo, Oax.
I. G. No. 930 Z. S.
1981, PEMEX.
- 47.- Velarde Pedro Reconocimiento Geológico de la
región de Tlaxiaco-Teposcolula,
Oax. Mex.
I. G. 33 Z. C.
1957 PEMEX.
- 48.- Wieland, G. R. La Flora Liasica de la Mixteca
Alta: Inst. Geol.
México, Bol. 31 pag. 162, 1919.