



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO PALEOAMBIENTAL Y DE MICROFACIES  
DE LA FORMACION LAS TRANCAS, EN EL  
ANTICLINAL DE BONANZA, ESTADO DE HIDALGO

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO GEOLOGO**

**P R E S E N T A :**

**MARIA GUADALUPE BERNABE MARTINEZ**



MEXICO, D. F.

FALLA DE ORIGEN

1991



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

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

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

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

## INDICE

	Pág.
I.- RESUMEN.....	2
II.- INTRODUCCION.....	4
a) Antecedentes.....	4
b) Objetivos.....	5
c) Localización geográfica.....	6
III.- MATERIAL Y METODOS.....	7
IV.- MARCO GEOLOGICO REGIONAL.....	11
a) Provincias geológicas y fisiográficas.....	11
b) Descripción de las estructuras mayores en el área.....	12
V.- ESTRATIGRAFIA.....	16
a) Estratigrafía regional.....	16
b) Antecedentes.....	18
c) Caracterización.....	20
d) Correlación.....	25
e) Petrografía, litofacies y microfacies.....	27
f) Cronología de eventos diagenéticos.....	34
g) Posición cronoestratigráfica y fauna.....	38
VI.- AMBIENTE DE DEPOSITO.....	41
VII.- MARCO PALEOGEOGRAFICO.....	44
VIII.- CONCLUSIONES.....	47
IX.- BIBLIOGRAFIA.....	49
X.- LAMINAS.....	54
- ANEXO PETROGRAFICO.....	57

## I.- RESUMEN

El estudio de la Formación Las Trancas se realizó en el estado de Hidalgo, específicamente en el Puerto Las Trancas y el Anticlinal de Bonanza, pertenecientes al área de Zimapán definida por Carrillo y Suter (1982).

El análisis de las facies, litofacies y microfacies, permitieron caracterizar a la formación en estudio en tres miembros:

- 1) Miembro inferior, constituido por un gran porcentaje de horizontes volcanoclásticos y un decremento considerable en los paquetes calcáreo-arcillosos.
- 2) Miembro medio, definido por una alternancia de horizontes calcáreo-arcillosos y un menor porcentaje de horizontes volcanoclásticos y
- 3) Un miembro superior, constituido por una alternancia de calizas de textura mudstone y wackestone con delgados horizontes arcillosos.

La mayor parte de la secuencia litológica de la Formación Las Trancas, en las secciones Oriental, Occidental y Puerto Las Trancas, expone boudinage, laminación y estratificación, así como un fracturamiento dispuesto en posición perpendicular a la estratificación, relleno por carbonato de calcio, asociado a un plegamiento considerable de la secuencia.

Las relaciones estratigráficas que presenta la formación en estudio, es del tipo concordante-transicional, en su contacto superior con la Formación Tamaulipas, mientras que el contacto inferior no fué encontrado.

Se incluye en este trabajo a la Formación Santuario como parte de la secuencia litológica de la Formación Las Trancas, debido a que no se encontraron variaciones litológicas marcadas que la diferenciaran de la formación en estudio.

La cronología de eventos diagenéticos que se determinó para la Formación Las Trancas, engloba a procesos como: micritización, cementación, calcificación, presión solución, fracturamiento, dolomitización, recristalización (en donde se incluye la devitrificación y dedolomitización) y por último se presenta una silicificación con desarrollo de minerales autígenos.

En base a los datos obtenidos en el estudio petrográfico y las microfacies determinadas se concluye que el ambiente de depósito para la Formación Las Trancas es de cuenca, para esta región; asociada hacia el occidente con un arco volcánico que decrecentó su actividad durante el Cretácico Temprano.

Por otra parte, la fauna reportada en éste estudio consiste de microfósiles como los radiolarios, fragmentos de moluscos, rhaxella, escasos foraminíferos planctónicos y espículas de esponjas (?).

La edad considerada en este trabajo para la Formación Las Trancas es del Kimmeridgiano al Barremiano.

## II.- INTRODUCCION

### a) Antecedentes

La zona propuesta en el presente trabajo ha sido sujeta a diversos estudios geológicos, tanto regionales como a detalle.

Dentro de los estudios geológicos regionales tenemos a los realizados por Bondelos (1956) a lo largo de la Carretera Federal No. 85, y el estudio minero del área de Zimapán por Simons y Mapes (1956). En ambos trabajos se menciona la presencia de rocas jurásicas en sus respectivas áreas de estudio.

En 1961 Segerstrom estudia la estratigrafía del área de Bernal-Jalpan, Estado de Querétaro, realizando también la cartografía de la Formación Las Trancas en la zona adyacente a Tolimán, el mismo autor en 1962 estudia la geología de la parte sur-central del Estado de Hidalgo, con el cual se establecen las bases estratigráficas de la región.

En los trabajos realizados por Petróleos Mexicanos se encuentra el desarrollado por Colin (1974) quien estudió la estratigrafía del Jurásico Superior en zonas adyacentes al área de estudio, asimismo, se elaboró el informe geológico por Hernández y Charleston (1981) titulado "Prospecto Tolimán", en donde mencionan la amplia distribución de la Formación Las Trancas en la Hoja Tolimán (INEGI).

Carrillo y Suter (1982), desarrollaron la Excursión-guía al área de Zimapán con un enfoque tectónico-estructural, dividiendo a la región de estudio en dos zonas: la de Zimapán y la de Tolimán, con base en la variedad litológica de la Formación

Las Trancas establecida anteriormente por Segerstrom (1962).

En 1989, la Facultad de Ingeniería, UNAM; elaboró un trabajo geológico a semidetalle en la zona de Zimapán en el que se pone a discusión la diferencia litológica que existe entre las Formaciones Las Trancas y El Chilar (San Juan de la Rosa).

La formación en estudio, ha sido sujeta a escasos trabajos a detalle, dentro de éstos, tenemos el "Estudio petrológico de las areniscas de la Formación Las Trancas, en los estados de Querétaro e Hidalgo" (Barrera y Guzmán, 1984), quienes hacen algunas observaciones de tipo genético en las que basaron un modelo de evolución geológica del área.

En otro trabajo Carrillo *et al.*, (1986) analizaron desde un punto de vista químico y modal a las areniscas de las Formaciones Las Trancas y San Juan de la Rosa en los estados de Querétaro e Hidalgo, mencionando que los sedimentos estudiados se encuentran asociados a un arco magmático de tipo andino.

#### b) Objetivos

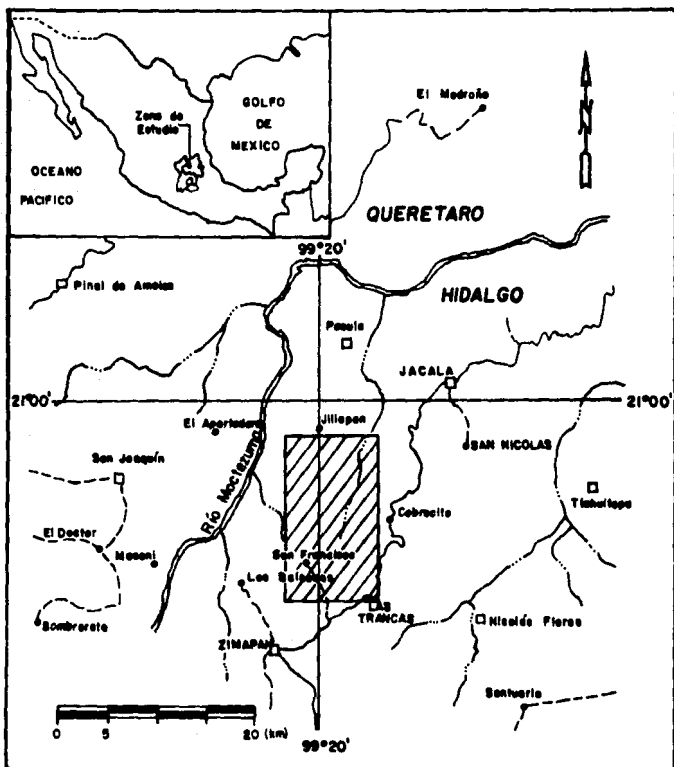
A través de datos petrológicos y estratigráficos a obtener; en el presente trabajo se determinaron:

- 1) Las principales microfacies de la Formación Las Trancas.
- 2) Los ambientes predominantes durante el depósito de los sedimentos de la Formación Las Trancas.
- 3) El establecimiento de una historia diagenética para dicha formación en el área de estudio.

### c) Localización geográfica

La zona de estudio se encuentra ubicada en la porción occidental del Estado de Hidalgo entre los paralelos  $20^{\circ} 45'$  y  $20^{\circ} 55'$  de latitud norte, así como los meridianos  $99^{\circ} 15'$  y  $99^{\circ} 25'$  de longitud oeste. Comprende la porción oriental de la Hoja San Joaquín (F14C58) y la mitad occidental de la Hoja San Nicolás (F14C59) de acuerdo a la cartografía a escala 1:50 000 realizada por el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (Fig. 1).





## PLANO DE LOCALIZACION

Figura 1

### III.- MATERIAL Y METODOS

El método de trabajo utilizado en el presente estudio se dividió en tres etapas.

En la primer etapa (Gabinete) se realizó la recopilación bibliográfica, el estudio y detección de las secciones en los mapas topográficos así como la fotointerpretación de la zona de estudio.

La segunda etapa (trabajo de campo) consistió en el levantamiento y medición de la sección Las Trancas en el Puerto del mismo nombre, con la ayuda de brújula y cinta, así como el levantamiento de tres secciones en el Anticlinal de Bonanza; Sección Codornices (no incluida en el texto), Secciones Oriental y Occidental. En todas estas secciones se realizó paralelamente un muestreo con base a variaciones litológicas; cada muestra obtenida fue debidamente orientada, al mismo tiempo se fueron obteniendo datos estructurales.

En la tercera fase (trabajo de gabinete) se utilizaron varias técnicas para el estudio de las muestras obtenidas en campo, éstas se describen brevemente a continuación.

#### 1) Elaboración de láminas y secciones petrográficas.

Los pasos a seguir para su elaboración son:

- a) Corte de la sección deseada en cada muestra con sierra circular vertical empleando como lubricantes agua o petróleo; el tamaño de dicho corte debe adaptarse al portaobjetos de vidrio de 50 X 25 mm.

b) Montaje de la sección en el portaobjetos, en donde la superficie que ha de ser montada sobre el portaobjetos debe estar completamente plana, para lo cual es desgastada con abrasivo del 220 o 320 sobre un disco giratorio horizontal de diamante, posteriormente, se procede a secar el corte de la roca para pegarlo al portaobjetos con termoplástico del No. 70.

Una vez pegado el corte al portaobjetos se procede al desvaste grueso en una cortadora vertical de diamante y al desvaste fino que se realiza sobre un vidrio o disco giratorio horizontal de diamante con abrasivo del No. 220 hasta que pase la luz.

c) El desgaste final se realiza en vidrio con el abrasivo del No. 600, checando al microscopio el espesor de la sección de 0.03 a 0.04 mm, según los colores de birrefringencia de los minerales, finalmente se procede a montar el cubreobjetos sobre la preparación con bálsamo de Canadá.

Finalmente, otra de las técnicas utilizadas (sólo en rocas carbonatadas), fue la preparación de "frotis" para observar la posible existencia de nanoplancton calcáreo, esta prueba resultó positiva, sólo que los nanofósiles se encontraron mal preservados así como en bajos porcentajes, impidiendo con esto su clasificación.

El método de trabajo que se realizó para su estudio fue el siguiente:

- 1) Se pulverizan algunos gramos de la muestra en un mortero.
- 2) La muestra pulverizada se vacía en un vaso de precipitados mezclándolo con 2 cm de agua destilada, esta suspensión se deja asentar por espacio de dos minutos.
- 3) La solución anterior se vacía en un segundo vaso de precipitados, dejándose asentar por 12 ó 15 minutos, volviéndose a decantar en un tercer vaso de precipitados.
- 4) El residuo del segundo vaso es un concentrado de la fracción del tamaño de los nanofósiles.
- 5) La muestra es tomada utilizando un gotero, vertiendo sobre el portaobjetos previamente calentado unas gotas de la preparación, dejando que se extiendan sobre éste y esperando a que seque la suspensión, finalmente, se le pone bálsamo de Canadá y se le tapa con un cubreobjetos para su estudio al microscopio.

La técnica de tinción con alizarina roja tipo "S", fué utilizada en rocas carbonatadas para diferenciar la calcita de la dolomita.

Por otra parte, en el análisis petrográfico realizado, se utilizaron para rocas carbonatadas, la clasificación de Folk (1968) y para las rocas volcanoclásticas la clasificación de Zuffa (1980), en esta última clasificación, se realizaron algunas modificaciones, para este estudio en particular.

Uno de los objetivos dentro del análisis petrográfico fué la determinación de los procesos diagenéticos, para con esto determinar una cronología tentativa de eventos diagenéticos en la Formación Las Trancas.

La interpretación ambiental se realizó con base en la determinación de las litofacies y microfacies incluidas en la formación en estudio, así como los datos obtenidos en campo en las secciones realizadas.

#### IV.- MARCO GEOLOGICO REGIONAL

##### a) Provincias geológicas y fisiográficas.

Las provincias geológicas y fisiográficas que comprenden la zona de estudio son las de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico (López-Ramos, 1985 y Raiz, 1956). (Fig. 2)

En el área de trabajo la provincia geológica de la Sierra Madre Oriental se encuentra integrada principalmente por rocas sedimentarias marinas siendo las más antiguas del Jurásico. Les sobreyacen una secuencia del Cretácico constituida por calizas y alternancias de calizas con lutitas, las que a partir de la Orogenia Laramide marcaron en toda la provincia un predominio estructural de anticlinales y sinclinales, quedando expuestos además otros tipos de deformación como lo son las grandes fallas inversas y cabalgaduras cuyos ejes y trazas tienen una orientación general NW-SE.

Fisiográficamente la provincia de la Sierra Madre Oriental comprende el 90% de la zona de estudio, ubicándose en la parte norte de ésta.

Los elementos geomorfológicos de la Sierra Madre Oriental, en el área señalada, son una serie de montañas plegadas en donde el relieve de la zona se encuentra controlado por un conjunto de anticlinales y sinclinales generalmente recostados. Las partes altas corresponden principalmente a rocas mesozoicas, formando una serie de sierras altas y alargadas con pendientes abruptas.

La provincia geológica del Eje Neovolcánico se encuentra constituida litológicamente por rocas volcánicas del Terciario y Cuaternario, formando un paquete superpuesto a las rocas del Mesozoico que caracterizan al dominio de la Sierra Madre Oriental.

Fisiográficamente esta provincia abarca una pequeña porción del extremo sur del área, cubriendo un 10%, en cuyo relieve geomorfológicamente predominan las mesetas volcánicas con pendientes suaves y algunos conos adventicios de piroclásticos.

En el área de estudio la erosión se ha desarrollado en general en dos etapas, una juvenil presente en la morfología ígnea y otra etapa relativamente madura en la constituida por rocas sedimentarias mesozoicas.

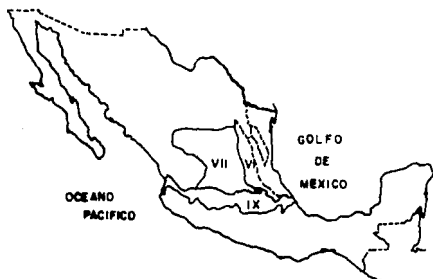
En cuanto al drenaje presente en la zona, se encuentran principalmente dos tipos: un patrón de drenaje subparalelo en mayor proporción que caracteriza a la alternancia de capas de diferente litología (calizas, margas y horizontes volcano sedimentarios); ejemplo de esto es la Formación Las Trancas, y en menor porcentaje tenemos a un drenaje de tipo dendrítico (rocas volcánicas).

#### c) Descripción de estructuras mayores en el área

El estilo de deformación en la zona de estudio se encuentra controlado por el sistema de esfuerzos, espesor y litología de las secuencias ahí expuestas (Carrillo y Suter, op. cit.); las estructuras resultantes producto de la Orogenia

## PROVINCIAS GEOLOGICAS

(López R. E., 1970)



- VI Sierra Madre Oriental
- VII Meso Central
- IX Eje Neovolcánico
- Área de Estudio

## PROVINCIAS FISIOGRAFICAS

(Reisz E., 1964)



- A Sierra Madre Oriental
- B Meso Central
- C Eje Neovolcánico
- Área de Estudio

Figura 2



Laramídica presentan un rumbo general N-NW. Dichas estructuras se describen a continuación del NE al SW en una forma general con base en la Figura 3, la cual muestra la ubicación de cada una de las estructuras.

1) Cabalgadura de Jiliapan

Estructura orientada en forma oblicua al borde de la Plataforma de Valles-San Luis Potosí, la traza se extiende entre los ríos Extoraz y Moctezuma, su mayor desarrollo coincide con el borde de la plataforma, su traza se presenta sobre una distancia de más de 30 Km, poniendo en contacto tectónico a las Formaciones Abra y Soyatal (Carrillo y Suter, 1982).

2) Sinclinal de El Fraile

Estructura al nororiente del pliegue-falla de Bonanza y al poniente de la Cabalgadura de Jiliapan; el eje del sinclinal pasa en el norponiente sobre el límite entre la Cuenca de Zimapán y la Plataforma de Valles San Luis Potosí y más hacia el sur su eje se encuentra enteramente sobre la Cuenca de Zimapán, aflorando en esta estructura la Formación Tamaulipas. (Carrillo y Suter, op. cit.).

3) Anticlinal de Bonanza

Estructura definida por Segerstrom (1962) como un pliegue-falla recostado al nororiente, presentando un rumbo general NW 40° SE, cabalgando sobre el Sinclinal El Fraile. El contacto tectónico entre el flanco recostado del anticlinal y el

Sinclinal El Fraile aflora en el Cañón del Río Moctezuma y más al suroriente sobre el camino rural que liga Milpas Viejas con El Baile. En el núcleo de esta estructura aflora la formación más antigua de la zona de estudio, siendo ésta la Formación Las Trancas.

#### 4) Sinclinal El Aguacate

Se designa así a la estructura sinclinal con núcleo en la Formación Soyatal, cuyos flancos en la Formación Tamaulipas se encuentran delimitados al surponiente por el Anticlinorio de El Piñón y al nororiente por el Anticlinal de Bonanza (Carrillo y Suter, 1982).

El Sinclinal El Aguacate ha sido cartografiado entre la Carretera Federal No. 85 y el Río Extoraz, continuando la estructura hacia el noroeste por la Sierra de Pinal de Amoles (Segerstrom, 1962).

#### 5) Anticlinorio de El Piñón

Estructura que se extiende en el cañón del Río Moctezuma en el área comprendida entre la Mina La Negra y el Rancho de las Moras, delimitada por los sinclinales de Maconí en el suroccidente y del Aguacate en el nororiente.

La geometría del Anticlinorio El Piñón es asimétrica, el techo y el flanco nororiental tienen una inclinación aproximada de  $8^{\circ}$  al NE (Carrillo y Suter, 1982).

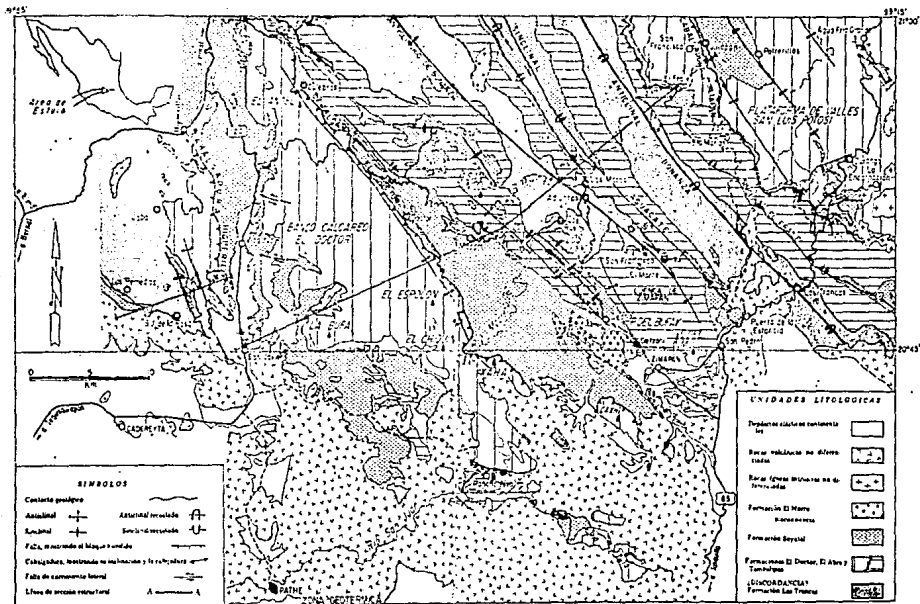
#### f) Sinclinal de Maconí

Estructura que sólo presenta su flanco oriental, siendo

delimitada al surponiente por una cabalgadura (Carrillo y Suter, 1982). En esta estructura aflora la Formación Tamaulipas.

g) Cabalgadura El Doctor

Falla que involucra superficialmente al miembro Cerro El Ladrón de la Formación El Doctor (Wilson et al., 1955) y a la Formación Soyatal. La dirección de su traza es NW-SE, siendo conocida desde Daxhi en el suroriente hasta la Cañada El Angel, en el norponiente (Carrillo y Suter op. cit.).



(Tomado de Carrillo y Suter, 1982)

Figura 3

## V. ESTRATIGRAFIA

### a) Estratigrafía regional

La geología regional se encuentra caracterizada por rocas sedimentarias y volcano-sedimentarias (Formación Las Trancas), sedimentarias (Formaciones El Doctor/El Abra, Tamaulipas, Soyatal y Conglomerado El Morro), por último, se tiene la presencia de paquetes volcánicos (Formación Las Espinas).

La unidad de rocas aflorante más antigua en la región, es la Formación Las Trancas, constituida por calizas micríticas, lutitas calcáreas filíticas y horizontes arenosos todos ellos con cantidades variables de material volcánico que afloran en las cercanías del poblado de Las Trancas, Hidalgo (Seegerstrom, 1962).

Hacia el oriente del Banco Calcáreo El Doctor se presenta la parte calcárea pelítica de la Formación Las Trancas, aflorando parcialmente a lo largo del Río Extoraz y en los núcleos del Anticlinal de Bonanza y el Anticlinorio El Piñón (Fig.3).

Su litología consiste de calizas micríticas, margas y lutitas calcáreas ligeramente apizarradas, horizontes de areniscas y rocas piroclásticas, presentando en la falda del Cerro de Los Lirios un espesor calculado de 800 m (Carrillo y Suter, op. cit.).

Al poniente del Banco Calcáreo El Doctor la Formación presenta una escasa proporción de rocas carbonatadas y en mayor porcentaje horizontes arenosos y de rocas volcánico-sedimentarias a la cual Carrillo y Suter (1982) consideran la parte clástica de la Formación Las Trancas.

En esa misma zona, Chauve y colaboradores (1985) denominaron formación San Juan de la Rosa a la secuencia volcánico-sedimentaria que aflora en los poblados de San Juan de la Rosa, Los Remedios, y Jabalí (Fig.3).

En el Anticlinal de Bonanza, la Formación Las Trancas es sobreyacida de manera aparentemente concordante por la Formación Tamaulipas (Barrera y Guzmán, 1984), de edad Aptiano-Cenomaniano (Carrillo Bravo, 1971).

El Banco Calcáreo El Doctor y la Plataforma Valles San Luis Potosí presentan facies de borde de plataforma con arrecife de rudistas, facies de talud constituidas por brechas sinsedimentarias y calizas bioclásticas, y facies de cuenca constituidas por calizas de textura mudstone-wackestone con bandas y nódulos de pedernal (Carrillo y Suter, 1982).

En este trabajo se utiliza la nomenclatura de Formación Tamaulipas para la facies de cuenca, Formación Tamabra para la facies de talud; y El Doctor y El Abra para las facies de plataforma (Carrasco, 1970) (Carrillo y Suter *op. cit.*).

Estas rocas son sobreyacidas en forma concordante y transicional por la Formación Soyatal (Wilson *et al.*, 1955) constituida por una secuencia marina de tipo flysch, consistiendo

de conglomerados calizos, capas calizas de grano más fino y lutitas calcáreas, con aumento de lutitas en las capas superiores, cuya edad obtenida con base en nanoplancton calcáreo es del Turoniano Tardío-Campaniano (Kiyokawa, 1981 in: Carrillo y Suter, 1982). Anteriormente a estos autores, Segerstrom en 1962 y Charleston en 1981, le asignan una edad del Turoniano-Coniaciano con base en su contenido microfaunístico.

Al finalizar el depósito de las rocas mesozoicas, empezó un evento orogénico que culminó en el área con la creación del cinturón de pliegues y cabalgaduras de la Sierra Madre Oriental (Carrillo y Suter, 1982).

La Formación El Morro se encuentra constituida por conglomerados calcáreos cementados en una matriz arenosa, intercalados con derrames de basalto, andesita y horizontes de toba (Simons y Mapes, 1956). Sobreyace en discordancia angular a las rocas marinas del Cretácico Medio y Superior, asignándosele una edad del Eoceno Tardío al Oligoceno.

La Formación El Morro es sobreyacida concordantemente por rocas volcánicas cuya composición varía desde latita, andesita y basalto, siendo denominadas por Simons y Mapes (1956) como Formación Las Espinas, dichos paquetes volcánicos sobreyacen de manera discordante a las formaciones mesozoicas más antiguas (Carrillo y Suter, 1982).

#### b) Antecedentes

El nombre de la Formación Las Trancas fue propuesto por Segerstrom (1962) para "la unidad de rocas expuestas al suroeste

de Hidalgo, la cual consiste de una secuencia de lutitas con intercalaciones de limolitas y calizas micríticas en partes piritíferas habiendo una menor cantidad de grauvacas con pedernal".

Su localidad tipo se encuentra ubicada cerca del Km 217 sobre la Carretera No. 85 que va de México a Nuevo Laredo en donde se encuentra expuesto el contacto superior de la formación mencionada sin que aflore la base de la misma unidad (Seegerstrom, op.cit.). El mismo autor en el área de Tolinán, Estado de Querétaro reporta paquetes de lutitas filíticas con concreciones de areniscas y rocas arcillosas así como intercalaciones de grauvacas y localmente niveles conglomeráticos; unidad a la que también denominó Formación Las Trancas.

En el área de Zimapán, Kiyokawa et al., (1981; in: Palacios-Nieto, 1982), reportan para dicha formación una alternancia de lutitas, calizas arenosas y margas con intercalaciones de conglomerados y areniscas tobáceas.

Debido a los cambios de facies que presenta la Formación Las Trancas, Carrillo y Suter (1982) la describen por separado mencionando que "al oriente del Banco Calcáreo El Doctor por debajo de la Caliza Tamaulipas la formación antes mencionada consiste de calizas micríticas en bancos medianos y gruesos, margas y lutitas calcáreas ligeramente apizarradas, así como en menor proporción bancos de areniscas en partes con estructuras en bolas y rocas piroclásticas. Al poniente del Banco Calcáreo El Doctor consiste predominantemente de areniscas y filitas, la



escasez de estratos continuos y la multitud de fallas intraformacionales, le confiere a la formación un aspecto caótico de formación rota o wildflysch". A esto último Chauve et al., (1985) lo nombran formación San Juan de la Rosa. La cual presenta una gran similitud en el área estudiada con el miembro inferior de la Formación Las Trancas.

En el presente trabajo la Formación Santuario propuesta por Segerstrom (op. cit.) queda incluida como la parte o miembro superior de la Formación Las Trancas, debido a que no se observó una diferenciación litológica que la caracterizara como Formación Santuario, en el área de estudio.

#### c) Caracterización.

La Formación Las Trancas se encuentra constituida por una alternancia de paquetes calcáreos, calcáreo-arcillosos y volcano-sedimentarios, cuyo contacto superior con la Formación Tamaulipas en la sección Puerto Las Trancas es concordante y transicional. El contacto inferior de dicha formación no aflora en ninguna de las tres secciones realizadas. (secciones Oriental y Occidental en el Anticlinal de Bonanza y sección Puerto Las Trancas, realizada en el poblado del mismo nombre).

De manera general la Formación Las Trancas presenta horizontes calcáreos, que se identificaron como calizas de textura mudstone a wackestone, de color al fresco gris claro, pardo a oscuro, generalmente se observan laminadas y asociadas a delgados horizontes lutíticos, clasificadas petrográficamente como micritas y biomicritas ligeramente recristalizadas.

La secuencia volcano-sedimentaria incluye paquetes arenosos que generalmente exhiben un tamaño de arena media a gravas. La influencia volcánica se corroboró petrográficamente con base en la presencia de cuarzo criptocristalino y a la generación de minerales arcillosos producto de la alteración de vidrio, siendo clasificadas como areniscas tobáceas de grano medio o como areniscas conglomeráticas tobáceas. Asimismo, quedan comprendidos dentro de este grupo los horizontes tobáceos de grano fino a medio, los cuales presentan coloraciones pardas, gris oscuro a verdoso al fresco.

La mayor parte de la secuencia litológica de la Formación Las Trancas expone boudinage, laminación y estratificación, así como un intenso fracturamiento en posición perpendicular a la estratificación relleno de carbonato de calcio, asociado a un fuerte plegamiento de dicha secuencia.

La Formación Las Trancas se caracteriza en el presente estudio en tres miembros, éstos se determinaron con base en el trabajo de campo y estudios petrográficos realizados en las tres secciones mencionadas anteriormente, dichos miembros se describen a continuación:

- 1) El miembro inferior de la formación en estudio, se encuentra constituido en su mayor parte por horizontes volcanoclásticos, siendo más abundante el porcentaje de éstos últimos. Esto es más evidente en las cercanías del Arroyo El Aguacate, en el Anticlinal de Bonanza; donde se levantaron las secciones Oriental y Occidental.

En la sección Occidental, el miembro inferior tiene 460 m. de espesor (Fig.6). La Formación Las Trancas en este miembro presenta alternancia de escasos horizontes calcáreos con mayor predominancia de volcániclasticos. Estos últimos generalmente son tobas de grano fino, y arenas tobáceas en estratos de 70 cm.

Las calizas se encuentran en estratos de 3 a 20 cm boudinadas con texturas que van de mudstone a wackestone de color gris claro al fresco, la presencia de calizas en este miembro no es muy considerable.

En la sección Oriental entre los 0 a los 410 m, el miembro inferior está constituido por horizontes tobáceos, areniscas volcániclasticas y escasos paquetes calcáreo-arcillosos, muy similar al anteriormente descrito en la sección occidental.

En la sección Puerto Las Trancas dicho miembro no aflora dentro de la sección realizada.

2) Miembro medio, caracterizado por alternancia de horizontes calcáreo-arcillosos y menor porcentaje de volcániclasticos con presencia de pirita.

El miembro medio de la sección Occidental, está ubicado entre los 460 a 770 m (Fig.6), presentando mayor porcentaje de horizontes calcáreo-arcillosos y menor porcentaje de horizontes volcániclasticos. Estos últimos varían de areniscas tobáceas a tobas de grano fino a medio, sus espesores varían de 10 a 40cm y su color al fresco es de color gris pardo a claro.

La sección Oriental en su cima se encuentra constituida

por areniscas tobáceas de color pardo rojizo al fresco, observándose en estratos gruesos, calizas ligeramente boudinadas de texturas mudstone y wackestone de espesores de 15 a 30 cm, color gris claro al fresco, intercaladas con delgados a medianos horizontes lutíticos.

La secuencia anteriormente descrita corresponde al miembro medio de la formación en estudio, abarcando de los 410 a los 1775 m de la sección realizada, siendo éste el más representativo en dicha sección, cabe aclarar que el espesor de este miembro es más grande debido a la presencia de un pliegue. (Fig.7).

En la sección Puerto Las Trancas, en el intervalo 0 a 84 m (Fig. 5), se observan areniscas intercaladas con delgados horizontes calcáreos y lutíticos. Las areniscas se encuentran en estratos de 2 a 5 cm, con color gris claro, pardo al fresco, presentándose también intensamente fracturadas y boudinadas.

3) Por último, el miembro superior se encuentra constituido por una alternancia de calizas de textura mudstone a wackestone intercaladas con delgados horizontes lutíticos.

En la sección Occidental el miembro superior se encuentra representado por una alternancia de calizas boudinadas, textura mudstone-wackestone; de color gris claro a oscuro al fresco en estratos de 10 a 30 cm, intercaladas ocasionalmente con delgadas capas de lutitas. Este miembro se encuentra expuesto entre los 770 a 1000 m de la sección (Fig.6).

La secuencia litológica en la sección Puerto Las Trancas, entre los 84 y 102 m representa al miembro superior de

la formación en estudio, la cual se caracteriza por paquetes calcáreo-arcillosos de color gris claro a oscuro al fresco, observándose generalmente en estratos cuyo espesor varía de 2 a 20 cm. La secuencia aquí expuesta se encuentra intensamente fracturada y boudinada, llegando en ocasiones a desarrollarse estrangulamientos intraestratales y un fracturamiento en posición perpendicular a la estratificación relleno por carbonato de calcio.

Los criterios que se utilizaron para caracterizar a la Formación Las Trancas son los siguientes:

a) Para definir el contacto entre las Formaciones Las Trancas con Tamaulipas, se tomó la aparición de estratos calcáreos con intercalación de horizontes arcillosos como el miembro superior de la Formación en estudio, quedando así los horizontes calcáreos con pedernal y calcáreos (sección Puerto Las Trancas), como pertenecientes a la Formación Tamaulipas.

b) Debido a la alternancia existente entre horizontes calcáreo-arcillosos y volcánico-sedimentarios se tomó como criterio para diferenciar al miembro medio del inferior la predominancia del tipo de sedimento, es decir, para el miembro medio, los horizontes calcáreo arcillosos predominan sobre los volcánico-sedimentarios mientras que en el miembro inferior los volcánico-sedimentarios predominan sobre los calcáreo-arcillosos.

c) Correlación.

La Formación Las Trancas, se encuentra distribuida en el estado de Hidalgo entre los poblados de Camarones, La Yerbabuena, Puerto Las Trancas, Bonanaza y Pechuga, a lo que Carrillo y Suter (1982) denominaron área de Zimapán.

La correlación que se presenta en este estudio, se realizó específicamente en esta zona, con base en los datos obtenidos en campo y gabinete, asociándose dicha información con las descripciones litológicas realizadas con anterioridad por Segerstrom (1962), Carrillo y Suter, (op. cit.), Barrera y Guzmán (1984), entre otros.

Para Carrillo y Suter (1982) y Barrera y Guzmán (1984), La Formación Las Trancas está constituida por dos tipos de secuencias. Una secuencia inferior que se encuentra caracterizada por lutitas y limonitas filitizadas, alternándose rítmicamente con capas delgadas de calizas micríticas, así como en menor proporción bancos de arena en partes con estructuras en bola.

La secuencia superior de la Formación Las Trancas, para los autores mencionados anteriormente consiste de calizas micríticas en bancos medianos y gruesos, margas y lutitas calcáreas ligeramente apizarradas, interestratificadas con capas delgadas de lutitas.

De tal forma que el miembro inferior de la Formación las Trancas se caracterizó en el presente trabajo, como una alternancia litológica de horizontes volcanoclásticos y en menor porcentaje horizontes calcáreos. Este miembro es observable en las cercanías del Arroyo El Aguacate en el Anticlinal de Bonanza y se correlaciona con la parte más baja de la secuencia

litológica de la Formación Las Trancas, que definieron Carrillo y Suter (op. cit.) y Barrera y Guzmán (op. cit.), en donde la predominancia de elementos volcanoclásticos es mayor.

Por otra parte, el miembro medio caracterizado aquí, se correlaciona con la parte superior de la secuencia inferior que Carrillo y Suter (op. cit.) y Barrera y Guzmán (op. cit.) definen como una alternancia rítmica de lutitas, limolitas y delgadas capas de calizas micriticas, así como una menor proporción de bancos de areniscas con estructuras en bola y rocas piroclásticas.

Por último, se considera en este trabajo que el miembro superior de la Formación Las Trancas, se correlaciona con la descripción litológica realizada por Segerstrom (op. cit.) en las cercanías del contacto de la Formación Las Trancas con la Formación Tamaulipas en la localidad tipo, Puerto Las Trancas. Coincidiendo con las descripciones litológicas que realizaron Carrillo y Suter (op. cit.) y Barrera y Guzmán (op. cit.), definiéndolo como bancos de calizas micriticas en estratos medianos y gruesos interestratificados con capas delgadas de lutitas ligeramente filitizadas.

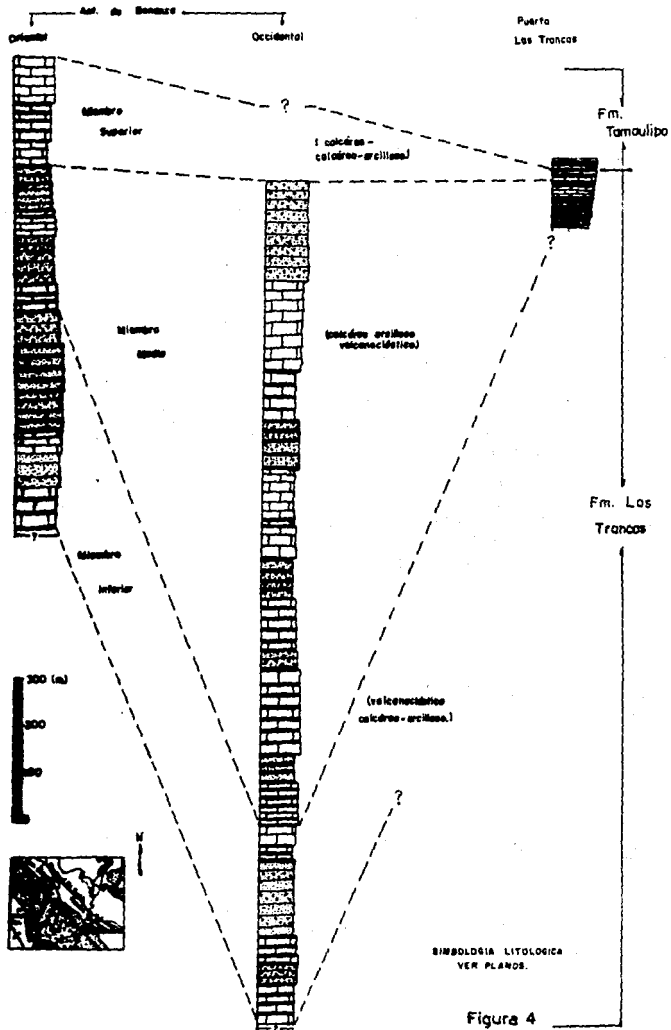


Figura 4



d) Petrografía, litofacies y microfacies.

La clasificación petrográfica y la determinación de litofacies y microfacies dentro de las secciones realizadas en la Formación Las Trancas, se obtuvieron a través de los análisis de los datos de campo, así como el de las muestras colectadas, dicha información se encuentra vaciada en los formatos de las secciones estratigráficas (Figs. 5,6,7 y 8), registrándose los siguientes datos: textura, espesor, tipo de roca, ubicación de muestreo, ambiente, formación, componentes de la roca, color o materia orgánica, organismos, facies y microfacies.

Se entiende por litofacies a los criterios observacionales utilizados que se limitan a la descripción del cuerpo del sedimento y a sus características; tales como: litología, color, tamaño de grano, textura, etc.

El término de microfacies fué sugerido por Brown en 1943 (in: Flügel, 1982), éste término ha sido definido como el total de todos los criterios paleontológicos y sedimentológicos que pueden ser clasificados en sección delgada, acetatos y superficies pulidas.

En el presente trabajo las litofacies y microfacies de la Formación Las Trancas, se manejarán por medio de un número (litofacies) y una letra (microfacies), asignadas a cada una de éstas. (Figs. 5, 6, y 7)

De manera general con base en el análisis petrográfico de la formación en estudio se distinguieron cuatro microfacies y

nueve microfacies las cuales se describirán brevemente a continuación.

1) Litofacies volcanoclástica, ésta se encuentra constituida por paquetes volcanoclásticos de color gris oscuro, claro a pardo, clasificadas como tobas y areniscas-tobáceas de grano fino a medio.

Esta litofacies se presenta en los miembros inferior y medio de las secciones Oriental y Occidental cuya abundancia es mayor en el miembro inferior.

Incluidas en ésta litofacies se tiene la presencia de microfacies tobáceas y areno-tobáceas, las cuales se caracterizan por tener un porcentaje considerable de matriz de cuarzo micro y criptocristalino, así como minerales arcillosos producto de la devitrificación de la matriz, esto es observable en los horizontes tobáceos. Asociados a este tipo de matriz las arenastobáceas presentan cuarzo, fragmentos de roca y feldespatos, con formas angulosas a subangulosas. Ambas microfacies tienen un bajo porcentaje de materia orgánica y escasos radiolarios.

2) La litofacies volcanoclástico-pelítica se encuentra constituida por horizontes areno-tobáceos, que varían en color de pardo a pardo oscuro y de gris claro a oscuro. Estas areniscastobáceas son de tamaño de grano medio, presentándose en el miembro inferior y medio de la sección Oriental, en el miembro medio de las secciones Occidental y Puerto Las Trancas.

Al igual que la litofacies anterior se tiene la presencia de las microfacies areno-tobáceas y tobáceas, en donde predomina la primera. La microfacies areno-tobácea presenta un

porcentaje considerable de matriz de cuarzo cripto y microcristalino, el cual tiene incluidos dentro de él a fragmentos de roca de origen ígneo, cuarzo ígneo y feldespatos.

3) La litofacies calcáreo-pelítica presenta una intercalación de calizas con delgados horizontes de lutitas. El color de estas varía de gris claro a oscuro en ocasiones llegando a ser ligeramente pardas. Esta litofacies se presenta en los miembros inferior y medio de las secciones Occidental y Oriental, así como el miembro inferior de la sección Puerto Las Trancas.

Esta litofacies incluye a las microfacies de biomicrita de radiolarios, biomicrita de foraminíferos planctónicos recristalizada, microfacies de micrita fosilífera recristalizada y microfacies de micrita recristalizada.

Las cuales en su mayoría presentan una ligera recristalización y una silicificación. En la mayoría de las microfacies anteriormente mencionadas los organismos que se presentan con mayor frecuencia son los radiolarios, los cuales se observan mal preservados.

4) Por último tenemos a la litofacies calcárea, la cual se encuentra constituida por paquetes calcáreos de color gris oscuro a claro, esta litofacies se encuentra en los miembros medio y superior de las secciones Occidental, Oriental y Puerto Las Trancas.











La litofacies calcárea incluye a microfacies de biomicrita de radiolarios, biomicrita recristalizada, micrita fosilífera recristalizada, microfacies de biomicritas de foraminíferos planctónicos y microfacies de micrita

recristalizada; las cuales presentan características muy similares a las microfácies descritas en la litofácies anterior.

Por último se menciona, que dentro de la sección Puerto Las Trancas se incluye una litofácies 0, que representa a paquetes calcáreos intercalados con bandas de pedernal negro, este paquete pertenece a la Formación Tamaulipas, e incluye una microfácies de biomicritas de calciesferas.

## SIMBOLOGIA DE LAS COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS









### Estructuras y Texturas

<p> Laminaciones</p> <p> Nódulos de pedernal</p> <p> Fracturas</p> <p> Boudinage</p> <p> Estrangulamientos</p>	<p> Estratificación cruzada</p> <p> Bandas de pedernal</p> <p> Estilolitas</p> <p> Formas lenticulares</p> <p> Formas almohadilladas</p>
---	---

### Componentes de la roca

Carbonatados (calizas).

Terrigenos.

<p> Micrita</p> <p> Intraclastos</p> <p> Bioclastos</p> <p> Esparita</p>	<p> Cuarzo</p> <p> Cenizas volcánicas</p> <p> Materia orgánica</p> <p> Feldespatos</p>
---	---



Microesparita



Calcita



Dolomita



Oxidos de Fe.



Fragmentsos de roca

Organismos

Color



presentes

Gris claro Gc



comunes

Gris pardo Gp



raros

Gris oscuro Go

Pardo claro Pc

Pardo oscuro Pc

Pardo verdoso Pv

### Litologia



Calizas



Calizas con pedernal



Calizas con intercalaciones de lutitas calcáreas



Arenas tobáceas



Tobas vitreas de grano fino

### Facies

0 Facies calcárea con pedernal negro

1 Facies calcárea

2 Facies calcareo-pelitica

3 Facies volcanoclástico pelitica

4 Facies volcanoclásticas

## Microfacies

- a Microfacies de biomicrita de radiolarios
- b Microfacies areno-tobácea
- c Microfacies calcárea-pelitica
- d Microfacies tobáceo-arenosa
- e Microfacies de biomicrita con organismos  
recristalizados
- f Microfacies de micrita
- g Microfacies de biomicrita de calciesferas
- h Microfacies de biomicrita de foraminiferos  
planctónicos
- i Microfacies de micrita fosilifera recristalizada

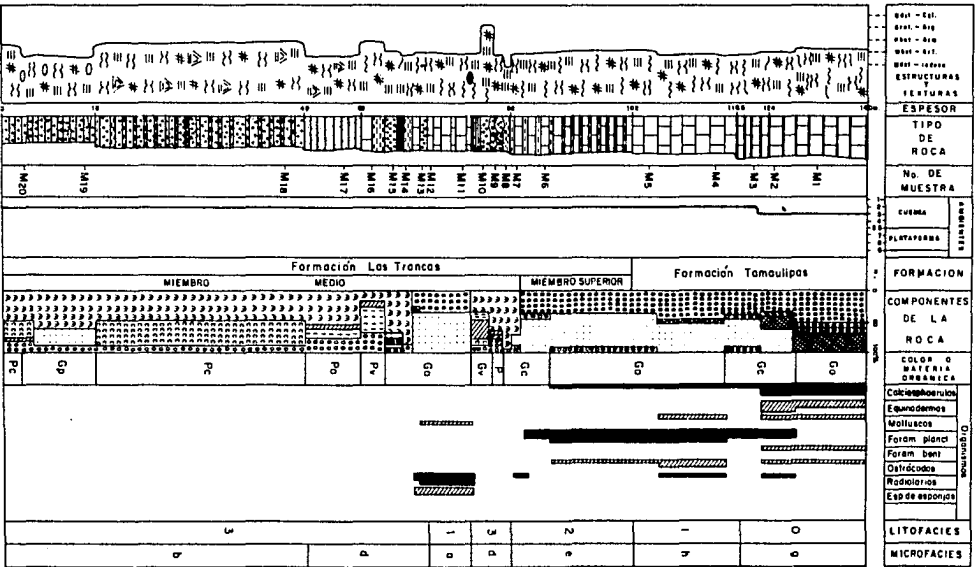
**SECCION PUERTO LAS TRANCAS**

Figura 5



SECCION OCCIDENTAL

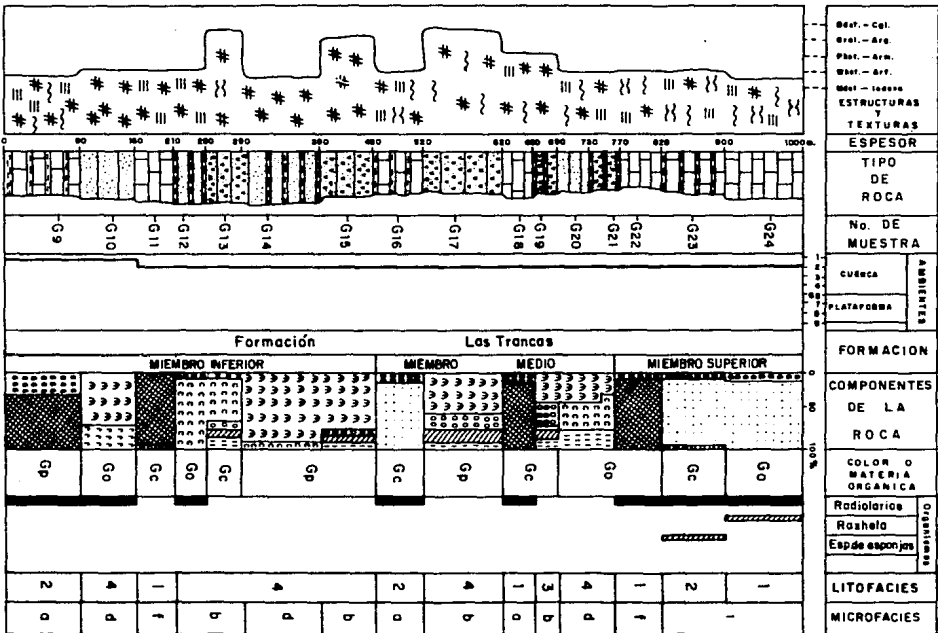
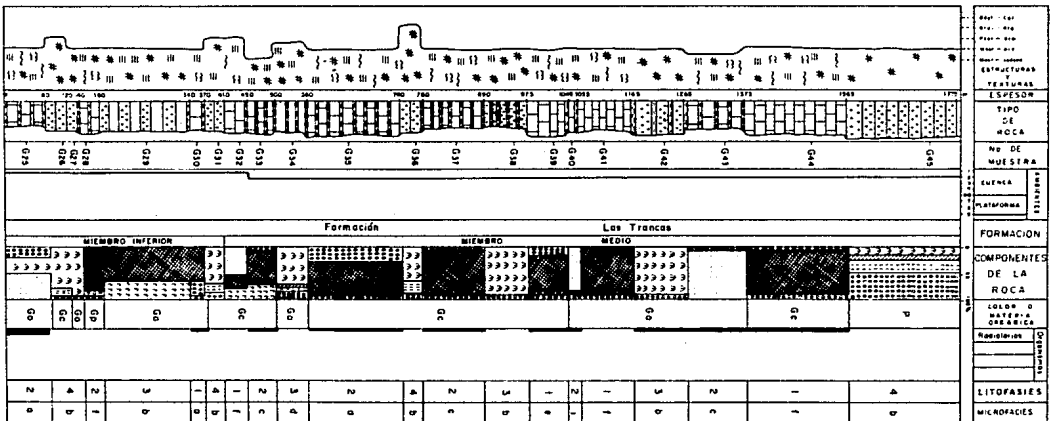


Figura 6



e) Cronología de eventos diagenéticos.

El término diagénesis comprende a todos aquellos cambios físicos, químicos y bioquímicos que suceden en un depósito sedimentario, desde su acumulación original, hasta el comienzo del metamorfismo o inicio del intemperismo, llevándose a cabo en condiciones de presión y temperaturas normales, propias de la parte externa de la corteza terrestre.

Los cambios diagenéticos son importantes, pues éstos modifican considerablemente las propiedades originales de los sedimentos, afectando así a la composición, textura y en ocasiones llegando a destruir a las estructuras primarias de los sedimentos. De la misma manera, los eventos diagenéticos perturban a la porosidad y permeabilidad de los sedimentos, alterando el potencial de los mismos como receptáculos de agua, gas y aceite (Tucker, 1981 *in* : Vera y Torres, 1987).

En el presente trabajo con base en el estudio petrográfico de las muestras colectadas en las tres secciones estudiadas, se dará una cronología tentativa de los eventos diagenéticos en la Formación Las Trancas.

De manera general, esta cronología que presenta la formación en estudio es la siguiente:

Micritización--> Cementación <sub>1</sub> y <sub>2</sub>--> Calcificación--> Presión solución--> Fracturamiento--> Dolomitización--> Presión solución--> Fracturamiento--> Presión - solución--> Dolomitización--> Recristalización (incluye devitrificación y dedolomitización)--> Silicificación y autigénesis--> y Oxidación.

De acuerdo a los eventos diagenéticos, a continuación se dará una breve explicación de los procesos incluidos en la fórmula general:

1) Micritización: se realiza dentro de los procesos de diagénesis isoquímica, siendo producto de una recristalización temprana. Este proceso actúa durante el reordenamiento de un sólido cristalino que ha sido sometido a esfuerzos dando lugar a la micritización, cabe señalar que no siempre la micrita es producto de una recristalización primaria, pues para que se considere como tal, se debe de demostrar la pre-existencia de cristales de calcita de mayor tamaño. Este proceso diagenético es el primero dentro de la fórmula general antes expuesta, siendo detectado en la lámina G-3 de la sección Codornices (no incluida, ver anexo petrográfico), dentro de la Formación Las Trancas. Esta micritización se considera penecontemporánea al depósito.

2) Cementación: El proceso de cementación en la formación en estudio se dividió en cementación <sub>1</sub> y cementación <sub>2</sub>, ambas detectadas en rocas volcaniclásticas, en donde se tiene, una cementación por Si y posteriormente una cementación por minerales arcillosos. Esto se observa claramente en las láminas G-13 y G-17 pertenecientes a la sección Occidental del Anticlinal de Bonanza. Dicho proceso diagenético se realiza cuando se deposita cemento (ya sea calcáreo o silíceo) en los intersticios de los sedimentos, reduciendo con esto la porosidad de la roca. El cementante puede derivarse de la roca misma o de las soluciones que pasan a través de ella, éste puede ser contemporáneo al

depósito o posterior a al mismo; ocasionalmente la cementación es función de una recristalización simultánea.

3) Calcificación: éste proceso se detectó en las láminas G-2 y G-12, entre otras, (ver anexo petrográfico); por la presencia de radiolarios calcificados. En donde la testa opalina de dichos organismos ha sido reemplazada por carbonato de calcio.

4) El proceso de presión-solución se presenta en tres eventos dentro de la fórmula diagenética; en donde generalmente se encuentra asociado a el fracturamiento y dolomitización de la secuencia litológica estudiada, láminas G-3, G-15, G-20 entre otras.

Se considera que los planos estilolíticos se originan pre o durante la litificación de la roca, éstos se reconocen como planos indentados entre dos unidades de roca; las irregularidades muestran la forma de "stylas" palabra griega que significa columnas y pirámides. Las estilolitas comunmente se encuentran caracterizadas por la concentración de constituyentes relativamente insolubles propios de la roca.

5) El fracturamiento y relleno de la secuencia litológica se observó en la mayoría de las secciones delgadas. El fracturamiento se desarrolló en dos direcciones principalmente, una de las cuales se identificó como par conjugado (1a. dirección de fracturamiento) y una segunda dirección de fracturamiento más gruesa que corta a la primera, ambas en la mayoría de los casos se encuentran rellenas por carbonato de calcio y esporádicamente presentan relleno silíceo. Este proceso se presenta en casi toda la formación.

Dentro de la Formación Las Trancas existe un tercer fracturamiento, el cual se encuentra relleno por óxidos de Fe, éste se encuentra ubicado en la parte final de la fórmula general expuesta al inicio.

6) Dolomitización: se tienen dos eventos de dolomitización, dentro de la Formación Las Trancas, el primero asociado tanto a la primera dirección de fracturamiento como a un periodo de presión solución, a este último se le llega a denominar dolomitización por canibalismo, siendo originado en las zonas de presión solución y por un enriquecimiento de calcio proveniente de la materia orgánica y minerales arcillosos que constituyen a la presión solución. (láminas G-6 y G-11)

El otro evento de dolomitización se encuentra después del último evento de presión solución, esta dolomitización presenta un alto contenido de Fe. (Dolomita Férrica).

7) Recristalización: dentro de éste proceso diagenético se incluye a la dedolomitización y a la devitrificación.

La desdolomitización es el proceso inverso de la dolomitización, proceso que se debe por el enriquecimiento de calcio y posterior reemplazo por los iones de Mg. (lámina G-3 entre otras).

El proceso de devitrificación se presenta en las secuencias volcanoclásticas, en donde se tiene la presencia de una matriz de cuarzo cripto y microcristalino, producto de esta devitrificación se generaron minerales arcillosos.

8) Silicificación y autigénesis: proceso detectado por un enriquecimiento de sílice en la roca dando lugar a la

silicificación de la misma y a un posterior desarrollo de cuarzo autígeno, éste proceso se observó en la mayor parte de la secuencia litológica de la formación en estudio.

9) Por último dentro de la fórmula general, tenemos a un proceso de oxidación, que es característico en muestras superficiales y que se presenta en casi toda la secuencia de la Formación Las Trancas.

f) Posición cronoestratigráfica y fauna.

Los estudios bioestratigráficos realizados en la Formación Las Trancas han sido poco numerosos debido a su escaso contenido fosilífero. Dentro de los lugares en que se han encontrado fósiles se mencionan, una localidad distante varios cientos de metros al oriente del Puerto Las Trancas. En este lugar Segerstrom (1962) reportó la presencia de amonitas de los géneros Paradontoceras sp., Corongoceras sp. y Spiticeras sp. Asimismo, en la parte baja de la barranca de Tolimán colectó la amonita del género Mazapilites sp. En el área de Bernal-Jalpan en los alrededores de Mina Grande a pocos kilómetros al poniente de Cuesta de Huasmazontla, el mismo autor ha reportado fósiles tales como amonitas de los géneros Perisphinctes sp., Paradontoceras sp. y Protancyloceras sp., además de la presencia de equinodermos en un conglomerado cercano al contacto con la Caliza El Doctor, estos últimos encontrados sobre el Río Extoraz a unos 3 km al este de Peña Blanca, Querétaro.

Carrillo y Suter (1982) reportan en el Anticlinorio El Piñón la presencia de esporas Barremianas.

En base a la información paleontológica arriba resumida se le ha asignado a la Formación Las Trancas una edad del Kimeridgiano-Barremiano (Carrillo y Suter, op.cit.).

Sin embargo, lo esporádico de los hallazgos de amonitas, que es el principal grupo en el que se ha basado la edad de esta formación sugieren la búsqueda de un grupo más abundante que proporcione un mejor control estratigráfico de dicha secuencia.

Por ésta razón, en el presente trabajo se realizaron pruebas tendientes a confirmar la existencia de nanoplancton calcáreo y su potencial bioestratigráfico en la Formación Las Trancas. Dichas pruebas resultaron positivas, sin embargo, la mala preservación de los nanofósiles por recristalización no permitieron su identificación.

Dentro del estudio petrográfico realizado en las muestras colectadas se determinaron grupos de microfósiles, los cuales se mencionarán por miembros:

El miembro inferior de la Formación Las Trancas se caracterizó por la presencia de radiolarios calcificados, determinados principalmente en las secciones oriental y occidental.

Los microfósiles detectados en el miembro medio en las secciones occidental y oriental fueron también radiolarios calcificados; en la sección tipo aparte de radiolarios se encontraron fragmentos de moluscos y de espículas de esponjas en bajo porcentaje.

En la sección tipo la Formación Las Trancas en su miembro superior contiene microfósiles, tales como radiolarios



calcificados, escasos fragmentos de ostrácodos, foraminíferos planctónicos y bajo porcentaje de calciesferas. Dentro de la sección occidental se observaron radiolarios calcificados, Rhaxella y fragmentos de espinas de equinodermos, asimismo, en la sección occidental sólo se encontraron radiolarios calcificados.

Dentro de los macrofósiles se encontró en la sección occidental un equinoide, el cual fue estudiado por la Dra. Blanca E. Buitrón, clasificándolo como un equinoide endocíclico, posible cedárido o salénido cuyo rango de edad es del Jurásico Temprano al Reciente, no se le pudo dar una clasificación precisa debido a su mal estado de preservación.

En base al contenido faunístico y a los datos aportados en trabajos anteriores, se le considera a la Formación Las Trancas una edad del Kimmeridgiense-Barremiano.

## VI. AMBIENTE DE DEPOSITO

Mediante el análisis de las microfacies y facies obtenidas en el estudio de la Formación Las Trancas, se le ha determinado ha esta unidad un ambiente de depósito de cuenca. Por otra parte se mencionará brevemente la existencia de un ambiente de pié de talud para la Formación Tamaulipas en la localidad tipo de la formación en estudio.

Estas determinaciones ambientales se realizaron con base en el análisis de los parámetros manejados en las secciones estratigráficas realizadas y a su caracterización.

El ambiente de pié de talud, es ubicado en la localidad tipo, en la Formación Tamaulipas. Este se caracterizó principalmente por la presencia de organismos fragmentados y arrastrados, tales como equinodermos y moluscos, observados en micritas parcialmente recristalizadas, cuyo color varía de gris pardo a claro, textura wackestone.

Por otra parte el ambiente de cuenca se determinó por la presencia de organismos de mayor profundidad, como lo son los radiolarios, que en su mayor parte se encuentran calcificados y mejor preservados, aunque debido a la recristalización que presentan no ha sido posible su clasificación.

Asimismo, la ausencia casi total de fragmentos de organismos como las espículas de esponjas, foraminíferos planctónicos, moluscos, equinodermos y calciesféras y la mayor predominancia de radiolarios, nos dan bases para inferir un

ambiente de mayor profundidad, el cual no rebasa el nivel de compensación de carbonatos.

El ambiente de cuenca de la Formación Las Trancas incluye a los tres miembros superior, medio e inferior de dicha formación, que se caracterizan principalmente por la alternancia de horizontes calcáreo-arcillosos y volcanoclásticos.

Los primeros se encuentran constituidos por biomicritas y micritas fosilíferas parcialmente recristalizadas, cuyo color varía de gris claro a oscuro, textura mudstone-wackestone a wackestone.

Las rocas volcanoclásticas se clasificaron como tobas - arenosas y tobas vítreas, cuyo color varía de gris parduzco, pardo claro a oscuro con presencia en algunas de ellas de materia orgánica.

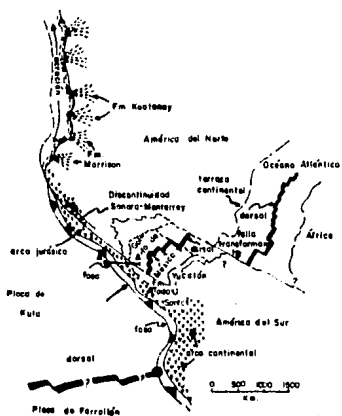
Los ambientes de depósito que le han sido asignados a la Formación Las Trancas, según estudios realizados con anterioridad han variado desde ambientes continentales mixtos a cuenca.

Hernández y colaboradores (1981) en el área de Tolimán, indican que los sedimentos de la Formación Las Trancas fueron depositados en un ambiente típicamente continental de abanicos aluviales, corrientes fluviales y planicies de inundación. En cambio, hacia la parte norte del Anticlinorio de Tolimán la sedimentación se efectuó en medios sedimentarios mixtos, como lo demuestran las intercalaciones de calizas negras entre las capas de terrígenos gruesos. Hacia la porción oriental de esta estructura, las condiciones de depósito de esta unidad cambian a

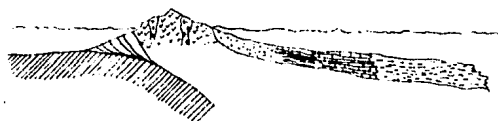
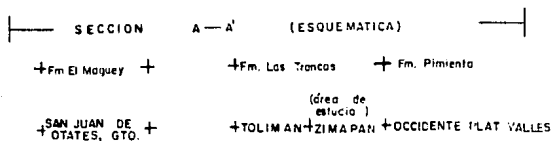
facies marinas caracterizadas por una mayor proporción de lutitas y calizas con textura mudstone , disminuyendo las areniscas y perdiéndose por completo los conglomerados (Barrera y Guzmán, 1984).

En el Prospecto Jacala realizado por Petróleos Mexicanos (1981) se considera al ambiente de depósito de dicha formación como típico de cuenca hacia el área de Zimapán. Carrillo y Suter (1982) en la misma zona consideran el ambiente de depósito de la Formación Las Trancas como de cuenca post-arco, caracterizado por su reducido contenido de rocas clásticas y por calizas micríticas con amonitas. Los mismos autores consideran que la parte volcano-sedimentaria de dicha formación se depositó inmediatamente al oriente del arco de Sinaloa (Servais et al., 1982).

Por otra parte Barrera y Guzmán (1984), consideran a los sedimentos de la Formación Las Trancas, en el área de Tolimán, como sedimentos de talud. Asimismo, éstos autores consideran las relaciones laterales que presenta la formación en el área de Zimapán, presentando en esta zona una secuencia de calizas pelágicas con menor proporción de clastos por lo que infieren una mayor batimetría para la zona de Zimapán, considerándola de un ambiente de cuenca por la presencia de calizas micríticas con delgadas laminaciones y de microfósiles pelágicos. (Fig. 8)



(Coney, 1983)



+ RINCHERA + ARCO — + CUENCA POSTARCO

(Barrera y Guzman, 1984)

ELEMENTOS TECTONICOS PARA EL JURASICO TARDIO

Figura 8

## VII. MARCO PALEOGEOGRAFICO

El marco paleogeográfico en el presente trabajo se interpreta a partir del Jurásico Tardío al Cretácico Temprano, marcando con esto solamente la paleogeografía que existió durante el depósito de la Formación Las Trancas.

En la región oeste central de México para el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano se presenta un carácter dual en el registro geológico mesozoico: un dominio occidental de arco volcánico (Dominio Cordillerano) y un dominio de margen pasiva en el oriente (Dominio Mesogeano), que han sido reconocidos en regiones septentrionales del país (Eguiluz, 1985; Fac. de Ingeniería UNAM, 1988, y Buffler, 1988 entre otros).

El área de estudio se encuentra hacia el oriente del límite entre los dominios cordillerano y mesogeano propuesto por Chauve y colaboradores (1985). El primero asociado a una margen convergente expresado en el área de Toluca, Querétaro, por la secuencia volcanoclástica metamorfoseada de la Formación San Juan de la Rosa y su cubierta clástica calcárea de la Formación Peña Azul (Chauve et al., 1985), en tanto que el Dominio Mesogeano, de margen pasiva está expresado por una secuencia transgresiva jurásica-cretácica.

Según Servais y colaboradores (1982), hacia el occidente en el Jurásico Medio-Tardío se desarrolló un arco volcánico insular producto de la subducción de la Placa Farallón. Se tienen evidencias de este arco volcánico en el área de San Juan de Otates, Guanajuato, debido a la presencia de una secuencia ofiolítica constituida por unidades básicas, ultrabásicas y

metasedimentarias, denominada informalmente formación El Maguey (Servais et al., 1982). En el Jurásico Tardío se depositó la Formación Las Trancas en una cuenca post-arco, en su facies de cuenca.

La facies de talud se acumuló en el dominio cordillerano (formación San Juan de la Rosa), con gran influencia volcánica (PEMEX-UNAM, 1989).

La facies de cuenca se encuentra influenciada por una mayor extensión de la invasión marina, esta secuencia es representada por sedimentos pelítico calcáreos de la Formación Las Trancas cambiando lateralmente a sedimentos netamente pelágicos y libres de detritos gruesos correspondientes a la Formación Pimienta.

En la Figura 8 se presenta la paleogeografía en el área de estudio durante el Jurásico Tardío.

En algunas zonas el cuerpo Jurásico-Cretácico no se encuentra marcado por un rompimiento en la sedimentación (Enos, 1983). Esto es observado en el área de Zimapán en la Formación Las Trancas, en las tres secciones realizadas.

Durante el Cretácico Temprano la sedimentación del sector oriental fue continua, siendo en este periodo la depositación de la Formación Las Trancas en su parte superior más calcáreo y calcáreo arcillosa, esta sedimentación ocurría en el marco de una transgresión. De tal forma, la región occidental donde había emergido la secuencia post-arco metamorfoseada (San Juan de la Rosa) fue cubierta paulatinamente por el Mar

Mesogeano, acumulándose así, primero una secuencia de lechos rojos y después rocas calcáreas a partir del Barremiano(?) (PEMEX-UNAM, 1989).



## VIII. CONCLUSIONES

I.- La Formación Las Trancas se caracteriza por estar constituida de tres miembros, que de la base a la cima son:

- 1) Miembro Inferior (volcanoclástico-pelítico-calcáreo)
- 2) Miembro Medio (pelítico- calcáreo)
- 3) Miembro Superior (calcáreo-arcilloso y calcáreo)

II.- En dichos miembros se distinguieron un total de cuatro litofacies y nueve microfacies, distribuidas de la manera siguiente:

Miembro inferior, el cual presenta a las litofacies volcanoclástica y volcanoclástica-pelítica, que incluyen a las siguientes microfacies: microfacies volcanoclásticas, volcanoclástica-pelítica y calcáreo arcillosa, predominantemente, mientras que el miembro medio se caracteriza por la presencia de la litofacies volcanoclástico-pelítica y pelítica-calcárea, incluyendo dentro de éstas a las microfacies calcáreo-pelítica, areno-tobácea, tobáceo-arenosa y volcanoclástica. Por último tenemos al miembro superior que se caracterizó por la presencia de las litofacies calcáreo-pelíticas y calcárea, éstas incluyen a las microfacies de biomicritas con organismos recristalizados, micritas recristalizadas, micritas fosilíferas recristalizadas.

III.- El análisis de las litofacies y microfacies, sugieren que el depósito de la Formación Las Trancas, en el área estudiada se llevó a cabo en un paleoambiente de cuenca. Dichos depósitos se realizaron sobre el nivel de compensación de los carbonatos y fueron fuertemente influenciados en sus miembros medio e inferior por depósitos volcanoclásticos.

IV.- Se confirma la existencia de grupos de microfósiles biostratigráficamente importantes, sobre los cuales puede recaer en futuros estudios el control estratigráfico. Ellos son radiolarios que aunque calcificados, se encontró variación en preservación y nanoplancton que aunque recristalizados, ofrece una posibilidad.

V.- Todo lo anterior sirve de base para considerar la existencia de un arco volcánico hacia el oriente, el cual cesó o al menos decreció notablemente su intensidad y actividad hacia el Cretácico Temprano.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Anderson, Thomas and Schmidt, Victor, 1983, The evolution of Middle America and the Gulf of Mexico-Caribbean sea region during Mesozoic time: Geological Society of America Bulletin, v. 94, p. 941-966.
- Barrera, G. D., y Guzmán, V. M. A., 1984, Petrología e implicaciones genéticas de las areniscas de la Formación Las Trancas, Jurásico Superior-Cretácico Inferior, Estados de Querétaro e Hidalgo: Tesis Instituto Politécnico Nacional (E.S.I.A.), p. 1-63.
- Bondelos, A; J. 1956, Notas sobre la geología de la Sierra Madre en la sección Zimapán - Tamazunchale: XX Congreso Geológico Internacional, México, D.F. Excursiones A-14 y C-6, pp. 293-309.
- Cantú-Chapa, Abelardo, 1976, El contacto Jurásico-Cretácico, la estratigrafía del Neocomiano, El Hiato Hauteriviano Superior-Eoceno Inferior y las amonitas del Pozo Bejuco 6 (centro-este de México): Bol. Soc. Geol. Mexicana XXXVII. p. 60-83.
- Carrasco V., Baldomero, 1970, La Formación El Abra (Formación El Doctor) en la Plataforma Valles-San Luis Potosí: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo, v. 2, no. 3, p. 97-99.
- Carrillo-Bravo, J., 1971, La Plataforma Valles-San Luis Potosí: Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros. v. XXIII, n. 1-6, p. 1-113.
- Carrillo, M. y Suter, M., 1982, Tectónica de los alrededores de Zimapán, Hidalgo y Querétaro: Libro guía de la Excursión

- Geológica a la región de Zimapán. Soc. Geol. Mexicana. p. 1-20.
- Carrillo, M., Velázquez, G., y Cepeda, L., 1986, Contribución al estudio petrográfico y químico de areniscas del Jurásico Superior, Estados de Querétaro e Hidalgo: Rev. Inst. Geología, vol. 6, no. 2, p. 269-271.
- Carrillo Martínez, M., y Monroy Audelo, Eugenia, 1988, Resumen de la geología del área de San Antonio Bernal, Estado de Querétaro: Revista del Instituto de Geología. v. 7, n. 1, p. 119-122.
- Chauve, P., Fourcade E. et Carrillo M., 1985, Les rapports structuraux entre les domaines cordillerain et Mésogean dans la partie centrale du Mexique. C.R.Aca. Sc. Paris, t.301, serie II, no. 5.
- Colín Mercado, D; 1972, Estudios estratigráficos del Jurásico Superior en los afloramientos del borde oriental de la Cuenca Mesozoica Central. I.G.-10566. PEMEX. Inédito.
- Coney, J. P., 1983, Un modelo tectónico de México y sus relaciones con América del Norte, América del Sur y el Caribe: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo. v. XV, n. 1, p. 6-15.
- DETENAL, 1988, Carta Topográfica San Joaquin. México, D. F. Escala 1:50,000.
- - 1983, Carta Topográfica San Nicolás. México, D. F. Escala 1:50,000.
- Eguíluz De Antuñano S., 1985, Posibilidades petroleras en el Mar Mexicano. Revista de Ingeniería Petrolera, v. 25, N. 8, pp. 39-62.

- Geológica a la región de Zimapán. Soc. Geol. Mexicana. p. 1-20.
- Carrillo, M., Velázquez, G., y Cepeda, L., 1986, Contribución al estudio petrográfico y químico de areniscas del Jurásico Superior, Estados de Querétaro e Hidalgo: Rev. Inst. Geología, vol. 6, no. 2, p. 269-271.
- Carrillo Martínez, M., y Monroy Audelo, Eugenia, 1988, Resumen de la geología del área de San Antonio Bernal, Estado de Querétaro: Revista del Instituto de Geología. v. 7, n. 1, p. 119-122.
- Chauve, P., Fourcade E. et Carrillo M., 1985, Les rapports structuraux entre les domaines cordillerain et Mésogéen dans la partie centrale du Mexique. C.R.Aca. Sc. Paris, t.301, serie II, no. 5.
- Colín Mercado, D; 1972, Estudios estratigráficos del Jurásico Superior en los afloramientos del borde oriental de la Cuenca Mesozoica Central. I.G.-10566. PEMEX. Inédito.
- Coney, J. P., 1983, Un modelo tectónico de México y sus relaciones con América del Norte, América del Sur y el Caribe: Revista del Instituto Mexicano del Petróleo. v. XV, n. 1, p. 6-15.
- DETENAL, 1988, Carta Topográfica San Joaquín. México, D. F. Escala 1:50,000.
- - 1983, Carta Topográfica San Nicolás. México, D. F. Escala 1:50,000.
- Eguiluz De Antuñano S., 1985, Posibilidades petroleras en el Mar Mexicano. Revista de Ingeniería Petrolera, v. 25, N. 8, pp. 39-62.

- Enos, Paul, 1983, Late Mesozoic Paleogeography of Mexico. Rocky Mountain Section S.E.P.M., Mesozoic Paleogeography of West-Central United States: M. W. Reynolds and E. D. Dolly, Editors; Denver, Colorado. p. 133-157.
- Facultad de Ingeniería, UNAM, 1989, Informe final Prospecto Zimapán (IGZN-704).
- Flügel, E., 1982, Microfacies analysis of limestones: With 53 plates, 778 figs. and 58 tables. Springer-Verlag.
- Folk L., Robert, 1969, Petrología de las rocas sedimentarias. Traducción realizada en el Instituto de Geología por Carmen Schlaepfer.
- González, A. C., Carrillo, M., 1986, Amonitas del Jurásico Superior (Titoniano Superior) y del Cretácico Inferior (Hauteriviano-Barremiano) del área de San Joaquín Vizarrón, Estado de Querétaro: Rev. Inst. Geología, vol. 6, n. 2, p. 171-177.
- Heinrich, M. W., 1980, Petrografía Microscópica: Editorial Omega. 2a. Edición. p. 1-319.
- Hernández, V. A., y Charleston, A. S., 1981, Informe final Prospecto Tolimán (I.G.-622). PEMEX. Zona Norte. p. 1-71.
- Imlay, W. Ralph., 1980, Jurassic Paleobiogeographic of the Conterminous United States in Its Continental Setting. Geological Survey Professional Paper. 1062.
- Leighton M. W. and Pendexter C; 1962, Carbonate Rocks Types. Classification of carbonate Rocks- A simposium, AAPG memoir one U.S.A, p. 33-60.
- López, R. E., 1985, Geología de México: Tomo II. CONACYT. 3a.

- Edición. p. 1-454.
- Pettijhon F.J, 1963, Rocas Sedimentarias. Editorial Universitaria de Buenos Aires, p. 1-691.
- Pettijohn F.J, Potter P.E. and Siever R; 1973, Sand and Sandstone. Springer-Verlag. p. 1-618.
- PEMEX, Gerencia de Exploración, 1981, Prospecto Jacala. (GEP 36-38).
- Salvador Amos., 1987, Late Triassic-Jurassic Paleogeography and Origin of Gulf of Mexico Basin. The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, v. 71, n. 4. p. 419-451.
- Segerstrom, K., 1961, Geología del suroeste del Estado de Hidalgo y del noreste del Estado de México: Bol. Asoc. Mexicana. p. 147-168.
- - 1961, Estratigrafía del área de Bernal-Jalpan, Estado de Querétaro: Bol. Asoc. Mexicana. p. 183-207.
- - 1962, Geology of South-Central Hidalgo and Northeastern Mexico, Mexico: U. S. Bulletin 1104-C. p. 87-162.
- Servais M; Rojo Yáñez R. y Colorado L.D., 1982, Estudio de las Rocas Básicas y Ultrabásicas de Sinaloa y Guanajuato: Postulación de Baja California y de una digitación Tethysiana en México central. GEOMIMET 3a. Epoca, n. 115.
- Vera O.M. y Torres V., 1987, Diagénesis de carbonatos, D-74. División de Estudios de Posgrado, Fac. de Ingeniería, U.N.A.M. p. 1-17.
- Wilson, W. B., Hernández, M. y Meave, T., 1955, Un banco calizo del Cretácico en la parte oriental del Estado de Querétaro, México: Bol. Soc. Geol. Mexicana, vol. 18, p. 1-10.

Zuffa G., 1980, Hybrid arenites: Their composition and classification. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 50, n. 1, p. 21-29.



X. LAMINAS

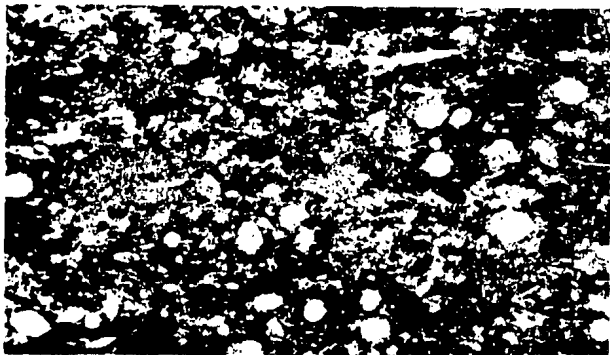


Foto 1: Microfacies de Micrita recristalizada, miembro inferior, Formación Las Trancas, Sección Oriental.



Foto 2: Microfacies de micrita, obsérvese los organismos bentónicos, miembro superior. Fm. Las Trancas, Sección Occidental.

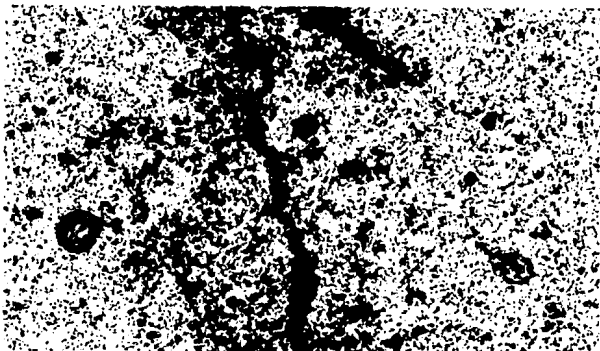


Foto 3: Proceso de Presión-solución, dolomitización y recristalización; miembro inferior Fm. Las Trancas.

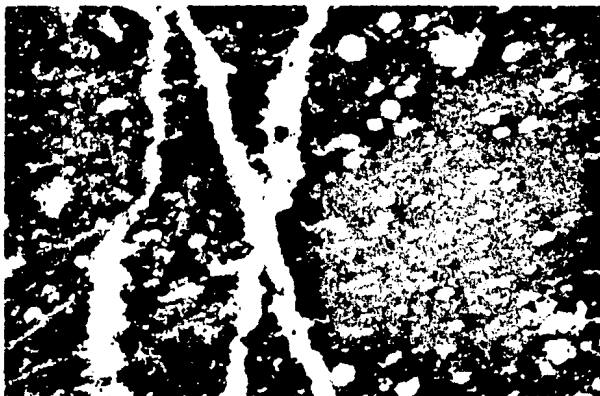


Foto 4: Fracturamiento, par conjugado. Microfacies de micrita fosilífera recristalizada, miembro superior Fm. Las Trancas.

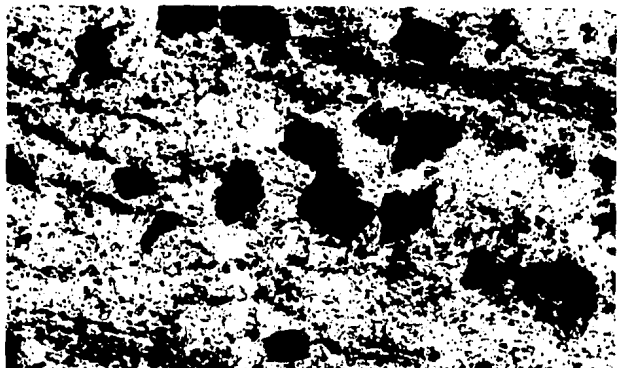


Foto 5: Proceso de dolomitización y recristalización (dedolomitización). Fm. Las Trancas.

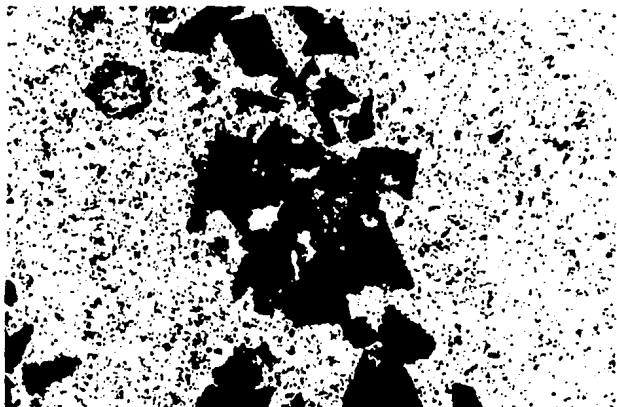


Foto 6: Dolomita Férrica, microfacies tobáceo-arenosa, miembro inferior, Fm. Las Trancas.

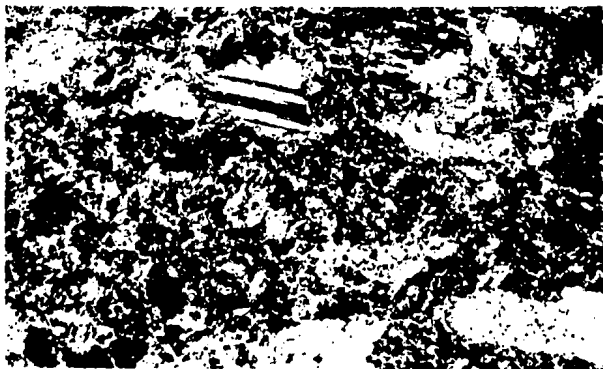


Foto 7: Microfacies areno-tobácea, miembro inferior Fm. Las Trancas.

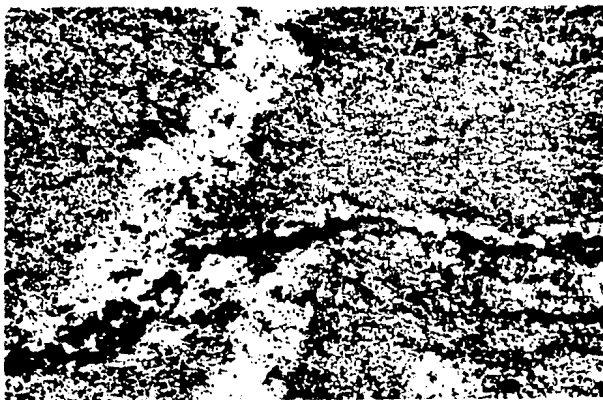


Foto 8: Procesos de presión-solución, fracturamiento y silicificación. Sección Oriental Fm. Las Trancas.

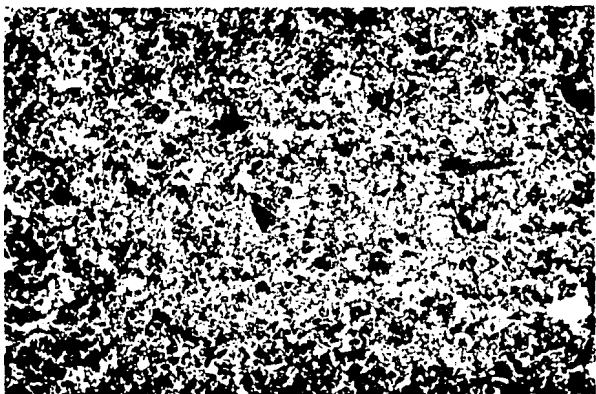


Foto 9: Microfacies tobáceo-arenosa, Fm. Las Trancas.



Foto 10: Microfacies de micrita fosilífera recristalizada, miembro superior; obsérvese la silicificación.

## ANEXO PETROGRAFICO

El estudio petrográfico de las muestras se presenta con detalle a continuación, siendo descritas por secciones (Localidad Tipo, Oriental y Occidental). Cada una de estas presenta su análisis petrográfico, ambiente, facies y formación; así como su paragénesis (sucesión de eventos diagenéticos).

### SECCION LOCALIDAD TIPO

(M-1) Biomicrita de calciesferas y equinodermos. Presenta una serie de laminaciones intercaladas entre sí, las más gruesas constituidas por intraclastos+bioclastos+esparita, las más delgadas, constituidas por bioclastos+esparita+intraclastos, predominando en éstos horizontes los bioclastos, los cuales se encuentran aceptablemente conservados, generalmente algunos presentan una pared micritizada y el centro totalmente espatizado, dentro de los bioclastos se cuenta con un porcentaje considerable de calciesferas, foraminíferos bentónicos y fragmentos de concha.

Los pellets se presentan en bajo porcentaje con formas ovoides, éstos se observan fracturados, los intraclastos son de formas alargadas y redondeadas de sus aristas, no presentan ningún tipo de estructura.

Ambiente: Pié de Talud      Facies: 3      Formación: Tamaulipas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación.

(M-2) Biomicrita recristalizada. Laminación incipiente, intercalada con algunos horizontes arcillosos que presentan

microboudinage.

Los bioclastos se encuentran en un porcentaje considerable la mayoría se presentan recristalizados, siendo aún reconocibles para su identificación. La micrita ha sido recristalizada en microesparita.

Ambiente: Pié de Talud            Facies: 3            Formación: Tamaulipas  
Paragénesis: Fracturamiento y relleno de carbonato de calcio-->  
presión solución--> fracturamiento--> presión solución-->  
dolomitización--> recristalización--> dedolomitización-->  
silicificación.

(M-3) Biomicrita de foraminíferos planctónicos. La laminación que presenta ésta sección delgada se debe a las bajas tasas de sedimentación y a lo fino del grano (sedimentación pelágica). Los bioclastos se encuentran ligeramente recristalizados el tipo de organismos, en este caso son foraminíferos planctónicos.

Algunos de éstos son cortados por planos estilolíticos. La hematita se encuentra muy asociada con los desarrollos estilolíticos y fracturamiento, disponiéndose a lo largo de ellos, principalmente del primer proceso.

Ambiente: Pié de Talud            Facies: 3            Formación: Tamaulipas  
Paragénesis: Fracturamiento y relleno de carbonato de calcio-->  
presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de  
calcio--> presión solución--> disolución--> recristalización.

(M-4) Biomicrita de foraminíferos planctónicos. Caliza con gran contenido de bioclastos algunos de ellos presentan en sus

cámaras un relleno de mineral de color pardo verdoso (colófana). La sección delgada presenta como estructura primaria una laminación, la cual es enmarcada aún más por el desarrollo microestilolítico, dando el aspecto de una foliación incipiente. Ambiente: Pié de Talud Facies: 3 Formación: Tamaulipas Paragénesis: Fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> reemplazo, carbonato de calcio por sílice--> presión solución--> ligera recristalización.

(M-5) Biomicrita con gran contenido de organismos planctónicos, éstos presentan recristalización, un bajo porcentaje de estos se encuentran fragmentados. Desarrollo incipiente de laminación así como de microestilolitas en posición paralela a éstas, enmarcando con esto una foliación en la roca. Ambiente: Pié de Talud Facies: 3 Formación: Tamaulipas Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> reemplazo de carbonato de calcio por sílice--> recristalización.

(M-6) Biomicrita de foraminíferos planctónicos. Los bioclastos se encuentran recristalizados. La hematita dispersa en la sección delgada se encuentra asociada con el proceso de presión solución que se observa en posición paralela a la laminación incipiente, dándole un aspecto de foliación. La presencia de qz autígeno nos da indicios de una anterior silicificación. Existe presencia de material tobáceo que con luz



paralela presenta una coloración parda verdosa, el sílice original del material tobáceo de grano muy fino está siendo reemplazado por carbonato de calcio, de hecho ambos materiales micrita y toba se encuentran intercaladas en delgados horizontes predominando el material carbonatado.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> ligera recristalización--> silicificación.

(M-7) Caliza arcillosa con influencia volcánica laminada con porcentaje considerable de óxidos de fierro e intercalado con un evento volcánico.

El contenido de organismos ha disminuido considerablemente, encontrándose muy mal preservados, deformados y fragmentados.

La hematita se encuentra en formas dendríticas dentro de la sección delgada. Domina más el evento volcánico que el sedimentario.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> dolomitización--> presión solución.

(M-8) Toba de grano fino, sus componentes mineralógicos son de tamaño mucho muy pequeños, de tal manera que no se pueden observar sus características ópticas, la roca se encuentra en un proceso de alteración (devitrificación), pues se observa un porcentaje considerable de arcillas y de qz criptocristalino. Los únicos cristales mineralógicos que presentan un tamaño

considerable son los cuarzos, éstos tienen formas anedrales angulosas con extinción recta a ligeramente ondulante.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> calcificación.

(M-9) Toba cristalina de grano grueso, mal clasificada, presenta devitrificación, dando lugar a la presencia de arcillas y qz micro y criptocristalino.

Dentro de los componentes mineralógicos a los que se les obtuvo sus características ópticas se encuentra:

Cuarzo: tanto monocristalino como policristalino, el monocristalino presenta formas anedrales, angulosas con extinción recta a ligeramente ondulante y el policristalino se presenta como cuarzo microcristalino, con extinción ligeramente ondulante. Los feldespatos tienen formas eudrales a subeudrales, muy pocos presentan sus características típicas tales como crucero y maclamiento, éstos comienzan a presentar alteración sericitica.

Los fragmentos de roca son predominantemente de origen ígneo asociados con los minerales de óxidos de fierro, con formas subredondeadas. Existe calcita como solución posterior que en la mayoría de los casos se encuentra reemplazando al material devitrificado.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización--> calcificación.

(M-10) Arenisca conglomerática tobácea, cuyo tamaño de clastos es igual o mayor a los dos mm. Los constituyentes se encuentran inmersos en una matriz cloro-sericitica y arcillosa. Los contactos presentes entre sus constituyentes son puntuales en bajo porcentajes, presenta mala clasificación.

El cuarzo, en la sección delgada presenta dos tipos de cristales, monocristalino y policristalino predominando el primer tipo, éste tiene formas anedrales y su redondez va de angulosa a subangulosa y en pocas ocasiones subredondeado, la extinción que presenta es ondulante a ligeramente ondulante, la mayoría de los cristales presentan fracturamiento.

Los cuarzos policristalinos, son mozaicos de cuarzo con extinción ondulante, se presentan subredondeados.

Los feldespatos tienen formas eudrales a subeudrales, muestran su maclamiento típico y crucero en una dirección, presentan reemplazamiento por carbonato de calcio.

Los fragmentos de roca son predominantemente de origen ígneo volcánico extrusivo que se encuentran muy asociados con minerales de óxidos de hierro (hematita).

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> reemplazamiento de carbonato de calcio por matriz de cuarzo criptocristalino y feldespatos.

(GBtr-11) Biomicrita. Contiene un porcentaje considerable de fósiles, los cuales se encuentran recristalizados.

Se observa un proceso de presión solución incipiente en posición paralela a la laminación, dando un aspecto de foliación.

Se encuentra un porcentaje considerable de cuarzo autígeno originado por un proceso de silicificación, por último tenemos a la recristalización.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación--> Autigénesis.

(M-12) Micrita fosilífera. Constituida por una serie de intercalaciones de horizontes de cuarzo+intraclastos+bioclastos y otros más delgados de micrita+cuarzo.

Los bioclastos se encuentran recristalizados, en algunos de ellos se observa que están siendo cortados por los desarrollos estilolíticos, el tamaño de éstos es variable.

Existe cuarzo autígeno producto de una silicificación en la roca.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> presión solución--> recristalización--> autigénesis.

(M-13) Toba vítrea, con matriz de cuarzo criptocristalino y minerales arcillosos (devitrificación de vidrio) con proceso de cloritización. Existen muy pocos cristales de tamaño considerable para identificarlos, los de mayores dimensiones generalmente son los de qz que se presentan como policristalinos y

monocristalinos, no se observa fracturamiento en sus cristales. El cuarzo monocristalino presenta formas anedrales, angulosas, y extinción ondulante a ligeramente ondulante.

Los minerales opacos (óxidos de fe) se encuentran en un porcentaje considerable, asociados principalmente con el proceso de presión solución que existe en la lámina, un menor porcentaje de éstos se encuentra disperso en toda la lámina.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Recristalización--> presión solución incipiente.

(M-14) Lutita calcárea con influencia volcánica. Sección delgada que presenta una intercalación de tres tipos de material que se dividirán por horizontes.

a) El horizonte más grueso, se encuentra constituido por carbonato de calcio (micrita) que presenta una serie de laminaciones, definida principalmente por fracturas finas rellenas de minerales opacos, muchas de éstas terminan en desarrollos estilolíticos.

b) Horizonte espatizado totalmente, con presencia de óxidos de fe y bioclastos en bajo porcentaje, éstos también están recristalizados. Horizonte intercalado con el nivel a.

c) Por último tenemos al horizonte c, el cual presenta como constituyentes a fragmentos de roca, cuarzo y feldespatos, éstos se encuentran flotando en un cementante de carbonato de calcio que posiblemente esté sufriendo un proceso de dolomitización.

El cuarzo es monocristalino esencialmente, formas subeudral a anedral, redondez de subanguloso a subredondeado, hay algunos

cristales rotos, su extinción es ligeramente ondulante.

Los fragmentos de roca son de origen volcánico extrusivo, estando muy asociados con minerales de óxidos de fe.

Los feldespatos observados tienen formas anedrales extinción paralela y redondez subredondeada, presentan sobrecrecimientos.

Los contactos en estos tres horizontes son del a al b un cambio gradual por la presencia de intercalación de los materiales, del b al c, cambio poco brusco pues no se observa un cambio gradacional muy claro.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> dolomitización (?).

(M-15) Arenisca tobácea. Los constituyentes presentan pocos contactos tangenciales y alargados entre si, pues la mayoría se encuentra soportado por una matriz vítrea devitrificada.

Se describen las características de los constituyentes:

a) Feldespatos se han determinado como oligoclasa-andesina, algunos de ellos presentan sus dos direcciones de crucero, la mayoría presenta reemplazamiento por carbonato de calcio, existiendo un menor porcentaje con zoneamiento.

b) Cuarzo, éste es de origen igneo, extinción ondulante a ligeramente ondulante, redondez subangulosa, formas subeudrales, algunos de ellos están fracturados. Se tiene cuarzo policristalino con formas subredondeadas y extinción ondulante y en menor porcentaje cuarzo monocristalino, anedral, anguloso y de

extinción ligeramente ondulante algunos de ellos se presentan fracturados.

Los fragmentos de roca son de dos tipos el que predomina es de origen igneo extrusivo éste se encuentra muy asociados con minerales de óxidos de fe.

El segundo tipo son fragmentos de rocas tobáceas retrabajadas.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización--> sericitización.

(M-16) Pedernal. Se observa cuarzo criptocristalino y una serie de fracturamientos que principalmente se desarrollaron en cuatro direcciones. Estos fracturamientos originalmente estuvieron rellenos de Si, pero posteriormente fueron parcialmente reemplazados por carbonato de calcio.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por sílice --> presión solución--> recristalización--> fracturamiento y relleno por sílice--> reemplazo parcial por carbonato de calcio--> recristalización.

(M-17) Arenisca volcaniclastica calcárea de grano medio a fino, moderadamente clasificada.

De manera general los constituyentes se encuentran flotando en un cementante calcáreo con escasos contactos tangenciales, cóncavo convexos y alargados.

Los constituyentes presentan las siguientes características:

a) Cuarzo monocristalino de formas anedrales y redondez subangulosa a subredondeada, presenta extinción ligeramente ondulante. El qz policristalino presenta extinción ondulante, subredondeados a subangulosos, formas subeudrales.

El feldespato se encuentra en menor porcentaje, en cristales pequeños, son subredondeados y presentan formas subeudrales, se les observan procesos de alteración y reemplazamiento por carbonato de calcio. La extinción que presentan es recta, algunos presentan sobrecrecimientos.

Los fragmentos de roca son predominantemente de origen igneo extrusivo volcánico, asociados con minerales de óxidos de Fe.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice.

(M-18) Toba vitrea. La roca ha sufrido un proceso de devitrificación dando lugar al desarrollo de minerales arcillosos y posterior cloritización, así como a la presencia de matriz de cuarzo criptocristalino reemplazado por carbonato de calcio. Los cristales tienen superficies sucias y formas anedrales, así como su redondez va de subangulosa a subredondeada. La sección tiene algunas bandas de minerales de óxidos de Fe, en posición paralela a la estratificación.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas



Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización--> reemplazamiento de carbonato de calcio por matriz de cuarzo criptocristalino--> silicificación--> autigénesis.

(M-19) Lutita. La sección delgada presenta:

a) Una laminación fina alternada con bandeamientos delgados de hematita y limolita.

b) Presenta dos direcciones de fracturamiento, una de ellas perpendicular a la laminación y otra oblicua a ésta, no se observa alguna relación que nos pueda indicar cual fué primera o después.

c) Los minerales opacos se encuentran principalmente asociados a los desarrollos estilolíticos que se encuentran en posición paralela a la laminación marcándole un aspecto foliado a la roca.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas

Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice.

(M-20) Arenisca tobácea. Los constituyentes son :

a)Cuarzo: de extinción ligeramente ondulante formas angulosas a subredondeadas, estos son anedrales, se presentan como qz monocristalinos (mayor porcentaje) y policristalinos tipo mozaicos de cuarzo.

b) Feldespatos: Presentan un grado de alteración intermedio, siendo reemplazados por carbonato de calcio, la mayoría de ellos tienen formas subeudrales, cristales subredondeados, algunos presentan sobrecrecimientos.

c) Los fragmentos de rocas son predominantemente de origen ígneo extrusivo, muy asociados con los minerales opacos.

d) El carbonato de calcio actúa como elemento reemplazante del qz criptocristalino.

e) La devitrificación del vidrio dió lugar a la formación de arcillas y qz criptocristalino.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por  
carbonato de calcio--> recristalización--> reemplazamiento de  
carbonato de calcio por la matriz de cuarzo criptocristalino.

SECCION CODORNICES  
(no incluida)

(G-1) Biomicrita. Presenta componentes como:

a) Bioclastos, clasificados como foraminíferos y abundantes radiolarios calcificados (spumelláridos y pocos naselláridos).

Asimismo hay algunos bioclastos con formas aciculares, fragmentados, no considerándose parte de los radiolarios por tener dimensiones mucho mayores.

b) La hematita se observa como un manchón casi lenticular que se va atenuando parcialmente.

Una característica muy marcada de la lámina es el fracturamiento, el cual se desarrolló esencialmente en cuatro direcciones, rellenos de carbonato de calcio.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas

Paragénesis: fracturamiento y relleno por carbonato de calcio-->

2a. dirección de fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> Presión-solución--> recristalización--> silicificación.

(G-2) Micrita fosilífera con influencia volcánica. Componentes observados:

a) Microesparita y micrita, la última se presenta en pequeños manchones de formas ligeramente ovaladas, la microesparita es la que se presenta en mayor proporción.

b) Bioclastos, recristalizados, se les llega a observar características que permiten identificarlos, la mayoría se consideró como radiolarios calcificados, del tipo naselláridos

c) La hematita presente se encuentra formando parte de el proceso

de presión solución y en menor proporción se encuentra diseminada, a la mayoría se le considera como piritita oxidada.

d) Dentro de la sección se presentan algunos horizontes tobáceos y material arcilloso.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis:      Calcificación-->      Presión-solución-->  
recristalización--> silicificación y autigénesis

(G-3) Toba vitrea reemplazada por carbonato de calcio. La muestra en sección delgada presenta un gran contenido de calcita, con bajo porcentaje de hematita, asociada a el evento de presión solución.

Cabe señalar que la calcita reemplazó al material original, que es el de una toba de grano fino.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Micritización--> Presión-solución--> fracturamiento  
y relleno por carbonato de calcio--> Dolomitización-->  
fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> Presión-  
solución--> recristalización (dedolomitización)--> silicificación  
y autigénesis.

(G-4) Biomicrita. Se observan pequeñas laminaciones arcillosas de color verdoso (tobáceo).

Los bioclastos han sido identificados como radiolarios calcificados, estos no se encuentran muy bien conservados, recristalizados.

La hematita se observa en manchones dispersos, dentro de la sección, un porcentaje de este material está asociado a la

presión solución desarrollada en la lámina.

Se observa microboudinage, lo que da lugar a la formación de pseudointraclastos, se piensa que originalmente hubo laminación, microboudinage, posterior rompimiento de la laminación y finalmente formación de intraclastos.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: fracturamiento relleno por carbonato de calcio-->  
fracturamiento 2a. dirección y relleno por carbonato de calcio-->  
presión solución--> recristalización--> silicificación y  
autigénesis.

(G-5) Micrita fosilífera, intercalada con toba de grano fino. Dentro de los tres horizontes presentes en la lámina se observan claramente tres superficies definidas con formas irregulares debido a las diferencias de densidades existentes entre los horizontes presentes. La cima de la lámina es un horizonte de grano fino con presencia de bioclastos mal preservados y recristalizados de formas esféricas a ovaladas contenidos en microesparita, posteriormente le sigue el horizonte volcánico-clástico constituido por una matriz de cuarzo cripto y microcristalino y una matriz limolítica, la hematita forma parte del proceso de presión solución presente en la lámina, el fracturamiento es más intenso en este horizonte.

El último horizonte consiste de microsparita y hematita, esta última constituyendo en gran parte a las microestilolitas que se encuentran en posición paralela a la estratificación.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas

Paragénesis: Presión-solución--> dolomitización--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización (dedolomitización)--> silicificación y autigénesis.

(G-6) Micrita fosilífera. Presenta laminación (foliación) enmarcada por un proceso de presión solución incipiente.

Los bioclastos son radiolarios calcificados. La hematita se encuentra dispersa en la lámina aparte de encontrarse asociada a el proceso de presión solución mencionado anteriormente.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas

Paragénesis: Presión solución--> Fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice--> recristalización--> silicificación.

(G-7) Lutita calcárea. Existen horizontes limosos, que generalmente tienden a acuñaarse. La hematita está concentrada en manchones, en algunos casos ésta presenta formas eudrales. Se tiene la presencia de minerales arcillosos, de posible origen metamórfico (material clástico), así como presencia de qz clástico. menor porcentaje de cuarzo autígeno.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas

Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación.

(G-8) Micrita. Dentro de los componentes de la lámina tenemos a los bioclastos los cuales se encuentran recristalizados impidiendo con esto su clasificación, así como hematita y cuarzo

autígeno, asociados con el proceso de presión solución.  
Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por  
carbonato de calcio--> presión solución--> recristalización-->  
silicificación.

#### SECCION OCCIDENTAL

(G-9) Biomicrita. Constituida por bioclastos de formas esféricas a ovaladas, recristalizados, no fragmentados. La hematita se encuentra diseminada en la sección delgada estando asociada a el proceso de presión solución en la lámina, así mismo en algunos casos forma horizontes paralelos a la laminación.

Hay presencia tanto de cuarzo autígeno como clástico siendo predominante el último, ambos presentan un proceso de reemplazamiento por carbonato de calcio.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por  
carbonato de calcio--> Presión solución--> reemplazo de carbonato  
de calcio por sílice--> recristalización--> silicificación.

(G-10) Toba vítrea de grano fino. El componente predominante es una matriz de cuarzo criptocristalino y microcristalino, asociado con formas lenticulares y delgados horizontes de materia orgánica más arcilla. Los bioclastos, son radiolarios (?), los cuales se encuentran constituidos por cuarzo microcristalino.

Ambiente: Cuenca                      Facies: 1                      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización (devitrificación del vidrio a qz criptocristalino).

(G-11) Micrita recristalizada. Los constituyentes observados son: cuarzo; éste presenta dos tipos, uno de origen autógeno y otro clástico o terrígeno de posible fuente volcánica, el porcentaje es mayor en el autógeno, con formas eudrales y superficies limpias, así como con extinción paralela, existen algunos horizontes y manchas de hematita que confirman la influencia volcánica, aunado a la presencia de remanentes de la roca original

Ambiente: Cuenca somera                      Facies: 2                      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> silicificación--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice--> recristalización.

(G-12) Toba reemplazada calcárea. Sección cuyo material original (toba) fué reemplazado casi completamente por carbonato de calcio.



Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de  
carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación.

(G-13) Arenisca tobácea. Los componentes de la lámina son:

a) Cuarzo: se presenta de dos tipos principalmente monocristalino y policristalino, el primero muestra una extinción de recta a ligeramente ondulada, algunos tienen extinción fuertemente ondulante (bajo porcentaje), formas anhedrales, redondez angulosa. El segundo tipo se presenta como mozaicos de cuarzo con extinción ondulante, formas anhedrales a subeudrales, redondez ligeramente redondeada. Presenta mayor porcentaje el cuarzo monocristalino.

b) Feldespatos: tienen formas eudrales a subeudrales, con redondez de angulosa a subredondeada, presentan algunas características tales como el maclado de albita-carlsbad, y su crucero, la mayoría tiene un proceso avanzado de calcificación, otros se están alterando a sericita. Al feldespato se le ha clasificado como oligoclasa-andesina.

c) Fragmentos de rocas: son básicamente de dos fuentes una de origen volcánico intermedio extrusivo y otra de origen pelítico de grano fino. El primer tipo presenta un alto contenido de óxidos de Fe., así como minerales tales como feldespatos o presentando un arreglo radial-acicular. El otro tipo presente son de rocas volcánicas (tobas) de grano fino, con una cantidad considerable de minerales arcillosos, estos tipos de fragmentos de rocas son probablemente de lutitas. Existe un proceso de

presión solución dentro de la sección delgada, presentando una dirección caótica.

De manera general la roca tiene un cementante de cuarzo micro y criptocristalino, la calcita actúa como elemento reemplazante de los minerales originales, principalmente de los feldespatos y en segundo orden de la misma matriz de cuarzo cripto y microcristalino.

La hematita se encuentra principalmente concentrada en los fragmentos de rocas volcánicas, en menor porcentaje dispersa en la lámina y como constituyente de la presión solución observada aquí.

La roca tiene tres direcciones de fracturamiento una casi paralela a la estratificación, otra en posición perpendicular a ésta y por último tenemos a una en posición oblicua con respecto a la perpendicular. Este fracturamiento llega a romper algunos cristales como lo son el cuarzo, feldespato y en ocasiones a fragmentos de roca.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice--> silicificación.

(G-14) Toba vítrea de grano fino. Los bioclastos presentes en la lámina se encuentran recristalizados, con formas circulares, no observándose características que permitan clasificarlos.

La hematita se presenta en cantidades considerables principalmente distribuida a lo largo de el fracturamiento, éste

además está asociado a el proceso de presión solución que enmarca a algunos minerales de hematita.

El fracturamiento observado en la lámina tiene una forma muy irregular, algunos de ellos como se mencionó anteriormente, se encuentran bordeados por microestilolitas y hematita, los espesores que presentan estos tienden a ser desde muy finos a gruesos.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> reemplazo de carbonato de calcio por sílice--> silicificación--> autigénesis.

(G-15) Arenisca tobácea. Dentro de los componentes de la lámina existen dos tipos de cuarzo. monocristalino y criptocristalino, predominando en proporción el primero. El cuarzo monocristalino tiene una extinción paralela a muy ligeramente ondulante, el cuarzo policristalino presenta extinción ondulante, sus formas son anedrales y su redondez va de angulosa a subredondeada. La procedencia de ambos cuarzos es de origen volcánico extrusivo.

Los feldespatos han sido clasificados como oligoclasa-andesina, sus formas van de eudrales a subeudrales, en ocasiones se les observa su maclado característico y crucero, la mayoría sufre un reemplazamiento por carbonato de calcio o presentan alteración cloro-sericitica.

Los fragmentos de roca son de dos tipos esencialmente :

a) De origen volcánico extrusivo asociado con minerales de óxidos de Fe, con coloraciones parduzcas, en ocasiones con nicoles

cruzados se observan acomodos aciculares o en posición radial de dichos minerales.

b) El segundo tipo presente es de origen tobáceo de grano fino. Estas presentan minerales arcillosos dentro de la roca.

La hematita está concentrada en su mayor parte con los fragmentos de roca de origen volcánico extrusivo, así como elemento asociado a el proceso de presión solución observado en la roca.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> cementación silicea--> recristalización--> reemplazamiento de carbonato de calcio por matriz vítrea y feldespatos.

(G-16) Micrita fosilífera. Los bioclastos se encuentran mal conservados y recristalizados, las formas que presentan son ovaladas a redondeadas.

La hematita se encuentra distribuida en toda la lámina, estando asociada además al proceso de presión solución observado en la lámina. En ocasiones la hematita tiene formas subeudrales, cúbicas y hexagonales.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación--> reemplazo de carbonato de calcio por sílice.

(G-17) Arenisca conglomerática con influencia volcánica. De manera general los constituyentes se encuentran inmersos dentro de una matriz clorosericitica, los granos presentan pocos contactos entre sí, siendo tangenciales, la roca está mal clasificada por la diversidad de tamaños que presentan los clastos.

a) Los cuarzos son de dos tipos de origen ígneo predominantemente y metamórfico(?). El primer tipo es cuarzo monocristalino éstos presentan una extinción ondulante a recta, formas anhedrales a subeudrales, los posibles metamórficos presentan características similares solo que su extinción es muy marcada (ondulante), este tipo de qz es policristalino.

En cuanto a los tipos de fragmentos de roca se tienen predominantemente a los de origen ígneo extrusivo que se encuentran asociados con minerales de óxidos de fe.

b) Los feldespatos se clasificaron como andesina, algunos conservaron sus características originales como maclado original y crucero. sus formas son eudrales a subeudrales, con un grado de redondez de subredondeado a subangulosos, la mayoría presenta un proceso de alteración clorosericitica y en menor porcentaje una calcificación.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio y minerales arcillosos--> recristalización--> reemplazamiento de carbonato de calcio por la matriz de cuarzo criptocristalino.

(G-18) Micrita fosilífera. Los organismos observados en la lámina presentan características que nos permiten identificarlos, siendo clasificados como radiolarios calcificados, sus formas van de circulares a lenticulares, éstos han sufrido recristalización. La hematita posiblemente es pirita sufriendo un proceso de oxidación, encontrándose dispersa en toda la lámina, y en pocas ocasiones en manchones de forma lenticular.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice.

(G-19) Arenisca tobácea. Se observa un bajo porcentaje de contactos tangenciales o puntuales, los constituyentes de la roca están inmersos en una matriz arcillosa y de cuarzo cripto y microcristalino. Los constituyentes principales tienen las siguientes características:

Cuarzo: se se encuentra en mayor porcentaje como qz monocristalino y un menor porcentaje de cuarzo policristalino, los cristales del primer tipo presentan formas anedrales, con extinción ligeramente ondulante, sus formas son de subangulosas a redondeadas (posible cuarzo sedimentario), determinado en base a superficies sucias y a presencia de algunos sobrecrecimientos de éstos y el policristalino se encuentra en formas subangulosas a subredondeadas, tipo mozaico de cuarzo.

b) Feldespatos: éstos tienen formas subeudrales a eudrales, con características tales como como cruceo y maclamiento (en menor

porcentaje), la mayoría sufre un proceso de remplazamiento por carbonato de calcio, otro bajo porcentaje presenta zoneamiento.

c) Fragmentos de roca: son esencialmente de origen ígneo volcánico extrusivo, asociados con minerales de óxido de fierro.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> Fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> cementación silícea--> recristalización--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice.

(G-20) Toba de grano fino calcificada. Se observan laminaciones principalmente marcadas por minerales de ox. de fe asociados con las estilolitas, dispuestas en posición paralela a la laminación, marcando con ésto una foliación en la roca.

Los bioclastos se encuentran en bajos porcentajes, recristalizados, observándose solo las formas circulares a lenticulares.

El fracturamiento se desarrolló en dos direcciones, la (1a.) tiene una posición perpendicular a la laminación, la segunda que es mucho muy fina, en posición paralela a la microestilolitización. Ambas se encuentran rellenas de carbonato de calcio.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización--> reemplazamiento de carbonato de calcio por la matriz de cuarzo microcristalino--> silicificación--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice.

(G-21) Arenisca volcánicoclástica. Se observa una microlaminación incipiente, sus constituyentes se encuentran flotando en un cementante calcáreo y en otro horizonte de color parduzco se encuentran cenizas volcánicas. Los contactos entre los componentes son de origen puntual y se encuentran en bajo porcentaje.

Se presentan tres horizontes en la lámina bien diferenciados, tanto por el tamaño del grano que presenta cada uno, como por el tipo de cementante y/o matriz.

El tercer horizonte presenta gran abundancia de carbonato de calcio, siendo el mayor tamaño el de sus constituyentes.

El segundo horizonte es un cambio transicional entre la diferencia de clastos y el tipo de cementante, en éste se presenta como cementante cenizas volcánicas.

Por último el primer nivel contiene una cementante netamente de origen volcánico (cenizas), presentando el tamaño de grano más pequeño dentro de la sección.

Los constituyentes en sus tres horizontes presentan características muy similares:

a) Cuarzo: formas anhedrales, extinción ondulante a paralela, sus aristas son angulosas a subangulosas, solo existe cuarzo monocristalino, origen ígneo extrusivo.

b) Feldespatos: presentan formas eudrales a subeudrales, algunos se observan rotos y fragmentados, a la mayoría se les observa sus características típicas de crucero y maclamiento tipo carlsbald. Sus aristas van de angulosas a subredondeadas en ocasiones llegan



a presentar sobrecrecimientos.

c) Fragmentos de roca: son algo escasos, su origen es principalmente ígneo extrusivo.

En la sección sólo se observa una dirección de fracturamiento muy delgada, en posición perpendicular a la laminación, rellena de carbonato de calcio.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> reemplazo de carbonato de calcio por la matriz de cuarzo criptocristalino--> silicificación incipiente.

(G-22) Micrita fosilífera recristalizada. En general en la lámina delgada predomina la micrita existiendo un bajo porcentaje de organismos, los cuales a pesar de estar recristalizados, muestran aún características que permiten identificarlos como radiolarios, sus formas van de circulares a lenticulares.

La hematita se encuentra dispersa y en gran parte formando parte de las microestilolitas, en ocasiones se llega a presentarse en formas lenticulares dispersas en la lámina.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento relleno de carbonato de calcio--> reemplazo de carbonato de calcio por sílice--> recristalización--> silicificación.

(G-23) Micrita. Se tiene una serie de laminaciones muy delgadas de diferente material.

Las laminaciones de coloración más clara se encuentran constituidas por hematita+cuarzo+intraclastos, el segundo horizonte de laminaciones presenta un color más oscuro y están constituidas por micrita+hematita+cuarzo+bioclastos, ambos horizontes se encuentran intercalados entre si; en donde las laminaciones más gruesas se observan en el primer horizonte de los dos descritos anteriormente.

Los bioclastos se observan recristalizados, aunque no se ha marcado tanto éste proceso puesto que se han podido identificar bien los diferentes grupos de organismos, sus formas van de circulares a ovaladas.

Una gran cantidad de óxidos de fierro (hematita) está dispersa en toda la sección delgada, en mayor abundancia en la intercalación de delgadas laminillas.

El cuarzo es de origen terrigeno (en menor proporción), mayor abundancia de cuarzo autigeno producto de un proceso de silicificación.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización de micrita a microesparita--> silicificación--> autigénesis--> reemplazamiento de carbonato de calcio por silice.

(G-24) Micrita fosilifera. La lámina presenta:

a) Bioclastos: los cuales se encuentran recristalizados, conservando algunas características que nos permiten identificarlos, su porcentaje es bajo.

b) La hematita se encuentra en su mayoría, concentrada en un manchón de formas casi circular, cuyo tamaño es considerable, llegándose a observar algunas formas cúbicas posiblemente de pirita ya oxidada.

c) El cuarzo es de origen autógeno, comenzando con esto un proceso de silicificación.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución incipiente--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> silicificación--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice--> autigénesis incipiente--> recristalización.

#### SECCION ORIENTAL

(G-25) Bomicrita con influencia volcánica. Presenta un porcentaje considerable de minerales arcillosos, los cuales adquieren formas lenticulares a boudinadas en posición paralela a la laminación. Este mineral arcilloso está asociado con cuarzo micro y criptocristalino así como con clorita, siendo el resultado de la depositación de cenizas volcánicas.

Dentro de los componentes de la roca se encuentran:

a) Bioclastos: recristalizados, no identificables, bajo porcentaje.

b) Los minerales opacos se asocian generalmente con las microestilolitas que enmarcan más a la laminación, dándole un aspecto de foliación.

Ambiente: Cuenca      Facies: 1      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de

carbonato de calcio--> silicificación--> reemplazo de carbonato de calcio por sílice--> recristalización.

(G-26) Toba de grano medio. Los constituyentes de la roca se encuentran flotando en una matriz vítrea devitrificándose a arcillas y cuarzo micro y criptocristalino. En la lámina hay calcita la cual no se encuentra como cementante sino como agente reemplazador tanto del cuarzo como de los feldespatos.

Los minerales presentes son:

a) Cuarzo: presente en sus dos formas tanto qz mono y policristalino existiendo mayor porcentaje del primer tipo, éste tiene características tales como extinción ligeramente ondulante, formas anedrales, redondez angulosa a subredondeada, algunos presentan indicios de bordes de reacción con superficies sucias y algunas fracturas (sedimentario?), el otro tipo tiene superficies limpias y extinciones ligeramente ondulantes, de origen volcánico extrusivo.

b) Feldespatos: éstos presentan formas anedrales a subeudrales, algunos tienen todavía sus características de maclamiento y crucero, la mayor parte presentan un grado considerable de reemplazamiento por carbonato de calcio y rompimientos en sus cristales, así como sobrecrecimientos.

c) Los fragmentos de roca son escasos predominando los de origen ígneo, con coloraciones parduzcas, con luz paralela y formas subredondeadas a redondeadas, el otro tipo de fragmentos de roca son de origen pelítico de grano fino (lutitas).

La hematita se encuentra dispuesta en horizontes como desarrollos estilolíticos incipientes, se observa un solo fracturamiento

paralelo a estos desarrollos.

Ambiente: Cuenca

Facies: 1

Formación: Las Trancas

Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio y minerales arcillosos--> cementación silícea--> recristalización--> reemplazo de carbonato de calcio por sílice.

(G-27) Toba de grano fino. En la sección delgada existen horizontes arcillosos paralelos a la laminación, la constitución de la roca en si no permite hacer una descripción más detallada de cada uno de sus elementos, pues se observa como una masa homogénea.

Los óxidos de Fe se encuentran dispersos, encontrándose su mayor porcentaje asociado con los desarrollos estilolíticos.

Ambiente: Cuenca                      Facies: 1                      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> presión solución--> recristalización--> reemplazo de carbonato de calcio por silice.

(G-28) Micrita. En la sección se observan dos horizontes marcados por un cambio poco transicional de:

a) Un horizonte gris oscuro, constituido de micrita y microesparita, con delgadas laminaciones de minerales opacos que enmarcan más la laminación de la roca (foliación?).

Los bioclastos se encuentran recristalizados y deformados. Existe un proceso de silicificación que dió origen al desarrollo de cuarzo autigeno

El horizonte b es el más grueso, constituido por micrita principalmente y cuarzo autigeno , los organismos recristalizados decrementaron considerablemente.

Ambiente: Cuenca                      Facies: 1                      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización de micrita a

microesparita--> silicificación.

(G-29) Toba (?). La sección delgada está constituida por alto porcentaje de limolita, hematita y materia orgánica que enmarcan a la foliación de la roca, dándole una coloración más oscura. Los elementos que predominan en esta sección son los minerales opacos y la microesparita, posiblemente producto de reemplazamiento.

Ambiente: Cuenca                      Facies: 1                      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> presión solución--> recristalización de micrita a microestilolitas--> silicificación--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice.

(G-30) Biomicrita. Se observa a los organismos recristalizados, de formas esféricas a lenticulares.

En ésta existe bajo porcentaje de cuarzo (autígeno), y desarrollo microestilolítico incipiente. Se observa un porcentaje considerable de minerales de ox. de fe, éstas tienen coloraciones oscuras y una relación paralela de acuerdo a la laminación.

Ambiente: Cuenca                      Facies: 1                      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> silicificación--> remplazo de carbonato de calcio por sílice--> recristalización de micrita a microesparita.

(G-31) Arenisca volcánicoclástica de grano grueso a conglomerático. Los constituyentes se encuentran flotando en una matriz vítrea devitrificándose a minerales arcillosos y cuarzo cripto y microcristalino.

Las características de sus componentes son:

Cuarzo: se presenta cuarzo mono y policristalino ambos tienen extinción ligeramente ondulante, formas anedrales, redondez angulosa a subangulosa origen volcánico extrusivo.

Feldespatos: Se presentan en formas subeudrales a eudrales en ocasiones presentan su macla característica, pero la mayoría se encuentra en un proceso avanzado de reemplazamiento por carbonato de calcio, redondez subangulosa, extinción paralela y superficies sucias.

Fragmentos de roca: generalmente se presentan como qz policristalinos con extinción ondulante (origen ígneo extrusivo).

Ambiente: Cuenca                      Facies: 1                      Formación: Las Trancas

Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio y sílice--> presión solución--> recristalización--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice--> silicificación--> autigénesis.

(G-32) Micrita. Se observa un intenso fracturamiento con un gran desarrollo microestilolítico que enmarcan muy bien la laminación de la roca (foliación), en ocasiones éstas microstilolitas presentan formas asalchichonadas.

Los bioclastos se encuentran muy mal preservados, lo cual impide su clasificación.



Ambiente: Cuenca                      Facies: 1                      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de  
carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación-->  
reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice.

(G-33) Micrita. Se presenta una laminación enmarcada por un desarrollo microestilolítico (foliación), en donde además se observan formas asalchichonadas por un posible efecto tectónico (bajo metamorfismo).

Los bioclastos se encuentran recristalizados lo que nos impide identificarlos.

Ambiente: Cuenca somera              Facies: 2                      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento relleno de  
carbonato de calcio--> presión solución--> recristalización-->  
silicificación.

(G-34) Toba vítrea de grano fino a medio. La lámina en forma general presenta algunos cristales

flotando dentro de la matriz de cuarzo cripto y microcristalino y arcillas, las características de éstos son las siguientes:

Cuarzo: se presenta en sus dos tipos mono y policristalino éste último en menor porcentaje. Los monocristalinos presentan extinción ligeramente ondulante, sus formas son anedrales con grado de redondez de anguloso a subredondeado. Algunos cuarzo parecen ser de origen metamórfico porque presentan una extinción ondulante marcada. El policristalino tiene aspecto de cuarzo

microcristalino.

Feldespatos: bajo porcentaje presenta sus características de maclado y crucero, extinción paralela. Ambos minerales descritos anteriormente se les atribuye un origen ígneo extrusivo.

Fragmentos de roca son mínimos en esta sección se presentan como cuarzos microcristalinos,

La hematita se encuentra dispersa en toda la sección, principalmente como uno de los constituyentes principales de las líneas estilolíticas.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de sílice--> presión solución--> recristalización.

(G-35) Micrita fosilífera. Los bioclastos se encuentran muy recristalizados lo cual impide identificarlos, de manera general la sección presenta laminaciones de horizontes arcillosos intercalados con microesparita.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización de micrita a microesparita--> silicificación--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice.

(G-36) Arenisca tobácea. Los constituyentes de la lámina no presentan contactos bien definidos de tal forma que en raras ocasiones se llegan a observar contactos puntuales, pues el grado de alteración que tienen sus constituyentes no permiten observar bien el empaque original que presenta la roca. Existe desarrollo estilolítico. Los tamaños de los constituyentes son considerables, sus características son las siguientes:

cuarzo: cristales monocristalinos, con extinción ligeramente ondulante, formas subeudrales a anhedrales, grado de redondeamiento subanguloso a subredondeado, origen ígneo extrusivo.

Feldespatos: sus formas van de eudrales a subeudrales, grado de redondez de anguloso a subredondeado, su extinción es paralela, éstos presentan su maclamiento y crucero típico (en una dirección) en bajo porcentaje, mientras que la mayoría presenta un proceso de calcificación, otros en menor proporción esta siendo alterados a sericita.

Los fragmentos de roca son de origen ígneo extrusivo, se presentan como cuarzos policristalinos.

Existe calcita como solución posterior que no actúa como cementante, sino como agente reemplazador, teniendo un desarrollo de fracturamiento caótico.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización--> Sericitización--> reemplazamiento de carbonato de calcio por matriz de cuarzo criptocristalino.

(G-37) Micrita recristalizada. Existen fantasmas de posibles radiolarios, éstos se encuentran muy recristalizados. Hay un horizonte grueso de minerales de ox. de Hierro, el cual está dispuesto en forma paralela a la laminación, también se tiene cuarzo autigeno en proceso de reemplazo por carbonato de calcio.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación--> reemplazo de carbonato de calcio por silice.

(G-38) Toba de grano fino. La lámina tiene una gran cantidad de minerales arcillosos cuyo origen es la devitrificación de el vidrio, que actúa como matriz, los componentes en general tienen una alteración avanzada (posible clorosericitización), se observan feldespatos con inicio de alteración y otros con un porcentaje avanzado.

El cuarzo es muy anguloso con extinción paralela, la redondez que presenta es de angulosa a subangulosa.

Los minerales de ox. de Fe generalmente se presentan dispersos en toda la lámina, en menor porcentaje se llega a presentar en delgados horizontes.

Existen algunos fragmentos de roca que se encuentran asociados con hematita , éstos presentan formas subredondeadas y se les considera de un origen volcánico extrusivo.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión      solución-->      recristalización-->

clorotización.

(G-39) Biomicrita. Se observa intercalación de material arcilloso, carbonato de calcio y sílice (cuarzo). Los bioclastos presentes están recristalizados.

Se tiene una laminación marcada principalmente por líneas estilolíticas lo que da lugar a una foliación.

El fracturamiento presente en la lámina es muy intenso, sólo se tienen dos direcciones de fracturamiento rellenos de carbonato de calcio.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación--> reemplazo de carbonato de calcio por sílice.

(G-40) Micrita. Existen dos horizontes, el de mayor espesor es un horizonte microesparítico, tiene una foliación marcada por el proceso de presión solución desarrollado paralelamente a la laminación. Las formas regulares posiblemente sean fantasmas de bioclastos, éstos se encuentran muy recristalizados y mal conservados. El segundo horizonte es mucho menor en espesor presenta material limolítico, dando lugar a formas lenticulares, el contacto de éstos dos horizontes se encuentra muy marcado por un desarrollo microestilolítico.

El fracturamiento tiende a ser de delgado a mediano todo relleno de sílice, hay tres direcciones.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas

Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación--> reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice.

(G-41) Micrita recristalizada. La sección delgada presenta una foliación marcada por el proceso de presión solución que enmarca a la laminación ya existente, ésta tiene algunos manchones arcillosos de forma irregular que no están afectados por ese proceso de presión solución se observan algunos minerales de ox. de Fe dispersos en la lámina.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización de micrita a microsparita--> silicificación--> reemplazo de carbonato de calcio por sílice.

(G-42) Toba de grano fino. Roca que está sufriendo un proceso de calcificación.

La lámina presenta fragmentos de cuarzo, los cuales empiezan a ser reemplazados por carbonato de calcio, otros ya lo han sido totalmente. Se observa una ligera laminación u orientación de los cristales. Los minerales opacos presentes en la lámina constituyen una serie de bandas muy delgadas y de dimensiones pequeñas que enmarcan aún más a la laminación.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización--> reemplazamiento de

carbonato de calcio por sílice.

(G-43) Micrita fosilífera. Los organismos contenidos en la lámina son de diferentes tamaños, se encuentran muy recristalizados.

Existen dos procesos de presión solución paralelos entre sí, uno que no corta a las direcciones de fracturamiento (1a.) y otro posterior a éste que lo corta e incluso que lo desplaza, algunos fracturamientos principalmente el de la tercera dirección se presenta en forma zigzagueante que tal vez nos indique esfuerzos de cizalla, la muestra presenta comienzos de silicificación.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno por carbonato de calcio--> presión solución--> recristalización--> silicificación--> reemplazo de carbonato de calcio por sílice.

(G-44) Micrita recristalizada. Existen algunos fantasmas de bioclastos de formas esféricas, se observan horizontes que tienden a ser espáticos, se tiene también cuarzo autígeno que probablemente fué producto de una silicificación dentro de la lámina.

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Presión solución--> fracturamiento y relleno de carbonato de calcio--> recristalización--> silicificación--> reemplazo de carbonato de calcio por sílice.

(G-45) Arenisca tobácea. Presenta una mala clasificación, tamaño de grano grueso a mediano, los contactos entre las partículas son del tipo cóncavo convexo y alargados.

Descripción de los elementos observables:

a) Cuarzo: existen dos tipos de cuarzo monocristalino y policristalino, en éste caso predomina en porcentaje el primer tipo, con extinción recta a ligeramente ondulante, sus formas son anhedrales, redondez angulosa a subangulosa.

b) Feldespatos: estos presentan formas angulosas a subredondeadas, extinción recta, en muy pocos casos se observa maclamiento tipo carlsbald, otro porcentaje menor se encuentra en un grado avanzado de alteración a sericita y otro mayor presenta un proceso de calcificación.

c) Fragmentos de roca: existen dos tipos dentro de esta sección, fragmentos de roca ígneo extrusivo de formas angulosas asociados con óxidos de hierro. El segundo tipo de fragmentos de roca son tobáceos, de grano fino. Estos se lograron detectar en base a el contenido de minerales arcillosos que presentan .

Ambiente: Cuenca somera      Facies: 2      Formación: Las Trancas  
Paragénesis: Fracturamiento y relleno de carbonato de calcio y Si--> Recristalización (devitrificación)--> Reemplazamiento de carbonato de calcio por sílice.