

0195

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO GEOLOGICO DEL AREA DE
TIXTLA-MOCHITLAN-ACAHUIZOTLA
ESTADO DE GUERRERO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO GEOLOGO

PRESENTA

FRANCISCO VALDEZ MENDOZA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

ESTUDIO GEOLOGICO DEL AREA DE
TEXTILA MOCHILAS Y AGUILONA
ESTADO DE GUERRERO

TRABAJO PROFESIONAL

FRANCISCO VALDEZ MENDOZA

Mexico D.F.

1965

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FAACULTAD DE INGENIERIA
Dirección
Núm. 73-
Exp. Núm. 73-

Al Presente señor Francisco VALDEZ BENDOZA
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa,
se es grato transcribir a usted a continuación el tema que aproba-
do por esta Dirección propuso el señor profesor Ingeniero Guillermo
P. Salas, para que lo desarrolle como tesis en su examen profesio-
nal de Ingeniero GEOLOGO.

ESTUDIO GEOLOGICO DEL AREA DE TIXELA-MOCHITLAN-ACAHUIZOTLA-
ESERCO DE GUERRERO

"La tesis debe comprender los capi-

tulos siguientes:

I.- RESUMEN

II.- INTRODUCCION

Localización y extensión del área
Vías de comunicación
Finalidad del presente estudio
Método de trabajo
Estudios previos
Poblaciones y actividades económicas
Agradecimientos

III.- FISIOGRAFIA

Relaciones del área con las Provincias Fisiográficas
Mexicanas
Rasgos geomórficos
Clima.
Vegetación.
Drenaje.

IV.- ROCAS SEDIMENTARIAS, VOLCANICAS Y METAMORFICAS

V.- ROCAS INTRUSIVAS

VI.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

VII.- GEOLOGIA HISTORICA

VIII.- GEOLOGIA ECONOMICA

IX.- BIBLIOGRAFIA CITADA."

[Firma manuscrita]



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

Muy atentamente,

"POR EL RAZA HABLAR EL ESPIRITU"
México, D.F. 3 de Agosto de 1965.
EL DIRECTOR

Ing. Antonio Dovalí Jaime

Ing. Dovalí Jaime

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	4
Localización y extensión del área	4
Vías de comunicación	4
Finalidad del presente estudio	6
Método de trabajo	6
Estudios previos	9
Poblaciones y actividades económicas	11
Agradecimientos	12
FISIOGRAFIA	14
Relaciones del área con las Provincias Fisiográficas Mexicanas	14
Rasgos geomórficos	14
Clima	15
Vegetación	17
Drenaje	19
ROCAS SEDIMENTARIAS, VOLCANICAS Y METAMORFICAS	20
Formación Consuelo	20
Formación Acahuizotla	28
Formación Morelos	32
Formación Mexcala	38
Formación Balsas	40
Formación Agua de Obispo	55
Formación Chilpancingo	58
Aluvión	60
ROCAS INTRUSIVAS	61
Granito	61
Diorita	63
GEOLOGIA ESTRUCTURAL	64
GEOLOGIA HISTORICA	66
GEOLOGIA ECONOMICA	69
BIBLIOGRAFIA CITADA	71

I L U S T R A C I O N E S

FIGURAS

1.- Mapa de localización del área estudiada con relación al Estado de Guerrero.	Entre Pág. 4 y 5
2.- Mapa de localización del área estudiada y acceso desde la Ciudad de México	4 y 5
3.- Mapa que muestra las relaciones del área estudiada con las Provincias Fisiográficas del Centro y Sur de México	14 y 15
4.- Cuadro de correlación estratigráfica	27 y 28
5.- Columna estratigráfica generalizada del área estudiada	27 y 28

FOTOGRAFIAS

1.- Vegetación xerófila formada por agaves - en terrenos calizos de la Formación Morelos	18 y 19
2.- Vegetación xerófila en la que participan organos sencillos.	" "
3.- Brecha intraformacional, compuesta por fragmentos calcáreos y de pedernal, en la cima del cerro Santa Rosa	34 y 35
4.- Dolinas rellenas por aluvión	" "
5.- Panorámica de la Laguna de Tixtla	36 y 37
6.- Cauce profundo labrado en la Formación Morelos	" "
7.- Capas calcareníticas de la Formación -- Mexcala en la carretera de Tixtla-Chilapa	43 y 44
8.- Estratos verticales de la Formación Mexcala en el sureste del Valle de Soconán	" "

LAMINA

Plano geológico del área de Tixtla-Mochitlán-Acahizotla, Edo. de Guerrero.	En sobre.
--	-----------

I.- R E S U M E N .

El área cubierta por el presente trabajo es de 482 km²- aproximadamente y se localiza en la parte centromeridional del -- Estado de Guerrero, entre los paralelos 17° 20' 00" y 17° 36' 58" de latitud septentrional y entre el meridiano 99° 20' de longitud occidental y el trazo actual de la carretera México-Acapulco.

La altura del terreno varía desde 860 m.s.n.m., en Te - pechicotlán, hasta 2,400 m.s.n.m. en los cerros al norte de Chi - milcotitlán. El promedio anual de precipitación pluvial oscila -- entre 820.7 mm en Chilpancingo y 1,373.6 mm en Palo Blanco; la -- temperatura promedio anual es de 21.5°C y 22.0°C., en las estacio - nes termopluviométricas de estas dos localidades, respectivamente.

El área se encuentra situada en la subprovincia fisio - gráfica de la Vertiente Meridional, de la provincia fisiográfica - de la Sierra Madre del Sur. El agua superficial drena hacia el -- sur y hacia el oriente. En la parte centrorienta son abundantes - los rasgos kársticos, tales como dolinas, polyes, karrens y la - - - pies, y en la parte suroccidental ha sido excavado un río subterrá - neo.

Las rocas que afloran en el área varían en edad desde - el Triásico hasta el Reciente y están representadas por las For - maciones siguientes: Consuelo, Acahuizotla, Morelos, Mexcala, Ba - - - sas, Agua de Obispo, Chilpancingo y Aluviones.

La Formación Consuelo está constituida por rocas cuya edad probable es Triásico Superior - Jurásico Medio (Karniano y Bajociano Medio). Son las rocas más antiguas que afloran en el área y consisten de unos 800 m de conglomerado de cuarzo, arenisca, limolita, filita, esquisto, pizarra y cuarcita.

La Formación Acahuizotla, del Aptiano, descansa discordantemente sobre la Formación Consuelo y está constituida por caliza arcillosa y limolita calcárea, de 150 m de espesor. Esta formación subyace concordantemente a la Morelos y parece ser la base de ésta o puede considerársele como una facies de ella.

La Formación Morelos, de edad Albiano Medio a Cenomaniano Temprano, consta de una sucesión de unos 600 m de caliza y dolomía interestratificadas, que en algunos lugares contienen capas de yeso y anhidrita en su parte basal.

La Formación Mexcala sobreyace a la Formación Morelos en discordancia erosional y está constituida en su base por capas delgadas de caliza y margas que pueden corresponder a una facies de la Formación Cuautla; en la parte media aparecen interestratificadas arenisca, limolita y lutita y en la parte superior lentes de conglomerado fino. La edad de la Formación Mexcala en su base fluctúa del Turoniano al Coniaciano y en su cima no excede al Santoniano. En esta área tiene un espesor de unos 300 m.

La Formación Balsas, de edad Eoceno Tardío al Oligoceno Temprano, está representada en el área por una potente sucesión - de 1,200 m y consta de tres facies: conglomerática, areno-limolítica y tobácea. Se encuentra en discordancias erosional y angular sobre las Formaciones Morelos y Mexcala.

La Formación Agua de Obispo es una unidad volcánica de composición latítica-andesítica que sobreyace discordantemente a la Formación Balsas; su edad varía de fines del Oligoceno al Mioceno Tardío. Su espesor es de 300 m aproximadamente.

La Formación Chilpancingo, de edad pliocénica, está formada por conglomerado, arenisca, limolita, arcilla y abanicos aluviales, con espesor de 200 m yaciendo discordantemente sobre las Formaciones Morelos, Balsas y Agua de Obispo.

Los aluviones del Pleistoceno y del Holoceno pueden encontrarse depositados sobre cualquier formación e incluyen grava, limo, caliche y suelo residual.

Las rocas intrusivas que afloran dentro del área son -- granito y diorita. La edad probable de la primera es del inicio - del Cretácico Tardío y la de la segunda del Oligoceno Tardío.

Los rasgos estructurales principales son los plegamientos y las fallas en las rocas cretácicas, que fueron más intensos en la Formación Mexcala y de mayor magnitud en la Formación Morelos.

II.- INTRODUCCION

LOCALIZACION Y EXTENSION DEL AREA

El área a la que se refiere el presente estudio se encuentra en la parte centromeridional del Estado de Guerrero - - - (fig. 1). Queda comprendida dentro de los paralelos $17^{\circ} 36' 58''$ y $17^{\circ} 20'$ de latitud norte, que forman los límites septentrional y meridional, respectivamente; el arco del meridiano $99^{\circ} 20'$ de longitud occidental que subtiende a dichos paralelos, la limita al oriente; finalmente, el límite occidental está determinado por el trazo actual de la carretera México-Acapulco, en el tramo comprendido entre los kilómetros 266 y 305 (lám. 1).

La anchura máxima del área se encuentra en el extremo septentrional y es de 20 km; la anchura mínima, pocos metros adelante del km 283 de la carretera citada, es de 13 km. La longitud es de 30 km aproximadamente. Se trata, por lo tanto, de una área irregular de unos 482 km^2 de extensión.

VIAS DE COMUNICACION.

El acceso a la región se logra por medio de la carretera federal N° 95, que pasando por la Ciudad de Taxco Guerrero, -- une a la Ciudad de México con el Puerto de Acapulco Guerrero, o -

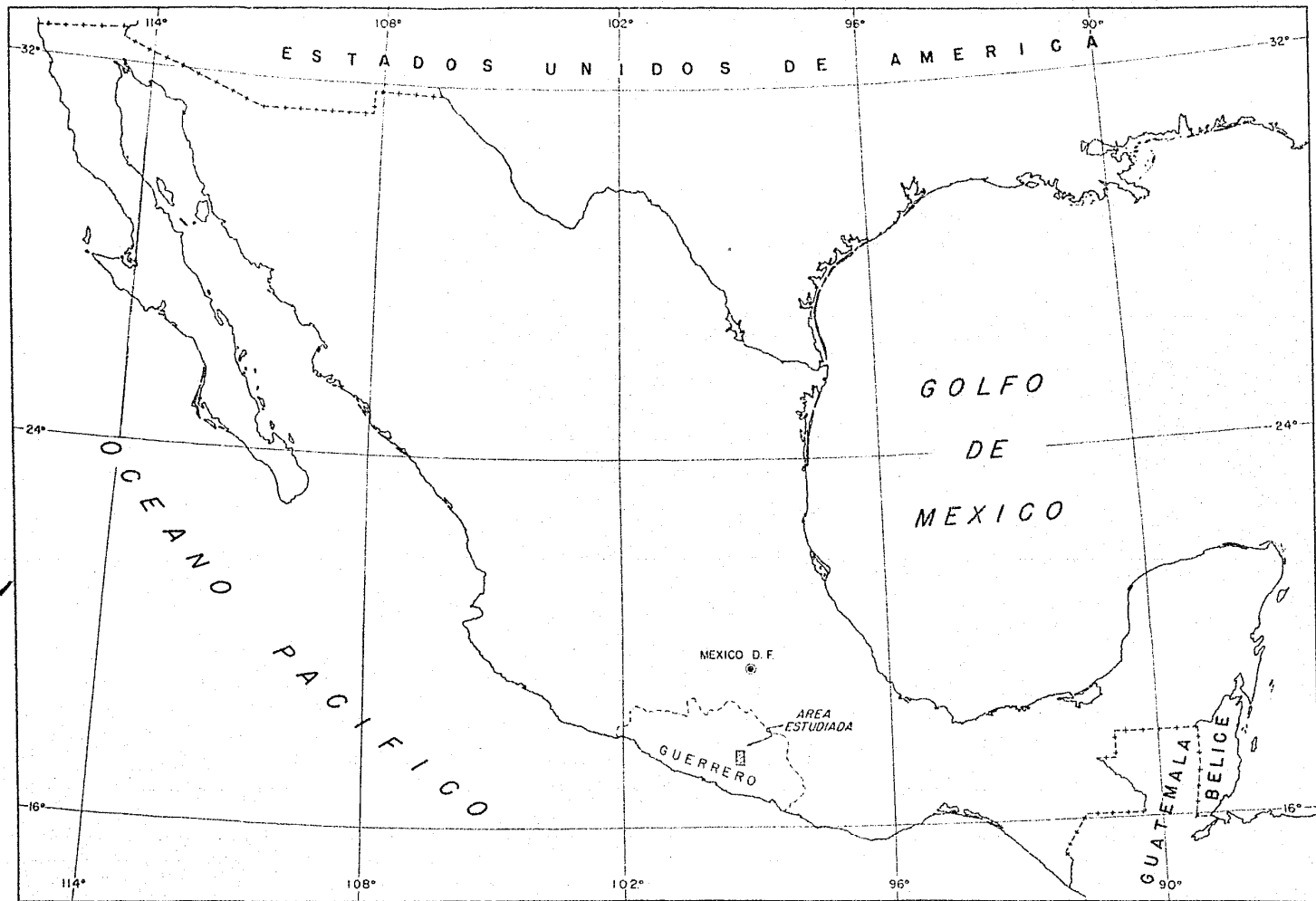


FIG. 1. MAPA DE LOCALIZACION DEL AREA ESTUDIADA CON RELACION AL ESTADO DE GUERRERO.

bien, se puede utilizar la carretera de cuota de México a Iguala, donde continúa como camino libre hacia Chilpancingo, Capital del Estado de Guerrero, hasta el mencionado Puerto de Acapulco (fig.2)

Dos carreteras de terracería transitables todo el tiempo atraviesan el área cartografiada de Oeste a Este; una comienza en Chilpancingo y conduce a Tixtla, Chilapa y Tlapa; se trata de una carretera de trazo nuevo, recién concluida; su trazo anterior aún es transitable. La otra carretera se inicia en el poblado de Petaquillas y une a éste con la Ex-Hacienda de Tepechicotlán y el pueblo de Mochitlán, poblaciones dentro del área de estudio y continúa hacia Quechultenango.

Existen, además, seis pequeñas brechas:

- 1.- Sur de Tixtla-extremo meridional del Valle de Tixtla
- 2.- Petaquillas - Cerro de la Tecomaca
- 3.- Km 285.5 carretera México Acapulco-Cerro Santa Rosa, transitable sólo con vehículos de doble tracción
- 4.- km 286.4 carretera México Acapulco-Rancho El Sabino
- 5.- Sureste del poblado de Mazatlán - Chacotia.
- 6.- Sureste del poblado de Mazatlán - Ranchería El Salado.

La Ciudad de Chilpancingo cuenta con una pequeña pista de aterrizaje cercana a la carretera, localizada al poniente de ésta, entre el km 268 y el 269.3 aproximadamente.

El resto del área puede ser visitado solamente a pie o a caballo, como únicos medios de locomoción.

FINALIDAD DEL PRESENTE ESTUDIO

Una de las principales tareas del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México es la elaboración de mapas geológicos que correspondan al fraccionamiento de las hojas a escala de 1:100,000 confeccionadas por el Departamento Cartográfico Militar de la Secretaría de la Defensa Nacional, para integrar la Carta Geográfica de la República Mexicana y que servirán de base para elaboración de la Carta Geológica de México; dichas hojas cubren un área de 30' de latitud por 40' de longitud. Con esta finalidad, el Instituto da facilidades a los pasantes de la carrera de Ingeniero Geólogo para efectuar reconocimientos geológicos en áreas seleccionadas adecuadamente, que sirvan simultáneamente para la elaboración de sus tesis profesionales.

El presente trabajo fué asignado al autor por la Dirección del Instituto de Geología y comprende el ángulo suroriental de la Hoja Chilpancingo y el nororiental de la Hoja Tierra Colorada.

METODO DE TRABAJO.

Para el desarrollo del presente estudio se contó con --

85 fotografías aéreas verticales de contacto de escala aproximada 1:30,000, distribuidas en seis líneas de vuelo orientadas sensiblemente de sur a norte, y con once mosaicos aerofotográficos no-controlados de escala aproximada 1:20,000, proporcionados por Petróleos Mexicanos (Vuelo 1944, Compañía Mexicana Aerofoto).

Previamente al trabajo de campo se elaboró un mapa base planimétrico a escala de 1:25,000, partiendo de las fotografías aéreas y marcando tentativamente datos geológicos y geográficos, que posteriormente fueron confirmados o modificados en el terreno, o se agregaron otros. La restitución planimétrica se hizo por medio de un triangulador mecánico de reglillas metálicas, enlazando las fotografías y seleccionando como puntos de control las localidades que fueron fácilmente identificables, tanto en las fotografías aéreas como en las respectivas Hojas Chilpancingo y Tierra Colorada, de donde se tomaron las coordenadas geográficas. Posteriormente, empleando un copiador virtual (sketchmaster), los datos anotados en las fotografías fueron transportados al papel en el que previamente se había construido la cuadrícula de coordenadas geográficas, quedando concluido el mapa base. Por inspección ocular, fueron transcritos a los mosaicos los datos obtenidos para tener una visión de conjunto de la geología regional, muy útiles en la programación del trabajo de campo.

En vista de que el límite occidental del área es muy -- irregular, por estar determinado por el trazo actual de la carretera México-Acapulco, se calculó la superficie estudiada recortando un ejemplar del plano siguiendo los bordes de todos los límites, así como un cuadrado de 10 cm de lado de uno de los recortes del papel del mismo mapa, se pesaron ambos en una balanza de precisión y se estableció así una proporción para el cálculo del -- área. El problema se planteó de la manera siguiente:

Peso del cuadrado	: 0.8685 gr	
Peso del mapa entero	: 67.01 gr	datos
Area representada por el cuadrado a escala 1:25,000	: 6.25 km ²	
Area representada por el mapa entero	: X	incógnita.

$$0.8685 - 6.25$$

$$67.01 - X \frac{X}{0.8685} = \frac{67.01 \times 6.25}{0.8685} = \frac{418.8125}{0.8685} = 482.2$$

$$X = 482.2 \text{ km}^2$$

En los trabajos de campo se emplearon 65 días efectivos, repartidos en períodos intermitentes que se iniciaron el 29 de febrero de 1964 y concluyeron el 7 de febrero de 1965, los cuales -- se alternaron con trabajos de gabinete. La escasez de caminos para vehículos, aún para los de doble tracción, sobre todo en la mi

tad austral del área, hace lento el desarrollo del trabajo.

Durante la estancia en el campo se colectaron muestras representativas de los diferentes caracteres litológicos de las formaciones aflorantes; de tales muestras se hicieron secciones delgadas para efectuar su estudio petrográfico. Una vez terminado lo anterior se compilaron todos los datos existentes, se redujo el plano definitivo a la escala de 1:50 000, por procedimiento fotográfico, y se preparó la redacción del texto descriptivo.

ESTUDIOS PREVIOS.

Aunque en forma muy general, diversas partes del área cartografiada fueron estudiadas con anterioridad por varios autores. Ordenados cronológicamente, se citan los siguientes:

Ordóñez y Böse (1899) hicieron algunas investigaciones relativas a la geología del Valle de Chilpancingo.

Jenny (1933), con el fin de investigar las posibilidades de existencia de hidrocarburos económicamente explotables en la parte centroseptentrional del Estado de Guerrero, incluyó una pequeña porción de la presente área a lo largo de la antigua carretera México-Acapulco, -- presentando un mapa a escala de 1:200 000 sin detalle; -- Müllerried (1943) hizo observaciones geológicas entre Chilpancingo y los alrededores de Tixtla; sus conclusio

nes acerca de las edades de los estratos no son aplicables actualmente.

Guzmán (1950) efectuó un estudio regional que en esta área comprende la parte septentrional hasta la latitud del poblado de Mazatlán; el plano, a escala de 1:400 000, es muy generalizado, y agrupa a las rocas terciarias en una sola unidad litoestratigráfica.

Bohnenberger (1955) hizo un bosquejo geológico de una franja de 400 m de anchura aproximadamente a ambos lados de la carretera entre Iguala y Chilpancingo; este trabajo fué utilizado por Fries para cubrir el itinerario entre ambas poblaciones en el libreto-guía de las Excursiones A-9 y C12 de la XX Sesión del Congreso Geológico Internacional.

De Cserna (1956), con motivo de este congreso, realizó un reconocimiento geológico de otra franja de anchura variable, pero aproximadamente igual a la anterior, a lo largo de la carretera entre Chilpancingo y Acapulco, para completar el itinerario de las excursiones mencionadas anteriormente.

Las bases stratigráficas y estructurales del área estudiada fueron establecidas, para las Formaciones Consuelo, Ahuizotla, Agua de Obispo y Chilpancingo, por De Cserna (1956) y,

para las restantes formaciones, por Fries (1960), en un amplio estudio que realizó en una extensa zona al norte del área.

POBLACIONES Y ACTIVIDADES ECONOMICAS.

La población más importante del área es Chilpancingo, Capital del Estado de Guerrero; según el último censo (1960), esta ciudad contaba con 25 192 habitantes. Le siguen en importancia la ciudad de Tixtla, con unos 20 000 habitantes y las poblaciones de Mochitlán, Mazatlán, Petaquillas, Acahuizotla, Tepechicotlán y Palo Blanco, así como las rancherías (que en la región denominan "cuadrillas") de Cuaxtlahuacán, El Salado, San Juan Omeapa, Zaca-zanapa, Chacotla y Tlacotitlanapa.

Los habitantes de la región estudiada se dedican principalmente a la agricultura, la ganadería y el comercio. Las dos primeras actividades mencionadas las desarrollan rudimentariamente, en pequeña escala, debido primordialmente a que la topografía es abrupta y, por lo tanto, las áreas cultivables y las adecuadas para apacentar el ganado son escasas y reducidas. En el área no existen fuentes de agua permanentes en las cercanías de las áreas de cultivo, ni obras de irrigación excepto en el extremo meridional del pueblo de Mochitlán (donde se siembra caña de azúcar y se beneficia en un rudimentario trapiche), en Tepechicotlán, en una ladera de un cerro al sur de Cuaxtlahuacán y en el Valle de Miztalcíngo, lugares donde se aprovecha una corriente de reducido -

gasto para irrigar pequeñas áreas. En el Valle de Tixtla es aprovechada la humedad que deja al retirarse el agua de una laguna -- que se forma durante la época de lluvias y drena subterráneamente a través de dos sumideros localizados al sureste de dicho valle, - cultivando cereales, legumbres y hortalizas.

En cuanto a la ganadería, se crían los ganados bovino, - equino y porcino; la avicultura se practica a escala moderada. En Petaquillas y Tixtla existen sendas destilerías que explotan la - planta de agave para producir mezcal, aprovechando las especies - que espontáneamente se desarrollan en los cerros. En las cercanías de San Roque, cerca del límite austral del área, se practican incisiones a los árboles de ocote para obtener trementina, que después se transporta en bestias de carga hasta Acahuizotla, de donde a su vez es trasladada a plantas refinadoras para su beneficio.

Por lo que respecta a la minería, no se tienen noticias de que hayan existido explotaciones dentro del perímetro del área.

AGRADECIMIENTOS

El sustentante desea expresar su reconocimiento al Ing. Guillermo P. Salas, Director del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, quien fungió como Director de esta tesis y auspició parcialmente los gastos que de ella derivaron; al Dr. Carl Fries, Jr. (q.e.p.d.), quien había sido designa

do en principio para dirigir este estudio, revisó todos los trabajos de la elaboración del mapa hasta antes de enviarse al Departamento de Dibujo para su trazo definitivo, incluso las secciones geológicas; durante tres días acompañó al autor en los trabajos de campo e impartió valiosos consejos sobre el terreno; a los -- Ings. Santiago Hernández Sánchez Mejorada y Carlos Castillo Tejero, por su colaboración en la revisión técnica y gramatical del texto descriptivo; el Ing. Jerjes Pantoja Alor, se encargó de revisar la columna geológica que aparece en el plano (lámina 1); -- el Ing. Armando G. Quezadas F., ayudó al examen microscópico de las secciones delgadas de las muestras para su clasificación petrográfica; el Ing. Néstor Olea Gomezcaña, hizo un estudio similar al presente bajo el mismo programa en un área limítrofe al norte y con él se discutieron algunos problemas geológicos comunes; la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos facilitó las fotos y los mosaicos aéreos; a la Dirección de Geología de la Secretaría de Recursos Hidráulicos por haber dado toda clase de facilidades para la conclusión de esta tesis; los señores Víctor Bravo, José L. Ramírez y Luis Burgos elaboraron los dibujos finales de los planos y diagramas; la señora María del Carmen -- González Allende transcribió a máquina varias versiones del manuscrito; finalmente, a todo el personal que de una u otra manera hicieron su aportación en este estudio.

III.- FISIOGRAFIA.

RELACIONES DEL AREA CON LAS PROVINCIAS FISIOGRAFICAS MEXICANAS.

Se han hecho estudios por diversos autores, del aspecto fisiográfico de la República Mexicana. Entre ellos se destacan -- los realizados por Ordóñez (1946), Raisz (1959) y Alvarez (1961).

Según la clasificación ideada por Raisz, el área cartografiada se encuentra precisamente coincidiendo con el límite boreal de la subprovincia fisiográfica denominada Vertiente Meridional y se extiende hacia el sur dentro de ésta, que junto con las subprovincias Cuenca del Balsas-Mexcala, Vertiente Septentrional, Altiplanicie Oaxaqueña y Planicie Costera, integran la provincia llamada Sierra Madre del Sur (véase fig. 3).

La Vertiente Meridional es burdamente vermiforme y está dirigida de oeste-noroeste a este-sureste. Tiene una longitud aproximada de mil kilómetros y una anchura de unos 100 kilómetros en la parte que comprende la región estudiada.

RASGOS GEOMORFICOS.

Hay una notable diferencia entre las características -- morfológicas de las formaciones pre y postcretácicas.

La mayor parte de la mitad septentrional del área se --



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE
MEXICO

SECRETARIA GENERAL
DIRECCION GENERAL DE
SERVICIOS ESCOLARES
OF. DE EXAM. PROF. Y DE
GRADOS NUM. 11

C I R C U L A R

Nombre de la Tesis:

Por la presente comunico a ustedes que el día
de _____, tendrá lugar en _____

el examen profesional de
de _____
con el siguiente jurado:

PRESIDENTE _____

PRIMER VOCAL: _____

SEGUNDO VOCAL: _____

TERCER VOCAL: _____

SECRETARIO: _____

SUPLENTE: _____

SUPLENTE: _____

RECIBI COPIA DEL CITATORIO

Firma del Encargado de la Escuela

día mes año

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, a _____
EL DIRECTOR GENERAL

JEFE DE LA OFICINA DE
EXAMENES PROFESIONALES

c. c. p. el C. Director
c. c. p.
c. c. p.
c. c. p.

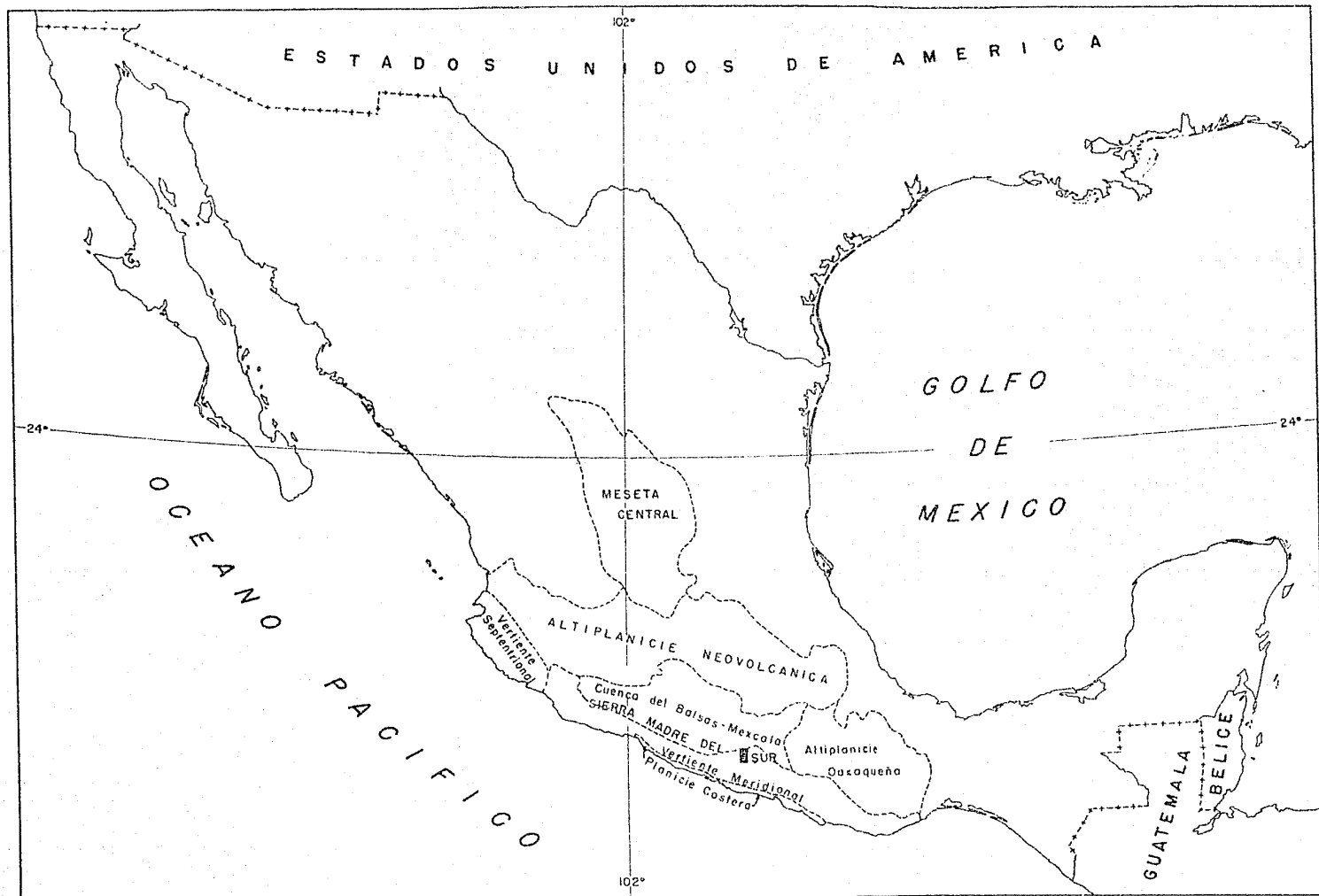


FIG. 3.-MAPA QUE MUESTRA LAS RELACIONES DEL AREA ESTUDIADA CON LAS PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DEL CENTRO Y SUR DE MEXICO (Raisz, 1959)

encuentra en la etapa de juventud del ciclo geomorfológico, pues está formada por una topografía construccional o de depósito: de rocas volcánicas, sedimentarias de origen volcánico y lacustres, así como por la topografía kárstica, desarrollada en la caliza -- de la Formación Morelos y en la facies conglomerática de la Formación Balsas, donde se han desarrollado numerosas dolinas de diferentes magnitudes, desde unos cuantos hasta centenares de metros de diámetro y profundidad, que han ocasionado polyes como los que dieron origen a los Valles de Tixtla y Mochitlán.

En los afloramientos elevados donde alternan caliza y dolomita se localizan además lapies o karrens de menos de un metro de profundidad a causa de la erosión diferencial.

Los cerros de caliza son arredondados. Donde afloran -- arenisca, limolita y lutita de la Formación Mexcala y las rocas ígneas volcánicas e intrusivas, su aspecto es de una etapa de madurez, con topografía menos redondeada que en terrenos calizos, y en ocasiones se observan flancos con pequeños acantilados.

C L I M A

Las condiciones climáticas del área difieren según la altura y la vegetación, que a su vez depende de la litología que, como es variable, origina suelos de diferente composición química.

Se tienen así varios microclimas que, por la carencia de otras es
taciones en lugares donde cambian los elementos y los factores del
clima, no aparecen registrados en las Cartas de Climas de la Repú
blica Mexicana, de Tamayo (1962), basadas en las clasificaciones -
de Köppen y de Thornthwaite. En el área existen tres estaciones --
termopluviométricas: en Chilpancingo, Tixtla y en Palo Blanco. De
acuerdo con la clasificación de climas de Köppen, modificada por-
García (1964), se tienen diferentes climas en cada uno de los lu-
gares del área donde se encuentran las estaciones mencionadas.

A continuación se inserta una tabla de los datos propor
cionados por el Instituto de Geografía de la U.N.A.M., registra -
dos en las estaciones termopluviométricas citadas, los cuales son
promedios del mes señalado en el número de años que se indica - -
(ver tabla 1).

T A B L A 1

TERMOPLUVIOMETRIA REGISTRADA EN LAS ESTACIONES DE CHILPANCINGO, TIXTLA Y PALO BLANCO HASTA EL AÑO 1965

CHILPANCINGO

	Nº DE AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL	CLIMA
TEMP. EN °C	33	19.7	20.5	21.8	22.9	23.5	22.5	21.8	21.9	21.4	21.5	20.9	19.9	21.5	A(C)W ₀ (W)ig
PRECIP. EN MM.	30	7.4	1.7	2.4	9.9	68.2	125.1	188.2	155.0	166.3	64.6	23.3	8.6	820.7	

TIXTLA

TEMP. EN °C	13	19.6	21.1	22.3	23.5	24.1	22.8	22.1	22.2	21.7	21.8	21.3	19.4	21.8	A(C)W ₁ (W)ig
PRECIP. EN MM.	13	15.8	1.5	1.7	16.5	71.6	151.6	227.7	218.5	199.1	88.4	22.2	10.0	1,024.6	

PALO BLANCO

TEMP. EN °C	7	20.4	21.1	21.9	23.3	23.8	23.0	22.3	22.3	21.7	21.9	21.7	21.0	22.0	A(C)W ₂ (W)ig
PRECIP. EN MM.	7	31.7	4.1	0.0	7.6	79.5	198.9	328.4	249.3	303.0	135.6	34.9	0.6	1,373.6	

A : CLIMA TROPICAL LLUVIOSO

C : SEMICALIDO, CON TEMPERATURA MEDIA DE TODOS LOS MESES SUPERIOR A 18°C Y LLUVIA ANUAL SUPERIOR A 750MM.(MEGATERMICO)

W : PORCENTAJE DE LLUVIA INVERNAL INFERIOR AL 5% DEL TOTAL ANUAL

W₀ : EL MAS SECO DE LOS CLIMAS SUBHUMEDOS

W₂ : EL MAS HUMEDO DE LOS CLIMAS SUBHUMEDOS

W₁ : INTERMEDIO A W₀ Y W₂

i : DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES EXTREMAS INFERIOR A 5°C (ISOTERMAL)

g : TEMPERATURA MAXIMA ANTERIOR AL SOLSTICIO DE VERANO

V E G E T A C I O N

Las asociaciones vegetales más importantes que se encuentran en el área son:

Coníferas, constituidas por ocote y pino, principalmente; son las especies dominantes en las zonas elevadas de la parte meridional del área.

Encinar o bosque esclerófilo, que se encuentra inmediatamente abajo y está constituido por especies del género *Quercus*, de las que la *Q. magnoliaefolia* es la más abundante, cubriendo grandes extensiones entre Chilpancingo, Tixtla y el límite oriental del área, y entre Mochitlán y Chacotla, lugares donde prospera en suelos derivados de rocas tobáceas.

Palmar de soyal (*Brahea dulcis*), que se desarrolla en los declives altos donde aflora la facies conglomerática de la Formación Balsas o el miembro carbonatado de la Formación Morelos, y está asociado con una subvegetación herbácea variada y la arbustiva es escasa.

Monte mohino, constituido principalmente por árboles pertenecientes al género *Bursera*, como cuajilotes, copales y lináloes (*B. aloexylon*) en los lugares más secos, con asociación de pochote (*Ceiba parvifolia*) y de cazahuate (especies del género --

Ipomea) en los menos secos.

Vegetación xerófila, integrada por diversas especies de agaves y por órganos ramificados llamados "chicos" (*Lemaireocereus weberi*) y sencillos conocidos como "gigantes" (*Cephalocereus mezcalsensis*), que se desarrolla en algunos cerros rocosos y pedregosos de la Formación Morelos (véanse fotos 1 y 2).

Huamúchil y mezquital (*perennifolios* espinosos), que se encuentran en áreas llanas de suelo profundo. El huamúchil (*Pithecolobium dulce*) ocupa los lugares húmedos, y el mezquite (*Prosopis juliflora*) los más secos.

Huizachal (*Acacia farnesiana*), que se desarrolla principalmente en terrenos llanos que se han dejado de cultivar durante algunos años.

Fouquieria, asociación de la que la *F. ochoteranae* es la especie dominante, crece en barrancas y dolinas, y se le conoce localmente como "rabo de iguana". Está asociada con capomo -- (*Brosimum alicastrum*), ramón (*Trophis racemosa*) y amates (*Ficus* - sp.).

En ocasiones la vegetación significa un obstáculo en -- los trabajos geológicos, dificultando la observación al encubrir los afloramientos de las rocas; sin embargo, en algunos sitios es indicatriz del tipo de suelos y de las rocas que les dieron origen,

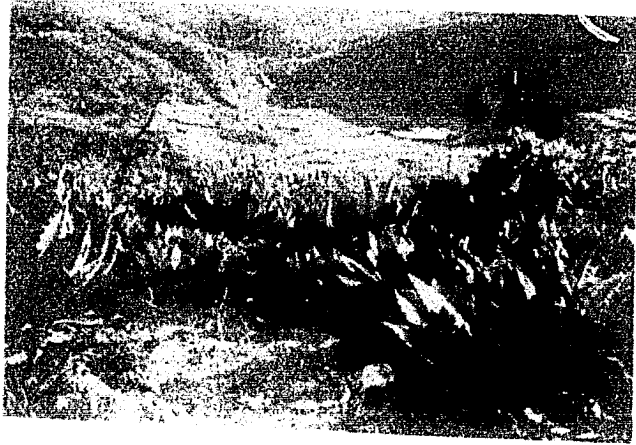


Foto 1.- Vegetación xerófila formada por agaves en terrenos calizos de la Formación Morclos. Al fondo, la Laguna de Metzapa



Foto 2.- Vegetación xerófila de la que participan órganos sencillos. Tomada al SE de Petaquillas.

facilitando así la deducción fotogeológica de las formaciones.

D R E N A J E

El desagüe superficial del área ocurre hacia el sur -- y al oriente. Hay varios patrones de drenaje.

En la caliza de la Formación Morelos y en la facies --- conglomerática de la Formación Balsas los arroyos o ríos están -- muy espaciados y algunos de ellos han labrado cauces profundos de inclinaciones pronunciadas, que en ocasiones son verticales.

En donde hay dolinas y polyes, particularmente al oriente de Tixtla, drena subterráneamente.

Donde los afloramientos son de arenisca, limolita y lutita, por una parte, y de rocas ígneas intrusivas y volcánicas -- por la otra, la red de drenaje es dendrítica de diferentes densidades, que forma arroyos con sección en V. Se tratarán con mayor detalle al describir específicamente cada formación.

IV.- ROCAS SEDIMENTARIAS, VOLCANICAS Y METAMORFICAS.

Las rocas que afloran en el área fueron cartografiadas- diferenciándose ocho unidades litoestratigráficas cuyas edades, nomenclatura e interrelaciones se tomaron de los trabajos realizados por Fries, (1960) y De Cserna (1956). Lo anterior se debe a -- que tanto las características litológicas como la posición estratigráfica de las rocas estudiadas corresponden a las descritas por estos autores y a que se localizan en la misma cuenca de sedimentación. Solamente se hicieron dos cambios en la nomenclatura, reduciéndose a formaciones a los grupos Consuelo (De Cserna, 1956)- y Balsas (Fries, 1960) por las razones que se explicarán al tratar específicamente de ellas.

FORMACION CONSUELO

Esta formación fué descrita por H.K. Erben (1956, pp. - 18-21) en el noroeste del Estado de Guerrero, noroeste y oeste -- del Estado de Oaxaca, y suroeste del Estado de Puebla, donde representa depósitos de una antigua cuenca carbonífera. Erben designó con el nombre de grupo Consuelo "a una secuencia de rocas clásicas y lutíticas, con depósitos de carbón, de origen continental, aunque parcialmente depositadas en charcos grandes de agua" (Erben, op. cit. p. 21).

La Formación Consuelo ha sido tratada por varios auto -

res bajo diferentes rangos de nomenclatura estratigráfica, asignándole mayor o menor cantidad de capas de diversa litología y -- con variaciones geocronológicas, en estudios realizados en áreas -- que comprenden parcial o totalmente las de unos en las de otros. Ellos son: Birkinbine (1911), Wieland (1914), Burckhardt (1930), - Salas (1949), Diaz Lozano (en Salas, 1949), Guzmán (1950), De - - Cserna (1956) y Cortés Obregón (1957). De Cserna designó esta formación con la categoría de grupo (correlacionándola al descrito -- por Erben, quien lo consideró perteneciente al Jurásico Inferior -- y al Jurásico Medio) en la región de Chilpancingo y Acapulco, pero "estudios geológicos y paleontológicos que se están llevando a -- cabo en regiones vecinas (a las estudiadas por Erben), están revelando, casi sin lugar a dudas, la presencia de plantas del Triásico Superior" (Alencáster de Cserna, 1963, p.7).

En vista de lo anterior y de que las diferentes facies -- de las que consta el "grupo" no han sido cartografiadas previamente como formaciones para luego integrar el grupo, y como dicha -- tarea está fuera de los propósitos del presente estudio, en este -- trabajo se le adjudica el rango de formación.

Por las consideraciones anteriores, se ha designado con el nombre de Formación Consuelo a una secuencia de conglomerado -- de cuarzo, arenisca, lutita, pizarra, esquisto y filita. No está -- expuesta dentro del área la base de esta secuencia de rocas. El -

contacto inferior está en discordancia erosional con el Complejo Xolapa (De Cserna, op. cit.), constituido por rocas metamórficas-tales como esquistos, gneis, cuarcita y mármol, de edad precarbonífera, y puede observarse en la cercana vecindad suroccidental de El Ocotito, Gro.

El contacto superior está marcado por las Formaciones Acahuizotla y Morelos, que la cubren discordantemente.

La localidad típica de la Formación Consuelo se encuentra en el Valle del Río Apetlanca, al sureste de Acahuizotla.

La Formación Consuelo aflora en la parte meridional del área, continuando hacia el sur y hacia el este. Estos afloramientos son los más septentrionales que se han localizado hasta la fecha en la faja explorada a lo largo de la carretera México-Acapulco. Aflora extensamente al sureste de Acahuizotla, San Roque y Chimilcotitlán, donde consiste principalmente de conglomerado de cuarzo, de colores rojizo, amarillento y blanquecino, siendo más abundante el segundo; subyaciendo a este cuerpo se encuentra presente la filita, en menor cantidad. En el camino de Acahuizotla a San Roque se encuentran algunos manchones aislados de grandes bloques de caliza que probablemente proceden de los elevados cerros de El Sombrerito y La Cruz, sitios inmediatamente al norte sobre una eminencia topográfica, perteneciente a la suprayacente Formación Morelos. Junto al cauce del Río Apetlanca (o Chapolapa-

o Chapalapa) donde se observa este afloramiento se hallan algunos bloques de cuarcita. Cerca de Acahuizotla, y en unas lozas localizadas al sureste de Nexapa, la Formación Conauelo está constituida por conglomerado de cuarzo, cuyos fragmentos están englobados por una matriz arenosa grisácea y tienen una vegetación de encinos; en una de ellas, la situada al sur, la vegetación es de pastizales y la formación está constituida de arenisca no calcárea de grano grueso.

Otros buenos afloramientos son los localizados al sureste de Cuaxtlahuacán, al este del Valle de Mitztlalcingo, en la esquina suroriental del área, y al este de la carretera México-Acapulco en el límite suroccidental, lugares donde consiste de pizarra morada, esquisto grisáceo a negro y conglomerado de cuarzo blanco.

En el arroyo de Los Naranjos, al este de la cuadrilla de El Salado, hay un pequeño afloramiento de conglomerado cuarcoso y de filita. Hacia el sur de este lugar a lo largo de la cima del cerro de El Jabalí, se encuentran peñascos del mencionado conglomerado; el suelo aquí es amarillento. En la ladera austral de este cerro se encuentra una barranca en la que tiene su cauce el Arroyo de La Piedra Quebrada, denominado así porque entre unas grietas que presenta el conglomerado cuarcífero (que en este lugar es de gran volumen y no se nota estratificación), nacen algunos ve --

neros de agua que forman el caudal del citado arroyo, el cual - -
desciende por San Roque hasta desaguar en el Río Apetlanca.

Continuando hacia el sur, afloran esporádicamente frag-
mentos de conglomerado cuarzoso de tamaño variable (de 5 a 50 cm)
extremadamente blancos, y peñascos de filita y de esquisto, que -
en algunos lugares son numerosos, muy brillantes y sedosos, cuali-
dades que les son comunicadas según la variedad de mica que con-
tengan. Se observó un peñasco de éstos plegado, hecho que comprue-
ba que la región ha experimentado dinamometamorfismo en tiempos -
pretéritos.

Se estudiaron al microscopio petrográfico algunas mues-
tras pertenecientes a esta formación y se determinó lo siguiente:

Muestra V-64-41, procedente de un punto intermedio a Cuaxtlahua -
cán y Miztlalcingo. Mosaico inequigranular de cuar-
zo con extinción ondulatoria y límites suturados,
textura cristaloblástica; clasificación: metacuarc-
cita.

Muestra V-64-42, de la misma localidad que la anterior compuesta-
de bandas y lentes de cuarzo anedral, que alter-
nan con bandas paralelas de cristales de mosco-
vita; de textura granoblástica y estructura es-
quistosa; clasificación: esquisto de cuarzo y de
moscovita.

Muestra V-65-20, procedente del camino entre San Roque y Chilcotitlán.

Constituidos por cristales inequigranulares anedrales de cuarzo con límites suturados; algunos cristales de moscovita y pocos de magnetita; de textura pánapsística, epiclástica y saática, su origen es dinamometamórfico y se trata probablemente de un metasedimento, clasificación esquistoso de cuarzo y de mica.

El suelo donde hay pizarra, esquistoso y filita es grisáceo o parduzco, en tanto que el derivado del conglomerado es rojizo o amarillento; el suelo producido por la caliza es en general negro.

La parte del área donde aflora esta formación es montañosa y es donde se presentan las mayores prominencias topográficas (hasta 2400 m.s.n.m.). Salvo en algunos pequeños afloramientos, el acceso es difícil. La vegetación en las grandes áreas de afloramiento de la Formación Consuelo es de coníferas, siendo el más abundante el ocote. Es la parte más lluviosa del área y la de clima más benigno.

El espesor de la Formación Consuelo no se pudo medir en estas localidades debido a lo abrupto de la topografía y a que no está expuesta desde su base. De Cserna estimó espesores variables que en casos excepcionales pueden alcanzar hasta 800 m.

El contacto superior de esta formación es fácilmente observable en la margen austral del arroyo que desciende de Nexapa, a unos 300 m al este de Acahuizotla, donde el conglomerado de cuarzo infrayace a la caliza arcillosa y a la lisolita calcárea de la Formación Acahuizotla; en otros sitios subyace a la caliza o a la dolomía de la Formación Morelos, pero los lugares de contacto no son fácilmente accesibles, por lo que la mayoría fueron deducidos fotogeológicamente, ya que se pueden diferenciar tanto topográficamente como por la vegetación y por su litología, en diferentes tonos de grises y de textura.

En el área estudiada no se han encontrado fósiles, pero en Oaxaca, donde aflora la Formación Consuelo, se encuentran *Otozmites hespera* y *O. reglei*, según Díaz Lozano (en Salas, 1949, p. 95) citadas como pertenecientes al Jurásico Inferior y al Jurásico Medio (Burckhardt, 1930, tabla 3), y *Ptilophyllum acutifolium minor* (Díaz Lozano, op. cit. p. 153), que sólo se localiza en estratos del Jurásico Medio (Burckhardt, op. cit., tabla 3).

Una vez explicado lo anterior, se comprende fácilmente que la edad de la Formación Consuelo en el área no puede ser inferida paleontológicamente sino sólo por su posición estratigráfica. En vista de que está cubierta por las Formaciones Acahuizotla y -- Morelos, ambas del Cretácico Inferior y, a su vez cubre al Complejo Xolapa, del Paleozoico, se concluye que es de edad precretácica

temprana y postpaleozoica tardía. Probablemente tiene una edad - - que varía del Triásico Superior al Jurásico Medio.

Como se ha expresado anteriormente, la Formación Consuelo se correlaciona a las rocas que bajo diferentes nomenclaturas - y rango estratigráfico han sido estudiadas en partes de los Estados de Oaxaca, Guerrero y Puebla.

ERA	SERIE	PISO EUROPEO	EDAD (1)	GRUPO O PISO (2)	HOJA CUERNAVACA	DISTRITO DE POZA RICA	AREA DE	
					PARTE OCCIDENTAL (3)	MOQUETLA-POZA RICA (4)	TIXTLA-ACAHUIZOTLA (5)	
CENOZOICO	HOLOCENA Y PLEISTOCENA				ALUVION		ALUVION	
	PLIOCENA				GRUPO CHICHINAUTZIN			
					FORMACION CUERNAVACA	MATERIAL CLASICO		FORMACION CHILPANCIÑO
	MIOCENA		13		ANDESITA ZEMPOALA			
	OLIGOCENA				GRUPO BUENAVISTA			
				25	GRUPO INTILCO		FORMACION TUXPAN	FORMACION AGUA DE OBISPO
	EOCENA				RIOLITA TILZAPOTLA			
				36	GRUPO BALSAS		FORMACION PALMA REAL INI	FORMACION BALSAS
	CRETACICO	PALEOCENA					FORMACION CHAPOTEA	
					58	JACKSON		FORMACION GUAYBAL
SUPERIOR		MAESTRICHTIANO		63	CLAIBORNE		FORMACION ARZOBISPO	
		GOLFIANA	CAMPANIANO		72	WILCOX	FORMACIONES CHICONTEPEC SUP MED E INF	
INFERIOR		COAHUILIANA-COAHUILIANA	SANTONIANO		84	NAVARRO	FORMACION VELARCO BALSAS	
		COAHUILIANA-COAHUILIANA	COHIACIANO		90	TAYLOR	FORMACION MENDEZ	
SUPERIOR		ALBIANO	TURONIANO		100	AUSTIN	FORMACION MEXCALA	FORMACION MEXCALA
		COAHUILIANA-COAHUILIANA	CENOMANIANO		110	EAGLE FORD	FORMACION CUAUTLA	FORMACION SAN FELIPE
INFERIOR		NEOCENARIO	SUPERIOR		120	WOODBINE	FM AGUA NUEVA	
		NEOCENARIO	MEDIO		135	WASHITA	FM TAMARA	
MESOZOICO	SUPERIOR	APTIANO		140	FREDERICKSBURG	FORMACION MORELOS	FORMACION MORELOS	
		NEOCENARIO	INFERIOR		150	TRINITY	FORMACION TAMAULIPAS SUPERIOR	FORMACION AKAHUIZOTLA
	MEDIO	NEOCENARIO	BARREMIANO		160	NUEVO LEON O SLIGO	FORMACION YCHICALCO	
		NEOCENARIO	HAUTERIVIANO		170	DURANGO O HOUSTON		FORMACION TAMAULIPAS INFERIOR
	INFERIOR	NEOCENARIO	VALANGINIANO		180		FORMACION OTATES	
		LIASICO	BERRIASIANO		190		FORMACION TAMAN	
	SUPERIOR	LIASICO	TITONIANO		200		FORMACION PIMIENTA	
		LIASICO	PORTLANDIANO		210		FORMACION TAMAN	
	MEDIO	LIASICO	KIMERIDGIANO		220		FM TEPERIC	
		LIASICO	OXFORDIANO		230		FORMACION CANUASAS	
INFERIOR	LIASICO	CALOVIANO		240			FORMACION CONSUELO	
	LIASICO	BATONIANO		250				
TRIASICO	SUPERIOR	LIASICO	BAJOCIANO					
	SUPERIOR	LIASICO	ALENIANO					
MEDIO	SUPERIOR	LIASICO	TOARCIANO					
	SUPERIOR	LIASICO	PLIENSBAQUIANO					
INFERIOR	SUPERIOR	LIASICO	SINEMURIANO					
	SUPERIOR	LIASICO	HETANGIANO					
MEDIO	SUPERIOR	LIASICO	RETIANO					
	SUPERIOR	LIASICO	HORIANO					
INFERIOR	SUPERIOR	LIASICO	KARNIANO					
	SUPERIOR	LIASICO	LADINIANO					
MEDIO	SUPERIOR	LIASICO	ANISIANO					
	SUPERIOR	LIASICO	ESCITIANO					

(1) - Millones de años, según la escala cronológica de Kulp (1961, p. 1111) (2) - Del sur de Texas y noreste de México (3) - Fries, Inst. de Geología A. Acuña, E. López R. y F. Bonet; Pemex, Distrito de Poza Rica (1965) (4) - H. Hájera, (5) - Presente estudio

El rayado vertical indica que no existen formaciones intermedias y el rayado diagonal, que faltan afloramientos de éstas

FIG. 4 CUADRO DE CORRELACION ESTRATIGRAFICA

FORMACION ACAHUIZOTLA

De Cserna (1956 b) denominó Formación Acahuizotla a --- unos afloramientos de rocas cercanas a la población de este nombre, ubicada en el trazo antiguo de la carretera México-Acapulco, (actualmente se logra el acceso a ella en el entronque con la -- carretera actual en el km 303.9) que consisten de caliza arcillosa y de limolita calcárea, interestratificadas, cuyas superficies de contacto presentan ondulaciones. La Formación Acahuizotla subyace concordantemente a la Formación Morelos y suprayace en discordancia erosional a la Formación Consuelo.

La localidad típica se encuentra situada a unos 500 m - al este de Acahuizotla, en un corte de la antigua carretera México-Acapulco, donde consiste de limolita calcárea que subyace a -- gruesas capas de caliza de la Formación Morelos.

Otra buena exposición de la Formación Acahuizotla se -- tiene en el fondo de la barranca de La Imagen, sita al oriente del km 298, aproximadamente, de la carretera actual. En esta locali - dad consiste de caliza arcillosa en contacto de las Formaciones - Consuelo, Morelos y Agua de Obispo. También se puede observar esta formación en algunas lomas que se encuentran al sursureste de - la curva que describe la carretera antigua en Mexapa, en las que la Formación Acahuizotla está constituida por limolita calcárea -

y se encuentran cubiertas por altos pastizales en toda su extensión.

Lo anterior hace que en las fotografías aéreas se muestren tonos claros, en tanto que en las lomas penicircunvecinas, sitas al sur, al oriente y al norte y formadas por un conglomerado de cuarzo predominantemente amarillento de la Formación Consuelo la vegetación es de encinos y los tonos de las fotografías aéreas son oscuros; no hay contacto con las lomas del norte, pues se interpone la Formación Morelos en contacto sedimentario-normal; en las partes restantes el contacto es también con la Formación Morelos.

El espesor total de la Formación Acahuizotla es de 150 m de los cuales unos 50 m pertenecen a la parte superior, que consta de limolita calcárea, con estratificación delgada, que al intemperismo es de color grisáceo a amarillento; los restantes 100 m pertenecen a la parte inferior y son de caliza arcillosa con alto contenido de hierro, cuyo grano varía desde el característico de la calcilutita hasta el de la calcirrudita, en estratificación mediana. Debido al contenido ferrífero, al intemperizarse se origina un suelo de color café. En general la Formación Acahuizotla presenta débil resistencia a la erosión y tiende a formar terrenos poco elevados, multisectados por arroyos. En las lomas a que se hace referencia, la formación se encuentra en una etapa --

tan avanzada de intemperismo, que no fué posible obtener una -- muestra laminable para su estudio microscópico.

De un afloramiento localizado al sureste del poblado de Acahuizotla se obtuvieron dos muestras cuyo examen petrográfico -- tuvo el siguiente resultado:

Muestra V-65-16 a.- Fragmentos angulosos de cristales de cuarzo, -- con cementante de calcita; contienen limonita como mineral introducido. Su textura es epi -- clástica, samítica, de grano fino. Su origen -- es probablemente sedimentario marino. Se clasi -- ficó como ortocuarcita calcárea de grano fino.

Muestra V-65-16 b.- El contenido mineralógico de esta muestra es -- semejante al de la anterior pero con mayor -- proporción de calcita y de hierro. La textura es también similar. Se identificó como orto -- cuarcita ferruginosa calcificada.

El contenido fosilífero de la Formación Acahuizotla es -- sólo faunístico y mal conservado, por lo que ha sido difícil su -- identificación genérica y específica. En la parte superior se han encontrado ejemplares de la familia Miliolidae y en la parte infe -- rior de la familia Ostreaeidae. La parte superior representa un -- paso de transición a la Formación Morelos e incluso podría consi --

derarse como una facies de ella, como parte integrante de la misma (Fries, comunicación verbal, 1965), ya que la Formación Morelos contiene abundantes miliólidos en su base. Como la Formación Acahuizotla es diferenciable y cartografiable en la superficie a una escala de 1:25 000, según lo exige el Código de Nomenclatura-Estratigráfica (Inst. de Geol. 1961), se optó por cartografiarla como una unidad litoestratigráfica separada.

En México los miliólidos han sido reconocidos como pertenecientes únicamente a la Serie Comancheana (Albiano-Cenomaniaco). Considerando este hecho y teniendo en cuenta que los miliólidos presentes en la parte basal de la Formación Morelos suprayacente, son característicos de la parte media de la propia Serie Comancheana, se infiere que la Formación Acahuizotla se depositó probablemente durante el Albiano, y que pertenece al Cretácico Inferior.

Esta formación había sido correlacionada anteriormente por Fries (1960, p. 38) con las formaciones Caliza Teposcolula (Salas, 1949), Caliza de Cidarís (Burckhardt, 1930), Las Trancas (Segerstrom, 1949) y Angao (Pantoja Alor, 1959), de la parte centro-meridional de México. El descubrimiento de miliólidos en su cima hace necesario reconsiderar dicha correlación, conservando de aquélla únicamente el ambiente de depósito, por su litología semejante, pero no por su edad, ya que la Formación Acahuizotla se depositó en el borde austral de una cuenca que comprendía a las otras formaciones.

FORMACION MORELOS

Fries (1960, p. 44) denominó Formación Morelos a "una potente sucesión de caliza y dolomita de edad Cenomaniano-Albiano que aflora en Morelos y en los Estados contiguos de México y Guerrero". No existe una buena localidad típica debido a que en ninguna parte está completa la sucesión, sólo se menciona una región típica, constituida por los extensos afloramientos de esta formación en el Estado de Morelos.

La Formación Morelos aflora en las partes nororiental, centromeridional y centrorienta del área y consta de dos miembros: uno sulfatado y otro carbonatado.

Miembro Sulfatado.- Es la parte basal de la formación y está constituido por yeso y anhidrita, minerales que se hallan muy entremezclados. Han sido reportados afloramientos de este miembro en diversos estudios efectuados al norte del área, dentro de la Cuenca del Balsas, pero no se ha informado que existan más al sur que los presentes en esta área, hasta la latitud de Acapulco, y su límite occidental de afloramiento parece ser el meridiano $99^{\circ} 40'$.

Se encuentra en la proporción nororiental del área. A 1 km al noreste de Zacazanapa se halla en el corte de un arroyo, con un espesor aflorante de 2 m, bandeado y algo plegado. El ma-

yor espesor se observó en un corte vertical del contorno occidental de la dolina a la que debe su origen la Laguna de Metzapa, -- donde se estimaron unos 15 m. No se cartografió por separado de -- bido a que a pocas decenas de metros al poniente desaparece, subyaciendo al miembro carbonatado en disposición horizontal de las -- capas.

Es más abundante el yeso que la anhidrita, y se obser-- van raramente hojuelas de selenita y acículas de espató satinado.

En conjunto, el color de este miembro varía de gris oscu -- ro a blanco, dependiendo del mayor o menor grado de impurezas que contenga, principalmente de arcilla, pero en general es bastante -- puro. Aunque este miembro subyace generalmente al miembro carbona -- tado en posición estratigráfica normal, en algunos lugares se tie -- nen indicios de un comportamiento diapírico, intruyendo las capas suprayacentes, como ocurre en el km 25.3 de la carretera Tixtla - -- Chilapa. En sección delgada de muestras provenientes de éste y de -- afloramientos de igual naturaleza, se observa extinción ondulado -- ria examinadas al microscopio.

Miembro Carbonatado.- Está constituido por interestra -- tificaciones de caliza y dolomía con proporciones variables de -- arcilla y bitúmenes que le comunican un olor fétido característi -- co, perceptible al romper la roca. En algunos lugares contienen -

nódulos y lentes de pedernal, así como restos de fósiles silicificados. La granulometría varía de calcilutita a calcirrudita, -- siendo más abundante la calcarenita y más escasa la calcirrudita. Esta es representada por una brecha intraformacional con algo de pedernal que aflora en la cima del cerro Santa Rosa (foto 3). Tanto en este cerro como en el de Salto de Valadez y alrededores el resto de los afloramientos es de caliza y dolomía, que en su mayor parte originan suelos rojizos y en menor proporción negruzcos, -- contienen abundante pedernal, ya sea en forma nodular o bien como interestratos de unos 5 cm de espesor, que por ser más resistentes a la erosión que los carbonatos se han deteriorado escasamente, de manera que por erosión diferencial dejan planos de estratificación bien definidos.

Es más abundante la caliza que la dolomía. Aquélla es -- de color gris claro a negro, presenta superficies generalmente -- rugosas, con alternancia de canales de disolución, camellones, -- estriaciones y oquedades de magnitudes diversas, constituyendo -- lapies y karrens. Hay manifestaciones mayores de desarrollo de -- topografía kárstica, como las numerosas dolinas de la parte oriental del área (que en ocasiones se encuentran rellenas por aluvión y son aprovechadas para la agricultura (foto 4), los polyesque originaron los Valles de Tixtla (foto 5) y Mochitlán, así -- como el túnel que fué excavado por aguas subterráneas bajo el --



Foto 3.- Brecha intracrística, compuesta por fragmentos calcáreos y de pedernal, en la cima del cerro Lanza Blanca.



Foto 4.- Dulinas rellenadas por aluvi6n y aprovechadas para la agricultura. Sitas al Sur de Metzapa

Cerro del Sombrerito, al sureste de Acahuzotla, dando nacimiento al Río Apetlanca.

Las capas dolomíticas son de color gris parduzco, en -- ocasiones se hallan con una densa red de fracturas rellenas de -- calcita, de manera que ofrecen un aspecto "asciurado" o de "pavimento". En capas altamente dolomitizadas, como en un cerro al sur de Tierra Larga, se produce una arena dolomítica muy negra, y en la vereda que une El Tecontle con La Vieja, dicha arena es gris -- oscura y está un poco consolidada todavía. Su origen se interpreta como debido a disolución de la porción calcítica que aglutinaba a la dolomita y al quedar liberada ésta, la erosión no ha sido eficaz para removerla.

Porciones del miembro carbonatado de la Formación Morelos fueron silicificadas (parte asciurada del plano geológico) -- por efecto del cuerpo intrusivo granítico que se describirá posteriormente, el cual produjo recristalización y un poco de marmorización, comunicándole mayor tenacidad.

En los cauces de algunos arroyos entre Tepechicotlán y el Valle de Soconán se ha formado abundante travertino que alcanza a tener hasta 30 cm de espesor y ha petrificado las raíces de algunos árboles.

El patrón de drenaje de la Formación Morelos es el de --

menor densidad de todas las formaciones presentes en el área. Frecuentemente los arroyos labran en ella cauces profundos con cantiles verticales (foto 6). En el Valle de Tixtla se forma una laguna, la cual drena subterráneamente a causa de dos dolinas o sumideros. Müllerried (1942) dice: "Dos sumideros se encuentran dentro de un contorno de herradura que forma la serranía, situado el más grande a 30 m al N del menor. Aquél tiene 4 m de profundidad y -- 10 m de diámetro, y éste 2 m de profundidad. Son de forma de embudo."

El espesor de la Formación Morelos en el área cartografiada es de unos 600 m. En su mayor parte es sensiblemente horizontal. Su contacto es concordante con la Formación Acahuizotla subyacente, discordante con las demás formaciones y de falla con algunas. Su identificación fotogeológica se logra por su drenaje -- generalmente muy espaciado, por sus formas topográficas arredondadas y kársticas y por un tono gris en las fotografías aéreas.

La Formación Morelos es muy poco fosilífera en esta -- área, encontrándose algunos miliólidos, gasterópodos y rudistas, -- casi siempre mal conservados. Debido a la ausencia del género Orbitolina, del Albiano Inferior, en esta área y a la presencia de decaprinidos y de Actaeonella, se puede aseverar que el depósito -- de esta formación ocurrió del Albiano Medio al Cenomaniano Temprano (De Cserna, 1965, p. 25).



Foto 5.- Panorámica de la Laguna de Tixtla. En primer término, Formación Mexcala; al fondo - Formación Morelos, donde se aprecian las dolinas de desagüe.



Foto 6.- Cauce profundo labrado en la Formación - Morelos en la Barranca de la Peña Colorada. En primer término, asociación vegetal de Fouquieria.

La Formación Morelos se correlaciona con las formaciones Caliza El Doctor (Wilson et al., 1955), Cipiapa y Maltrata -- (Calderón García, 1956).

FORMACION MEXCALA

El nombre de esta unidad litoestratigráfica fué propuesto por Fries (1960, p. 72) para designar una secuencia de arenisca, limolita y lutita calcáreas, cuyas capas están interestratificadas; se encuentran también algunos estratos de conglomerado fino. La localidad típica fué descrita por Bohnenberger (1955) y se encuentra hacia el oriente del puente sobre el Río Balsas o Mexcala de la carretera México-Acapulco, a lo largo del propio río. Esta formación descansa discordantemente sobre la Formación Morelos por falta de depósito (hiato) y está cubierta de igual manera por la Formación Balsas.

La Formación Mexcala es poco extensa dentro del área. - Sus afloramientos son los más australes que se han localizado hasta la fecha y de ellos el que se halla en la ranchería de Zacazanapa es el más meridional, sito en la latitud nórdica de 17° 30'. Otras localidades donde aflora esta formación son: Iyotla, Cerro-Sótano y Valle de Soconán, al sur del Valle de Tixtla, localidades donde consiste de arenisca, limolita y lutita interestratificadas. El espesor de las capas varía desde pocos milímetros hasta tres decímetros, pero son más abundantes las de tamaño intermedio a los límites especificados.

En la parte septentrional del área, al norte y al noro-

este de Tixtla, aparece esta formación en las lomas al norte de la nueva carretera Tixtla-Chilapa que bordea dicha ciudad, así -- como en el trazo antiguo de la carretera mencionada en la proximidad de "Ojitos de Agua". Existen otros afloramientos en "El Huiteco" y en otras localidades sin nombre en la parte noroccidental del área, que drenan hacia el norte, en el Valle de Zumpango del Río.

En un corte de la nueva carretera Tixtla-Chilapa, en el km 17.1, se encuentran unas capas calcareníticas de color gris -- que alternan con capas delgadas (de 5 a 10 cm de espesor) que posiblemente pertenecen a la parte basal de la formación, aunque podría tratarse de la tercera facies de la Formación Cuautla (Fries op. cit., pp. 60-63), que aflora a varias decenas de kilómetros -- al norte, donde subyace a la Formación Mexcala y desaparece por -- acuñamiento (foto 7).

Para discernir si se trata de una u otra formación, se necesitaría conocer su contenido fosilífero; si tuviera rudistas, se trataría de la Formación Cuautla, pero no los contiene ni tampoco al conjunto característico de la Formación Mexcala, siendo -- necesario observar el cuadro geológico regional. Por ello y en -- virtud de que la formación como se apuntó anteriormente, se acuña y el lugar de afloramiento es el más austral que se conoce, es muy improbable que se trate de la Formación Cuautla, pero no se --

descarta esa remota posibilidad, y en el mapa se simbolizó ambigüamente con las iniciales de las dos formaciones, aunque es más probable que se trate únicamente de la Formación Mexcala. El afloramiento tiene unos 500 m de longitud por 200 de anchura y se extiende hasta cerca del centro de la ciudad de Tixtla; su extensión se dedujo fotogeológicamente. Se observó su presencia debido a un tajo de la carretera sobre una loma; en su mayor parte se encuentra cubierta por una capa de regolita. Capas calcareníticas semejantes aparecen también al sur del Valle de Tixtla en los lomeríos situados entre este Valle y el de Soconán. Son capas de unos 40 cm de espesor y muy compactas.

El resto de los afloramientos de la Formación Mexcala constan de una secuencia rítmica de capas alternantes de arenisca, limolita y lutita calcáreas, en tanto que en la parte superior se observan lentes y estratos de conglomerado fino. La estratificación de todas estas capas es delgada, de unos 5 a 10 cm de espesor, aunque frecuentemente forman fajas ininterrumpidas hasta de 1 m de espesor. Es un depósito característico de tipo "flysch". Conforme se asciende en la sección, la matriz va aumentando en relación con los granos aprisionados y, al contrario de lo que ocurre poco más al norte (Olea, 1965), las capas de arenisca van siendo menos numerosas, dejando su lugar a las limolíticas y lutíticas, que presentan laminación y son de colores oscuros debido al material carbonoso y a otros restos de plantas que engloban.

El estudio microscópico de algunas de las muestras co -- lectadas revela una textura dominante epiclástica samítica de grano fino, aunque existen ejemplares con textura de grano muy fino, - pelítica y microcristalina. Su composición mineralógica es: lodo - calcáreo con fragmentos de microfósiles (muestra V-64-40), con hematita y recristalización zonal (V-64-74).

El resto de las muestras determinadas contienen fragmentos de cristales angulosos de cuarzo, feldespatos, clorita y material carbonoso (V-64-52), limonita, cementante calcáreo, con fragmentos angulosos de cuarzo, de tamaño uniforme, de buena clasificación (V-64-53 a y b), pedernal, fragmentos de microfósiles, hematita y vetillas de calcita clara perpendiculares a la laminación (V-64-53 c). La clasificación de las cuatro muestras anteriores es: Ortocuarcita calcárea de grano fino y muy fino. Todas estas muestras proceden del Valle de Soconán. Una muestra más, la V-65-4, -- está constituida por fragmentos de cristales angulosos de cuarzo - y en menor proporción por feldespatos y fragmentos subarredondados de calcilutita, pedernal y microfósiles; el cementante es de calcita. Se trata de una arenisca calcárea de grano muy fino. Esta muestra procede del afloramiento situado al norte de Zacazanapa, el -- afloramiento más austral de la Formación Mexcala.

Las diferentes capas de que consta la Formación Mexcala reaccionan de diversa manera al estar expuestas a la intemperie, - pero el conjunto da por resultado un suelo amarillento. Las capas basales de calcarenita son de color gris claro a oscuro, pero su -

superficie se cubre de un color amarillento al intemperismo. Igual ocurre con las capas de arenisca de las partes media y superior. - Por efecto del intemperismo físico, las capas basales de calca renita dan origen a bloques aproximadamente equidimensionales, y - las intermedias y superiores de arenisca originan fragmentos en -- forma de lajas tabulares. Las capas de limolita y lutita son más - fácilmente atacables por los agentes de intemperismo y, por ser me nos resistentes a sus efectos, frecuentemente se observan depresio nes en el nivel superficial, debidas a la erosión diferencial. Don de afloran sin alternancia de capas de arenisca pueden ser confun didas con capas similares de la Formación Balsas, pero en este ca so se dispone de dos características distintivas: a) Las capas de la Formación Balsas se exfolian en estratos muy redondeados, en -- tanto que las de la Formación Mexcala son de aspecto casi plano; - b) el fracturamiento es más intenso en la Formación Mexcala, como consecuencia de la incompetencia de sus capas.

Otra de las características notables de la Formación Mex cala, es el cambio brusco en la dirección del rumbo y del buzamien to de las capas en distancias de pocos metros, sobre todo donde -- afloran las capas más delgadas. Por ejemplo, en un tajo de la carre tera que bordea por el norte a la ciudad de Tixtla, se tienen va riaciones sensibles de rumbo y de echado en distancias menores de dos metros, así como pequeños pliegues y fallas normales. Es la --

formación que tiene inclinaciones de mayor magnitud, llegando a ser verticales (foto 8). Debido a su escasa resistencia al intemperismo y a la consecuente erosión, se ha conservado mejor en -- sitios donde es protegida por formaciones más elevadas y resistentes; por esta razón se encuentra casi exclusivamente en valles al amparo de las Formaciones Morelos y Balsas, y donde se encuentra en los declives de los cerros está sujeta a erosión rápida, -- como en Iyotla y Zacazanapa. Generalmente forma lomeríos bajos.

No se midió el espesor de esta formación en vista de que, como ya se expresó anteriormente, se encuentra muy plegada y casi en cualquier lugar están repetidas las capas. Además, en ninguna localidad se halla completa la formación: en unos lugares afloran las capas basales y en otros las cimeras, pero en ninguna unas en sucesión de otras. Jenny (1921) estimó un espesor de -- 1 290 m y Bohnenberger (1955) consideró 1 200 m en la localidad típica, que es donde las capas se encuentran menos plegadas y -- mejor desarrolladas. En el área en estudio se estiman unos 250 m de espesor. La enorme disminución de éste con respecto al de la localidad típica se atribuye a que se encuentra en la margen meridional del depósito de la formación. Debido a la poca resistencia a la erosión, ha sido muy afectada por este fenómeno y no es posible en ningún sitio medir el espesor original, sobre todo teniendo en cuenta el gran hiato desde el fin del depósito de esta



Foto 7.- Capas calcareníticas de la parte basal de la Formación Mexcala. Km 17.1 de la carretera Tixtla-Chilapa.



Foto 8.- Estratos verticales de la Formación Mexcala en el ángulo suroriental del Valle de Soconán.

formación (Coniaciano) hasta el principio del de la Formación Balsas suprayacente (Eoceno Tardío).

Los contactos de la Formación Mexcala con las otras formaciones son discordantes por hiato y, en un caso, en el límite meridional del Valle de Soconán, es además por falla con la Formación Morelos subyacente. Sobreyace siempre a la Formación Morelos y subyace a cualquiera de las facies de la Formación Balsas.

La Formación Mexcala se identifica fotogeológicamente por tonos claros y por su red hidrográfica que es dendrítica con numerosos arroyos, aunque dicha red es de menor densidad que las de las facies arenolimolítica y de tobas de la Formación Balsas, que se tratará después que la presente.

El contenido fosilífero de la Formación Mexcala dentro del área es muy escaso. Los macrofósiles prácticamente no se encuentran; en las láminas delgadas se encontraron restos indeterminables de microfósiles. En cuanto a la flora, Müllerried (1943) informa: "En las capas arcillosas y en la arenisca hay restos vegetales carbonosos negros y otros vegetales no carbonizados. Son hojitas incompletas de 2 mm de anchura, terminación redondeada, troncos, ramas de 1.5 por 4 cm., y acumulaciones de fragmentos diversos".

La ausencia de macrofauna es fácilmente explicable. - Fries (op. cit., p. 82) asevera: "La gran mayoría de los macro - fósiles encontrados en la Formación Mexcala procedieron de los - 200 m inferiores y la parte más prolífica correspondió probable - mente a los 60 m inferiores". Si se toma en cuenta que de la par - te inferior de la formación afloran unos 3 m solamente, en un -- tajo de la carretera, es fácil comprender lo expuesto anterior - mente. Sin embargo, en el área limítrofe inmediatamente al norte, en la región de Zumpango del Río, abunda la macrofauna; ésta ha - sido estudiada por Burckhardt (1919, pp. 81-132), Böse (1923, pp. 190-210), Fries (1960, pp. 82-90) y por Olea (1965, pp. 37-42); - todos parecen coincidir en que su edad comprende del Turoniano - Tardío al Coniaciano.

La fuente de sedimentos que dieron origen a la Forma - ción Mexcala parece estar situada hacia el sur, en la región de El Ocotito. Del estudio microscópico de las muestras se observa - que provienen de una zona eugeosinclinal que dió lugar a depósi - tos exogeosinclinales, como se cree es el caso de esta formación - (Fries, op. cit., p. 75).

La Formación Mexcala se correlaciona con otras de es - tados circunvecinos, de las cuales las más cercanas son: Marga - Tilantongo, del noreste de Guerrero y noroeste de Oaxaca (Salas - pp. 118-120), Formación Mal Paso, de la región de Huetamo, Michoa - cán (Pantoja Alor, 1959, pp. 19-22) y Formación Escamela Superior de la región centrooriental del Estado de Puebla.

FORMACION BALSAS

La unidad litoestratigráfica que ahora trataremos fué descrita por Fries (op. cit., pp. 92-101). Es una formación que se encuentra en la cuenca hidrológica del río Balsas- Mexcala y un poco al sur de ella. Esta formación tiene dos características principales: grandes variaciones en la litología y en el espesor de uno a otro lugar. Fué introducida con la categoría de grupo, pero en el presente estudio se le reducirá al rango de formación, en vista de que el nuevo Código de Nomenclatura Estratigráfica - (Comisión Americana de Nomenclatura Estratigráfica, 1961) limita el nombre de grupo a la asociación de dos o más formaciones formales previamente consideradas como tales. Este cambio de nomenclatura no es en demérito de la labor de Fries, pues el código se publicó un año después que la obra del mencionado autor. Aquí lo que hubiera correspondido a formaciones, se tratará como miembros o facies pero no con nombres geográficos, sino litológicos, es decir, informales. Posteriormente podrá asignársele nuevamente el rango de grupo, a condición de que se estudien separadamente las formaciones que lo constituyan, que pueden aproximadamente ser unas diez.

No menciona Fries una localidad típica, sino muchos afloramientos de esta formación en diversas partes de los Estados de Guerrero y Morelos, los que en conjunto integran la re --

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA

M. I. G. C.

gión típica de afloramiento de la Formación Balsas. Como las rocas de esta formación se presentan normalmente poco consolidadas, sería peligroso señalar una localidad típica, ya que pueden desaparecer los buenos afloramientos por la erosión.

La Formación Balsas yace con grandes discordancias, tanto erosional como angular, sobre cualquiera de las formaciones anteriores, tanto cretácicas como precretácicas, excepto la Acahuizotla, y con las mismas relaciones discordantes bajo cualquiera de las formaciones más jóvenes (Formaciones Agua de Obispo y Chilpancingo), así como al aluvión. Aflora extensamente dentro del área en estudio, ocupando el segundo lugar en orden de importancia a este respecto, después de la Morelos. Se encuentra abundantemente, sobre todo en las partes noroccidental y boreal, a las que compone casi sin interrupción, y en menor abundancia en las partes centromeridional y suroccidental. Es notable su ausencia en las porciones nororiental, central, austral y suroriental.

En este trabajo se dividió a la Formación Balsas para su estudio en tres facies: conglomerática (simbolizada en el mapa con Teo b₁) arenolimolítica (Teo b₂), y tobácea (Teo b₃), pareciendo que éste fué el orden en que se depositaron. La más ampliamente distribuida de las tres es la arenolimolítica, le siguen la conglomerática y finalmente la tobácea. La facies conglomerática aflora extensa y casi continuamente en la esquina

noroccidental del área en estudio, en la ladera septentrional -- del Cerro de Xomijlo, al suroeste del Valle de Ixtla, al nortede Tlacotitlanapa y al poniente del Valle de Soconán. En el primer lugar mencionado es interrumpida sólo por unos pequeños afloramientos de la formación Mexcala y por aluvión.

El conglomerado está compuesto por fragmentos de las formaciones más antiguas, principalmente de la Morelos, pero también se encuentran guijas de las Formaciones Consuelo y Mexcala. Los componentes principales del conglomerado son gravas, matateñas y peñascos de caliza; le siguen en importancia los de dolomía, pedernal, arenisca y limolita, englobados dentro de una matriz de arena, limo y arcilla y con cementantes de calcita y óxidos de hierro que le comunican una coloración rojiza a los afloramientos, que es característica distintiva de esta facies.

Otros colores de intemperismo son amarillentos en algunos peñascos y en rellenos de cavidades, observables en algunas partes de la carretera México-Acapulco entre los kms 266 y 268, y el color blanco del caliche que se encuentra abundantemente en la parte noroccidental, casi ininterrumpidamente y en capas cuyo espesor varía desde laminares hasta de unos 3 m. Es notable la ausencia del caliche al oriente del vallecito sin nombre situado al oeste-noroeste de la cuadrilla de El Huiteco. En los demás lugares de afloramiento de esta facies, el caliche se-

presenta en menor proporción. El espesor de las capas conglomeráticas es muy variable, fluctuando desde unos 20 cm hasta más de 2.00 m, pero no es posible observar bien su disposición, aunque algo ayuda a este respecto la orientación dominante de los cantos; en general no es fácil medir la actitud de las capas en esta facies, que es la que presenta buzamientos más pronunciados.

El espesor total de la Formación Balsas varía grandemente en distancias cortas, debido a que se depositó en los bloques hundidos de Formaciones anteriores a ésta. Se deducen espesores hasta de 400 m de conglomerado.

La facies conglomerática se encuentra en contacto discordante ya sea con la Formación Mexcala, con el aluvión, o con cualquiera otra de las facies de la Formación Balsas.

En las fotografías aéreas es fácil de confundir con la Formación Morelos, pues tanto su tono como la textura y las formas fisiográficas (topografía, redondeamiento de los cerros, red de drenaje de la menor densidad, e incluso da origen a dolinas, como al suroeste del Valle de Tixtla), son similares, por lo que es necesaria la inspección ocular en el campo.

Hasta la fecha no han sido encontrados fósiles en la Formación Balsas, excepto en los fragmentos de las rocas de formaciones anteriores, que forman el conglomerado, que evidentemente

te no ayudan a fijar límites a su edad. Se considera que el conglomerado es la parte basal de la Formación Balsas.

La facies arenolimolítica incluye capas de arenisca, limolita y lutita no bien consolidada, así como arenisca tobácea muy abundante y coluvión; este último está presente en la nueva carretera Chilpancingo-Tixtla-Chilapa y aflora entre los km 4 y 7. Esta facies presenta buzamientos de 15° a 25° al NW y es la más ampliamente distribuida dentro del área, aflorando extensamente en la parte septentrional de la misma en las cercanías de Chilpancingo y hasta Tixtla, al S, SE y SW de Mochitlán, de Mazatlán a Chacotla, de Palo Blanco a El Salado y en la casi totalidad del recorrido desde Palo Blanco hasta el límite meridional del área, a lo largo de la carretera México-Acapulco.

Esta facies comprende además unos bloques de conglomerado compuestos por fragmentos de origen ígneo, como es observable en un afloramiento a unos 1 250 m al norte de Tepechicotlán en Los Nogales, pero contiene también fragmentos de origen sedimentario y la matriz es también sedimentaria, por lo cual no se puede clasificar como conglomerado. En una loma junto al arroyo del Agua Escondida, entre Mazatlán y Chacotla, esta facies contiene lenticulas de yeso con distintos grados de impureza.

Se observaron tres muestras contiguas cuyo análisis microscópico dió el resultado siguiente:

Muestra V-65-10_a.- (inferior). Cristales subedrales de yeso, de textura equigranular, con impurezas de calcita, óxidos de hierro y arcilla.

Muestra V-65-10_b.- (intermedia). Yeso fibroso radial, libre de impurezas, de textura foliada y fibrosa, con escasos cristales subedrales de yeso.

Muestra V-65-10_c.- (superior). Yeso fibroso, radial, con impurezas de óxidos de hierro y algo de arcilla. La textura es de un mosaico inequigranular de cristales y acículas de yeso.

En los tres casos el yeso es de origen sedimentario lacustre.

Al sur de Mochitlán, en unas lomas junto al camino a Cuaxtlahuacán, afloran también algunas lenticulas de anhidrita granular con yeso e impurezas de arcilla que le comunican un color semejante al de la miel. Es más abundante la anhidrita que el yeso, los cristales son subedrales y algo de ella es fibrosa. Su origen es también sedimentario lacustre.

La estratificación de esta facies es desde casi laminar hasta masiva, de manera que en pocos lugares se pueden medir los echados. Se encuentra en contacto con las otras dos facies de la Formación Balsas, con el aluvi6n y con cualquiera otra for

mación, excepto la Acahuizotla. Su espesor es muy variable en -- las distintas localidades donde aflora, estimándose valores hasta de 500 m. Los contactos son discordantes donde quiera que se les observe.

Debido a la variedad litológica de esta facies, sus características fisiográficas son también variadas y su red de drenaje es dendrítica densa, identificable desde el contacto con la Formación Morelos en el cerro de La tecomaca hacia el norte, hasta el límite con la facies conglomerática, y de poniente a -- oriente desde las cercanías de Chilpancingo hasta las de Tixtla.

Es difícil su identificación fotogeológica exclusivamente sin la observación de campo, pues se le puede confundir -- con estratos de la Formación Mexcala. No se encontraron fósiles dentro de esta facies.

La tercera y última facies de la Formación Balsas es la tobácea, que varía en composición de intermedia a ácida. Es la que aflora en menor extensión superficial. Aparece en la cima del cerro Xomijlo y en partes de sus laderas, sobre todo en la -- meridional, y se prolonga hasta Ayotzinapa. Aflora también al -- sur y al sureste de Mochitlán, en la cuadrilla de El Naranjo y -- en el flanco austral del cerro El Filo, junto a la cuadrilla de El Salado, continuando hasta La Lagunilla.

Del estudio al microscopio de algunas muestras de --- esta facies, se deduce que se trata de tobas de composición -- principalmente riolítica y, en menor proporción, andesítica. Las tobas riolíticas están devitrificadas.

Se calcula en unos 300 m el espesor de esta facies, - que tiene contactos discordantes con las otras facies de la misma formación y con las Formaciones Morelos y Mexcala, así como - el aluvión.

Es en general una masa amorfa, pero en algunos lugares se nota estratificación, que es sensiblemente horizontal. Es notable en las fotografías aéreas porque da lugar a un tono muy claro. Las líneas de desagüe en ella están bastante espaciadas en la mayoría de los afloramientos, pero no ofrecen un patrón de drenaje homogéneo.

Podía haberse cartografiado a la Formación Balsas como una sola unidad, pero en virtud de que es muy extensa y de -- que podía separarse en facies, como se hizo, se optó por esto -- último.

No se observaron pliegues en los afloramientos localizados en el área estudiada dentro de cualquiera de las facies de la Formación Balsas. Hay ligeras inclinaciones de las capas en - el conglomerado de caliza, que no pudieron ser medidas fidedignamente debido a la poca definición de la estratificación, que es casi dondequiera masiva.

En vista de la ausencia de fósiles, la edad de esta formación no ha podido ser fijada paleontológicamente; sin embargo, basándose en una determinación radiométrica del zircón contenido en una formación riolítica suprayacente más al norte, Fries (op. cit., p. 98) deduce una edad oligocénica media para la parte superior de la formación. La parte inferior, concluye el mismo autor, es eocénica tardía, apoyado en datos de restos vegetales encontrados en el Estado de Hidalgo y en vertebrados en Guanajuato, dentro de rocas correlacionables con esta formación.

Hay afloramientos de rocas similares a la Formación Balsas en Oaxaca (Capas Huajuapán, Salas, 1949), en Puebla (Formación Tehuacán, Calderón García, 1956), en Hidalgo (Conglomerado El Morro, Simons y Mapes, 1956) y en Guanajuato (Conglomerado Guanajuato, Edwards 1955).

En cuanto al origen de la Formación Balsas, es variable según las facies de que consta, y aún dentro de ellas existen variantes, como en la arenoso limolítica. Sin embargo, se puede concluir que es continental, que por ser postorogénica y por sus relaciones tectónicas con las formaciones anteriores, se considera un depósito de tipo "molasse".

FORMACION AGUA DE OBISPO

La denominación de esta Formación fué introducida -- por De Cserna (1956 b, p. 35), para designar a una sucesión "de rocas piroclásticas y de derrames lávicos de composición andesítica, que se extiende principalmente hacia el oeste de la nueva -- carretera México-Acapulco, entre Chilpancingo y El Ocotito". La localidad típica se encuentra en las proximidades del poblado de Agua de Obispo, de donde toma su nombre, entre los kilómetros -- 306 y 311 de la carretera mencionada.

El afloramiento más septentrional de la Formación -- Agua de Obispo se localiza al noreste de Petaquillas, donde está en contacto con la Formación Morelos y con la facies arenoso-limolítica de la Formación Balsas. El afloramiento al norte del -- pueblo de Mazatlán es el más extenso dentro del área. Otras localidades donde aflora esta Formación son al norte, al oriente y -- al sur del rancho de La Imagen, en un tramo de la carretera antigua que conduce al poblado de Acahuizotla y en otros pequeños -- afloramientos en la esquina suroccidental del área, donde el contacto puede ser con cualquiera de las formaciones más antiguas, -- excepto la Mexcala.

Litológicamente, la Formación Agua de Obispo comprende dentro del área rocas volcánico-lásticas y derrames lávicos de --

composición andesítica, latítica o riódacítica. El análisis petrográfico de algunas muestras procedentes de esta formación revela la presencia de cristales subedrales de plagioclasa, biotita y de cuarzo, con textura holocristalina porfídica, que se clasificó como dacita de biotita (muestra V-64-6); otra la (V-65-13) es de textura pirocálstica samítica y contiene fragmentos angulosos de cristales de cuarzo y feldespatos, plagioclasa en menor cantidad, biotita y abundante matriz de esquirilas vítreas; por reflexión se observa abundante hematita, todo lo cual integra una toba riolítica devitrificada. Es notorio en esta formación un color verde claro que es observable desde el km 288 de la carretera México-Acapulco hasta el límite austral del área en los afloramientos de aquélla. Este color le es comunicado por la alteración de celadonita intersticial.

La Formación Agua de Obispo está mejor consolidada que la Balsas, por lo que donde se encuentra en contacto, hay un cambio de pendiente con mayor inclinación. El espesor es variable en distintas partes de afloramiento, pero se estimó un máximo de 500 m. Los contactos de esta formación con las demás son grandemente discordantes en todo lugar. En las fotografías aéreas se distingue porque origina tonos grises claros, rasgos texturales casi uniformes, gradiente pronunciado, topografía elevada angulosa, no aplanada; el drenaje no es uniforme, pues en algunos afloramientos es más denso que en otros, pero en todos tiende a ser-

dendrítico. Es bastante resistente a la erosión, excepto donde está desforestada y la vegetación principalmente árboles pertenecientes a la subclase de las Coníferas.

El lugar de origen de esta formación debió haber sido intermedio a los poblados de Petaquillas y de El Ocotito, pues entre ellos se encuentra restringido el afloramiento de esta formación.

En lo que concierne a su edad, la Formación Agua de Obispo se considera que es miocénica, por su posición estratigráfica, pues yace discordantemente sobre la Formación Balsas, del Oligoceno Medio. Es correlacionable a las Formaciones Tepoztlán, de la región de Cuernavaca (Fries, 1960) y Tilzapotla, de la región de Taxco (Fries, op. cit.).

FORMACION CHILPANCINGO

Este nombre fué propuesto por De Cserna (1956 b, p. 33) para designar una secuencia de conglomerado, arenisca, limolita, marga y arcilla, que sobreyace con discordancia angular a las Formaciones Morelos y Balsas.

No mencionó dicho autor una localidad típica, pero -- donde está mejor expuesta es en tajos de la carretera situados en la entrada boreal a Chilpancingo, al sur y al suroeste de Pe-taquillas y a lo largo de la carretera que conduce a Tixtla, ha-ga aproximadamente el km 4. Aflora también al oeste de la carre-tera México-Acapulco, fuera del área de estudio. Su distribución está restringida al Valle de Chilpancingo y es, de las formacio-nes sedimentarias, la de menor extensión.

La secuencia litológica es gradual, si bien los sedi-mentos que la componen están poco cementados y por ello de poca-cohesión. Se encuentran, de abajo hacia arriba, conglomerado, -- arenisca, limolita y arcilla, con intercalaciones arrítmicas de-marga. Se trata de un depósito parcialmente coalescente o de pi-a monte que yace en las estribaciones de las serranías que semicir-cundan el valle y en parte son terrazas lacustres. El color gris de diversos tonos es el dominante. El espesor, como el de todas-las formaciones aquí estudiadas, es variable en distintos lugares

y probablemente no excede de 200 metros.

Los contactos de la Formación Chilpancingo son discordantes angularmente con la Formación Morelos y con la facies arenoso-limolítica de la Formación Balsas subyacentes y con el aluvi6n sobreyacente. La identificaci6n fotogeol6gica se logra por los tonos claros de gris y por sus formas topogr6ficas en forma de lomerio bajo ondulante.

Se encuentran f6siles 6nicamente en las capas de margas; ellos son Ostr6codos del g6nero *Cypris*, gaster6podos del g6nero *Planorbis* (op. cit., p. 34) y restos de plantas. La edad de estos f6siles es postmioc6nica, por lo que se puede concluir que la Formaci6n Chilpancingo data del Plioceno. Se correlaciona con las Formaciones Cuernavaca (Fries, 1960, p. 119) de Morelos y Tarango (Bryan 1948, pp. 11-12) en la Cuenca de M6xico.

Su origen, deducido por las condiciones paleoecol6gicas que se infieren de la presencia de los f6siles encontrados (son formas de agua dulce) y de la estratificaci6n gradual, es lacustre.

A L U V I O N

Con esta denominación se designan aquí los depósitos-clásticos continentales cuaternarios que se derivan por erosión de cualquiera de las formaciones preexistentes que, por ende, son bastante heterogéneos en cuanto a cualquier concepto. Cubre las partes más bajas de los valles, de las numerosas dolinas y de los polyes. Consta principalmente de grava, arena, limo, arcilla, caliche y suelo residual. El caliche que en abundancia cubre la parte superior de la facies conglomerática de la Formación Balsas no está incluido dentro del presente trabajo en el aluvión.

Donde se encuentra en mayor abundancia lo que en conjunto se ha denominado aluvión es en el Valle de Tixtla. Le siguen en importancia decreciente el Valle de Mochitlán y otros menores. Tampoco se incluyen aquí los suelos, pues se consideran pertenecientes a las unidades litoestratigráficas maternas que les infrayacen. Las relaciones del aluvión con respecto a las formaciones son discordantes angularmente y puede estar en contacto de cualquiera de ellas. Su espesor se estima no mayor de 70 metros.

V.- ROCAS INTRUSIVAS

Se encontraron afloramientos de rocas intrusivas pertenecientes a las dioritas y otros a composiciones mineralógicas que varían del granito a la cuarzomonzonita.

GRANITO

A esta familia corresponde al afloramiento mayor - -- (unos 8 km de longitud por unos 2 km de anchura como promedio) - de rocas intrusivas que se hallan dentro del área. No ha sido de nominada con toda propiedad esta formación por autor alguno ni se pretenderá aquí hacerlo, pues no sería formal su designación por este medio (Comis. Amer. de Nomencl. Estrat., 1961, p. 9).

Se encuentra en sólo un área de emplazamiento superficial, de las dimensiones ya consignadas, en la parte suroccidental del área y tiene una disposición longitudinal de suroeste a noreste. De ella parten numerosos diques y a su vez, parece ser una rama del tronco de El Ocotito (De Cserna, 1965, p. 38).

Litológicamente consta de cuatro fases: granítica, -- sienítica, cuarzomonzonítica y tonalítica, que no se intentaron cartografiar por separado debido a cambios frecuentes de composición mineralógica en extensiones cartográficamente reducidas. En la parte nororiental del afloramiento, cerca de Tlacotepec, contiene abundantes y grandes escamas de pirlita.

Es característica esta formación por ofrecer mayor resistencia a la partición que cualquiera otra, así como por su color ligeramente verdoso. Es asimismo notable la intensa silificación que en una amplia área circundante causó su emplazamiento, en que fueron afectadas otras formaciones, sobre todo la Morelos, que sufrió metamorfismo térmico de contacto, pues presenta marmorización en diversos grados de desarrollo, desde incipiente hasta completa. Este efecto se observa en diversos lugares donde la Formación Morelos se encuentra silicificada (la parte ascendida en el plano geológico, lámina 1), pero donde es más característico es en el Arroyo de Los Naranjos, al este-sureste de El Salado, donde los afloramientos de mármol y de granito se suceden en yuxtaposición sin regularidad alguna, siendo más abundantes los de mármol. En algunos sitios contiene englobados dentro de su masa xenolitos de caliza, que muestran también variados grados de metamorfismo.

Esta formación se puede encontrar en contacto de la Consuelo, de la Morelos, de la facies arenoso-limolítica de la Balsas y del Aluvión y con cualquiera de ellas su relación es discordante. Aflora casi exclusivamente en los arroyos que la surcan, ya que en las eminencias topográficas existe solamente suelo originado por el intemperismo de ella. En casi su totalidad se encuentra enclavada cerca de la parte más elevada del área, cons -

tituida por las Formaciones Consuelo y Morelos. El patrón de drenaje es ligeramente más denso que el de la caliza silicificada circundante.

Por su relación intrusiva con respecto a la Formación Morelos, se infiere que es posterior en edad al Cenomaniano y por no haber afectado a la Formación Balsas es anterior al Eoceno. Lo más probable es que su emplazamiento haya ocurrido durante el inicio del Cretácico Tardío.

D I O R I T A

Con este nombre informal se designa aquí a la formación de menor extensión de todas las que se cartografiaron dentro del área, cuya composición mineralógica corresponde esencialmente a la de una diorita, aunque tiene algunas pequeñas fases cuarzodioríticas. Se trata de pequeños afloramientos que se localizan entre los kms 294 y 295, en el 297 y entre el 299 y el 300 de la carretera México-Acapulco de los cuales unos son troncos y otros son apófisis de éstos.

Se halla en contacto discordante con la facies arenoso limolítica de la Formación Balsas, en la que produjo efectos termquímicos y deformaciones debido a la intrusión. No se ha hecho una determinación precisa de la edad de esta roca, pero por haber afectado a la Formación Balsas se cree que data del Oligoceno Tardío.

VI.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Debido a la escasez de buenos afloramientos y a la --
discrepancia de la información obtenida, no fué posible determi-
nar la existencia de alguna estructura anticlinal o sinclinal --
regional. Sin embargo, fué posible inferir la existencia de es --
tructuras de tipo local que cambian en distancias cortas. Por --
falta de información no es posible, ya que resultaría aventurado,
prolongar los ejes de pequeñas estructuras comprobadas a lo que-
supuestamente sería su continuación.

Esta carencia de información estructural se comprende --
si se considera que la Formación Morelos, la más extensamente --
distribuída dentro del área, es en gran parte masiva y que las --
partes dolomíticas principalmente muestran equedades y rugosida-
des sin dirección preferencial. En muchos cortes, en dolinas y --
arroyos no pudieron ser recabados datos estructurales. Debe con-
siderarse además que buena parte de las rocas aflorantes en la --
región son de origen ígneo y si a todo esto agregamos los cambios
bruscos y a corta distancia tanto en los rumbos como en los echa-
dos de la Formación Mexcala, se comprende mejor la dificultad se-
ñalada.

Por lo anterior no fué posible continuar dentro del --
área estudiada las dos estructuras delineadas por Olea (1965, --
lám. 1) en el área limítrofe al norte y tampoco se pudo estable-

cer la continuidad de la falla postulada por el mismo autor, --
cuya traza coincide en gran parte con el curso del arroyo de --
Atliaca y que al sur del poblado del mismo nombre se aparta de él.

Con la información obtenida sólo es posible señalar la
existencia de un sinclinal entre Petaquillas y Tepechicotlán, --
cuyo eje tiene una traza sensiblemente coincidente al curso del --
río Petaquillas.

Casi todas las formaciones estudiadas fueron afectadas
por fallas, las cuales no tienen una orientación preferencial. --
De estas fallas, dos forman un sistema de cabalgadura ("horst"),
que se observa a poca distancia al norte de Palo Blanco. Estas --
fallas afectan a las facies areno-limolítica de la Formación Ball
sas como bloques encajonantes y al miembro carbonatado de la --
Formación Morelos como bloque levantado.

Las fallas existentes dentro del área estudiada son de
diferente edad, pues afectan unas a rocas mesozoicas y otras a --
rocas terciarias, como puede notarse en el plano geológico anexo
(lám. 1).

VII.- GEOLOGIA HISTORICA.

Con la información disponible y la obtenida hasta ahora, se puede hacer a grandes rasgos un intento de interpretación de la evolución geológica del área estudiada.

Del análisis de las rocas que constituyen la Formación Consuelo, se deduce que está formada por rocas sedimentarias y metasedimentarias y que estas últimas se originaron de rocas sedimentarias pelíticas y sefíticas marinas que en parte recibieron aportes de clásticos continentales. Sobre la Formación Consuelo se desarrolló una superficie de erosión en la cual se depositaron posteriormente (en el Cretácico Temprano), durante una transgresión marina, estratos calcáreos de grano fino de la Formación Acahuizotla. Después de estos depósitos calcáreos se retiró un poco el mar, haciéndose somero, y se depositó la anhidrita de la Formación Morelos.

Por ese tiempo el clima debió haber sido cálido y árido, con poca o nula aportación de aguas, lo que permitió un aumento en la concentración salina, descendiendo el nivel de las aguas lográndose la saturación y cuando las temperaturas fueron superiores a 30°C, se precipitó el sulfato de calcio en su forma anhidra.

Posteriormente ocurrió una nueva transgresión del mar-

que originó el depósito de los estratos de caliza y dolomita de la Formación Morelos. La dolomita se formó como un reemplazamiento de la caliza penecontemporáneamente a la diagénesis de ésta - (Fries, 1960, p. 161). Después del depósito de la Formación Morelos aconteció una emersión continental y la erosión consecuente. En el inicio del Cretácico Tardío tuvo lugar el emplazamiento de la intrusión cuarzomonzónica, que provocó arqueamiento, silicificación y metamorfismo de diversos grados en la Formación Morelos.

La siguiente etapa fué una nueva transgresión marina - (probablemente la última), que tuvo lugar por lo menos al final del Turoniano, depositándose lo que posiblemente sea un pequeño afloramiento de la Formación Cuautla en las cercanías de Tixtla, y depositándose posteriormente los sedimentos que originaron la Formación Mexcala.

Antes de finalizar el Cretácico acaeció la emersión definitiva del área, quedando expuesta a una activa erosión y seguidamente, durante el Eoceno Temprano, al plegamiento y subsecuente afallamiento cuyos efectos combinados produjeron la formación de cuencas endorreicas, donde se acumularon los sedimentos de la Formación Balsas. Es posible que entonces haya empezado el diapirismo de la anhidrita, facilitado por la existencia de áreas de debilidad producidas por las fallas. La actividad --

ígneas se hizo presente durante el Terciario con la emisión de lavas y tobas.

Poco antes del Plioceno se formaron probablemente nuevas cuencas endorreicas, una de las cuales fué el actual Valle de Chilpancingo, donde se efectuó el depósito lacustre de la Formación Chilpancingo. Otras de estas cuencas endorreicas antiguas existieron en las zonas donde se localizan numerosas dolinas y polyes, que se formaron por la disolución de la caliza, desarrollándose la topografía kárstica tan característica de la región-centrorienta del área, la cual continúa desarrollándose.

Durante el Pleistoceno se estableció nuevamente el régimen exorreico del área, la cual desde entonces sigue sometida a la erosión.

VIII.- GEOLOGIA ECONOMICA.

Excepto un indicio de mineralización de estibinita - - (que cuando es acicular le llaman en la región "mineral de aguja"), localizado en la empinada falda occidental de una serranía que se encuentra a pocos centenares de metros al oriente de Cuaxtlahuacán, puede decirse que no existen yacimientos de minerales -- metálicos dentro del área estudiada. En algunas localidades montañosas situadas al sur y al oeste del área, existen algunos pequeños yacimientos de estibinita, en su mayor parte de la variedad acicular, que no son explotados formalmente, pero que ocasionalmente son visitados por buscadores o gambusinos, quienes recogen pedacería de las partes mineralizadas superficiales y a lomo de bestia las acarrear hasta las carreteras.

El único mineral no metálico de importancia presente en el área es el yeso, que normalmente es de alta pureza, pero que no se encuentra en cantidades que garanticen una explotación intensiva a largo plazo. Unicamente en la localidad situada en el borde occidental de la Laguna de Metzapa, originada por colapso de una dolina, se observó un afloramiento digno de ser tomado en cuenta. En esta localidad el yeso tiene un espesor aflorante de aproximadamente 15 m, que es más potente a profundidad. Su extensión lateral no se pudo determinar por presentarse debajo del miembro carbonatado de la Formación Morelos. En otra localidad si-

tuada fuera del área estudiada y a unos 5 km al norte de la es-
quina nororiental, existen varios cerros de yeso de excelente --
pureza, algunos muy cercanos a la brecha que conduce de Atliaca-
a Apango.

Puede mencionarse también la existencia de mármol, mi-
neral que aflora en el cauce del arroyo de Los Naranjos, pero --
que no es explotable comercialmente, debido a que se presenta --
alternando con afloramientos de granito y a que presenta impure-
zas. Por otra parte, el pequeño tamaño de los afloramientos hace-
que sólo de unos cuantos se obtendrían bloques de dimensiones --
mayores de 1 m^3 . Un obstáculo más es que el afloramiento está --
ubicado a poco más de 1 km de la brecha que llega a El Salado, -
y que el terreno es abrupto.

IX.- BIBLIOGRAFIA CITADA

ALENCASTER DE CSERNA, GLORIA, 1963, Pelecípodos del --
Jurásico Medio del noroeste de Oaxaca y noreste de Guerrero: Univ.
Nal. Autón. de Méx., Inst. de Geol., Paleontología Mexicana 15,-
52 pp.

ALVAREZ, MANUEL JR., 1949, Unidades Tectónicas de la -
República Mexicana, Bulletin of the American Association of Petro-
leum Geologists, Vol. 33, núm. 8 pp. 1319-1335.

BOHNENBERGER-THOMAS, OTTO, 1955, Bosquejo geológico a-
lo largo de la Carretera Iguala-Chilpancingo, Estado de Guerrero:
Univ. Nal. Autón. de Méx., Fac. de Ing., tesis profesional, 61 pp.
inédita.

COMISION AMERICANA DE NOMENCLATURA ESTRATIGRAFICA, 1961,
Código de nomenclatura estratigráfica: Univ. Nal. Autón. de Méx.,
Inst. de Geol., 23 pp.

DE CSERNA, ZOLTAN, 1965, Reconocimiento geológico en -
la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco,
Estado de Guerrero: Univ. Nal. Autón. de Méx., Inst. de Geol. --
Bol. 62, 76 pp.

ERBEN, H. K. 1956 b, El Jurásico Medio y el Calloviano
de México: Congr. Geol. Internac., XX Sesión, México, monograf.,
140 pp.

FRIES, CARL, JR., 1956, Bosquejo geológico de la región entre México, D.F. y Acapulco, Gro.: Congr. Geol. Internac. XX Sesión, México, Libreto-guía de las excursiones A-9 y C-12; - también el Bol. de la Asoc. Mex. de Geól. Petrol., vol. 9, nos. 5-6, pp. 287 - 333.

-----1960, Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México: Univ. Nal. Autón. de Méx., Inst. de Geol., Bol. 60, 236 pp.

GARCIA, ENRIQUETA, 1964, Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: Offset Larios, S.A., México - D.F., 71 pp.

GUZMAN, EDUARDO J., 1950, Geología del noreste de Guerrero: Bol. de la Asoc. Mexicana de Geól. Petrol., vol. 1 N° 2, pp. 79 - 156.

JENNY, HANS, 1933, Geological reconnaissance survey of the northeastern part of the State of Guerrero: Petróleos Mexicanos, México, D.F. reporte geológico N° 418, 47 pp., inédito.

MIRANDA, FAUSTINO, 1947, Estudios sobre la vegetación de México; V, Rasgos de la vegetación en la Cuenca del Río de las Balsas: Rev. de la Soc. Mex. de Hist. Nat., vol. 8, Nos. 1-4 pp. 95-114.

MULLERRIED, F. K. G., 1942, El Valle de Tixtla, cuenca de desagüe subterráneo temporal, en el Estado de Guerrero: Rev. de la Soc. Mex. de Geogr. y Est., México, vol. 2, pp. 17-48.

-----1943, Paleontología y Estratigrafía del Mesozoico en el Valle de Tixtla, Estado de Guerrero: I.P.N., Esc. --
Nal. de Cienc. Biol., Anales, México, D.F., vol. 3, nos. 1-2, --
pp. 235-264.

OLEA-GOMEZCAÑA, NESTOR, 1965, Estudio geológico del --
área de Huitziltepec, Estado de Guerrero: I.P.N., Esc. Sup. de --
Ing. y Arq., tesis profesional 69 pp., inédita.

ORDÓÑEZ, EZEQUIEL y BOSE, EMTLIO, 1899, Apuntes para -
la Geología del Valle de Chilpancingo: Soc. Cient. Antonio Alzate
México, D.F., Mem. y Rev., vol. 14, pp. 5-12

RAISZ, ERWIN, 1964, Landforms of Mexico: Cambridge, -
Mass., mapa, esc. aprox.: 1:3,000,000.

SALAS, GUILLERMO P., 1949, Bosquejo geológico de la --
Cuenca Sedimentaria de Oaxaca, Bol. de la Asoc. Mex. de Geól. Pe
trol., vol. 1, N°. 2, pp. 79-156.

TANAYO, JORGE L., 1964, Geografía General de México: -
Fondo de Cultura Económica, México, 4 tomos.

