

2ej. 19



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

BOSQUEJO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DE LAS PROVINCIAS

FISIOGRAFICAS DE MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO GEOLOGO

P R E S E N T A :

JORGE RAFAEL ZAVALA MORALES



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.

I N D I C E

BOSQUEJO GEOLOGICO Y GEOTECNICO DE LAS PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE MEXICO Paginas

| | | |
|-----|--|---|
| 1.- | Introducción..... | 1 |
| 2.- | Fuentes de información geológica..... | 4 |
| 3.- | Características geológicas-geotécnicas de las Provincias fisiográficas de México | 13 |
| | 3.1 | Baja California..... 14 |
| | 3.2 | Cordilleras Sepultadas..... 21 |
| | 3.3 | Sierra Madre Occidental..... 29 |
| | 3.4 | Sierras y Cuencas..... 35 |
| | 3.5 | Mesa Central..... 39 |
| | 3.6 | Sierra Madre Oriental..... 44 |
| | 3.7 | Planicie Costera del Golfo..... 50 |
| | 3.8 | Eje Neovolcánico..... 55 |
| | 3.9 | Sierra Madre del Sur..... 61 |
| | 3.10 | Tierras Altas de Chiapas y Guatemala..... 69 |
| | 3.11 | Yucatán..... 77 |
| 4.- | Bibliografía..... | 84 |
| 5.- | Conclusiones..... | 92 |

1. INTRODUCCION

El objetivo de este trabajo es presentarle al Geotecnista, las condiciones morfológicas, geológicas y geotécnicas - más representativas, existentes en las Provincias Fisiográficas, en que según Raisz, E. (1964 2a edición) ha sido dividido el territorio mexicano.

No se pretende introducir nuevos datos relativos al conocimiento de nuestro país, sino únicamente mostrar una síntesis de los principales aspectos geológicos estudiados y propuestos para diversas regiones de la República, desarrollados en gran cantidad de trabajos y por otros tantos autores.

El estudio incluye además una lista de Instituciones, Asociaciones y Dependencias Gubernamentales que cuentan con información geológica y geotécnica que puede ser útil en estudios de anteproyecto o de conocimiento de alguna región específica. Esta lista señala además el tipo de información que se puede obtener en estas entidades de acuerdo al carácter de los estudios que en ellas se llevan a cabo.

El tratar estos dos aspectos tiene dos finalidades: - Primero satisfacer la necesidad que existe de contar con documentos que permitan conocer en forma sencilla y rápida, los aspectos más generales, en lo que a geología y geotécnica se refiere, de cualquier región del país, ubicándose así en el contexto geológico de la zona en que se localice un estudio; y segundo, saber a donde dirigirse para ampliar en el conocimiento de la región, o buscar estudios existentes de zonas cercanas al sitio, así como conocer otros estudios semejantes al que se pretende desarrollar.

Como complemento importante del trabajo, se incluye - la tabla de Formaciones Geológicas de México, elaborada con base en las unidades que aparecen en la Carta Geológica de México, edición 1976 (ref. 36), y agrupadas de acuerdo a su presencia en las diferentes Provincias y su posición en el tiempo, proponiendo además para cada una de ellas su litología característica. Se incluye además el -

mapa de la República que presenta la división política del país y su división en las Provincias y Subprovincias Fisiográficas.

2. FUENTES DE INFORMACION GEOLOGICA

Las fuentes de información que en seguida se mencionan, cuentan con informes o publicaciones de contenido temático muy variado, algunos son de carácter confidencial, pero la mayor parte está al alcance de Empresas o Instituciones, - particularmente si estas son oficiales.

Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL).

Esta dependencia cuenta con la información cartográfica y aerofotográfica, base para estudios de anteproyecto de casi la totalidad del país. Información que se encuentra - en: cartas de climas en escala 1:500 000; cartas topográfi-

cas en escalas 1:50 000 y 1:250 000; cartas geológicas - - (litológico-estructurales) en escala 1:50 000 y cartas geológicas escala 1:250 000; cartas de uso del suelo, edafológicas y de uso potencial en escala 1:50 000, además de la gama de fotografías aéreas existentes a color y en blanco y negro en escalas 1:25 000, 1:35 000, 1:50 000, 1:70 000 y 1:90 000, y las fotografías Landsat que cubren la República Mexicana. Tiene esta dependencia también cartas urbanas en escalas 1:5 000 y 1:10 000, cartas aeronáuticas - y climatológicas en escala 1:250 000 y 1:1 000 000; y cartas turísticas en escala 1:1 000 000. Complementan esta amplia gama de material gráfico, los datos contenidos en: Informes de campo, puntos de verificación, catálogos numéricos, instructivos, fichas de población y banco de datos, de la propia dependencia. Actualmente está en elaboración la carta geohidrológica de la República Mexicana, escala 1: 250 000.

Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.)

En la Comisión Federal de Electricidad existen informes en el Departamento de Geología y Minería, tanto de carácter local como regional relativos a estudios geotécnicos, geohidrológicos y de geotermia. Todos ellos tienen como objetivo proporcionar datos para obras relacionadas con la generación de energía eléctrica.

Consejo de Recursos Minerales (C.R.M.)

Esta dependencia reúne estudios sobre yacimientos metalógicos y no metalógicos que incluyen amplia información - acerca de la geología general, de muy diversas partes del país. Principalmente de exploración minera y reconocimientos geológicos realizados por su personal técnico.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (S.A.R.H).

En esta institución existen informes en las distintas oficinas que a continuación se mencionan:

Subdirección de Geología.- Esta efectúa los estudios - geológicos necesarios e indispensables para la construcción de obras hidráulicas.

Archivo del Consultivo Técnico.-Reune la mayor parte - de los informes que se generan en esta Secretaría, algunos sobre Geotecnia, otros sobre Geohidrología y algunos más de carácter geológico general.

Dirección de Geohidrología y Zonas Áridas.- Tiene en sus archivos además del Atlas geohidrológico de reciente pu**bl**icación (1978) informes geológicos y geofísicos relativos exclusivamente a alumbramientos de aguas subterráneas. Discuten desde luego estos informes, además de la litología y

cartografía correspondiente, la estratigrafía, los principales rasgos estructurales, los gastos obtenidos en los pozos y manantiales y valores de los niveles hidrostáticos y piezométricos.

Dirección General de Pequeñas Obras.- Tiene informes relativos a estudios geotécnicos de sitios para la construcción de presas, también estudios geohidrológicos como los mencionados anteriormente y algunos más sobre trabajos de perforación.

Dirección de Ingeniería Experimental.- Cuenta con el laboratorio de Mecánica de Suelos que tiene particularmente estudios relativos a esta disciplina, a mecánica de rocas y a bancos de materiales para construcción.

No se describe la información existente en las distintas Comisiones dependientes de la Secretaría como son: Comisión de Aguas del Valle de México, Comisión del Papaloapan, Comisión del Sistema Lerma-Santiago, Comisión del Pánuco, etc. donde se han realizado importantes estudios tanto de carácter local como regional.

Departamento del Distrito Federal (D.D.F.)

En esta dependencia existen importantes estudios de -

geotecnia con relación a edificaciones dentro del área del propio Distrito Federal. Cabe mencionar los estudios del subsuelo relativos a la construcción del Drenaje Profundo de la Ciudad de México.

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP)

En esta Institución el Departamento de Geotecnia y la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, son las oficinas donde se encuentran estudios geotécnicos y geológicos.

En el Departamento de Geotecnia hay estudios que se refieren tanto a construcción de carreteras, túneles y puentes como a bancos de materiales para la construcción de terraplenes.

En la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado, los estudios son particularmente de aspecto geohidrológico, local y regional.

En ambas oficinas además de estudios geológicos se cuenta también con estudios geofísicos.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S C T)

De esta Dependencia la Dirección General de Obras Ma-

rinas, reúne los estudios de carácter geotécnico y de evolución de la costa en puertos, así como de aprovechamiento de materiales de construcción.

Petróleos Mexicanos (PEMEX)

El archivo de las Gerencias de Exploración y Construcción posee informes de carácter local y regional (geológicos y geofísicos) con fines de exploración petrolera y de construcción de obras civiles.

Instituto de Geología (UNAM)

Cuenta con la biblioteca más importante del país, donde existen además de los trabajos e investigaciones propios del Instituto, prácticamente la totalidad de ejemplares de boletines de diversas sociedades científicas, nacionales y extranjeras, relacionadas con las Ciencias Geológicas. Estos boletines incluyen artículos tanto de carácter local como regional de distintos lugares de México y el contenido temático es muy variado, dependiendo de la Sociedad que les da origen.

De los trabajos propios de la institución o de estudios realizados por sus investigadores, destacan los planos regionales de muy diversos lugares, escala 1:100 000 y - -

otras a escalas mayores por ejemplo (cartas tectónicas y -
cartas geológicas estatales).

Instituto de Geología y Metalurgia de San Luis Potosí.

En esta institución se pueden encontrar estudios geológicos regionales y locales del estado de San Luis Potosí.

Instituto de Geofísica (UNAM)

El Instituto de Geofísica proporciona tanto información sísmica del país como estudios geofísicos de carácter local, reunidos principalmente en los boletines del propio Instituto.

Instituto de Ingeniería (UNAM)

En el Instituto de Ingeniería se puede encontrar investigaciones y estudios relacionados con la geotecnia (Mecánica de Suelos, Mecánica de Rocas, Ingeniería Sísmica, etc.).

Instituto Mexicano del Petróleo (I M P)

Esta dependencia produce trabajos muy especializados, algunos de ellos contienen información geológica general,-

de diversas partes del País, relacionados con la exploración de hidrocarburos.

Instituto Nacional de Energía Nuclear (I N E N)

El Instituto Nacional de Energía Nuclear reúne informes geológicos locales y generales principalmente relacionados con la exploración de uranio en México.

Instituto Politécnico Nacional (I P N)

El Instituto Politécnico Nacional proporciona información geológica y geofísica contenida en Tesis Profesionales desarrolladas acerca de estos Temas en la E S I A.

Facultad de Ingeniería (UNAM)

La información Geológica, Geofísica y Geotécnica se encuentra reunida en Tesis Profesionales relativas a estos temas.

Sociedades y Asociaciones que tienen en algunas de sus publicaciones, artículos sobre geología local y general, a veces en relación con la geotecnia:

Sociedad Geológica Mexicana.

Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos. (Geomimet)

Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros.

Geological Society of America

Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos

Sociedad Mexicana de Mecánica de Rocas

Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica

Sociedad Latino Americana de Geotecnia

West Texas Geological Society

New Mexico Geological Society

Además de todas estas instituciones y dependencias, -
puede encontrarse información útil en los trabajos desarrollados por compañías particulares cuyo campo de acción es la Geología y la Geotecnia en general.

3. PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE MEXICO Y SUS PRINCIPALES CARACTERISTICAS GEOLOGICAS

Este capítulo presenta una breve descripción de las Provincias Fisiográficas de México (Raisz, op.cit), su localización, principales formaciones geológicas, tipos de rocas que prevalecen y principales rasgos geológico-estructurales de cada una de estas regiones.

3.1 Baja California

Esta provincia está constituida por la totalidad de -
la Península de la Baja California, dividida a su vez en
las subprovincias del Delta del Río Colorado y del Llano
de la Magdalena (tierras bajas).

La provincia está constituida por un bloque alargado
y angosto de 1 300 km. de longitud, por 100 km. de ancho
promedio y que se puede dividir en 3 sub-bloques montaño-
sos, cuyas alturas máximas disminuyen de N a S. La pen -
diente es suave hacia el Océano Pacífico y abrupta hacia
el Golfo de California.

"De los tres bloques montañosos, el del norte es en -
gran parte el batolito granítico de San Pedro Mártir, que
aflora desde la frontera norte y que pierde gradualmente
altura hasta las Sierras de Calmalli y Purificación, pró-
ximas al paralelo 28°, donde queda sepultado por materia-
les volcánicos de la Formación Comondú." (SMMS P.26, 1974).

"El bloque montañoso medio forma poco menos de la mi -
tad este de la parte sur de la Península; constituye su -
espinazo montañoso la Sierra la Giganta, que se inicia al
norte en la Sierra de San Borja y termina en el Istmo de -
la Paz, donde pierde altura y desaparece al iniciarse el -

batolito granítico de la región de El Cabo." (SMMS, P.26,1974)

"El tercer bloque montañoso forma el extremo sur de la Península y, a semejanza del bloque montañoso de la porción norte, está formado por los últimos afloramientos hacia el sur del batolito granítico. Su orientación es casi N-S y en ambos lados está limitado por una serie de fallas. El límite occidental del batolito es abrupto y con pendientes fuertes. El fallamiento causó la elevación de la masa ígnea y la depresión del bloque contiguo, que corresponde a la región del Istmo de la Paz." (SMMS, P 26, 1974).

"Casi todos los ríos de esta provincia, siguen una dirección aproximada E-W, tienen un desarrollo medio de 50 km. y su curso es en general recto, en especial cerca de la desembocadura." (SMMS. P26, 1974).

La mitad norte de la Península, en términos generales, está constituida por rocas ígneas intrusivas graníticas cretácicas, con angostas llanuras costeras a ambos lados, cubiertas por rocas sedimentarias y volcánicas, excepto el gran Delta del Río Colorado que está cubierto por depósitos aluviales de espesor desconocido..... El batolito granítico ocupa las cuatro quintas partes de esta mitad y en su superficie se nota una regular cantidad de aparatos volcánicos y derrames ígneos de rocas ácidas (riolitas) y básicas (andesitas -

y basaltos), además de encontrarse algunos afloramientos de rocas memórficas del Cretácico inferior y aún más antiguas. Al occidente de este cuerpo hay rocas metamórficas cretácicas (cuarcitas, pizarras, gneiss y esquistos), cubiertas en parte, discordantemente por rocas del Cretácico superior - (lutitas, limolitas, areniscas y calizas) y del Cenozóico - (conglomerados, arcillas, arenas, gravas y cenizas volcánicas), formando la angosta llanura costera del Pacífico con inclinación general al poniente. (SMMS, P27, 1974).

La mitad sur de la Península se puede dividir en tres sub-regiones: Sierra La Giganta, la Subcuenca de Vizcaíno - Purísima Iray y la Región del Cabo.... La Sierra de la Giganta ocupa la parte media oriental de la mitad de la Península. Las Sierras de San Borja y La Giganta se encuentran compuestas esencialmente por la acumulación de materiales - piroclásticos y rocas efusivas del Mioceno superior. Esta serie con un espesor total de más de 1200 m., fué nombrada - Formación Comondú por Arnold Heim (1922), constituida por - tobos, arenas tobáceas y lavas riolíticas y andesíticas que cubren tanto a rocas graníticas (Sta. Rosalía, Loreto) como a formaciones sedimentarias marinas del Mioceno y del Eoceno (lutitas, areniscas y calizas), representadas por las formaciones Tortugas, San Ignacio, San Raymundo, La Zorra, Zacañas, Bateque, Tepetate y Sepultura con echados generalmente al poniente. El límite oriental de esta sierra

es abrupto por fallamientos normales que forman el límite occidental de la fosa tectónica conocida como Golfo de California. (SMMS, P.27, 1974; Mina U.,F. 1956 y IG, UNAM,1976). La Subcuenca de Vizcaíno-Purísima-Iray se encuentra hacia la mitad occidental de esta parte de la Península donde existen dos cuencas sedimentarias del Cenozoico, formadas por depresiones del Sinclinal Californiano de edad Mezozoica. Rocas de esta misma edad aparecen formando parte de los bordes occidentales de las cuencas Terciarias, encontrándose afloramientos de lutitas, areniscas, limolitas, calizas y algunas riolitas andesitas y cuarcitas en Punta Eugenia y en las Islas Margarita y Magdalena. (SMMS, P.27 1974; IG, UNAM,1976).

La Región del Cabo se localiza en el límite sur de la Península, en la que se encuentra aflorando por afallamiento un "Horst" granítico alargado con dirección Norte-Sur, donde se pueden observar rocas metamórficas (cuarcitas, pizarras y gneiss), asociadas con rocas graníticas. Hacia su límite oriental y descansando discordantemente, aparecen algunas formaciones marinas del Mioceno y Plioceno depositadas por encima del bloque caído del batolito antes mencionado. (SMMS. P.27, 1974 y Mina U.,F. 1956).

Como ya se ha dicho la Península de Baja California constituye una unidad geológica cuya forma es la de un gran blo-

que alargado y angosto. Este bloque está afallado longitudinalmente y separado del continente por el Golfo de California. (SMMS, P.25, 1974). El bloque peninsular está afectado por numerosas fallas regionales y locales, normales, inversas, de transcurrencia y escalonadas que complican su interpretación. "La mayor parte de las observadas, tiene un rumbo que varía hasta 45° con la dirección general de la línea de costa, con echados casi verticales". (SMMS, P.28, 1974 y Mina U., F., 1956).

"Los peñascos abruptos del lado oriental del pico más alto que corresponde a la sierra de San Pedro Mártir (elevación 300 m)..., marcan aparentemente la línea de fallas que se extiende hacia el Sureste." (SMMS, P.28, 1974).

"Las líneas principales de debilidad en la costa occidental parecen tener la misma tendencia... Los contornos submarinos, también, muestran esta línea estructural, lo que hace suponer la existencia de un abrupto acantilado fuera de la costa, al Norte, que si se proyectara pasaría por la parte occidental del desierto de Santa Clara. Los contornos del fondo del mar, a lo largo del lado occidental de la mitad sur de la Península acusan otro acantilado submarino que se extiende en una dirección más al Este que el eje mismo de la Península." (SMMS, P.28, 1974). La ladera oriental de la Península es corta e inclinada. Los acantilados marinos -

son característicos y comunes de la costa, describiéndose esta ladera como uno o varios escarpes de falla. Algunas evidencias de esto pueden ser el Canal de Ballenas, el alineamiento de islas cercanas a la costa, las sierras largas y angostas del noreste de la Península separadas por valles profundos y los contornos submarinos; estos rasgos permiten pensar que esta costa oriental de la Península está rodeada por una zona de fallas con dirección al SE y que su elevación se debe a movimientos a lo largo de ellas. (SMMS, P.28, 1974)

A medida que se acerca a la costa occidental, las capas de rocas se vuelven más desordenadas; los fenómenos de fallas aparecen más frecuentemente y en algunos lugares de la costa afloran los granitos. Hacia la región del Cabo Occidental, se puede observar un gran número de fallas con poco desplazamiento; una línea de picos graníticos que se inicia en la Isla de Cedros y que reaparece a intervalos más allá de la Bahía Magdalena. Fuera de la Punta Eugenia, los contornos submarinos muestran un acantilado que cae mil doscientos metros en una distancia menor a los trescientos metros. La existencia de una posible zona de fallas hacia la porción occidental de la Península es la única explicación adecuada a esta serie de fenómenos. (SMMS, P.29, 1974).

Se puede observar también en esta Provincia una tenden

cia general a formar grandes plegamientos (anticlinales y sinclinales) de forma alargada cuyos ejes muestran una dirección preferencial NW-SE. Esta tendencia se puede notar tanto hacia su borde oriental en Bahía de la Concepción y al pie de la Sierra La Giganta y en la porción occidental en la región de Bahía Magdalena y San Fernando. (SMMS, P.29 1974).

En esta provincia lo extremo del clima al congelar y descongelar el agua atrapada en los intersticios de las rocas influye de manera definitiva en la rápida intemperización de las mismas especialmente las de textura granular, formando suelos residuales producto de la alteración mecánica principalmente de los granitos.

Subprovincia del Delta del Río Colorado.- Colinda al oeste con la Sierra de Juárez, constituida principalmente por rocas metamórficas (cuarcitas y pizarras) y rocas ígneas intrusivas (granitos) y al este con el desierto de Sonora.

En esta subprovincia se puede diferenciar una zona drenada por el río Nuevo que desagua hacia la cuenca cerrada del Mar Salton y la zona drenada por el río Colorado que desemboca en el Golfo de California en cuyo delta se encuentran numerosas dunas. (SMMS, P. ,1976. Vol. II).

En la zona de Mexicali afloran sedimentos del Cuaternario que se depositaron en un ambiente lagunar, considerados como de origen fluvio-lacustre diferentes de los encontrados al oriente de esta subprovincia, ya que en esta área -- prevalecen sedimentos arenosos de origen fluvial. (SMMS, P. ,1976, Vol. II).

El fenómeno tectónico más importante que afecta la región es la Falla de San Andrés que corre en dirección SE--NW. Originada durante los movimientos orogénicos del Terciario existiendo con seguridad paralelas a este accidente, otras fallas que afectan a las rocas del basamento del valle sobre las que se encuentran los depósitos de relleno. Es esta una de las zonas sísmicas de la Provincia de Baja California.

Es probable que las rocas que afloran en la Sierra de Juárez formen el basamento de valle. Aparentemente son Mesozoicas metamorfozadas por intrusiones ácidas de principios del Terciario. (SMMS, P. 1976. Vol. II).

3.2 Cordilleras Sepultadas

Esta provincia, dividida en las Subprovincias, Desierto de Sonora, Sierras de Piamonte, los Deltas y Costa Sinaloa-Nayarit, se ubica al Noroeste de la República Mexicana

y comprende parte de los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit. Se caracteriza porque hacia el este, las montañas se hacen más elevadas con pendientes muy leves y se extienden a lo largo de toda la costa, desde Sonora hasta Nayarit. Esta región que presenta montañas asimétricas, geológicamente muy complejas, se hace más angosta y menos árida hacia el sur. (SMMS, P.31-33, 1974).

La estratigrafía general incluye algunas rocas precámbricas, que afloran al Sur-Este de Caborca, al Noroeste de Altar y al Este de Benjamín Hill en el Estado de Sonora observándoseles también en el estado de Sinaloa en la parte baja de la Sierra en una franja ininterrumpida paralela a la costa. La litología es muy variada pues se observan esquistos sericíticos, cloríticos y cuarcíferos (Formación Esquisitos Pinal), rocas volcánicas, intrusiones ígneas y sedimentos no metamorfizados, como lutitas, calizas y dolomías, del Grupo Altar.

También existen en la provincia, rocas paleozoicas; en Sonora, las cadenas montañosas del norte, están constituidas en su mayor parte por: cuarcitas, lutitas, areniscas, conglomerados, rocas metavolcánicas, intrusiones graníticas y sedimentos marinos, representados por las Formaciones: Cuarcita Capote, Abrojos, Provedora, Puerto Blanco, Complejo Sonobari, Puertecitos, Represo, Tigre, Monos, Tren

y otras. En el área de Sinaloa se encuentran rocas de esta edad en la misma franja donde aparecen las de edades precámbricas; las de la formación San José de Gracia las representan.

El Mesozoico aflora al oeste y suroeste de Bacanora y al oeste y noreste de Hermosillo; comprende rocas clásticas, lechos compuestos por areniscas, lutitas, calizas, carbones, y conglomerados cubiertos por lavas y atravesados por intrusiones graníticas (Formaciones Barranca, Cintura, Morita, Palmar y Grupo Cabullona). En Sinaloa el área de afloramiento de rocas pertenecientes a esta edad es muy limitada. (SMMS, P.34, 1974).

Las capas sedimentarias mesozoicas de la parte del estado de Sonora, están muy intrusionadas por granito el cual en varios lugares afecta a las rocas volcánicas del Terciario.

El Cenozoico se caracteriza por abundantes intrusiones graníticas y efusiones andesíticas, riolíticas y algunas basálticas, así como por rocas sedimentarias continentales y conglomerados de la Formación Baucarit, y areniscas y lutitas rojas de las Formaciones Trincheras y Nogales. En el área de Sonora las intrusiones graníticas y granodioríticas constituyen cadenas montañosas que presen

tan una orientación preferencial NW-SE y se localizan en mayor proporción al norte del Estado. En Sinaloa estas rocas intrusivas afloran por lo general en partes topográficamente poco elevadas dando lugar a lomas de pendiente suave. Cabe señalar que en ciertos lugares las rocas intrusivas se encuentran profundamente alteradas por la acción de la intemperie y al producto resultante de esta alteración localmente se le denomina "Tucuruquay".

Al Cuaternario corresponden gravas, arenas, limos y arcillas en depósitos de piamonte, aluviales, fluviales, eólicos, transicionales, de playa y de barra.

Debido a la sucesión de tobas y riolitas, suelen presentarse deslizamientos en las laderas sobre todo de las porciones accidentadas de esta provincia.

Los rasgos estructurales predominantes en la región están relacionados con la Orogenia Laramide de principios del Terciario.

En Sonora se observan plegamientos intensos, fallas normales (con predominio en la mitad sur del estado), fallas inversas y cabalgaduras (en la mitad norte), que levantaron y hundieron bloques con orientación NNW-SSE. El fracturamiento de las rocas se acentúa cerca de los contac

tos con el granito. En los bloques hundidos se han encontrado rellenos aluviales de varios cientos de metros de espesor. (SMMS, P.38, 1974).

"Las fallas y fracturas coinciden en general con los tramos muy rectos que se encuentran a lo largo de los ríos y arroyos de la zona paralelos a la costa correspondiendo al alineamiento general del sistema de la Falla San Andrés. Estas líneas corresponden también con los sistemas de fracturas que se observan en las rocas de las series riolíticas." "Los sistemas principales de fracturas y fallas en la región, se manifiestan según las direcciones N 75°W, N 10°E, N 20°W y N 50°E, existiendo algunos otros sistemas de menor importancia por lo que no pueden considerarse de carácter regional". (SMMS, P.46-47, 1974).

En general se considera la provincia como una zona de baja sismicidad exceptuando la región costera donde, debido a la cercanía con el sistema de la Falla San Andrés y la zona de subducción de la Placa de Cocos, la sismicidad es un poco mayor. En esta región, sobretodo en las áreas desérticas es notorio el fenómeno de la alteración e intemperización de las rocas debida al congelamiento y descongelamiento de agua atrapada en los poros y fracturas del material producto de las variaciones extremas en el clima.

Subprovincia del Desierto de Sonora.- "Es una franja de aproximadamente 550 km. de longitud por 200 km. de anchura. Se localiza hacia la mitad occidental del estado del mismo nombre. Está constituida por montañas de dirección NNW-SSE, rodeadas de amplios abanicos y planicies aluviales, semejando islas que emergen de los aluviones, esta característica es lo que le dá nombre a la Provincia" (SMMS, P33, 1974).

"Las corrientes en esta porción, forman un modelo dendrítico rectangular parcialmente integrado, con arroyos que se pierden en el aluvión, para volver a aparecer aguas abajo. La mayoría de los ríos principales presenta cursos entrelazados manifestando la naturaleza permeable de los suelos así como la granulometría arenosa y gravosa predominante". (SMMS, P.33, 1974).

"Hacia la esquina NW de Sonora, en el Desierto de Altar, la morfología de planicies aluviales, se ve algo modificada por la presencia de depósitos eólicos que constituyeron médanos a lo largo de una franja de 130 km. de longitud por 40 km. de anchura". (SMMS, P.33, 1974).

Las direcciones de los arroyos principales NNW-SSE - junto con la forma de las serranías, sugieren que la última deformación en los materiales del área, fué ocasionada

por las fallas normales paralelas al Golfo de California, - las que a su vez hundieron y elevaron bloques de rocas se - dimentarias, metamórficas y volcánicas que parecen estar - sostenidas por un Batolito granítico de grandes dimensiones que forma la raíz de las montañas de la región. (SMMS,P.33, 1974).

Subprovincia de Los Deltas.- "Tiene 150 km. de longitud por 50 km. de anchura. Está formada por los deltas de los ríos Yaqui, Mayo y Fuerte, hacia la esquina sur del Estado de Sonora...Es una fértil llanura, en la cual los - - ríos antes mencionados pierden su caudal por infiltración a lo largo de sus cauces divagantes; se observan muchos - meandros abandonados y secciones de arroyos muy onduladas que representan los cauces de antiguos ramales que distribuyeron la carga de los ríos por sus deltas". (SMMS,P.33, 1974).

"Hacia las orillas extremas, los deltas están modificados por la acción de las olas y corrientes litorales que han construido barras arenosas que a veces, propician la - formación de pequeñas bahías, lagunas, esteros y áreas pantanosas". (SMMS,P.34,1974).

Subprovincias de Sierras de Piamonte.- Localizada en el borde oeste de la Sierra Madre Occidental y en el lími-

te de esta provincia con la propia de Sierras Sepultadas. - Sobresalen en ella montañas cuyas cotas sobre el nivel del mar aumentan hacia el oriente. En esta región predominan las andesitas y las rocas metamórficas, entre las que se observan en ocasiones algunas rocas ígneas intrusivas.

Tanto en esta subprovincia, "como hacia el este, en el cuerpo principal de la Sierra Madre Occidental, afloran también en áreas extensas rocas de naturaleza granítica y granodiorítica (oriente de Choix y curso superior del río San Lorenzo)". (SMMS, P.43, 1974).

Las rocas andesíticas forman lomeríos de pendientes no muy acentuadas y que generalmente ocupan las porciones topográficamente más elevadas, en tanto que en las partes de los valles se observan cuerpos intrusivos ácidos que presentan lomeríos bajos con pendientes suaves afectados por un drenaje dendrítico. (SMMS, P.43, 1974).

"Acercándose a los límites con la llanura costera, los afloramientos de las andesitas disminuyen dejando lugar a rocas graníticas y metamórficas. Esta última unidad presenta un drenaje muy intenso y forma lomas de regular altura con pendientes por lo común suaves". (SMMS, P.43, 1974).

Subprovincia de la Llanura Costera.- La Llanura Coste-

ra, señalada en el mapa como Costa de Sinaloa y Nayarit, - "generalmente plana, es muy estrecha, ensanchándose en proximidad del Río Fuerte. En esta subprovincia se observan pequeñas lomas en las que afloran depósitos clásticos continentales, y otras de mayor altura formadas por rocas andesíticas del Oligoceno y Plioceno o por granitos del Terciario inferior. El drenaje en esta subprovincia es escaso y está controlado por los ríos de la región". (SMMS, - P.43,1974).

Cerca de la costa en el área de Mazatlán, se localiza la zona de subducción de la Placa de Cocos, La Placa de - Norteamérica y la Placa del Pacífico, por lo que la zona - presenta alta actividad sísmica debida a la cantidad de - energía que se libera ocasionada por el choque de placas - cercano a la costa.

3.3 Sierra Madre Occidental

Dividida en las subprovincias de Meseta de Riolita, - Mesetas con Cuencas y Sierras Alargadas. Es un espectacular conjunto montañoso de orientación NNW-SSE que se ex -- tiende con esta dirección desde la frontera con los Esta - dos Unidos hasta la provincia denominada Eje Neovolcánico en las cercanías de la ciudad de Guadalajara). La limitan -- al poniente la provincia de Cordilleras Sepultadas y al --

oriente las provincias de la Mesa Central, Sierras y Cuencas y la subprovincia de las Sierras Atravesadas. Ocupa parte de los Estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco y Nayarit.

Está constituida predominantemente por rocas volcánicas de composición riolítica y algunas andesíticas y basálticas, en muchos lugares se aprecian montañas donde afloran rocas intrusivas, metamórficas y sedimentarias mesozoicas y paleozoicas (granitos, granodioritas, cuarcitas, filitas, pizarras, esquistos, gneisses y algunas calizas, lutitas y areniscas).

Se encuentra formando parte de la zona de sismicidad poco frecuente (penesísmica) de la Carta Sísmica de la República Mexicana, desarrollada por J. Figueroa. (1959).

Subprovincia de la Meseta de Riolita.- Comprende una masa compacta de altas planicies y cordilleras disectada profundamente por los ríos que han labrado impresionantes cañones largos y estrechos, con laderas que forman altos cantiles. En el Estado de Chihuahua se le conoce localmente con el nombre de Sierra Tarahumara. Está cubierta por potentes secuencias de rocas volcánicas terciarias, predominantemente riolitas, tobas y tobas soldadas y de composición intermedia. Los basaltos no son abundantes y los in-

trusivos terciarios y rocas sedimentarias pre-terciarias - están expuestos solo en algunas partes. Las coladas de riolita se encuentran localmente falladas y plegadas, con algunas evidencias del distrofismo regional profundo del área.

"En la porción situada al norte del paralelo 28° las máximas elevaciones (2750 a 3103 m.) se presentan en la parte más oriental de la provincia. Los escarpes de las sierras en esta parte son hasta de 1500 m. cerca de Carretas y 2300 m. cerca de la Laguna de los Mexicanos. En el área de la frontera entre Chihuahua y Sonora las cimas de las sierras no surgen por encima los 2750 m. y las tierras altas están generalmente por debajo de los 2450 m." (Hawley, J.W., 1969).

Las principales corrientes que drenan esta parte de la sierra son el Río Papigochic y Bavispe que a su vez son tributarios del sistema Aros-Yaqui que desemboca en el Golfo de California.

Los grandes valles que dividen las sierras y planicies de esta provincia reflejan la dirección estructural general de la sierra NNW-SSE.

En Sonora esta provincia ocupa la mitad oriental del -

Estado, extendiéndose por el este hacia el borde oeste de Chihuahua.

"Hacia la parte occidental de esta provincia, las altas montañas son asimétricas, reducen considerablemente los escarpes en las laderas y, con frecuencia, las vertientes orientales tienen una pendiente menor que las occidentales". (SMMS, P.33,1974).

En su porción Noroccidental la Sierra Madre Occidental está constituida por: rocas ígneas intrusivas, como granitos y granodioritas y rocas volcánicas que varían de riolitas a andesitas; les siguen las sedimentarias continentales (lutitas, areniscas y conglomerados), tanto del Terciario (Fm. Baucarit) como del Triásico-Jurásico, que contiene carbón y grafito (Fm. Barranca); por último aparecen las rocas sedimentarias marinas como areniscas, calizas, lutitas y dolomías Paleozoicas y Mesozoicas (Fm. - Palmar y Grupo Bisbee) sobre rocas metamórficas (esquistos y gneisses) del Precámbrico y Paleozoico inferior representadas por el (Complejo Sonobarí). (SMMS, P.33,1974).

"Los ríos principales escurren de norte a sur y de sur a norte, paralelamente a los ejes de la sierra, con tributarios casi perpendiculares a ellas. Los meandros de los ríos, así como los cruces de las sierras, son muy

forzados, lo que sugiere un control por fallas más o menos recientes". (SMMS, P.33, 1974).

En la parte que abarca los Estados de Sinaloa y Durango, se caracteriza esta región por una extensa meseta, que presenta una altitud superior a los 2000 m., en la que se observan lomeríos que sobresalen poco sobre el nivel general de la altiplanicie. Las rocas que afloran son de origen volcánico, dentro de las que predominan se encuentran las de composición ácida de tipo riolítico; estas -- presentan en general una posición subhorizontal y están -- cortadas por profundos ríos entre ellos el Presidio, Sinaloa, Fuerte y Piaxtla. El drenaje es paralelo y se ha desarrollado en correspondencia con fracturas o fallas que dejan al descubierto gran parte de la formación riolítica la cual degrada hacia los cauces de los ríos en forma escalonada. En los límites de esta subprovincia con la subprovincia de Sierras de Piamonte, se observan una serie -- de escalones que bajan con pendientes muy pronunciadas hacia la costa. (SMMS, P.42, 1974).

Subprovincias de Sierras Alargadas.-Localizada al NNW de la Provincia, abarca una pequeña porción del estado de Sonora. Está formada por cuerpos batolíticos como el de la Sierra de Moctezuma y Oposura, cuerpos graníticos y -- riolíticos como la Sierra de Nacozari, granitos de la Sie

rra de Las Mesteñas y Batamote, calizas de la Sierra de Cabullona, y riolitas de la Sierra de Cumpas, todas ellas de formas alargadas y separadas por valles relativamente angostos.

Las principales rocas volcánicas de esta región son del tipo riolítico (tobas y coladas de lava). Se presentan además algunas rocas Cretácicas y Paleozoicas al norte de la subprovincia.

Existen algunas zonas con profunda alteración hidrotermal. La actividad sísmica es prácticamente nula en esta área y son característicos en ella los grandes tajos a cielo abierto como Cananea y Nacozari ("La Caridad").

Subprovincias de Mesetas con Cuencas.-Participa de la morfología de las dos provincias donde se encuentra ubicada. (Cuencas y Sierras y Sierra Madre Occidental).

Los valles en esta región están constituidos por materiales terciarios y cuaternarios (tobas, arenas, gravas y limos).

Sus partes altas están constituidas por mesetas con lavas riolíticas e intrusivos graníticos como el de la Sierra del Nido. Hacia el sur, en Aguascalientes y Zaca-

tecas se presentan andesitas del Cretácico-Terciario.

3.4 Sierras y Cuencas

También la Provincia de Sierras y Cuencas ha sido de nominada como Altiplanicie Mexicana Septentrional, Mesa - Central Septentrional, Llanuras Boreales, Altiplanicie -- Septentrional, Meseta Central del Norte y Región de los - Bolsones. (Tamayo 1962; Vivó 1948) (Ordóñez, 1936, 1942; Almada 1945; Ed. Porrua, 1965). (Hawley,, J.W., 1969)

Localizada al Centro Norte de la República Mexicana abarca parte de los estados de Chihuahua, Coahuila y Durango. Limitada por la provincia de la Sierra Madre Occidental al poniente y al oriente y surpor la provincia de la Sierra Madre Oriental. Se divide en la subprovincia - de Sierras y Cuencas y Meseta de Coahuila. En su porción norte se caracteriza por ser una superficie desértica, en la que emergen aisladas sierras plegadas y falladas que - separan amplias llanuras formadas por depósitos marinos - y lacustres. Existen en esta parte de la provincia rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Las Sierras de Juárez y Muleros están constituidas por rocas sedimentarias (calizas, areniscas, lutitas y arcillas) con algunos afloramientos de rocas ígneas y metamórficas. Las llanuras o bolsones están constituidos principalmente por material -

sedimentario con muy escasas calizas y lutitas y particularmente por arcillas, gravas y arenas, que fueron depositadas en grandes espesores durante el período Terciario y el Reciente.

La dirección de las sierras en esta área tiene un rumbo general N 45°W que guarda cierto paralelismo con la Sierra Madre Occidental.

Sus rasgos principales son una serie de bloques montañosos aislados, basculados y fallados, formando escarpes constituidos en su mayoría por rocas sedimentarias de edad Cretácica, (Fms. Buda, del Río, Cuesta del Cura, Indidura, Caracol, Parras y Difunta), excepción hecha de algunas sierras cuyas rocas pertenecen a otros períodos.

En la región Oriental del Edo. de Chihuahua existen amplias llanuras donde se forman cuencas internas o bolsos.

Otro rasgo importante lo constituye, las sierras aisladas de geomorfología escabrosa y forma alargada, que presentan un flanco de pendiente fuerte y otro casi siempre en escarpa inaccesible. (Sierra del Hueco, Sierra Perdida).

Una gran cantidad de las estructuras que han sido car

tografiadas en la parte centro-septentrional de Chihuahua, son pliegues con dirección general NNW-SSE. (De Cserna, Z, 1969)

El caracter tectónico de las estructuras cuyas expresiones topográficas constituyen la provincia de Sierras y Cuencas de Coahuila es de dos tipos: El primero consiste en pliegues anticlinales alargados, relativamente angostos, tales como la Sierra de la Gavia al N de Saltillo y la Sierra de los Pájaros Azules al NW de Lampazos; el segundo está caracterizado por una forma de anticlinal cóncavo, cuyo prototipo fisiográfico y estructural puede considerarse el de la Sierra de las Mitras, inmediatamente al W de la Ciudad de Monterrey. (Humphrey, W., 1958, p.48)

"La naturaleza de estos elementos que fueron poco deformados contrasta de modo notable con el intenso plegamiento de la Sierra Madre Oriental". (Humphrey, W., 1958, p.47)

"Muchos de estos anticlinales alargados o cóncavos de la Provincia, han sido atacados por la erosión, causando la típica topografía de "Potrero" del Noroeste de México. Todos ellos son amplias estructuras cóncavas cuyos ejes buzan comunmente con echados hasta de 55° o 60°". (Humphrey, W. 1958, p.50)

"Se ha considerado que esta peculiaridad estructural de las estructuras dómicas características del Noreste de México es debida a la deformación plástica e intrusión del yeso que fue depositado originalmente en un ambiente lacustre. Esta intrusión desarrolló un levantamiento de las estructuras por lo que los flancos están a menudo tan resquebrajados por fallas y juntas resultantes del ascenso vertical del yeso que la solución subsecuente y el redépósito del carbonato de calcio, ha borrado casi completamente los rasgos primarios, tales como planos de estratificación y otras características sedimentarias en las calizas que los constituyen". (Humphrey, W, 1958, p.50)

Al Sureste de esta provincia de Sierras y Cuencas, se localiza la suprovincia geológica de la Cuenca de Parras. Los elementos tectónicos que pueden verse en esa área consisten en pliegues anticlinales, sinuosos y alargados de flancos abruptos cuyas longitudes de ondulación son mucho más cortas que en los pliegues correspondientes a la Sierra Madre Oriental que la limita al Sur. (Humphrey, W, 1958, p.51)

"Los elementos anticlinales están generalmente muy inclinados o recostados hacia el N. Los sedimentos superficiales del plegamiento de la Cuenca de Parras son de fines del Cretácico Superior y han sido asignados a la potente -

La Formación Difunta generalmente se manifiesta en el paisaje con una coloración rojiza y está constituida por areniscas, conglomerados, calizas conglomeráticas, lutitas arenosas y lutitas, sobreyaciendo a la Formación Caracol (tobas volcánicas con algo de novaculitas y pequeñas cantidades de arenisca). El plegamiento fué debido en parte a las fuerzas laramídicas dirigidas de S a N y en parte representan posiblemente plegamientos de acomodamiento. (Humphrey, W. 1958, p.51)

3.5 Mesa Central

Localizada al centro de la República Mexicana, está limitada al Norte y Oriente por la Sierra Madre Oriental, al Sur por el Eje Neovolcánico y al Poniente por la Sierra Madre Occidental. Tiene una altitud media de 2000 metros sobre el nivel del mar, abarca parte de los Estados de Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco y Guanajuato. Topográficamente se presenta como una sucesión de llanuras de distintos niveles, limitadas por nevaduras volcánicas cuyo desagüe es el Sistema Lerma Santiago y rodeado de relieve alto en general.

Los rellenos de la zona baja de origen aluvio-lacus

tre, alcanzan espesores pequeños y los largos someros son frecuentes en el área. Los rasgos estructurales de origen tectónico son escasos en la provincia. (SMMS, 1976, - Vol I p.77)

En la porción Sur contrastando con la más al Norte, - existen numerosas unidades orográficas destacando la Sierra Gorda y la Sierra de Guanajuato; la primera localizada en la región NE del territorio de Guanajuato corre de NW a SE y la segunda, constituida por un anticlinal joven, alargado y fallado en grandes bloques que se levantan - - abruptamente de los valles que lo rodean casi en el centro del estado de Guanajuato, su dirección es también - - NW-SE y está limitada por amplias llanuras como la del Bajío, Dolores Hidalgo, Ibarra, Ocampo y San Felipe.

La estratigrafía general de la región es como sigue: La formación más profunda conocida son lutitas, que en algunos sitios se han metamorfozido a pizarras, sobre estas descansa una zona de transición de lutita calcárea a caliza arcillosa a los que sobreyacen los conglomerados rojos de Guanajuato compuestos por fragmentos de basaltos, dioritas, riolitas, esquistos y calizas; sobre este conglomerado se encuentra la Formación Losero formada por areniscas estratificadas concordantes al conglomerado; sobre estas areniscas descansa una formación de riolitas, tobas

y brechas riolíticas denominada Formación Pingüico; cubierta a su vez por una unidad constituida por andesitas, tobas y brechas andesíticas denominada Formación Calderones; sobre la que aparece la Formación Chichindaro compuesta por riolitas recientes y pórfidos con grandes cristales de cuarzo, estas tres últimas de edad Mioceno-Plioceno. (SMMS, 1976 p.78 Vol I)

Son característicos en esta área los diques de composición andesítica y riolítica, y un gran cuerpo intrusivo granítico al NW de Guanajuato en cuyos bordes se encuentra una lutita silicificada, con metamorfismo de contacto que se extiende en dirección al SW. (SMMS, 1976 P.71 Vol I)

El sistema de fallas más importante en la región son las fallas de tipo normal con dirección NW-SE y echado al SW entre las que existen algunas mineralizadas. Existe otro sistema más o menos perpendicular a éste y de menor importancia.

Las fracturas se pueden clasificar en dos sistemas de dirección semejante al de las fallas mencionadas. Los diques tienen un rumbo general NE 52° a 62° y echado al SE.

Hacia el límite de esta provincia con el eje neovol

cánico en el área de Irapuato, se presenta un extenso depósito aluvial en el ancho valle de La Bajada limitado por formaciones de basalto y de calizas y lutitas al norte y noreste de esta ciudad. Al este se encuentran areniscas y conglomerados y al sureste brechas volcánicas. (SMMS 1976 P.83, Vol I)

La llanura del Bajío, está constituida principalmente por una sucesión de suelos aluviales y rocas volcánicas (brechas, tobas y derrames lávicos) de composición variable entre basaltos y riolitas, con predominancia de andesitas en la parte inferior y de riolitas en la superior.

El origen de esta provincia está ligado a la Orogenesis de las sierras que la limitan por lo que su elevación se inició vigorosamente desde fines del Cretácico, debida a los plegamientos y depresiones del oriente y las corrientes de lava, resultado de la actividad volcánica de la Sierra Madre Occidental y la Cordillera Neovolcánica; recibió posteriormente materiales de las series eruptivas del Cenozoico, de suerte que el relieve que presenta en la actualidad en general es reciente. (SMMS 1976 p 305 Vol I)

El Valle de San Luis, también llamado de Tangaman -

ga, está limitado al este por lo macizos calizos de la - Sierra de Alvarez, al sur por las llanuras o planos lome ríos aluviales del Valle de Villa de Reyes, al oeste por las prominencias riolíticas de las Sierras de San Miguelito, El Manzano y Mezquitic, y al norte por los lome ríos andesíticos del Valle de Ahualulco y por la Sierra de Villa Hidalgo; las calizas corresponden en edad al - Cretácico Inferior, en tanto que las formaciones aluviales y volcánicas datan del Pleistoceno y Reciente del pe ríodo Cuaternario. Estos depósitos aluviales en el valle, cubren a las rocas ígneas extrusivas y riolíticas del Ce nozoico Medio." (SMMS 1976 P.317, Vol. I)

En su porción norte, formada por el NE del estado - de Zacatecas y el NW del de San Luis Potosí, la Provin - cia está constituida por una extensa planicie con algu - nas pequeñas sierras (Sierra del Bozal y Sierra del Ca - torce) y grandes extensiones áridas cubiertas con mate - riales Terciario-Cuaternarios constituidos por gravas, - arenas y arcillas del relleno de los valles. A todo lo - largo de esta llanura se presentan pequeños lomeríos ba - jos formados por rocas Cretácicas (en el estado de San - Luis Potosí) o por rocas volcánicas Cenozoicas (basaltos y andesitas en el área correspondiente al Estado de Zaca - tecas).

3.6 Sierra Madre Oriental

La Sierra Madre Oriental se localiza en la porción centro oriental de la República Mexicana, se extiende con un rumbo NNW-SSE desde las cercanías del Big Bend en Texas hasta las inmediaciones de Jalapa donde se ve limitada por el Eje Neovolcánico. En su porción central esta Provincia muestra una faja adyacente que corre hacia el oeste hasta la región de Nazas en el estado de Durango, conectándose con la Sierra Madre Occidental. Abarca parte de los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz. Es un importante conjunto montañoso caracterizado por profundas barrancas y cañones, y en su parte central por prominentes montañas.

Las zonas de rocas intensamente plegadas, afalladas y amplias estructuras sinclinales y anticlinales en conjunto, están orientadas de norte a sur y están afectadas por grandes fallas de tipo inverso.

Predominan en toda la provincia rocas mesozóicas de origen sedimentario representadas por calizas, margas, lutitas, limolitas y areniscas. En ciertos lugares la secuencia sedimentaria está afectada por pequeños cuer -

pos intrusivos de composición granítica o granodiorítica ó cubierta por rocas volcánicas andesíticas y basálticas.

En muy escasos lugares aparecen afloramientos de rocas paleozóicas y precámbricas como en Peregrina Tamps. y la región norte de Molango, Hgo.

La cruzan numerosos ríos en los que se encuentran sitios que reúnen características geológicas y morfológicas aceptables para establecer aprovechamientos hidroeléctricos.

Por lo abrupto de las montañas y la naturaleza de los materiales es común observar fenómenos de estabilidad de taludes.

Se divide esta provincia en cuatro subprovincias: - Sierras del Norte; Sierras atravesadas, Sierra alta y - las Sierras bajas. (Raisz, E. 1964)

Subprovincia de las Sierras del Norte.- Localizada al noroeste de la República. Las Sierras que la constituyen forman principalmente amplias estructuras alargadas y muy irregulares. "Hacia el N y NE de Monterrey, las estructuras suavemente plegadas y quizá normalmente afalladas (Sierra de Picachos, Sierra de Sabinas-Lampazos, Sie

rra de Peyotes, Serranía del Burro), se encuentran en -
contraste con los elementos intensamente deformados de -
la provincia de Sierras y Cuencas." (Humphrey, W.E. y -
Díaz, T. 1958, P.48)

En esta subprovincia se presenta mayor vulcanismo -
que las otras partes de la Provincia sobre todo en la --
parte norte, y la actividad intrusiva también se mani --
fiesta con mayor intensidad a lo largo de toda la Subpro -
vincia.

Los valles que separan las cordilleras son general -
mente amplios, constituyendo bolsones (Bolsón de Monclo -
va). En la región al norte de Monclova se encuentran -
los depósitos de carbón en sedimentos del cretácico (For -
mación Olmos; areniscas, lutitas y limolitas).

Son característicos los potreros formados por la -
erosión de grandes estructuras anticlinales de esta re -
gión.

Subprovincia de las Sierras Atravesadas.- Esta sub -
provincia se forma por una serie de sierras alineadas en
dirección E-W (Sierras de Parras, de Mayran, La Peña, --
Viesca, Jimulco y La Campana), que van desde Saltillo -

hasta Torreón y Nazas, donde su alineación vuelve a ser NW-SE (Sierras del Rosario, Mapimí, del Soldado, del Sarnoso y Bermejillo), separadas entre sí por valles de fondo plano y paredes muy empinadas (Valle de Agua Nueva, - Bolsón de San Carlos, Laguna de Viesca, Laguna de Mayran)

Las Sierras generalmente están compuestas por sedimentos mesozóicos (calizas en su mayoría y con menor cantidad de lutitas y evaporitas), excepcionalmente afectadas por grandes intrusivos (Sierra del Sarnoso) y atravesadas por numerosos cañones; las montañas alcanzan alturas comprendidas entre 1500 y 2800 msnm; los valles, constituidos por grandes espesores de sedimentos terciarios y cuaternarios (gravas, arenas y limos), producto de la intemperización de las sierras que los bordean.

La litología en la subprovincia la forman: rocas del Triásico, constituidas por lavas interestratificadas con lutitas, limolitas y areniscas rojas de la Formación Nazas; sobre las que se yacen lutitas carbonosas y areniscas de grano fino de las Formaciones Zuloaga y la Casita de edad Jurásica; el Cretácico lo constituyen areniscas, calizas y lutitas de las Formaciones la Mula, Barril Viejo, Cuesta del Cura, Aurora, La Peña, Parras, Patula, Indidura, Caracol, y las series Coahuileana y Comancheana, etc.; el Terciario está representado por conglomerados -

constituidos con materiales de los mencionados anteriormente, además de algunas brechas volcánicas como basalitos y riolitas (Formación Ahuichila); además de gravas y arenas de la Formación Santa Inés; y el Cuaternario lo constituyen los aluviones de espesor desconocido y abanicos aluviales al pié de las sierras y en el fondo de los Valles. (SMMS 1976 P.61-62 y 399-401, Vol. I)

Subprovincia de la Sierra Alta.- Forman esta subprovincia cordilleras de caliza que constituyen grandes anticlinales con flancos escarpados, atravesados a su vez por profundos cañones y gargantas. Hacia el sur la altura de estas cordilleras disminuye. En algunos lugares se presenta el fenómeno de carsticidad, debido a la disolución de las rocas calcáreas. A todo lo largo de la subprovincia, la transición a las tierras bajas de la costa es repentina, debido a que no existen abanicos en esta parte. (Raisz E., 1964)

"Lo más notable de la deformación que puede observarse en esta subprovincia es el abrupto cambio en el rumbo tectónico regional en el área de Monterrey, donde la dirección NNW de la sierra voltea hacia Saltillo en un apretado manojito de pliegues estrechamente arqueados y convexos hacia el ENE." (Humphrey, W.E. y Díaz, T. 1958 P.46)

En esta subprovincia se presentan rocas desde el - precámbrico gneisses y esquistos de la Formación Granje - no cerca de Cd. Victoria, Tamaulipas y esquistos Huizno - pala cerca de Molango, Hgo. Las rocas paleozóicas están representadas por cuarcitas, calizas, dolomías, lutitas, areniscas y gneisses (Formaciones Naranjal, la Yerba, la Presa, Guacamaya, Vicente Guerrero, Cañón de Caballeros, Calnalli y Serie Matzizi), todas en localidades restrin - gidas en los estados de Tamaulipas, Hidalgo y Puebla. La mayor parte de las rocas que constituyen estas sierras - son calizas, dolomías, margas, lutitas y areniscas del - Mesozóico siendo las más numerosas las calizas (Formacio - nes La Casita, Pimienta, la Gloria, Cupido, Aurora, el - Doctor, Tamaulipas Superior e Inferior, etc.). Hacia la porción suroeste de la provincia se localizan extensas - áreas cubiertas por materiales volcánicos de tipo riolf - tico, andesítico y basáltico, sobre todo en el estado de Pachuca y noroeste del estado de Puebla, principalmente - representados por el Grupo Pachuca.

Subprovincias de las Sierras Bajas.- Constituida por una serie de sierras paralelas a las de la subprovincia - de la Sierra Alta que la limita al oriente, sus rasgos eg - tructurales son semejantes, únicamente su altura es un po - co menor ya que su base tiene un promedio de 1800 m. sobre el nivel del mar. (Raisz, E., 1964)

Los valles son un poco más amplios que en la Sierra Alta y se encuentran rellenos de aluviones que bajan de las sierras. La transición hacia la Provincia de la Mesa Central a la cual limitan hacia el oriente es imperceptible la mayoría de las veces. (Raisz, E. 1964)

Las rocas que la constituyen son en general las mismas de la subprovincia adyacente con un dominio de calizas y calizas arcillosas y valles rellenos por gravas y arenas; sin embargo esta subprovincia, presenta una mayor abundancia de rocas volcánicas tales como: riolitas, dacitas, andesitas y basaltos, principalmente en las zonas cercanas al Eje Neovolcánico (Estados de Querétaro y San Luis Potosí)

3.7 Planicie Costera del Golfo

Esta provincia se extiende desde Florida hasta Yucatán y está limitada hacia el litoral del Golfo de México por una serie de lagunas. Al norte y al sur de Veracruz la planicie costera está cortada respectivamente, por el eje volcánico y por el Macizo de los Tuxtlas encontrándose además limitada al poniente por la Sierra Madre Occidental. La parte plana es en ciertos lugares una faja relativamente angosta. (Raisz, op.cit)

En distintos lugares bordeando el litoral, aparecen los siguientes materiales: todos ellos de edades cuaternarias: dunas (arenas y arenas limosas); depósitos de playa y de barra (arena y arenas limosas); y depósitos aluviales (arenas y arcillas en alternancia). Tierra adentro alejándose de la costa, se observan afloramientos del Terciario que forman lomeríos y ocasionalmente se encuentran formaciones del Cretácico cerca de los límites de esta Provincia con la correspondiente a la Sierra Madre Oriental.

Al norte de la Provincia se observa una topografía plana con pendiente muy suave hacia el Golfo de México; con pequeñas ondulaciones que definen áreas bajas de drenaje deficiente que permanecen inundadas buena parte del año. En las cercanías de la costa existen también gran número de marismas y esteros sujetos a la variación de las mareas. (SMMS, 1976 P.201, 237, 285, 293 Vol.I P.35, 245, 257 Vol. II)

Los sedimentos terciarios en esta Provincia incluyen conglomerados, arenas, arcillas, lutitas, limolitas y areniscas cuyas edades van del Eoceno al Plioceno, encontrándose burdamente orientados paralelamente a las costas del Golfo de México, de forma tal que sus edades son más jóvenes a medida que se acercan al litoral; presentan tam

bién un echado regional característico con dirección hacia la costa, siendo notorio el engrosamiento de las formaciones en esa misma dirección.

Tectónicamente la región presenta pocas deformaciones (plegamientos). Las más notables ocurren en su parte occidental y se manifiestan en los sedimentos del Eoceno - allí expuestos, cuyos ejes estructurales se muestran sensiblemente paralelos a los pliegues de la Sierra Madre Oriental. El afallamiento tiene un rumbo general N-S y es de tipo normal con su bloque oriental caído. Dichos rasgos - se formaron al parecer a fines del Eoceno y principios del Oligoceno. (SMMS, 1976 P.287 Vol. I)

De estas fallas en el área de Reynosa se han distinguido dos tipos: de postdepósito y de crecimiento; las primeras son importantes debido a los numerosos bloques a fallados que presentan y las segundas fueron contemporáneas al depósito, los sedimentos aquí presentan una tendencia - a doblarse hacia el plano de falla produciendo pliegues anticlinales. (SMMS 1976, P.287 Vol. I)

En la parte centro norte de la Provincia (área de Ciudad Victoria, Tampico y norte del estado de Veracruz), las rocas que se presentan desde el borde occidental hacia el oriente de la planicie del golfo están integradas por se-

dimentos que van del Jurásico al Reciente, siendo su estructura geológica relativamente simple en comparación con la de la Sierra Madre Oriental. Las rocas, están representadas por: calizas, lutitas, limolitas, areniscas y yesos del Jurásico (Formaciones La Joya, Novillo, Olvido y La Casita); calizas, margas, lutitas, limolitas y dolomías del Cretácico (Formaciones San Felipe, El Abra, Tamabra, Tamaulipas, Méndez, Cárdenas, etc.); areniscas, lutitas, calizas, arenas, arcillas y conglomerados del Terciario (Formaciones Vicksburg, Catahoula, Alazán, Chapopote, Aragón, Midway, etc.) y conglomerados, gravas, arenas, arcillas y caliches del Cuaternario (Formaciones Reynosa, Lissie, Goliad, Acatlapa, etc.)

Tectónicamente la región es semejante en sus condiciones a la parte norte de la Provincia. Hay que hacer notar sin embargo la presencia al NE del estado de Veracruz y SE del estado de Tamaulipas de una gran extensión de rocas Cretácicas productoras de hidrocarburos en la llamada "Faja de Oro" constituida por calizas arrecifales de la costa del Golfo de México.

En el área sur y sureste de esta Provincia predominan las tierras bajas y pantanosas con algunos lomeríos. Se presentan también cauces temporales, albardones naturales y semilunares, meandros abandonados y lagunas de poca

profundidad, todos rasgos característicos de una llanura de inundación, en su etapa senil dentro del Ciclo Geomorfológico de erosión. También es observable en esta zona la existencia del cordón litoral del que se ha hablado - producto de los depósitos de mares someros y fluctuaciones en el nivel del mar. (SMMS, P.35, 245, 257 Vol. II, - Coatzacoalcos, Veracruz y Villahermosa)

Las rocas que afloran en esta parte de la provincia son principalmente de edad Terciario o Reciente, constituidas por arenas de grano grueso y fino interestratificadas con arcillas, lechos fosilíferos, areniscas, con glomerados y depósitos clásticos de grano fino y gravas (Formaciones Filisola, Paraje Solo, Agueguexquite, Cedral, Encarnación, Encajonado, Amate, Zargazal, etc.), - de orígenes tanto marinos como aluviales, lacustres, palustres y continentales. El ambiente marino, la humedad y el clima favorecen el intemperismo químico que ataca - tanto a las rocas jóvenes como a las antiguas.

Como estructuras sepultadas son características de esta área los domos salinos que se presentan semejan - do a columnas aisladas de sal o en forma de masas intrusivas de gran extensión. "Por disolución de la sal o por su explotación, pueden quedar cavidades debajo del casquete, que pueden ocasionar hundimientos de tipo graben en una -

gran extensión. La Laguna de Tabasqueño, parece ser un ejemplo de hundimiento por disolución." Estos domos suelen ir asociados con la existencia de azufre y de petróleo. (Vieitez, L et al 1970, P.1-5 Coatzacoalcos)

Tres grandes fallas de la corteza terrestre que cruzan el territorio del Estado de Veracruz y se internan en el Golfo de México precisamente al norte de Coatzacoalcos, se consideran como estructuras de importancia en la región conocidas como las fallas Zacamboxo y Clarión, que corren aproximadamente paralelas en el sentido W-E, y la probable falla del Istmo de Tehuantepec que cruza a éste en el sentido S-N. A ella se han asociado los epicentros que han generado los sismos de mayores consecuencias en la región. (Vieitez U., L et al 1970, pp 5 y Figueroa, A. J. - 1959 y 1964)

3.8 Eje Neovolcánico

El Eje Neovolcánico forma una amplia franja que cruza toda la República Mexicana de este a oeste, abarcando parte de los estados de Veracruz, Puebla, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, Morelos, Michoacán, Jalisco, Nayarit y Colima y la totalidad del estado de México, Tlaxcala y Distrito Federal.

Se caracteriza por una altiplanicie situada a más de 2000 metros sobre el nivel del mar, de la que sobresalen numerosos cerros de varios cientos de metros de altura. - La mayoría de estos representan aparatos volcánicos con sus respectivas lavas, brechas y cenizas, cuya composición litológica va desde rocas basálticas a riolíticas. - Las emisiones lávicas tienen edades que varían desde el Plioceno hasta el Reciente, observándose gran variedad en su estado de erosión. Entre los cerros volcánicos se abren llanuras y cuencas que están formadas en gran parte por rellenos aluviales o lacustres que contienen gran variedad de rocas mezcladas con cenizas volcánicas. (Raisz, E op.cit.)

Los principales fenómenos de esta provincia están representados por las fallas y fracturas que acompañan a las emisiones volcánicas. La dirección principal del fracturamiento regional es aproximadamente E-W.

Hacia el noroeste de la Provincia, cerca de su límite con la Sierra Madre Occidental y las Sierras Sepultadas. se observa gran actividad volcánica que ha dado origen a mesetas de basalto, tobas y conos de composición media a básica (andesitas y basaltos). Las rocas sedimentarias en esta área forman solo pequeños manchones dentro de la masa ígnea y son de dos clases principalmente: Las

antiguas rocas sedimentarias de origen continental o costero (areniscas, lutitas y calizas del Cretácico) y las del Terciario, posiblemente del Mioceno o Plioceno de origen piroclástico que cubren un área mucho mayor que los sedimentos antiguos. En la región de Colima, el eje baja hasta el Océano Pacífico en una franja angosta de lavas y brechas riolíticas y andesíticas (SMMS, 1976 Vol. II, Colima)

Las fracturas y fallas en toda esta porción de la provincia tienen orientación aproximada NE-SW sensiblemente paralelas a los arroyos y ríos de la región.

La región al este del estado de Jalisco, el sur del estado de Guanajuato, el norte del estado de Michoacán y el poniente del estado de México forma lo que se ha definido como Zona de Fosas Tectónicas por Manuel Alvarez Jr. "Caracterizada por la presencia de derrames basálticos, volcanes y lagos cuya morfología sugiere la idea de estar situados en Fosas Tectónicas. Las riolitas andesitas y traquitas cubiertas por basalto, forman las montañas, mientras que los valles en un principio fueron cuencas lacustres profundas que se rellenaron de material fluvial derivado de las montañas y cenizas volcánicas más recientes." Los lagos más importantes que se han formado en es-

tas Fosas son el de Chapala y el de Cuitzeo.

Las rocas que constituyen en general la región son series volcánicas constituidas de lavas y brechas riolíticas, traquíticas, andesíticas y basálticas (serie Chara - charándaro), conglomerados, lutitas y tobas (grupo Balsas) y aluviones del Cenozoico y Reciente; lutitas, areniscas, calizas y dolomías (Formaciones Malpaso, Xochicalco, Morelos y Angao) del Cretácico y algunas rocas Paleozóicas o Mesozóicas metamórficas cerca del límite de la Provincia con la Sierra Madre del Sur en la región de Valle de Bravo, Angangeo y Tlalpujahua.

En la región centro oriental de esta provincia se encuentra el Valle de Toluca, el Valle de México y el Valle de Puebla, El primero de ellos constituye la meseta más elevada de la República con una altitud promedio de 2 650 m. sobre el nivel del mar. Los otros dos descienden en altura a medida que se acercan a la costa del Golfo de México. (SMMS, 1976, P.368, Vol. I)

Las grandes cuencas lacustres que ocupaban extensas zonas de los valles de México y Toluca, preexistentes a tres épocas de vulcanismo del Terciario, fueron casi en su totalidad rellenadas por productos cineríticos (andesíticos y basálticos) procedentes de las citadas series de

erupciones volcánicas. Durante períodos de escasa actividad volcánica, en los cuales la alteración y erosión de las rocas fueron acompañadas de lluvias abundantes, se produjeron los rellenos aluviales que aparecen depositados en los valles o en los cauces de los ríos. (SMMS, -- 1976 P.368, Vol. I)

Las principales rocas que constituyen esta región son lavas, tobas, conglomerados, brechas y aglomerados de tipo andesítico y basáltico elementos de las formaciones características de la región (Formación Tarango, Series Xochitepec, Ixtaccíhuatl, Ajusco, Tilzapotla, Zempoala, Tepoztlán y Chichinautzin); arenas, arcillas, limos y gravas de las Formaciones Atotonilco, Tacubaya, Becerra, Barrilaco, Tolotzingo, algunas rocas sedimentarias en el área de Puebla y manchones en el estado de México tales como margas; limolitas y areniscas (Formación Chilpancingo); lutitas, areniscas y calizas (Formaciones Méndez, Acuitlapan, Mexcala, Xochicalco, Zapotitlán, San Juan Raya, Miahuatepec y Cipiapa) todas estas de edad Cretácica. (Schlaepfer, C.J., 1968)

En esta región la dirección preferencial de las fallas y fracturas sigue siendo la E-W característica de la provincia.

Esta provincia está considerada como una zona sísmica o de sismicidad frecuente en la República Mexicana - (Figueroa A., J. 1959)

En su porción más oriental, de la ciudad de Jalapa - la planicie elevada del eje neovolcánico desciende formando la región denominada vertiente, caracterizada por sucesiones de coladas de lavas basálticas y cenizas volcánicas. Este declive llega a dividir a la Planicie Costera del Golfo, bajando así hasta el nivel del mar. (SMMS, 1976 Vol. II, Jalapa)

Subprovincia de los Tuxtlas.-Separado de esta provincia un poco más al sur y a un nivel mucho más bajo se encuentra el Macizo de los Tuxtlas, consistente de una serie de volcanes de poca altura drenados radialmente, de los cuales las elevaciones más importantes son el Volcán San Martín. (1 658 m) y el Vigía de Santiago - - (800 m). P.K. Stahelin consideró a este macizo como un basamento de diorita con extrusiones superpuestas de andesitas y basaltos. Esta subprovincia se puede considerar casi totalmente cubierta por depósitos piroclásticos y derrames de lava volcánica sobre los que aparecen algunas ventanas de sedimentos marinos Terciarios (Formaciones La Laja, Depósito, Encanto, Concepción Superior e Inferior y Filisola), que corresponden a formas estructurales anticlinales.

El volcanismo en la región ha contribuido a la formación de las lagunas de Catemaco y Zontecomoapan y a numerosos lagos-cráteres. (Ríos M., F, 1956)

3.9 Sierra Madre del Sur

Incluye toda la región montañosa al sur del eje neovolcánico desde la porción sur del estado de Nayarit hasta Tehuantepec en el estado de Oaxaca, abarcando parte de los estados de Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Puebla, Oaxaca y Veracruz. Se ha dividido en seis subprovincias que son: la Meseta del Norte, La Cuenca del Balsas-Mezcala, la Vertiente Sur, la Meseta de Oaxaca, Sierras del NE y la planicie Costera del Pacifico. (Raisz, E. Op.cit)

Consiste principalmente de metasedimentos del paleozoico representados por esquistos, cuarcitas, gneiss y mármoles, que en muchos lugares están cubiertos por depósitos continentales (conglomerados, gravas, arenas y areniscas) y marinos (lutitas, limolitas y calizas) del Mesozoico y Terciario. Hay pocos volcanes, pero grandes áreas cubiertas por materiales piroclásticos (NW de Guerrero, S de Michoacán y S de Morelos y SE de la ciudad de Oaxaca) (Raisz, E. Op.cit)

"En general la región es una serie de cuencas en forma de platillo, con depresiones centrales drenadas por los ríos San Pedro, Tepalcatepec, Balsas-Mezcala, Verde y Tehuantepec, que las separan en subcuencas." (Raisz, E. Op. cit)

La sismicidad de esta provincia es alta. Se encuentra en la zona que Jesús Figueroa describe como de sismicidad frecuente en su Carta Sísmica de la República Mexicana. (Figueroa A, J. 1959)

Subprovincia de la Meseta del Norte.- Ubicada en la porción noroccidental de la provincia abarca parte de los estados de Colima, Jalisco y Nayarit. Está formada por una serie de sierras cortadas por profundos cañones constituidos en su mayoría por rocas metamórficas Paleozóicas (gneiss, esquistos, cuarcitas, mármoles y filitas) e intrusivas Mesozóicas (granitos en la sierra de Vallejo y Sierra del Parnaso); no faltando partes en las que aparecen sedimentos marinos del cretácico (calizas, margas y lutitas), coronados por depósitos clásticos continentales (conglomerados, arenas, arcillas) localizadas cerca de la ciudad de Colima y Puerto Vallarta. En la zona costera, las calizas, lutitas y margas de edad Cretácica se ven afectadas por las intrusiones y movimientos tectónicos dando lugar a zonas de rocas metamórficas.

Los ríos de la región presentan una dirección de escurrimento NE-SW o N-S, que puede ser el reflejo de fallas profundas con esta misma orientación. (SMMS, 1976 - Vol II Colima, Manzanillo)

Subprovincia de la Cuenca Balsas-Mezcala.- Orientada ESE-WNW, se extiende en esta dirección unos 650 km., - limitada al norte y poniente por el Eje Neovolcánico, - al sur por la subprovincia de la Vertiente del Sur y al oriente por la subprovincia de la Meseta de Oaxaca, abarca parte de los estados de Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Puebla y Oaxaca.

Su forma en general es alargada un poco más ancha - hacia el este, cerca de su límite con la Meseta de Oaxaca. (Raisz, E., Op. cit)

Formada por profundos y sinuosos valles a lo largo de los cuales los ríos Balsas, Mezcala y Tepalcatepec -- han ido labrando las sierras en algunas partes hasta de 3000 m. (Sierra Madre del Sur), dándole a esta cuenca - una topografía muy abrupta. (Raisz, E. Op. cit)

Los cerros constituidos por calizas y conglomerados muestran generalmente un aspecto redondeado con un drenaje ampliamente espaciado. Los formados por lutitas, are

niscas, limolitas y rocas ígneas tienen un aspecto anguloso y su drenaje está bien desarrollado. En general se puede decir que la región está en una etapa de madurez en lo referente a su morfología. (SMMS, 1976 Vol. II y Fries Jr, C. 1956)

Afloran en la región rocas desde el Paleozóico, representadas por los Esquistos Taxco; Series volcánicas del Triásico; tobas y brechas andesíticas de la Serie Taxco viejo; calizas, areniscas, lutitas, pizarras y filitas de las Formaciones Acahuizotla, Chimeco, Grupo Tecconcoyuca y Grupo Consuelo al NE de la subprovincia; calizas, lutitas y areniscas de Cretácico en las Formaciones Xochicalco, Morelos, Cuautla, Mezcala, Acuitlapan y depósitos sedimentarios Terciarios constituidos por lutitas, arenas, conglomerados, lavas andesíticas y dacíticas que corresponden a elementos constitutivos de las Formaciones Sabana Grande, Cuernavaca, Balsas, Chilpancingo, Series Agua de Obispo y Papagayo; además se pueden observar algunos intrusivos graníticos y granodioríticos cerca de los límites entre Guerrero y Michoacán. (SMMS, 1976 Vol. II; IG, UNAM, 1976; Flamand C.L.etal 1972)

En presencia de rocas calcáreas las formas cársticas son abundantes, fenómeno observable claramente en la

región cercana a Chilpancingo en la zona de la laguna de Tixtla y áreas vecinas, lo mismo que en la cuenca del río Amacuzac y en la zona de Iguala. (SMMS, 1976, Vol. II) (Chilpancingo)

Subprovincia de la Meseta de Oaxaca.- Localizada al oeste de la Provincia, abarca casi todo el estado de Oaxaca y la parte SE del estado de Puebla. Constituye una meseta zurcada por gran cantidad de ríos hacia sus orillas y un valle central (Valle de Oaxaca) en su parte alta. (Raisz, E, Op. cit) Afloran en esta subprovincia rocas metamórficas del Precámbrico (gneisses, esquistos, mármoles y granitos); rocas metamórficas del Paelozóico (pizarras, esquistos, gneisses, cuarcitas y filitas) representadas por la Formación Tiñú, Esquistos Taxco y Complejo Xolapa; areniscas, lutitas, calizas, limolitas y conglomerados del Mesozóico (Formaciones Huizachal, Todos Santos, Acahuizotla, Chimeco, Grupo Consuelo y Tecocoyunca, Cipiapa, Tilaltongo, etc.), areniscas y lutitas Terciarias (Formaciones Yanhuitlán, Cuicatlán, Huahuapan, etc.), tobas y lavas andesíticas Terciarias (Serie Agua de Obispo) y depósitos clásticos continentales terciarios y cuaternarios (gravas, arenas y arcillas). (IG, UNAM, 1976; SMMS, 1976 Vol II y Lopez, J.M, 1956)

La cuenca de Oaxaca se ubica a 1500 m. sobre el nivel

del mar aproximadamente y presenta un drenaje controlado por el río Atoyac mismo que desemboca en el Océano Pacífico así como el río Verde. (SMMS, 1976 Vol. II Oaxaca y Lopez R., J.M. 1956)

La orientación de elementos tectónicos en el área concuerda con las direcciones principales de toda la Provincia mostradas por el Dr. Zoltan de Cserna en sus mapas referentes a esta región. (N 20°W y E-W) (SMMS, 1976, Vol. II Oaxaca)

Subprovincia de las Sierras del NE.- Se extiende desde las cercanías de la ciudad de Córdoba hasta Tehuantepec, al borde nororiental de la subprovincia de la meseta de Oaxaca. (Raisz, E., Op cit)

Estas sierras no están conectadas con las de la Sierra Madre Oriental y a diferencia de esta, son un conjunto montañoso más bajo y angosto, que descienden directamente hacia la Meseta de Oaxaca. Los pliegues que las constituyen, están cruzados por numerosos ríos que corren de NE al SW (Raisz, E. Op cit), manifestando así las dos direcciones características del fracturamiento en la región una NW-SE y otra NE-SW (SMMS, 1976 Vol II Córdoba, Orizaba)

Las rocas que afloran en esta subprovincia están -- constituidas por calizas, margas y lutitas del Cretácico (Formaciones Chimeco, Cipiapa, Petlalcingo y Tilaltingo), depósitos clásticos continentales (arenas, areniscas, arcillas y cenizas volcánicas de la Formación Yanhuitlán) y en el fondo de los ríos depósitos aluviales. Se pueden encontrar además algunos lugares con depósitos de rocas volcánicas de tipo andesítico y basáltico. (SMMS, 1976, Vol. II Córdoba Orizaba y López R, J.M, 1956)

Subprovincia de la Vertiente Sur.- Localizada al sur de la subprovincia de la Cuenca del Balsas-Mezcala, abarca parte de los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Está formada por una angosta franja de montañas que corren paralelas a la costa del Pacífico y que en algunas ocasiones surgen directamente del Océano interrumpiendo la angosta subprovincia de la Llanura del Pacífico. (Raisz, E. Op.cit)

Está constituida por rocas metamórficas del Paleozoico: esquistos, gneisses y mármoles hacia el borde occidental y en los alrededores de Acapulco (Complejo Xolapa); rocas precámbricas metamórficas; esquistos y gneisses en los límites de los estados de Guerrero y Oaxaca; calizas, lutitas, limolitas y areniscas del Mesozoico (Grupo Con -

suelo, Formaciones Chinameca, Todos Santos y Mogoñé); y rocas intrusivas (granitos y granodioritas) y volcánicas (lavas y tobas y brechas basálticas y andesíticas) del Cenozóico localizadas cerca de la costa en los límites de los estados de Guerrero y Michoacán. (SMMS, 1976, Vol. I Acapulco y Truchas; 22 y 23 Flamand, C.L. et al 1972 y Fries Jr, C. 1956)

Cerca del puerto de Acapulco se localiza un tronco granítico que interrumpe la Planicie Costera en esta parte (Flamand, C.L. et al 1972; Fries Jr, C. 1956 y SMMS, 1976 Vol. II Acapulco)

Subprovincia de la Planicie Costera del Pacífico.- Es una estrecha franja de tierra localizada al sur de la República Mexicana. Va de la desembocadura del río Balsas en el límite entre los estados de Guerrero y Michoacán, hasta la desembocadura del río Verde en el estado de Oaxaca. Esta planicie se observa interrumpida algunas veces por las montañas de la subprovincia de la Vertiente Sur que descienden hasta el Océano Pacífico.

Esta constituida principalmente por rocas cenozóicas, (boleos, gravas, arenas gruesas y finas, limos y arcillas), formando depósitos litorales, aluviales y deltáicos y de-

pósitos eólicos en forma de dunas. (SMMS 1976, Vol. I Las Truchas)

Paralela a esta costa a unos 50 km. mar adentro se localiza la Trinchera México-Mesoamericana, la cual bordea todo el litoral al S y SW de México, aproximadamente con un rumbo N 60°- 70°W. Parece ser esta gran estructura la responsable de la presión en dirección ascendente de la corteza, produciendo tensiones a lo largo de los ejes horizontales que permiten el desarrollo de fallas y fracturas. De esta forma aún cuando no se aprecien fallas geológicas de importancia en esta región, estas deben estar presentes dado los constantes movimientos sísmicos que se registran en ella, lo que indica a su vez la inestabilidad propia de la zona. (Flamand, C.L. et al 1972; SMMS 1976 Vol II Acaapulco)

Estas características son aplicables a toda la provincia en general y más particularmente a las cercanas a las costas del Océano Pacífico.

3.10 Tierras Altas de Chiapas y Guatemala

Las Tierras Altas de Chiapas y Guatemala se localizan al sureste de la República Mexicana. Esta provincia se encuentra al norte por las Provincias de la Planicie --

Costera del Golfo y Yucatán, al poniente por la Provincia de la Sierra Madre del Sur y al sur por el Océano Pacífico, internándose en la República de Guatemala. Abarca parte de los estados de Oaxaca, Veracruz, Tabasco y casi la totalidad del estado de Chiapas.

Raisz en su división de Provincias Fisiográficas la subdivide en cinco subprovincias: la Planicie Costera, la Sierra de Chiapas, la Depresión Central, los Altos (Meseta de Chiapas) y las Sierras Plegadas del Norte.

Morfológicamente constituye una estrecha planicie costera con un gran número de lagunas litorales, al norte de la cual se levanta una sierra abrupta en la que sobresalen los picos del volcán Tacaná y del volcán Tajumulco en la frontera misma con Guatemala, así como prominentes cuerpos intrusivos o complejos metamórficos que forman la Sierra de Chiapas; siguiendo en la misma dirección, encontramos una cuenca alargada formada por el río Grijalva que se ha denominado Depresión Central; más al norte el terreno vuelve a subir para formar una amplia meseta en donde son notables los profundos cañones como el cañón del Sumidero, labrados en rocas calcáreas; y finalmente hacia el límite norte de la Provincia se encuentra la zona de Sierras Plegadas llamada localmente Sierra Lacandona, constituida por

rocas deformadas y cortadas profundamente que forman un ma-
nojo de montañas interrumpidas por valles muy estrechos. -
(CFE 1974, 1975, 1976)

En esta provincia se encuentran rocas paleozoicas - -
constituídas por granitos intrusivos de la Sierra de Chia -
pas y calizas, dolomías, lutitas, areniscas, esquistos y fi -
litas de las Formaciones Santiago, Yodoñé, Santa Rosa, Gru -
pera, Vainilla y Paso Hondo, en la región de Chicomuselo -
cerca de la frontera con Guatemala; lutitas, areniscas, li -
molitas, calizas y dolomías del Mesozoico de las Formacio -
nes Todos Santos, Chinameca, Cantela, San Ricardo, Sierra -
Madre, San Cristóbal, distribuidas sobre la Depresión Cen -
tral y parte este de la Meseta de Chiapas y de las Sierras
Plegadas; sedimentos terciarios constituídos por lutitas, -
limolitas, areniscas, margas, calizas y conglomerados de -
las Formaciones El Bosque, Soyaló, Jolho, Mompuyil, Simojo -
vel, en la Meseta de Chiapas y parte de las Sierras Plega -
das; y depósitos clásticos del Cuaternario, gravas, arenas,
limos y arcillas en la Planicie Costera y en los valles de
los ríos que corren por la Provincia. (CFE, 1974, 1975, -
1976; CFE, 1978 y SMMS, 1976 Vol. II Tuxtla Gutiérrez)

De acuerdo a la Carta Sísmica de la República Mexica
na, esta provincia queda comprendida en la Zona Sísmica de

México, con una alta frecuencia en sismos producidos en la región. (Esteva M., L., 1970 y Figueroa A., J., 1959)

La dirección principal de las deformaciones y fracturamientos sigue el mismo patrón NW-SE que presentan las Sierras Plegadas al norte de la Provincia y las intrusiones graníticas de la Sierra de Chiapas al sur de la Provincia. Paralela más o menos a esa dirección se encuentran los grandes accidentes estructurales que controlan el comportamiento de la provincia. (De Czserna, Z.1961)

"Levantamientos geológicos, gravimétricos y sísmológicos realizados por PEMEX, han permitido identificar tres grandes fallas del basamento en esta área: una al borde de la Sierra Madre del Sur y paralela a la Depresión Central de Chiapas; otra en el borde este de la Depresión Central de Chiapas en la línea que une las poblaciones de Chiapa de Corzo, Acala y V. Carranza; y una transversal en la línea aproximada con las poblaciones de San Cristóbal, V. Carranza y Chicomuselo. La edad de estas grandes rupturas es precretácica y se piensa que deben estar asociadas con el movimiento inicial de las placas, o sea el Rift del Atlántico." (CFE, 1974, 1975, 1976)

Subprovincia de la Planicie Costera.- Es una estrecha faja que corre paralela a la costa en dirección NW-SE,

más ancha al noroeste y limitada por gran cantidad de lagunas litorales y esteros. Limitada al N y NE por la Sierra de Chiapas al W por la Subprovincia de la Meseta de Oaxaca, al sur por el Golfo de Tehuantepec y al SE por Guatemala. - Destacan en su litoral la Laguna Superior e Inferior y el - Mar Muerto, tres grandes lagunas litorales.

Los depósitos que la constituyen son principalmente - Cuaternarios de tipo litoral, aluvial y eólico, formados - por arenas, gravas, limos y arcillas. Hacia el noroeste - existen algunos manchones de rocas volcánicas de tipo ande- sítico y basáltico de edad Cenozoica. (IG, UNAM, 1976)

Subprovincia de la Sierra de Chiapas.- Se localiza al NNE de la Planicie Costera es una gran estructura que se le vanta abruptamente de las tierras bajas, presentando un ali neamiento de NW-SE. Los ríos que la cortan siguen una orien tación aproximadamente perpendicular a esta dirección, des- cendiendo hacia el Océano Pacífico, o hacia la Depresión -- Central (Cuenca del Grijalva). (CFE, 1974, 1975, 1976 y - - 1978)

Son importantes en esta sierra los volcanes Tacaná y Tajumulco en la frontera con Guatemala, el primero de los - cuales alcanza una altura de 4000 m. sobre el nivel del mar.

(CFE 1974, 1975, 1976)

La subprovincia está constituida por un gran batolito granítico paleozoico que aflora para formar la sierra, algunas rocas volcánicas de tipo basáltico se pueden encontrar al sureste de esta región. (IG, UNAM, 1976)

La dirección estructural principal de la subprovincia está dada por la dirección de la intrusión que la constituye (NW-SE). (De Czserna, Z., 1961)

Subprovincia de la Depresión Central.- Es una faja de terreno prácticamente plana que se extiende desde la frontera con la República de Guatemala hacia el NW y termina cerca de los límites con el estado de Oaxaca. Esta depresión corresponde a un sinclinorio donde afloran principalmente rocas cenozoicas y algunas cretácicas (conglomerados, lutitas, areniscas, limolitas) de las Formaciones Soyaló y el Bosque, que debido a su poca resistencia a la erosión han permitido que con el tiempo el río Grijalva haya ido modelando un amplio valle, plano en su mayor parte. (CFE 1974, 1975, 1976)

La altura de esta Depresión Central varía desde 500 msnm en Guatemala, descendiendo gradualmente hasta alcanzar

400 m. en la ciudad de Chiapa de Corzo localizada en el límite oriental del valle, con las elevaciones frontales de la Sierra de Chiapas. A partir de esta población el terreno sube paulatinamente hasta alcanzar alturas máximas de 950 msnm, a unos 20 km. al NW de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. (CFE, 1974, 1975, 1976 y 1978)

La dirección estructural principal en esta región corresponde con la que se manifiesta en toda la Provincia, es decir, NW-SE representada por algunas fallas y fracturas importantes y el eje del sinclinatorio que constituye la subprovincia misma. (De Czserna, Z., 1961 y CFE 1974, 1975, 1976)

Subprovincia de los Altos (Meseta de Chiapas).- Formada por una amplia meseta limitada al norte por las Sierras Plegadas y al sur por la Depresión Central. Los ríos han labrado profundos cañones como el del Sumidero al NE de Tuxtla Gutiérrez. Está constituida por rocas sedimentarias cretácicas: calizas, lutitas, limolitas y areniscas (Formaciones Todos Santos, Chinameca, Sierra Madre Inferior, Cantela, etc.); lutitas limolitas y areniscas del Terciario (Formaciones el Bosque, Soyaló, Simojovel, etc.); rocas volcánicas del Cenozoico (lavas y tobas andesíticas y basálticas) y terrazas del Cuaternario constituidas por conglomerados, tobas y arenas (De Czserna, Z., 1961; IG, UNAM, 1976 y

y CFE 1974, 1975, 1976)

La dirección de fracturas y fallas está dada por los alineamientos de las estructuras en general NW-SE como en toda la Provincia. (De Cserna, Z., 1961)

Subprovincia de Sierras Plegadas.- Ubicada al norte de la Provincia hacia el límite de ésta con la Planicie Costera del Golfo y la Provincia de Yucatán. Consiste de un apretado manajo de sierras fuertemente deformadas, tanto como la Sierra Madre Oriental, cuyos pliegues se van suavizando hacia el NE. Desciende bruscamente hacia la Planicie Costera en el estado de Tabasco. Los ríos principales siguen la dirección de las sierras (NW-SE), y los valles que estos forman son en su mayoría estrechos y alargados. (Raisz E., Op.cit)

Su porción oriental está constituida por roca Mesozoicas (calizas, lutitas, limolitas y areniscas) de las formaciones Chinameca, San Ricardo y Sierra Madre Inferior y su parte occidental principalmente por rocas terciarias (lutitas, areniscas y conglomerados) de las formaciones Soyaló, el Bosque, Mompuyil, Ixtapa, Simojovel y otras. (IG, UNAM, 1976 y CFE, 1974, 1975, 1976)

El alineamiento de las grandes estructuras que la forman marca la dirección estructural más importante que corre con rumbo NW-SE. (De Cserna, Z., 1961)

3.11 Yucatán

Esta provincia se ubica en la Península de Yucatán que comprende los estados de Yucatán, Quintana Roo y parte de Campeche. Está dividida en tres subprovincias: la de Llanuras con Dolinas al norte de la península, la Plataforma de Yucatán al SSW de la misma y la Costa Baja hacia el SE de la Provincia.

Es una unidad geológica constituida por sedimentos calcáreos marinos del Cenozoico que van del Paleoceno al Reciente y que descansan sobre formaciones plegadas pertenecientes al Cretácico. Constituye una extensa planicie que forma parte de la provincia geográfica de la Llanura del Golfo y del Caribe, con características morfológicas y estructurales bastante uniformes. Los sedimentos calcáreos han dado lugar a una gran plataforma con elevaciones sobre el nivel del mar generalmente bajas, siendo la máxima la correspondiente a la Sierra Yucateca, con altitud de 126 m. Dicha Plataforma se extiende bajo las aguas del Golfo de México en -

una suave pendiente, dando forma al Golfo de Campeche. - -
(Springall, G. y Espinosa L. P. y 2 1972)

El rasgo morfológico más claramente identificable en esta región, es el de una topografía del tipo cárstico que corresponde a la etapa inicial de disección dentro del ciclo geomórfico de erosión. "En las calizas existen cavidades y conductos de disolución que varían desde pequeños poros hasta amplias cavernas. El colapso de los techos de las cavernas ha dado lugar a numerosas depresiones redondeadas (dolinas) grandes y pequeñas. A las formas cársticas que resultan del colapso de la frágil corteza de roca caliza, dejando al descubierto el manto de agua subterránea se les denomina localmente "cenotes". (Springall, G y Espinosa L., 1972, p.y-3)

"La superficie de la roca está formada con pocas excepciones, por una capa muy compacta cuyo espesor varía de 0 a 4 m. alcanzando en ocasiones espesores mayores." (Springall, G. y Espinosa L, 1972 p, Y-4)

En gran número de pequeños cortes de los caminos, en los bancos de materiales y en otras excavaciones se observa un material friable y blanquecino, llamado "sahcab" que es

una roca calcárea no consolidada. También se le da este nombre a algunas calizas y coquinas cretosas de consistencia análoga a la mencionada, el espesor promedio de este material es de 2 a 4 metros; se encuentra generalmente subyaciendo a la capa superficial de caliza compacta y descansando sobre calizas suaves; en algunos sitios aparece interestratificado con delgadas capas de caliza; en otras partes aparece superficialmente, como ocurre en una vasta región al sureste de la península. En algunas zonas de Campeche, aparece una arcilla plástica y parcialmente seca, denominada localmente "acalché", la cual se encuentra generalmente sobre formaciones de materiales calcáreos (Springall, G y Espinosa, L., 1972, p. Y-4 y Y-64).

A lo largo de la costa norte de la península, desde el extremo occidental hasta cabo Catoche, es notable la existencia de un cordón litoral angosto, separado de tierra firme por ciénegas, marismas y lagunas pantanosas de aguas salobres que forman una angosta franja de tierra. Una configuración semejante se observa en algunas partes de la costa oriental como en las porciones situadas entre cabo Catoche y Cancún o entre Tulum y Chetumal; "Las islas frente a ésta parte de la península (Isla Mujeres, Cozumel, Contoy, Barra del Chinchorro), se formaron por arrecifes que deben haber-

se desarrollado durante la última época glacial cuando el mar tenía un nivel 80 m. inferior al actual." (Springall, G. y Espinosa, L., 1972 y SMMS, 1976. Vol. I, p.11 a 13)

La isla de Cancún corresponde a una segunda barra costera de más reciente formación, a partir de depósitos postarrecifales, estratificados y derivados de los arrecifes que integran esta porción del continente, así como por depósitos de limos y arenas superficiales de espesor raquíptico, que cubren a los depósitos marinos. (SMMS, 1976, Vol. I, Cancún)

"Los cordones litorales mencionados están constituidos por una sobreestructura de antiguas dunas de arena cementadas, contra los que se acumula actualmente arena. Bajo estas formaciones arenosas se presenta un horizonte de roca caliza correspondiente a la prolongación de la plataforma hacia el fondo marino. Esta condición se observa a lo largo de toda la costa de la Península." (Springall, G y Espinosa, L., 1972 p. 4-5) "Los rasgos morfológicos de la Península de Yucatán en general parecen estar íntimamente relacionados con la orientación NNE-SSW, de la costa oriental, la cual se supone formada por una falla, que a diferencia de las costas norte y oeste, desciende bruscamente a una profundidad de varios centenares de metros. La Laguna de Bacalar, los -

bloques escalonados entre Soh Laguna y el norte de Belice - así como la costa occidental de la Bahía de Cozumel, tienen la misma orientación del afallamiento en este sentido NNE - SSW. Por otro lado las ondulaciones de la Sierra de Yuca - tán y de la región de Bolonchén se muestran perpendiculares a esta orientación dando así la apariencia de ser plegamien - tos debidos a un movimiento tectónico en el sentido NNE-SSE" (Springall, G. y Espinosa, L., 1972, p. Y-8)

"Se ha supuesto que los rasgos que se presentan con di - rección ENE-WSW dado que estas últimas están bien marcadas - en la topografía de la provincia." (Bonet. F., y Butterlin, J., 1959)

"Se pueden distinguir otros dos grupos de estructuras - en la Península que coinciden con las orientaciones predomi - nantes de los conductos de disolución. Uno con orientación casi N-S y otro con rumbo aproximado N 70° E, a los que per - tenece la línea de contacto entre las formaciones del Eoceno y las más recientes, las actuales costas del oeste y norte, - la isobata de 10 brazas, y la gran plataforma submarina cono - cida como Sonda o Banco de Campeche." (Springall, G. y Espi - nosa, L., 1972, p.Y-8)

En la Península de Yucatán no existen corrientes super-

ficiales, debido a que la alta permeabilidad de las calizas provoca una rápida filtración del agua hacia el nivel freático. La erosión producida por el agua forma conos de disolución en la superficie, conductos y cavernas subterráneas a través de las cuales el agua fluye con un gradiente prácticamente paralelo al relieve casi horizontal del terreno. El sentido del flujo es radial, del centro de la península hacia las costas; la existencia de manantiales de agua dulce cerca de la costa y aún en el mar corroboran esta afirmación." (Springall, G. y Espinosa, L., 1972 p. Y-8)

En el aspecto sísmico, la Península queda comprendida dentro de la zona asísmica de la República Mexicana. (Figueroa A., J., 1959)

Las rocas que constituyen la Provincia son todas de tipo calcáreo, diferenciadas entre sí por características locales y por sus edades.

Se encuentran algunas evaporitas del Cretácico; calizas estratificadas y masivas y algunos yesos del Eoceno - Paleoceno de las Formaciones Chichén-Itzá, distribuidas en casi toda la subprovincia de la plataforma de Yucatán, y parte SE de la ciudad de Mérida, en las Llanuras con Dolinas; calizas, calizas arenosas, coquinas, dolomías y algunos yesos de las -

Formaciones Carrillo Puerto, Estero Franco y Bacalar, que afloran en toda la parte oriente de la península hasta la frontera con Belice y al norte excepto en la estrecha - - franja constituida por los sedimentos cuaternarios, coquinas y calizas denominadas "Sahcab".

Debe ser motivo de preocupación que alguna obra civil no quede ubicada sobre el techo de una cavidad de disolución, rasgo sobresaliente en esta provincia, por lo que - es recomendable en esta región desarrollar estudios se -- rios a fin de definir con seguridad la constitución del - subsuelo donde se pretenda emplazar alguna edificación de este tipo.

4. BIBLIOGRAFIA

1. Benavides O., E.R. et al, 1972 "El Subsuelo de la Ciudad de Tampico, Tamps." VI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos. Tomo I. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México.
2. Blásquez L., L. 1956 "Bosquejo Fisiográfico y Vulcanológico del Occidente de México". Excursión A-15. XX Congreso Geológico Internacional. México.
3. Bonet, F. y Butterlin, J. 1959 "Reconocimiento Geológico de la Península de Yucatán". Instituto de Geología, UNAM, México.
4. Calderón G., A. 1956 "Bosquejo Geológico de la Región de San Juan Raya, Puebla". Excursión A-11. XX Congreso Geológico Internacional. México.
5. Calderón G., A. 1956 "Estratigrafía de la Carretera Panamericana entre Petlalcingo, Pue. y Puebla, Pue." Excursión A-11, XX Congreso Geológico Internacional. - México.

6. Carrillo B., J. 1961 "Geología del Anticlinorio Huizachal Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamps." Sobretiro del Volumen XIII, Números 1 y 2 págs. 1-98 del Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, México.
7. Clemons, R., E. y Mc Leroy, D.F. 1966 "Hoja Torreón 13R - 1(1) con resumen de la Geología de la Hoja Torreón, - Estado de Coahuila y Durango" Instituto de Geología, UNAM, esc 1:100 000. México.
8. Comisión Federal de Electricidad 1974, 1975, 1976 "Informes Geológicos del P.H. Chicoasén". Residencia de Estudios Geológicos del Alto Grijalva. Informes Inter - nos. México.
9. Comisión Federal de Electricidad, 1978 "Monografía Geotécnica del P.H. Chicoasén, Chis." Residencia de Geología de Construcción del P.H. Chicoasén. Series Técnicas de C.F.E. No. 1, México.
10. Consejo de Recursos Minerales, 1978, Lista de Publicaciones Actualizada hasta Marzo. México.
11. Consejo de Recursos Minerales 1965. "Catálogo de Informes Geológicos Mineros Existentes en el Archivo Técnico del Consejo de Recursos Minerales". Partes 1 y 2. México.
12. Contreras V., H. 1956 "Reseña de la Geología del Sureste de México", Excursión C-7, XX Congreso Geológico Internacional. México.
13. Córdoba, D.A., 1969 "Mesozoic Stratigraphy of Northeastern Chihuahua, México". Guidebook Twentieth Field Conference The Border Region Chihuahua and the United States. New Mexico Geological Society.
14. De Cserna, Z., 1961 "Tectonic Map of México". Published by The Geological Society of America, escala 1:250 000.
15. De Cserna, Z., 1969 "The Alpine Basin and Range Province of North Central Chihuahua". Guidebook Twentieth - - Field Conference. The Border Region Chihuahua and the United States. New Mexico Geological Society.

16. De Ford. R.K., 1969 "Some Keys to the Geology of Northern Chihuahua". Guidebook Twentieth Field Conference, The Border Region Chihuahua and the United States New Mexico Geological Society.
17. Enciso de la Vega, S. 1963 "Estudio Mineralógico y Petrográfico de algunos Damos Salinos del Istmo de Tehuantepec". Boletín No. 65 del Instituto de Geología, UNAM, México.
18. Enciso de la Vega, S., 1968 "Hoja Cuencamé 13R-1(7) con resumen de la Hoja Cuencamé, Estado de Durango". esc. 1:100 000 Instituto de Geología, UNAM, México.
19. Enciso de la Vega, S., 1963 "Hoja Nazas 13R-K(6) con resumen de la Hoja Nazas, Estado de Durango". Instituto de Geología, UNAM, escala 1:100 000, México.
20. Esteva M.,L., 1970 "Regionalización Sísmica de México para Fines de Ingeniería". Instituto de Ingeniería, UNAM, Publicación 246, México.
21. Erben, H.K., 1956 "Estratigrafía a lo largo de la Carretera entre México, D.F. y Tlaxiaco, Oax. con particular referencia a los estados de Puebla, Guerrero y Oaxaca". Excursión A-12, XX Congreso Geológico Internacional. México.
22. Figueroa A.J. 1959 "Carta Sísmica de la República Mexicana". Anales del Instituto de Geofísica, UNAM, Vol. 5. México.
23. Figueroa A.J., 1964 "La Falla Zacamboxo". Anales del Instituto de Geofísica, UNAM, Vol. X, México.
24. Flamand, C.L., et al, 1972 "Información sobre el Subsuelo y la práctica de la Ingeniería de Cimentaciones en la Ciudad de Acapulco, Gro." VI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos. Tomo I, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos. México.
25. Fries Jr., C. 1956 "Bosquejo Geológico de la Región entre México, D.F. y Acapulco, Gro." Excursión A-9 y C-12 XX Congreso Geológico Internacional. México.

26. Fries Jr., C. 1956 "Bosquejo Geológico de la Región entre México, D.F. y Taxco, Gro." Excursión A-4 y C-2 XX Congreso Geológico Internacional, México.
27. Fries, Jr., C. 1966 "Hoja Cuernavaca 14Q-h(8) con resumen de la hoja Pachuca, Estados de Hidalgo y México" Instituto de Geología, UNAM, esc 1:100 000, México,
28. Fries Jr., C. 1960 "Geología del Estado de Morelos y de partes adyacentes de México y Guerrero, región Central Meridional de México". Boletín No. 60 Instituto de Geología, UNAM, México.
29. Fries Jr., C. 1962 "Hoja Pachuca 14Q-e(11) con resumen de la Hoja Pachuca, Estados de Hidalgo y México". Instituto de Geología, UNAM, escala 1:100 000. México.
30. Gastil, G. 1971 "Mapa Geológico del Estado de Baja California". Partes A, B y C. Instituto de Geología, - - UNAM, escala 1:250 000. México.
31. Gutiérrez G., R. 1956 "Bosquejo Geológico del Estado de Chiapas". Excursión C-25, XX Congreso Geológico Internacional, México.
32. Guzmán, E.J., 1956 "Bosquejo Geológico de las Regiones - Noroeste, Este y de la Meseta Central de México". - Excursión A-14, XX Congreso Geológico Internacional. México.
33. Hawley, J.W., 1969 "Notes on the Geomorphology and Late Cenozoic Geology of Northwestern Chihuahua". Guide - book Twentieth Field Conference. The Border Region Chihuahua and the United States. New Mexico Geological Society.
34. Humphrey, E. y Díaz T. 1958, "Estudio de la Estratigrafía del Mesozoico y Tectónica de la Sierra Madre - - Oriental entre Monterrey, N.L. y Torreón, Coah." Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. X, Números 1 y 2, México.
35. Instituto de Geología de la UNAM, 1977 "Lista de Publicaciones de 1976-1977" Ciudad Universitaria, México.

36. Instituto de Geología de la UNAM, 1978 "Publicaciones - Editadas, en Prensa y en Preparación de 1977 a Marzo de 1978". Ciudad Universitaria, México.
37. Instituto de Geología de la UNAM, 1976 "Carta Geológica de la República Mexicana". 4a. Edición, escala 1:2000 000, México.
38. Instituto de Geología de la UNAM, 1978 "Mapas Geológicos Estatales de la República Mexicana". Terminados hasta febrero de 1978, en escalas 1:100 000, 1:250 000 y - 1:500 000. México.
39. López R., E. 1956 "Bosquejo Geológico de la Cuenca Sedimentaria de Tampico-Misantla con referencia a las - Formaciones Terciarias". Excursión C-16, XX Congreso Geológico Internacional, México.
40. López R., E. 1972 "Bosquejo Geológico del Estado de Nuevo León". Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Vol. XXIV, Números 4 y 6, México.
41. López R., E. 1974 "Geología de México". 4a. edición. Instituto de Geología, UNAM, México.
42. López R., E. 1970 "Mapa Geológico del Estado de Sinaloa". Instituto de Geología, UNAM, escala 1:500 000. México.
43. López R., J.M. 1956 "Generalidades sobre la Geología del Oriente de México". Excursión C-7, XX Congreso Geológico Internacional, México.
44. López R., J.M. 1956 "Geología a lo largo de la Carretera Cristóbal Colón, entre México D.F. y Oaxaca, Oax." Excursión A-6, XX Congreso Geológico Internacional, México.
45. Mier S., J.A. et al, 1972 "El Subsuelo de la Ciudad de - Morelia". VI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Tomo I. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, - México.
46. Mina U., F. 1956 "Bosquejo Geológico de la Parte Sur de la Península de Baja California". Excursión A-7, - XX Congreso Geológico Internacional, México.

47. Ordoñez, G. y Ulloa, S. 1956 "Notas sobre la Geología del Estado de Sonora y la Península de Baja California". Excursión A-1 y C-4, XX Congreso Geológico Internacional, México.
48. Pantoja A., J. 1959 "Estudio Geológico de Reconocimiento de la Región de Huetamo, Estado de Michoacán". Boletín No. 50 del Consejo de Recursos Naturales - no Renovables, México.
49. Pantoja A., J. 1970 "Geología del Río Balsas, entre Mezcala y Ciudad Altamirano, Estado de Guerrero". Consejo de Recursos Naturales no Renovables, México.
50. Puig, J.B. 1976 "Comisión de Estudios del Territorio Nacional". CETENAL, Secretaría de la Presidencia, México.
51. Puig, J.B. 1976 "La Cartografía y la Información Cetenal. Descripción para Escuelas de Nivel Medio". CETENAL - Secretaría de la Presidencia, México.
52. Raisz, E. 1964 "Landforms of México". Map Prepared for the Geography Branch of the Office Naval Research, - Second Corrected Edition. escala 1:3 000 000, Cambridge, Mass.
53. Reséndiz N., D. et al, 1970 "Información Reciente Sobre las Características del Subsuelo y la Práctica de la Ingeniería de Cimentaciones en la Ciudad de México". V Reunión Nacional de Mecánica de Suelos. Tomo I. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México.
54. Ríos M., F. 1956 "Bosquejo Geológico de la Cuenca de Veracruz y Parte de la Cuenca Salina del Istmo de Tehuantepec". Excursión C-7, XX Congreso Geológico Internacional., México.
55. Robeck, R.C., Pesquera, V.R. y Ulloa, S. 1956 "Geología y Depósitos de Carbón de la Región de Sabinas, Estado de Coahuila" Excursión C-3, XX Congreso Geológico Internacional, México.
56. Schlaepfer, C.J. 1968 "Hoja México 140-h(5) con resumen de la Geología de la Hoja México, Distrito Federal y Estados de México y Morelos". Instituto de Geología, UNAM, escala 1:100 000, México.

57. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1978 - "Atlas Geohidrológico de México". Vol. I, México.
58. Segerstrom, K. 1956 "Geología General y Rocas Volcánicas del Area entre México, D.F. y Huauchinango, Pue". Excursión A-10 y C-13, XX Congreso Geológico Internacional, México.
59. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (SMMS) 1974 "El Noroeste, Tema I. Geología" VII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Tomo I, Guadalajara, México.
60. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (SMMS) 1976. "Ciimentaciones en Areas Urbanas de México". VIII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos. Tomo I, Guanajuato, México.

Aguascalientes, Ags.
Cancun, Q.R.
Ciudad Victoria, Tamps.
Colima, Col.
Durango, Dgo.
Guanajuato, Gto.
Irapuato, Gto.
Las Truchas, Mich.
Matamoros, Tamps.
Mazatlán, Sin.
Nuevo Laredo, Tamps.
Reynosa, Tamps.
San Luis Potosí, SLP
Toluca, Méx.
Torreón, Gómez Palacio
Zacatecas, Zac.

Orozco, Juan M. et al
Botas, Guillermo
Orozco, Juan M. et al
Orozco, Juan M. et al
Orozco, Juan M. et al
Náder D, Fidel et al
Náder D, Fidel et al
Santoyo V, Enrique et al
Martínez M., Jaime A.
Ellstein, Abraham
Rocha A., Gustavo
Terán, José L. et al
Rodríguez, J.M., Aranda J.
Martínez P., Ernesto
Schmitter, J.J., Uppot O.J.
Orozco, J.M.

61. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos (SMMS), 1976 - "Información General acerca del Subsuelo de 17 Ciudades de México". VIII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Tomo II, Guanajuato, México.

Coatzacoalcos-Minatitlán, Ver.
Colima, Col.
Córdoba, Ver.
Chilpancingo, Gro.
Jalapa, Ver.
Manzanillo, Col.
Mexicali, BCN
Oaxaca, Oax.
Orizaba, Ver.
Puebla, Pue.
Tijuana, BCN

Montañez, Luis
Silva, C., Esquivel, R.
Esquivel, Raúl
León T., José L.
Esquivel, Raúl
Montañez, L. et al
Santoyo, E., Montañez, L.
León T., J.L.
Esquivel, R.
Auvinet, Gabriel
Santoyo, E., Montañez L.

Tuxtla Gutiérrez, Chis. Espinosa, L.
Veracruz, Ver. Esquivel, R.
Villahermosa, Tab. Espinosa, L.

62. Springall, G. y Espinosa, L. 1972 "El Subsuelo de la Península de Yucatán". VI Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Tomo I. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México.
63. Tavera, A., E. 1956 "Bosquejo Geológico de las Mesas Central y Norte de México". Excursión C-3, XX Congreso Geológico Internacional, México.
64. Vieitez U., L. et al, 1970 "El Subsuelo y la Ingeniería de Cimentaciones en la Región de Minatitlán-Coatzacoalcos y Pajaritos, Ver." V Reunión Nacional de Mecánica de Suelos, Tomo I. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, México.
65. West Texas Geological Society, 1964 "Geology of Minas Plomos - Placer de Guadalupe Area, Chihuahua, México". Field Trip Guidebook.
66. Wilson, I.F. 1956 "Geología del Distrito Cuprífero del Boleo, Baja California". Excursión A-1 y C-4, XX Congreso Geológico Internacional, México.
67. Wilson, J.L. 1970 "Isla Cancún". Lessons in Marine Geology, Rice University, Houston, Texas.

5. CONCLUSIONES

Durante la elaboración de este trabajo se observó la gran cantidad de información que existe referente a aspectos de Geología y Geotecnia de la República Mexicana; sin embargo, toda esta información aparece dispersa e inconexa.

Sería deseable por tanto, llevar a cabo una organización de esta información; para lo cual se podría proponer que de cualquier estudio que se realice en territorio mexicano, en la superficie o en el subsuelo, con fines de investigación, geotécnicos, geohidrológicos o de aprovechamiento de los recursos naturales no renovables, se tuviera:

- copia del mapa geológico o geotécnico obtenido
- perfiles estratigráficos y propiedades índices y mecánicas.
- copia de los estudios mineralógicos, petrográficos, pa

leontológicos o geocronométricos realizados.

- en caso de alumbramiento de agua: composición química de la misma, gasto, nivel estático y nivel dinámico.
- y alguna otra información que se considere importante.

La información anterior permitiría un considerable ahorro de tiempo y dinero para las investigaciones, exploraciones y estudios de anteproyecto de diversas obras civiles a realizar en la República Mexicana; proporcionando documentos útiles y de fácil manejo a Geólogos, Geotecnistas e Ingenieros Civiles. Las obras de riego, electrificación, asentamientos humanos, vías terrestres, etc., se verían de esta manera ampliamente beneficiadas.

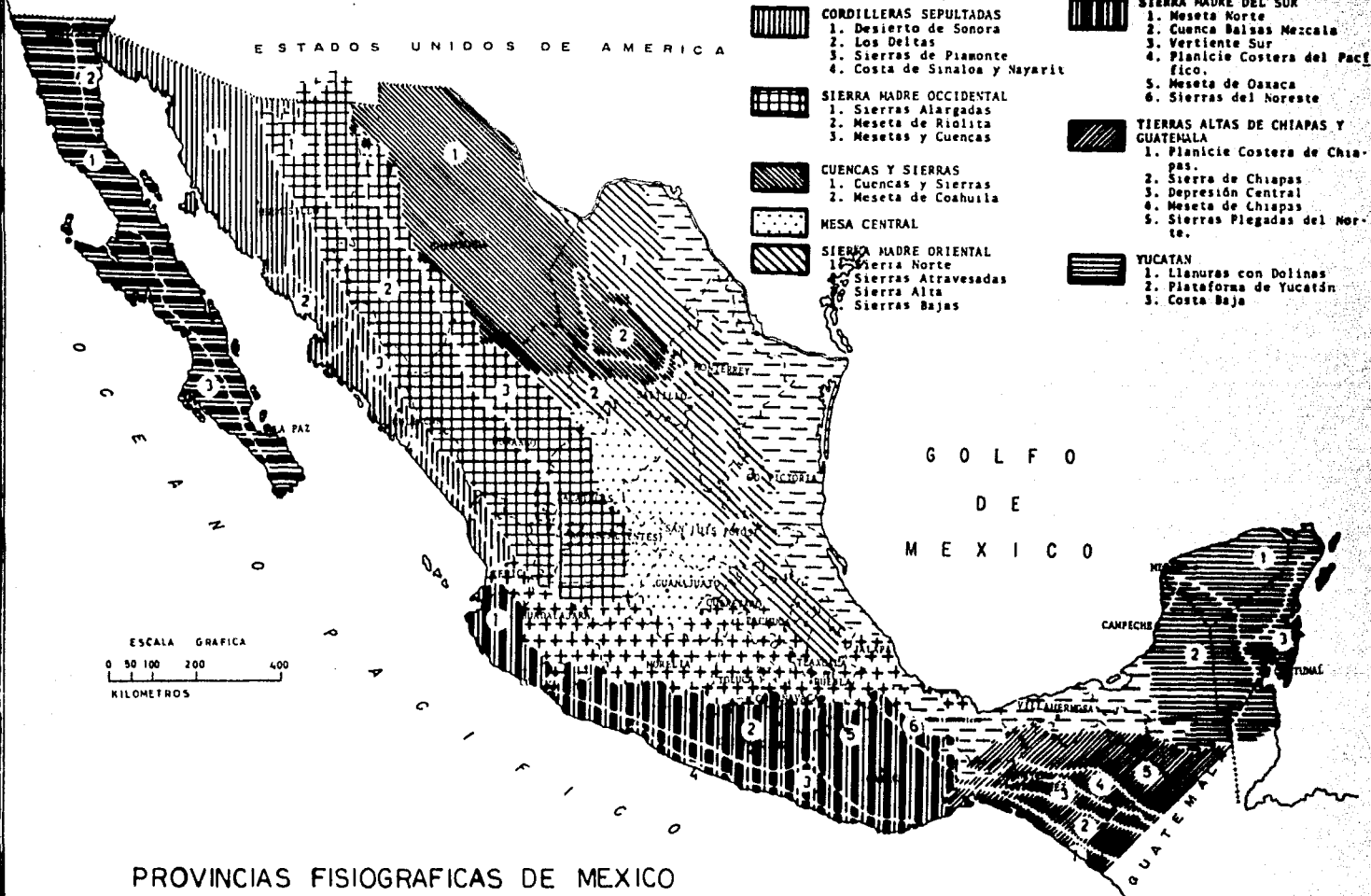
Esta información así como la que se vaya produciendo podría integrarse en un bando de datos, hacia donde se encauzaran todos los trabajos referentes a la geología y la geotecnia - realizados en diversas partes del país.

El Instituto de Ingeniería o el Instituto de Geología de la UNAM, o bien la Dirección de Estudios del Territorio Nacional, podría organizar y clasificar todos estos documentos, poniendo a disposición del usuario un inventario actualizado del conocimiento geológico-geotécnico de México.

AGRADECIMIENTO

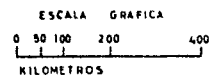
Deseo agradecer profundamente al Ing. Mariano Ruiz Vázquez por su colaboración y ayuda desinteresada, para la realización de esta tesis. También quiero expresar mi gratitud a los compañeros del Instituto de Ingeniería por sus valiosos consejos durante la elaboración de este trabajo. Agradezco también al Instituto de Investigaciones Eléctricas el permitirme contar con parte de la información del Manual de Diseño de Obras Civiles actualmente en elaboración.

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA



- BAJA CALIFORNIA**
 1. Baja California
 2. Delta del Rio Colorado
 3. Tierras Bajas
- CORDILLERAS SEPULTADAS**
 1. Desierto de Sonora
 2. Los Deltas
 3. Sierras de Piamonte
 4. Costa de Sinaloa y Nayarit
- SIERRA MADRE OCCIDENTAL**
 1. Sierras Alargadas
 2. Meseta de Riolita
 3. Mesetas y Cuencas
- CUENCAS Y SIERRAS**
 1. Cuencas y Sierras
 2. Meseta de Coahuila
- MESA CENTRAL**
- SIERRA MADRE ORIENTAL**
 1. Sierra Norte
 2. Sierras Atravesadas
 3. Sierra Alta
 4. Sierras Bajas

- PLANICIE COSTERA DEL GOLFO**
- EJE NEOVOLCANICO**
- SIERRA MADRE DEL SUR**
 1. Meseta Norte
 2. Cuenca Balsas Mezcala
 3. Vertiente Sur
 4. Planicie Costera del Pacifico.
 5. Meseta de Oaxaca
 6. Sierras del Noreste
- TIERRAS ALTAS DE CHIAPAS Y GUATEMALA**
 1. Planicie Costera de Chiapas.
 2. Sierra de Chiapas
 3. Depresión Central
 4. Meseta de Chiapas
 5. Sierras Plegadas del Norte.
- YUCATAN**
 1. Llanuras con Dolinas
 2. Plataformas de Yucatán
 3. Costa Baja



PROVINCIAS FISIOGRAFICAS DE MEXICO

**PROVINCIAS FISIOGRAFICAS Y PRINCIPALES FORMACIONES
GEOLOGICAS DE MEXICO (1a Parte)**

| | C | E | N | O | Z | O | I | C | O | |
|---|--|---|---|--|---|---|---|---|---|-----------|
| | RECIENTE Y PLEISTOCENO | PLIOCENO | | MIOCENO | | OLIGOCENO | | EOCENO | | PALEOCENO |
| BAJA CALIFORNIA | Terrazas marinas, gravas, arenas y limos. Depósitos de Aluvión, Medanos y Salitrales. Fm. Tres Virgenes (e) y Sta. Rosalva (9,6c) | Formaciones: Almeca (6,14); Salada (9,14,10); Infierno (6,9); Gloria (6,9) y Boleo (7,6f,9,22,30) | | Formaciones Tortugas (9,13); San Ignacio (9,13); San Ray mundo (13); San Joaquín (13) La Zorra (5a,3a); Santa Clara (h,9); Zacarías (13) Monterrey (3,9,14,15); San Gregorio (15); Comodú (7,9f,27a,30e) | | | | Fms. Bateque (9,15,18,20,21); Tepetate y Sepultura (9,14,6) | | |
| CORDILLERAS SEPARADAS | Depósitos aluviales, de litoral, edáficos residuales (Tucuruquay) y depósitos de talud Lavas y conos cineríticos (NW Sonora) | Fms. Trincheras, Nogales y Baucarit (9,5,6,f) Gran cantidad de rocas volcánicas (30e,31e,30f,31f,30g,31g) sobre la altiplanicie y vertiente del océano pacífico. | | | | Granitos, granodioritas y Pórfidos (27,30,31) | | | | |
| SIERRA MADRE OCCIDENTAL | Depósitos aluviales, de talud y suelos residuales Basaltos en Chihuahua y Durango | Fms. Trincheras, Nogales y Baucarit (9,5,6,f) Fms. Henrietta, Elenita y La Mesa | | | | Conglomerados rojos (Dgo) Granitos, granodioritas y Pórfidos (27,30,31) | | Conglomerado Mazapil; Serie Ahuichila (6,9,14,18) (Dgo, Zac.); F. Nabosigame (Chih) Pórfidos (27,30,31) | | |
| SIERRAS Y CUENCAS | Depósitos edáficos, aluvio-lacustres, evaporíticos y suelos residuales Fms. Trincheras, Nogales y Baucarit (9,5,6,f) | | | | | Granitos, Granodioritas y Pórfidos (27,30,31) | | Serie Clásica Placer de Guadalupe (6,9,14,15) Chih. Pórfidos (27,30,31) | | |
| MESA CENTRAL | Depósitos aluvio-lacustres, edáficos y suelos residuales Fms. Losero y La Bufa (9,15); Fms. Pínguico (27e); F Calderones (30f,30g,30e); F Chichindaro (27a) Rocas basálticas diseminadas | | | | | Granitos granodioritas y Pórfidos (27,30,31) | | Conglomerado Mazapil; Serie Ahuichila (6,9,14,18); Conglomerado Zacatecas (Dgo, Zac.); Conglomerado Guanajuato Pórfidos (27,30,31) | | |
| SIERRA MADRE ORIENTAL | Depósitos de planicie, aluviales y suelos residuales | Grupo Pachuca: Fms. Santiago (27,18,30); Corteza (30e); Pachuca (28e,30e); Real del Monte (28g,30g); Santa Gertrudis (30e,30e); Viacelina (20h,30h); Cerezo (27,20); Tezantilla (27,20); Zumaté (28,30); Toba Don Guinyó (27f,28g) (Centro y Este de Hidalgo) | | | | | | F. Ahuichila (6,9,14,18); Grupo El Morro (6,14,7,22) | | |
| PLANICIE COSTERA DEL GOLFO | Conglomerado Reynosa: Fms. Beaumont (2,3,5); Lissie (2,3,5) (NE); Tierra Colorada (3,5) (Tab) | F. Goliad (2,3,5) y Caliche Maynosa (NE) Conglomerado Acatlapa (Ver) F. Tres Puentes (1,3,6,f) (Tab) | Fms. Lagarto y Oakville (2,3,5,9) (NE) F. Turpan (9,18) (Tamps) Fms. Cedral (2,3,5); Agueaguequite (2,3); Paraje Solo (9,15); Filisola (20,15,9); Concepción Superior (3,15); Concepción Inferior (15); Encanto (15); Depósito (15); Bolán Superior e Inferior (1,2,5,15); Zargazal (15,9); Encajonado Superior (20,15); Encajonado Inferior (9,3); Amate Superior (3,15) Amate Inferior (15) (Ver. Tab, Chis.) | Fms. Catahoula (15,3,f); Andhuac (15,3); Frío Marino (3); Continental (15,22); Vicksburg (3,5,1); Conglomerado Norma (NE). Fms. Escorial (5,15,9,6); Coatzacoatlán (15,9,6); Pesón (15,3,9,18,20); Alcazón Superior e Inferior (15,9,18,20); Palma Real Superior e Inferior (15,9); Morcones (15,9); Caliza Macuspana; Lutitas Encarnación y Misopá y Conglomerado Lindón (Ver. Chis. y Tab) | Fms. Jackson (3,9,15,1); Vicksburg (3,5,1); Teque (5,15,18); Cook Mountain (9,25) Mount Selman (3,9,5,19); Carrizo (3,9,15); Wilcox (15,9,22) (NE) Fms. Chapopala (5,20); Tantoyuca (6,3,3,15) Guayabal (15,25); Aradón (15a,3a); Chicoutepac Superior (9,15); Conglomerado Uspenapa y Lutitas Nanchital (Tamps. Ver.); Lutitas Candalaria, Conglomerado Puente de Piedra, Lutitas Chinal y Caliza Chinal (Tab) | Fms. Mianyu (9,9,18,18); Nalasco (20,18); Chicoutepac Inferior (15,20,9) y Conglomerado Uspenapa. | | | | |
| EL NEVOLCANICO | Depósitos aluviales. Rocas basálticas en los Tuxtles Fms. Atonilco (6,3,5,31); Terango (f,h,2); Cuernavaca (3,4,6,20); Chilpancingo (20,14,9,6,22); Conglomerados Zimapán y Daxi (Mx, Hgo); Fms. Amatlán (3,6); Tepeztlán (1,1) Caliche Sarrilaco 5 Chichinautzin (e,f,g,30,31); Basalto San Cristóbal y Andesita Jalpa | F. Cuernavaca (3,4,6,20); F. Terango (f,h,2) F. Las Espinas (f,h,30,31) (Hgo); 5 Volcánicas Xochitotec (f,h,30,32); Chiquihuite (28); Iztacchhuatl (30); Ajusco (30) (Mx); Tlilzapoteca (27); Buenavista (30,28,27) Zempoala (30,20,27); Tepeztlán (30); Cuayuca (6,4,18,23,20,22) (Mor); 5 Cuernavacenses (27,27,30,31,g,e) en Michoacán. | | Grupo Balsas (6,14,f,22) en Michoacán y México | | Granitos, Granodioritas y Pórfidos | | | | |
| SIERRA MADRE DEL SUR | Terrazas marinas, arenas y gravas continentales Fms. Atonilco (6,3,5); Terango (f,h,2); Cuernavaca (3,4,6,20); Chilpancingo (20,14,9,6,22); Sabana Grande (20) | Series volcánicas Agua de Obispo (30f,30e); Papagayo (28e,30e) (Gro) Fms. Xaxapa y Granal en Oaxaca | | F. La Leja (15,3) y Conglomerado Nanchital | | Granitos, Granodioritas y Pórfidos (27,30,31) | | Grupo Balsas (6,14,f,22); Capas San Miguel (14,9); F. Yahuatlán (14,9); F. Huejapan (14,9,1); F. Calcahón y Tehuacán (14,6,14,22) (Gro) Pórfidos (27,30,31) | | |
| TIERRAS ALTAS DE LA SIERRA Y CUENCAS | Depósitos de litoral, del tálamo, de planicie, de los orgánicos y residuales Formación Istapa | Serie Tenajapa y Serie Istapa | | | Serie Simojovel, Serie Mompuyil (18), Serie Jalho | Conglomerado continental El Bosque | | F. Soyatlé (15,14,9,20) | | |
| TUCUMAN | Séncab, Caliche y Suelos Residuales | F. Carrillo Puerto Superior (9,18) | F. Carrillo Puerto Inferior (18,9); F. Estero Franco (18,21); Lutitas Pallada; F. Bacalar (18) | | | F. Chichen-Itzá (18); F. Icalché (18) | | F. Icalché (18) | | |
| EXPLICACION DE LAS TABLAS | SUELOS 1. Suelos residuales 2. Gravas 3. Arenas 4. Limos 5. Arcillas 5'. Caliche ROCAS SEDIIMENTARIAS Detriticas (clásticas) 6. Conglomerado 7. Breccia 8. Calcirudita 9. Arenisca 10. Ortocuarcita 11. Arcosa 12. Grauvaca 13. Calcarenita 14. Limolita 15. Lutita 16. Lodolita 17. Calcilutita | | Orgánicas y químicas (no clásticas) 18. Caliza 19. Coquina 20. Marga 21. Dolomita 22. Evaporitas (yeso, anhídrita) 23. Pedernal 24. Carbón 25. Glauconita 26. Siderita a) Bentoníticas b) Estratificadas c) Fosilíferas d) Bituminosas o con materia orgánica ROCAS IGNEAS Volcánicas (extrusivas) 27. Riolita 28. Dacita 29. Traquita 30. Andesita 31. Basalto | | Plutónicas (intrusivas) 32. Granito 33. Granodiorita 34. Sienita 35. Diorita 36. Gabro 37. Peridotita e) Coladas de lava f) Tobas g) Brechas h) Aglomerados i) Cenizas volcánicas ROCAS METAMORFICAS Foliadas 38. Pizarra 39. Filita 40. Esquistos 41. Gneiss | | No Foliadas 42. Hornfels 43. Cuarcita 44. Mórmo NOTAS: 1. Los números entre paréntesis, a continuación de las formaciones corresponden a las unidades litológicas que constituyen la formación. 2. El Mesozoico no diferenciado (M) incluye: Rocas ígneas intrusivas y extrusivas, calizas conglomeradas, lutitas filíticas y otras rocas clásticas. 3. El Mesozoico metafórfico (M met) incluye: Rocas metamórficas y metavolcánicas. 4. Las fuentes de información para la elaboración de esta tabla aparecen en el texto de este Capítulo. | | | |

