

II.- GEOLOGÍA REGIONAL

II.1- FISIOGRAFÍA

El distrito minero Las Truchas se ubica en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, véase figura 2.1 (INEGI, 1991), y al cinturón de Fe del SW de México como se observa en el plano metalogenético, figura 2.2, (SGM, 2008)

En el distrito se puede observar que las formas topográficas en las que afloran los cuerpos de hierro están representadas por cerros redondeados, típicos de la erosión de climas tropicales. La elevación de los cerros varía de 200 a 300 m.s.n.m., teniendo pendientes con gradiente elevado y uniforme.

El sistema hidrográfico está bien definido; el río Acalpican y el arroyo Las Truchas presentan perpendicularmente a su curso una red dendrítica de pequeños arroyos que se ajustan al desagüe principal. El río Acalpican es el de mayor importancia en el distrito; nace en el valle de Arteaga, Michoacán, a unos 50 km al Norte de la costa y vierte sus aguas en el Océano Pacífico, en las cercanías del poblado de Playa Azul, Michoacán.

El arroyo Las Truchas representa el principal conducto de desagüe a una importante zona mineralizada que incluye los yacimientos de El Mango y Santa Clara, tiene su cuenca en forma de V con pendientes pronunciadas y curso indefinido, aunque se observa por zonas de debilidad como son fracturas y fallas.

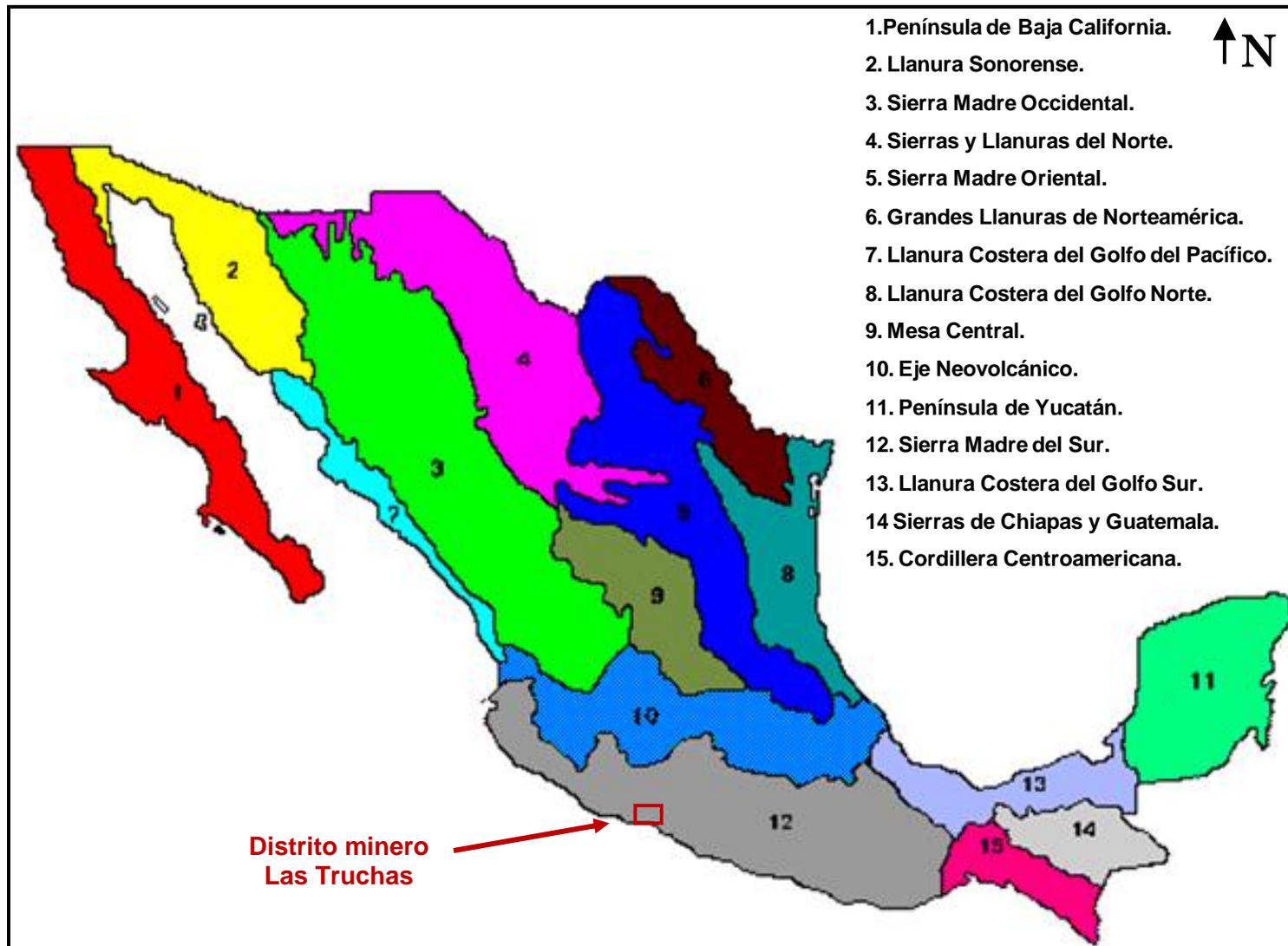


FIGURA 2.1 Mapa de Regiones Fisiográficas. Fuente: INEGI, Dirección General de Geografía, Escala 1:10,000, México, 1991.

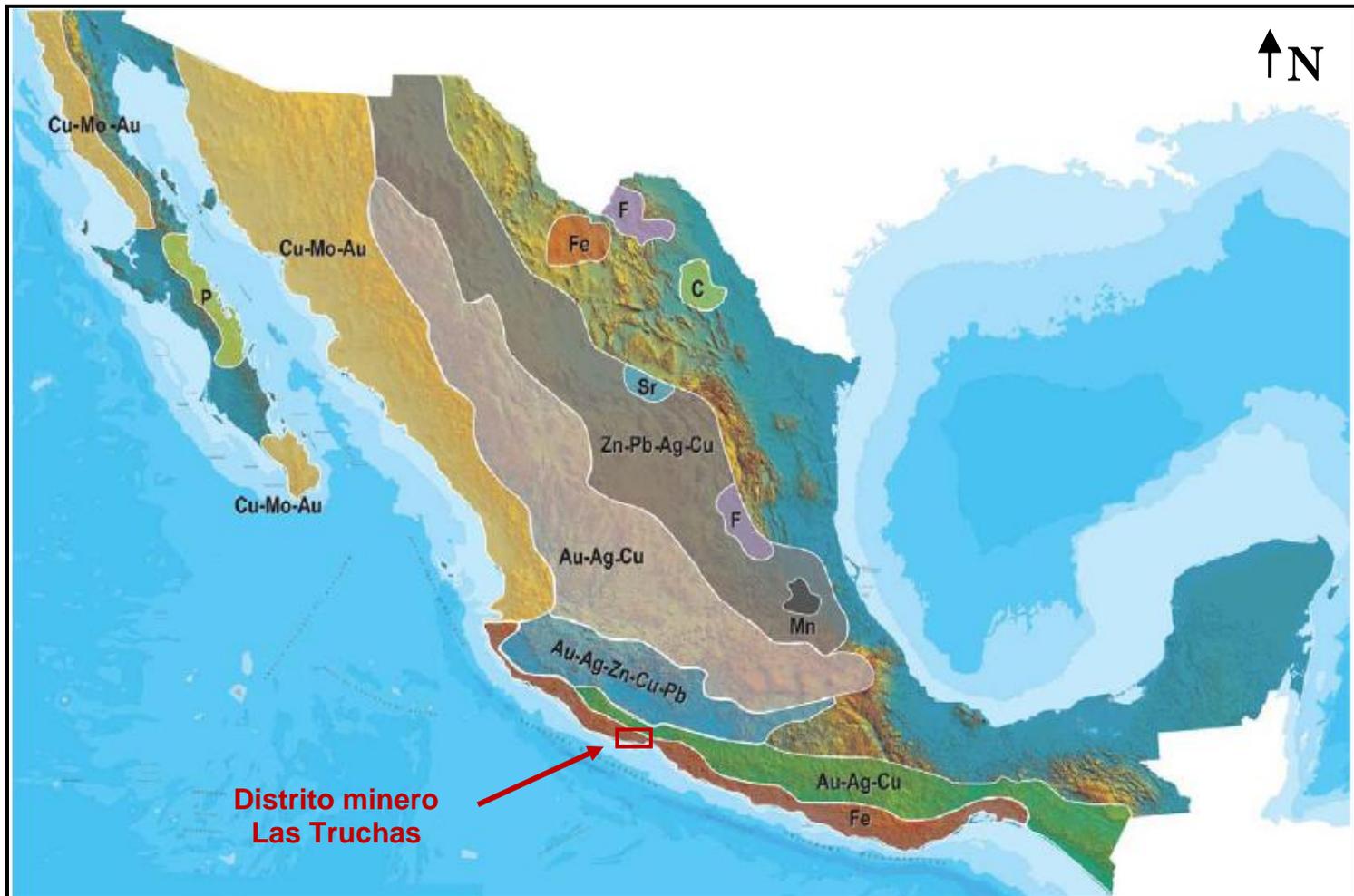


FIGURA 2.2 Mapa de provincias metalogénica, escala 1:2000, Fuente: Servicio Geológico Mexicano (SGM), 2008.

II.2.- MARCO TECTÓNICO

El área estudiada queda comprendida dentro del terreno Guerrero (Campa-Uranga, M.F., y Coney P.J., 1983), particularmente en el subterreno Zihuatanejo, el cual tiene cubierta Terciaria que representa a la Sierra Madre del Sur y una cubierta Cuaternaria relacionada al Eje Neo Volcánico.

El Complejo Arteaga ha sido propuesto como basamento del terreno Guerrero (Centeno-García, 1994), el cual consta de varias unidades, las más antigua compuesta por gneisesquistos de posible edad Triásico Inferior. Sobreyacendo de manera concordante aflora la Formación Jaltomate también de edad Triásico Inferior, sobreyacendo en ocasiones interdigitada se presenta la Formación Varales de edad Triásico Medio-Jurásico Inferior.

Las unidades mencionadas están intrusionadas por el Granito Tumbiscatío que consiste en metadiorita, metatonalita y metagranito de 2 micas de naturaleza peraluminica datadas por Grajales y López (1984), con edades que varían de 127 +/- 3 Ma a 158 +/- 5 Ma, que los ubica en un intervalo entre el Jurásico Tardío-Cretácico Inferior.

El terreno Guerrero representa la evolución de una serie de arcos insulares del Mesozoico acrecionados al occidente del cratón de Norteamérica (Campa-Uranga, M.F., y Coney P.J., 1983). Su basamento permite suponer que se trata de secuencias vulcanosedimentarias con un metamorfismo y deformación más fuerte que las secuencias propiamente correspondientes al terreno Guerrero, permitiendo interpretar que en el Triásico Inferior se desarrollaron arcos volcánicos intraoceánicos que sirvieron como sustrato para la edificación del terreno Guerrero y al subterreno Zihuatanejo, el cual a su vez corresponde a un arco insular intraoceánico que evoluciona desde el Cretácico Inferior al Cretácico Superior y acreciona al continente durante el Terciario Temprano (Orogenia Laramide), cuando se desarrollan esfuerzos de compresión que pliegan a todas las rocas pre-existentes, imprimiendo a las rocas del Complejo Arteaga una segunda deformación.

Los datos geocronológicos de las rocas ígneas de la Sierra Madre del Sur (Moran Z. D., *et al.*, 2000), permitieron sugerir un arco magmático que evoluciona desde el Paleoceno

hasta el Eoceno, predominando en la región de Michoacán y Guerrero y posteriormente migró hacia el oriente de Guerrero y occidente de Oaxaca teniendo una amplia distribución durante el Oligoceno, entre el Oligoceno Tardío al Mioceno Medio el magmatismo migró hacia el oriente del estado de Oaxaca.

Este magmatismo está representado por el Batolito de Michoacán – Guerrero y por las rocas volcánicas que conforman las partes altas de la Sierra Madre del Sur.

Posterior a este evento se desarrolló una etapa de distensión que origina un fallamiento escalonado evidenciado en el graben de Apatzingán representado por el basculamiento de las rocas volcánicas al nororiente, así como el desarrollo de fallas normales y laterales.

Finalmente se tiene vulcanismo reciente del Eje Neovolcánico representado por lahares originados por el volcán de Colima en la porción NW y por basaltos en la porción NE.

II.3.- *ESTRATIGRAFÍA*

II.3.1- *PRECRETÁCICO*

II.3.1.1.- *COMPLEJO ARTEAGA*

El Complejo Arteaga ha sido considerado como el basamento del Terreno Guerrero. Petróleos Mexicanos (PEMEX) en sus estudios regionales de 1975 y 1976 reporta una secuencia vulcanosedimentaria metamorfoseada constituida de pelitas, calizas y conglomerados (Gutiérrez, 1975) y (Guzmán, 1976).

Centeno-García (1994) propone el rango de Complejo Arteaga debido a su variedad litológica, características geoquímicas y complejidad estructural. Consta de una secuencia formada por rocas metamorfoseadas y altamente deformadas, constituidas principalmente por gneises, esquistos y cuarcitas.

Aflora en los cortes de los arroyos Mexcalhuacan, Chucutitán, Arteaga, Chuta – Toscano, Popoyuta, y en Las Juntas.

Las asociaciones litológicas sugieren que estas rocas fueron depositadas por corrientes de turbidez en un ambiente marino profundo, que fue afectada por procesos metamórficos.

II.3.2.- CRETÁCICO

II.3.2.1.- FORMACIÓN TECALITLÁN

Rodríguez, 1980 (en Munguía-Rojas, P., 1991), definió informalmente como Formación Tecalitlán a una secuencia de piroclásticos de composición predominantemente andesítica. Posteriormente Pantoja-Alor, J. (1981) describe formalmente a estas rocas como una secuencia de derrames, brechas y tobas riolíticas a andesíticas con intercalaciones de conglomerado volcánico, andesita microlítica de color gris verdoso y toba riolítica con fragmentos líticos de riolita porfídica, esta unidad aflora en franjas orientadas NW-SE. La localidad tipo se encuentra en los afloramientos situados a la orilla de la carretera federal no. 110 entre el poblado de Tecalitlán y la ranchería de Carrizillo, en el estado de Jalisco.

Esta unidad esta conformada de manera general por una secuencia de lavas andesíticas a traquiandesitas y aglomerados, brechas volcánicas y depósitos piroclásticos, las características que presenta indica un ambiente que corresponde a un macizo de arco volcánico insular, que se relaciona con el subterreno Zihuatanejo.

II.3.2.2.- FORMACIÓN TEPALCATEPEC

Pimentel, 1980 (en Munguía-Rojas, P., 1991), la define como una unidad vulcanosedimentaria con bancos calcáreos de escaso desarrollo vertical y horizontal, lutitas, areniscas, tobas riolíticas y dacíticas, conglomerados, niveles detríticos y escasos derrames andesíticos que aflora en la región de Tepalcatepec y Coalcomán.

La litología en forma general está constituida en su parte inferior por un grueso paquete de tobas líticas de composición andesítica a dacítica, brechas volcánicas, derrames dacíticos y hacia la parte superior se tienen tobas riolíticas, tobas de textura arenosa y conglomerados volcánicos, lutitas y calizas arcillosas con escasos derrames andesíticos.

Por las características litológicas se puede inferir que se tenían pequeñas cuencas de sedimentación constante, relativamente cercanas a los focos de actividad volcánica, debido a la abundante ocurrencia de niveles tobáceos, epiclásticos, areniscas y conglomerados y el carácter lenticular de las calizas arcillosas subarrecifales, que implican procesos sedimentarios mixtos dentro de la evolución del arco insular.

Dataciones paleontológicas realizadas por PEMEX en el pozo Tepames 1 (Munguía-Rojas, 1991) le asignan una edad Aptiano-Albiano.

II.3.3.- CRETÁCICO INFERIOR - CRETÁCICO SUPERIOR

II.3.3.1.- ROCAS INTRUSIVAS

II.3.3.2.- Batolito Michoacán-Guerrero

Está conformado por varios troncos y apófisis de composición diorítica siendo los troncos más importantes; Arteaga, La Mira, San José de Chila, Los Pozos, Aquila, Ostula y Tizapan.

El batolito Michoacán-Guerrero forma parte de un cinturón plutónico que se encuentra distribuido a lo largo de la zona costera desde Michoacán hasta el Istmo de Tehuantepec que varía en edad del Paleoceno al Oligoceno.

II.3.3.3.- Intrusivo Arteaga

Con este nombre se designa a un intrusivo granítico que aflora en el poblado de Arteaga en forma de troncos irregulares con una orientación NW – SE (Morán Z.D. *et al.*, 2000).

Está intrusionando al metavolcánico-sedimentario, a las formaciones Jaltomate y Varales así como a andesitas del miembro Ixtapa mixto.

Presenta edades que varían de 44 a 62 Ma (IMP 1984 inédito y Schaaf P., 1990, en Garduño M.V.H., *et al.*, 1999) ubicándose en el Eoceno – Paleoceno.

II.3.3.4.- Intrusivo La Mira

Es un intrusivo de composición granodiorítico-diorítica el cual aflora al norte de La Mira, de forma irregular con una orientación general E-W, megascópicamente es de color gris con tonos verdes, presenta una estructura compacta y textura fanerítica, se le observan minerales ferromagnesianos.

La unidad se encuentra intrusionando al Complejo Arteaga, andesitas del miembro Ixtapa mixto y al miembro La Unión.

En la parte central del intrusivo se tienen edades que varían de 60 a 65 Ma ubicándose en el Paleoceno, en la periferia de este intrusivo se tiene una datación de 84 Ma (IMP, 1984 inédito, en Garduño M.V.H., *et al.*, 1999).

En la porción sur de este intrusivo se tiene el distrito minero Las Truchas, donde se conocen depósitos de hierro.

II.3.3.5.- Intrusivo San José de Chila

Es un intrusivo granítico de forma irregular que aflora en una franja NE-SW. Está intrusionando al NW y al SE a rocas metamórficas de la Formación Varales y también a rocas andesíticas del miembro Ixtapa mixto, por su posición estratigráfica se le asigna una edad de Eoceno-Paleoceno.

II.3.3.6.- Intrusivo Los Pozos

Es un intrusivo granodiorítico de forma burdamente ovalada que se extiende en una dirección NW-SE y aflora al noroeste del rancho Los Pozos.

Está intrusionando a la secuencia metavolcanica-sedimentaria, produciendo aureolas de metamorfismo de contacto originando calizas marmorizadas y *hornfels*.

II.3.3.7.- Intrusivo Aquila

Con este nombre se designó a un cuerpo burdamente rectangular de composición granodiorítica que se extiende en una franja NW-SE y que aflora en la localidad de Aquila.

Está intrusionando al miembro Ixtapa mixto y a la Formación Tepalcatepec. Se tienen dataciones que varían de 61 a 84 Ma (IMP, 1978 y 1984 inédito, en Garduño M.V.H., *et al.*, 1999) que le dan una variación en edad del Santoniano-Paleoceno.

II.3.4.- DEPÓSITOS HOLOCÉNICOS

II.3.4.1.- Arenisca – Conglomerado polimíctico

Es una unidad constituida por material clástico con diferentes grados de redondez, alternando con horizontes arenosos.

Son rocas clásticas producto de la erosión de aparatos volcánicos en el río Grande y andesitas e intrusivos en Lázaro Cárdenas, basándose en su posición se considera de edad Pleistoceno. Se encuentra rellenando valles, su morfología es de abanicos aluviales.

II.3.4.2.- Depósitos palustres

Esta unidad está constituida por depósitos palustres cercanos a la línea de costa, se encuentran aflorando en la desembocadura del río Balsas.

Al norte de Playa Azul se presenta un horizonte de limos y arenas con gran cantidad de conchas de organismos, la característica principal de estos depósitos es que no están consolidados ni cementados.

Están sobreyacendo a andesitas y tobas líticas del miembro La Unión y están cubiertos por aluvión.

II.3.4.3.- Aluvión

Son depósitos recientes originados por corrientes fluviales, que se depositan en la desembocadura de los ríos.

Está compuesto por fragmentos líticos de diferente composición como son fragmentos de rocas intrusivas, volcánicas, calcáreas y metamórficas, empaquetados en una matriz arenosa constituida por minerales de cuarzo, feldespatos, plagioclasas y ferromagnesianos principalmente.

II.3.4.4.- Depósito litoral y palustre

Son depósitos cercanos a la línea de costa. Estos depósitos están constituidos por arenas finas de diferente granulometría y los palustres están formados por limos y arcillas en zona de pantanos, en donde se mezcla ambiente marino y fluvial.

Obsérvese figura 2.3, columna estratigráfica.

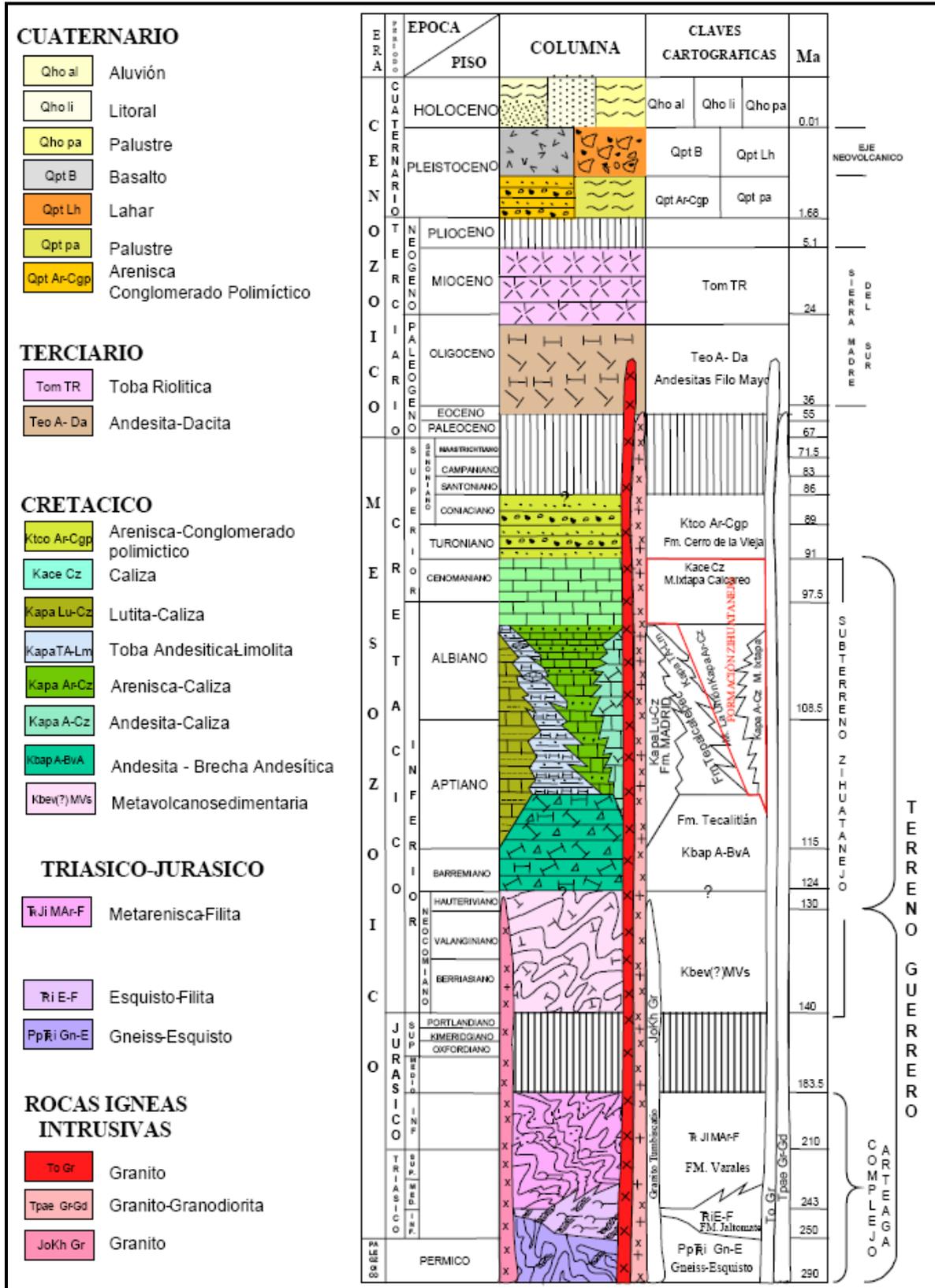
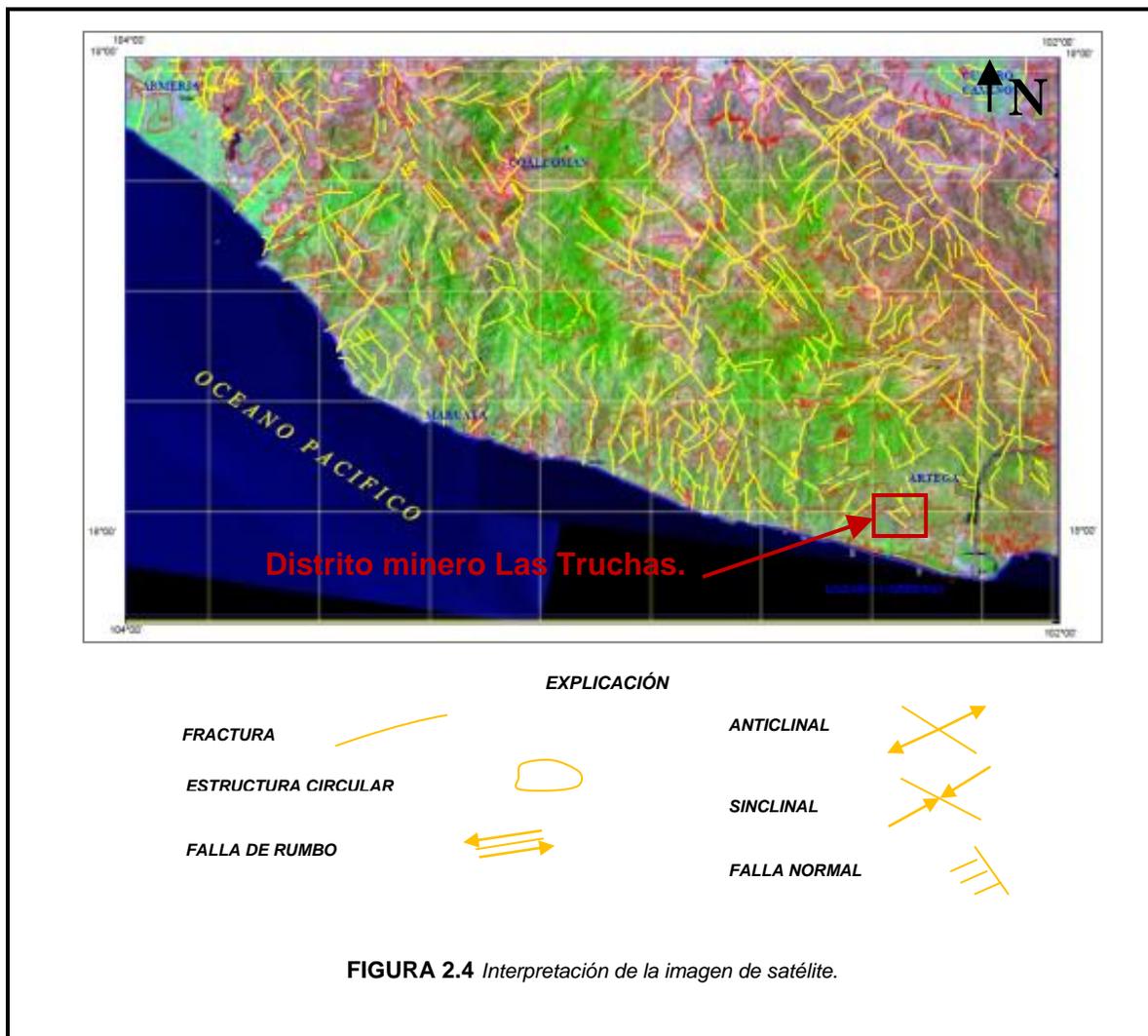


FIGURA 2.3 Columna estratigráfica Lázaro Cárdenas, Michoacán. Fuente: Servicio Geológico Mexicano (SGM), 2000, Informe Final Carta Geológico-Minero Lázaro Cárdenas.

II.4.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Del análisis de imágenes de satélite se determinó que los lineamientos principales y más abundantes tienen una orientación NW-SE, le siguen en importancia los de rumbo NE-SW y finalmente los de rumbo N-S, estas últimas estructuras reflejan una tectónica distensiva, también se tienen estructuras circulares originadas por eventos magmáticos, como se aprecia en las figuras 2.4 y 2.5.

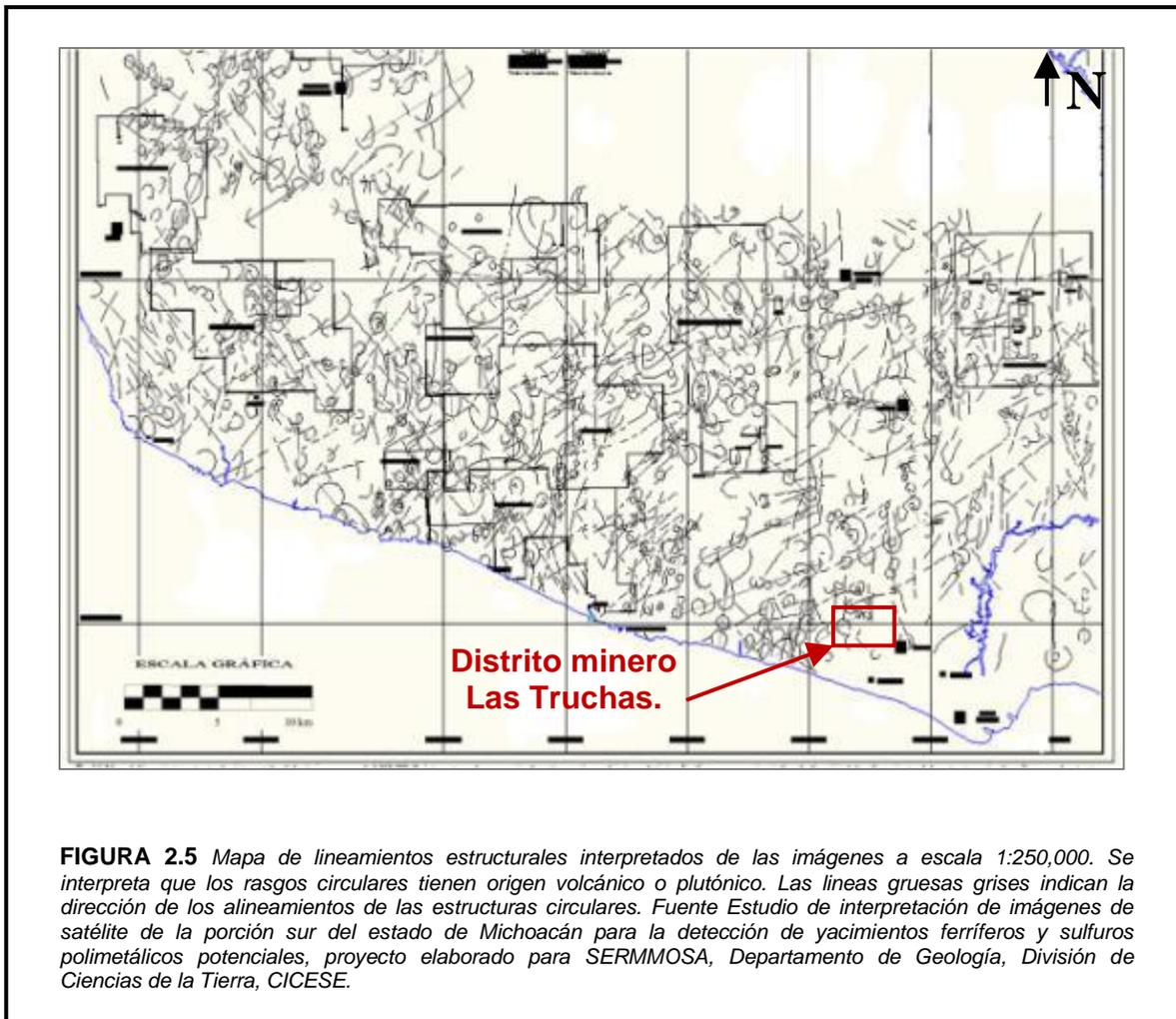
En la porción NE los lineamientos de orientación NW-SE representan fallas normales que afectan a rocas volcánicas, éstas se encuentran representadas por la falla de río Grande NW 60 ° y la falla de Tepalcatepec NW 45° (Garduño P.V.H., 1999).



En la porción central y noroccidental son más evidentes los lineamientos de rumbo NW 45° que corresponden a los anticlinales y sinclinales de Playitas, Coalcomán, Villa Victoria. Otros lineamientos con este rumbo corresponden a límites de rocas graníticas como en el caso de los intrusivos Los Pozos, Arteaga, Aquila y Ostula.

Otros lineamientos importantes son los de dirección NE 45° y corresponden a fallas normales con desplazamiento lateral, su mejor exposición se tiene en la parte noroccidental, representada por el río Coalhuayana, el arroyo de Ticuilucan.

Los lineamientos de rumbo N-S que corresponden a fallas y fracturas. Las estructuras de rumbo E-W corresponden a fracturamiento.



Las estructuras circulares representan un rasgo de deformación que se asocia con actividad volcánica o con el emplazamiento de cuerpos intrusivos, algunos de los cuales no afloran; en ambos casos, el fracturamiento producido por la actividad magmática define estructuras favorables para la circulación de fluidos hidrotermales y la precipitación de metales en caso de que los fluidos estén enriquecidos, como se observa en la figura 2.5, mapa de lineamientos estructurales.

En la región S-E del área se manifiesta un batolito de composición granítico-granodiorítico emplazado durante el Cretácico Superior como cuerpos hipabisales (pórfidos andesíticos) de un vulcanismo calco-alcalino desarrollado en las márgenes de un arco insular magmático.

Se observa también un batolito de composición félsica (diques apliticos dentro de la mina El Volcán y mina El Mango), emplazado durante el Terciario, al cual se le considera que está estrechamente relacionado con los procesos de mineralización del área.

Finalmente se manifiesta el desarrollo de terrazas estructurales hacia la costa del Pacífico, las que se encuentran en proceso de formación, observándose un fenómeno de acreción continental.