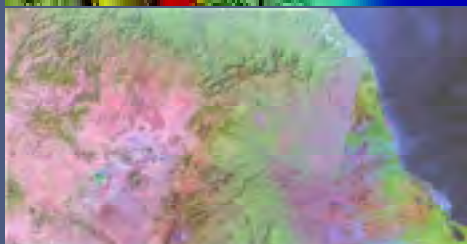
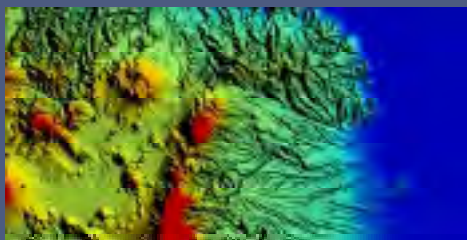




CONSEJO DE RECURSOS MINERALES



CARTA GEOLÓGICO-MINERA
VERACRUZ E14-3 ESCALA 1: 250,000
ESTADOS DE VERACRUZ, PUEBLA Y TLAXCALA.

2000

CARTA GEOLÓGICO-MINERA VERACRUZ E14-3, ESCALA 1:250,000.

RESUMEN.	1
I. INTRODUCCIÓN.	3
I.1.- OBJETIVO DEL ESTUDIO.	3
I.2.- TRABAJOS PREVIOS.	4
I.3.- MÉTODO DE TRABAJO.	5
II. GEOGRAFÍA.	6
II.1.- LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA.	6
II.2.- ACCESOS Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.	6
II.3.- FISIOGRAFÍA.	6
III. GEOLOGÍA.	8
III.1.- MARCO GEOLÓGICO.	8
III.2.- ESTRATIGRAFÍA.	10
III.2.1.- Terreno Maya..	10
Esquistos Chililis (<i>Pp ? E-MLa</i>).	10
Granito – Granodiorita (<i>Complejo Basal Cristalino</i>) (<i>Pp Gr-Gd</i>).	11
III.2.2.- Cuenca Sierra Madre Oriental.	13
Formación Huayacocotla (<i>Jsip Lu-Ar</i>).	13
Formación Cahuasas – Tenexcate (<i>Jbjb Lm-Cgp</i>).	14
Formaciones Tepexic, Santiago, Taman, San Pedro y Pimienta (<i>Jct Cz-Lu</i>).	15
Formación Santiago	15
Formación Tamán	16
Formación San Pedro	16
Formación Pimienta	17
Formación Tamaulipas inferior (<i>Kbeap Cz</i>).	17
Formación Tamaulipas superior (<i>Kace Cz-Lu</i>).	18
Formación Agua Nueva y San Felipe (<i>Ktss Cz-Lu</i>).	19
Formación Agua Nueva	19
Formación San Felipe	19
Formación Méndez (<i>Kcm Mg-Lu</i>).	19
Granito - Diorita (<i>Jc Gr-D</i>).	20
Granodiorita Chignautla – Tezompan (<i>Kv Gd</i>).	21
Diorita (<i>To D</i>).	22
Granodiorita – Pórfido Dacítico (<i>Tm Gd-PDa</i>).	22
III.2.3.- Cuenca de Zongolica.	23
Formación Orizaba (<i>Kace Cz-Do</i>).	23
Formación Maltrata (<i>Kt Cz-Lu</i>).	24
Formación Guzmantla (<i>Ktss Cz</i>).	24
Formación Méndez (<i>Kcm Mg-Lu</i>).	25
III.2.4.- Cuenca Tampico - Misantla.	25
Formación Chicontepec (<i>Tpae Ar-Lu</i>).	25
Formación Aragón (<i>Te Lu-Ar</i>).	26
Formación Guayabal (<i>Te Ar-Lu</i>).	26
Formación Chapopote (<i>Te Ar-Cgp</i>).	26
Formación Horcones (<i>To Lu-Cgo</i>).	27
Formación Palma Real (<i>To Lu-Ar</i>).	27
Diorita - Tonalita (<i>Tm D-Tn</i>).	28
III.2.5.- Cuenca de Veracruz.	28
Formación Velasco Basal (<i>Tpa Lu-Mg</i>).	28
Formación Concepción (<i>Tm Ar-Cgo</i>).	28

III.2.6.- Eje Neovolcánico.	29
III.2.6.a.- Campo Volcánico Los Humeros - Acoculco	29
Toba riolítica Ixtacamaxtitlán (<i>Tm TR</i>).	29
Andesitas Teziutlán (<i>Tpl A-Da</i>).	29
Riolita y toba dacítica (<i>Tpl R-TDa</i>).	31
Riolita San Miguel Tenango (<i>Tpl R</i>).	31
Basaltos y tobas basálticas El Seco (<i>TplQpt B-TB</i>).	31
Ignimbrita Xáltipan (<i>Qpt Ig</i>).	32
Piroclásticos riolíticos (<i>Qpt PcR</i>).	32
Dacita-riolita (<i>Qpt Da-R</i>).	32
Basalto de la Caldera (<i>Qpt B</i>).	33
Andesita - basalto (<i>Qpt A-B</i>).	34
Sedimentos lacustres (<i>Qptho Ia</i>).	34
Pumicitas (<i>Qpt Pu</i>).	35
Lahar Las Derrumbadas (<i>Qpt Lh</i>).	35
Toba riolítica (<i>Qpt TR</i>).	36
III.2.6.b.- Campo Volcánico La Malinche	36
Basalto (<i>Qpt B</i>).	37
Toba andesítica - andesita (<i>Qpt TA-A</i>).	37
Toba dacítica (<i>Qptho TDa</i>).	37
III.2.6.c.- Campo Volcánico Palma Sola	38
Andesita Palma Sola (<i>Tm A</i>).	38
Basalto y andesita basáltica (<i>Tm B</i>).	39
Brecha volcánica basáltica (<i>Tm BvB</i>).	39
Travertino (<i>TplQpt Tr</i>).	39
Basalto Xalapa (<i>TplQpt B</i>).	39
Toba basáltica Chiconquiaco (<i>Qpt TB</i>).	40
Toba riolítica (<i>Qpt TR</i>).	40
III.2.6.d.- Campo Volcánico Citlaltepétl – Cofre de Perote.	40
Dacita- andesita en estratovolcanes (<i>Qptho Da-A</i>).	41
Lahar-arena Tetelzingo (<i>Qpt Lh-ar</i>).	41
Toba Andesítica (<i>Qho TA</i>).	42
III.2.7.- Depósitos Cuaternarios y Continentales	43
Limos y arenas (<i>Qho lm-ar</i>).	43
Aluvión (<i>Qho al</i>).	43
Eólico (<i>Qho eo</i>).	43
III.3.- GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.	43
III.3.1.- Interpretación del modelo digital de elevación	43
III.3.2.- Interpretación de imagen de satélite.	44
III.3.3.- Descripción de estructuras.	45
III.3.3.1.- Deformación dúctil-frágil.	45
Pliegues.	45
Anticlinales	45
Sinclinales	46
Cabalgaduras.	46
III.3.3.2.- Deformación frágil.	48
III.4.- TECTÓNICA.	48
IV. YACIMIENTOS MINERALES.	50
IV.1.- METÁLICOS.	50
IV.1.1.- Introducción.	50
IV.1.2.- Antecedentes.	50
IV.1.3.- Minas en explotación.	51
IV.1.4.- Infraestructura minera.	51
IV.1.5.- Distrito Minero Tetela de Ocampo.	52
IV.1.5.1.- Sector El Convento.	53
IV.1.5.2.- Sector Espejeras.	53
IV.1.6.- Distrito Minero Cuyoaco.	56

IV.1.7.- Distrito Minero Teziutlán.	57
IV.1.8.- Distrito Minero Tatatila – Las Minas.	59
IV.1.8.1.- Zona Mineralizada Las Minas.	59
IV.1.8.2.- Zona Mineralizada La Miqueta.	61
IV.1.9.- Zona Mineralizada San Luis Atexcac – Chichicautla.	64
IV.1.10.- Área prospectiva Gallo de Oro.	66
IV.1.11.- Área prospectiva Caballo Blanco.	67
IV.2.- NO METÁLICOS.	69
IV.2.1.- Introducción.	69
IV.2.2.- Antecedentes.	69
IV.2.3.- Bancos de materiales en explotación.	69
IV.2.4.- Infraestructura minera.	69
IV.2.4.1.- Zona Las Derrumbadas – El Seco.	70
<i>Agregados Pétreos.</i>	70
<i>Pumicitas Tlachichuca.</i>	70
<i>Perlita.</i>	71
IV.2.4.2.- Zona Huatusco - Coscomatepec	71
IV.2.4.3.- Zona Perote.	71
<i>Pumicitas Perote.</i>	71
<i>Calizas Perote.</i>	71
<i>Canteras Tatatila.</i>	71
<i>Canteras (zonas con potencial)</i>	72
<i>Cuarzo Amatista.</i>	72
<i>Basalto.</i>	72
IV.2.4.4.- Area San Agustín Chachalzin.	72
 V. MODELO DE YACIMIENTOS.	 73
 VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	 74
 VII. PROBLEMAS NO RESUELTOS.	 75
 BIBLIOGRAFIA	
 ANEXOS:	
TABLA 1.- Resumen de resultados petrográficos.	
TABLA 2.- Resultado de muestreo de esquiras.	
TABLA 3.- Yacimientos de minerales metálicos.	
TABLA 4.- Bancos de materiales.	
TABLA 5.- Dataciones radiométricas.	

CARTA GEOLOGICO - MINERA VERACRUZ E14-3 ESC. 1:250 000

Ing. Alvaro Vergara Martínez.

Pas. Javier Zárate López.

Pas. Alfredo de la Calleja M.

Pas. Acel Jiménez Hernández.

RESUMEN

La carta Veracruz se ubica en la parte central del estado de Veracruz, abarcando la porción nororiente de los estados de Puebla y Tlaxcala, entre las coordenadas geográficas 19° 00' a 20° 00' de latitud norte y 96° 00' a 98° 00' de longitud oeste comprendiendo una superficie de 19,573 km².

Se encuentra incluida dentro del Terreno Tectonoestratigráfico Maya (Campa U. M. F. et al., 1983), con una cobertura correspondiente a dos cuencas mesozoicas; Sierra Madre Oriental y Zongolica y dos terciarias, Tampico-Misantla y Veracruz.

El basamento del Terreno Maya está constituido por el Macizo de Teziutlán que consta de esquistos de muscovita, filitas, cuarcitas y metalavas (**Pp ? E-MLa**), con edades K/Ar de 269 ± 22 Ma. En este estudio se dató una muestra de esquistos por $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ con edad de 280 Ma, la cual se interpreta como el último evento térmico que afectó a estas rocas. Por otra parte afloran rocas de composición granítica y granodiorítica (**Pp Gr-Gd**) con edades de 246 ± 7 Ma y 252 ± 20 Ma. en este estudio el C.R.M. dató el granito por el método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ con una edad de 268.14 ± 0.67 Ma.

La unidad sedimentaria más antigua corresponde a la Formación Huayacocotla (**Jsip Lu-Ar**) de edad Sinemuriano-Pliensbachiano (Jurásico inferior), constituida por lutitas apizarradas, filitas y areniscas, la cual es cubierta por las formaciones Cahuassas y Tenexcate (**Jbjb Lm-Cgp**) del Jurásico medio, constituidas por alternancia de limolita arenisca y conglomerado polimíctico en matriz arcilloarenosa (Formación Cahuassas) y por conglomerados en una matriz areno-tobácea (Formación Tenexcate), sobreyacida por un paquete conformado por las formaciones Tepexic, Santiago, Tamán, San Pedro y Pimienta del Jurásico superior (**Jct Cz-Lu**) constituido por calcarenitas, lutitas calcáreas, calizas arcillosas y calizas con bandas de pedernal.

En el Cretácico inferior se depositaron rocas calcáreas en un ambiente de cuenca, representadas por calizas con pedernal y esporádicos horizontes de lutitas de la Formación Tamaulipas inferior del Berriasiano-Aptiano (**Kbeap Cz**), cuyo contacto inferior es transicional y concordante con la Formación Pimienta; el contacto superior es concordante con calizas y lutitas calcáreas de la Formación Tamaulipas superior del Albiano-Cenomaniano (**Kace Cz-Lu**).

Durante el Cretácico superior se depositaron calizas con nódulos y lentes de pedernal con lutitas calcáreas laminares (Formación Agua Nueva del Turoniano) y calizas arcillosas, margas y lutitas bentoníticas (Formación San Felipe del Coniaciano- Santoniano) (**Ktss Cz-Lu**).

Las unidades cretácicas anteriores son compartidas parcialmente con la Cuenca de Zongolica, la cual se caracteriza por el desarrollo de una plataforma interna íntimamente relacionada con la cuenca de la Sierra Madre Oriental, esta facies de plataforma está representada por calizas masivas del Albiano-Cenomaniano de la Formación Orizaba (**Kace Cz-Do**), calizas con intercalaciones delgadas de lutitas arenosas del Turoniano de la Formación Maltrata (**Kt Cz-Lu**), así como, calizas con nódulos de pedernal del Turoniano-Santoniano de la Formación Guzmantla (**Ktss Cz**).

Cubriendo tanto a la facies de cuenca de la Sierra Madre Oriental como a la facies de plataforma de la cuenca de Zongolica afloran margas y lutitas con horizontes de areniscas y bentonitas del Campaniano-Maastrichtiano de la Formación Méndez (**Kcm Mg-Lu**).

Afectando a las unidades de la Cuenca Sierra Madre Oriental se emplazan granitos y dioritas (**Jc Gr-D**) que afloran en la porción norponiente de la carta, su edad es de 163 ± 13 Ma; granodioritas (**Kv Gd**) que afloran en la sierra de Chignautla-Tezompan de 134 ± 11 Ma y dioritas (**To D**) que afloran entre San Luis Atexcal y Techachalco cuya edad es de 31 ± 3.7 Ma, así como granodiorita, pórfido dacítico y tonalítico (**Tm Gd-PDa**) que afloran en Teoloyucan, Tatatila, Tepeyahualco, Cuyoaco y Zautla entre otros, asignándoles una edad de 14 Ma.

La cuenca Tampico-Misantla del Terciario está representada por sedimentos marinos clásticos, los más antiguos corresponden a una secuencia flysch conformada por lutitas y areniscas calcáreas con margas pertenecientes a la Formación Chicontepec del

Paleoceno superior-Eoceno inferior (**Tpae Ar-Lu**), cubierta transicionalmente por lutitas y areniscas de la Formación Aragón del Eoceno inferior (**Te Lu-Ar**), la que a su vez es cubierta por lutitas y areniscas de la Formación Guayabal del Eoceno medio (**Te Ar-Lu**), sobreyacida por arenisca conglomerática y lutita de la Formación Chapopote del Eoceno superior (**Te Ar-Cgp**). Por último lutitas y areniscas conglomeráticas de la Formación Horcones del Oligoceno inferior (**To Lu-Cgo**), que es cubierta concordantemente por lutitas y areniscas de la Formación Palma Real del Oligoceno inferior-medio (**To Lu-Ar**). Toda esta secuencia se encuentra afectada por un intrusivo que varía de diorita a tonalita (**Tm D-Tn**) con edad de 9 ± 0.7 Ma. De la Cuenca de Veracruz sólo afloran la Formación Velasco Basal (**Tpa Lu-Mg**) constituida por lutitas y margas, y la Formación Concepción (**Tm Ar-Cgo**) formada principalmente por areniscas mal cementadas y conglomerados constituidos por fragmentos calcáreos.

Las rocas volcánicas que afloran en el área pertenecen al Eje Neovolcánico, distinguiéndose en esta carta cuatro campos volcánicos.

El Campo Volcánico Los Humeros–Acoculco, presenta tobas riolíticas del Mioceno denominadas Ixtacamaxtitlán (**Tm TR**). A éstas le sobreyacen andesitas y dacitas (**Tpl A-Da**) del Plioceno con edades de 5 ± 0.7 Ma. también afloran en los campos volcánicos La Malinche y Citlaltépetl-Cofre de Perote. Sobreyaciendo a esta unidad aflora un paquete de riolitas y tobas dacíticas (**Tpl R-TDa**), simultáneamente se desarrolla el emplazamiento de un domo riolítico (**Tpl R**).

En la franja volcánica de San Salvador El Seco hacia 2.8 ± 0.3 Ma inicia un vulcanismo basáltico simultáneamente con el magmatismo de la caldera de Los Humeros (**Tpl Qpt-B-TB**) que continúa hasta finales del Pleistoceno con la extrusión de magmas félsicos a manera de domos de la caldera (**Qpt Da-R**), ignimbritas (**Qpt Ig**) y una diversidad de productos piroclásticos (**Qpt Pcr**) asociados a una variedad de diatremas y cráteres xalapascos concomitantes, sobreviniendo el colapso de la caldera. Posterior al colapso son eruptados, tanto dentro como afuera del límite del complejo caldérico, un importante volumen de basaltos (**Qpt B**) y andesitas y basaltos (**Qpt A-B**), así como a lo largo de pequeños campos volcánicos dispersos al norte y sur de la caldera y otros conos de escoria distribuidos en el área occidental de la carta.

Durante el Pleistoceno se forma la cuenca endorréica de Oriental donde se deposita una potente secuencia lacustre (**Qpho la**) así como una gruesa capa de pómez (**Qpt Pu**) derivada de calderas más pequeñas incluidas en la gran caldera de Los Humeros y desde la caldera Las Cumbres al norte del Pico de Orizaba. El crecimiento de dos domos alineados NW-SE genera el depósito de los lahares de Las Derrumbadas (**Qpt Lh**), dichos domos fueron cubiertos por depósitos piroclásticos (**Qpt TR**), que también afloran en los campos volcánicos Palma Sola y Citlaltépetl-Cofre de Perote.

El campo volcánico La Malinche se edifica sobre andesitas y dacitas pliocénicas (**Tpl A-Da**) y basaltos del Pleistoceno (**Qpt B**), que también afloran en el campo volcánico Citlaltépetl-Cofre de Perote sobre los que se depositaron tobas andesíticas y andesitas (**Qpt TA-A**) y tobas dacíticas (**Qpho TDa**) del Pleistoceno.

En el campo volcánico Palma Sola, el magmatismo calcoalcalino basal del Eje Volcánico Transmexicano está representado por las andesitas Palma Sola (**Tm A**) del Mioceno superior y por lavas alcalinas representadas por basaltos y andesitas basálticas (**Tm B**) y brechas volcánicas basálticas (**Tm BvB**). En el Plioceno superior-Pleistoceno se precipitaron depósitos de travertino (**Tpl Qpt Tr**). Simultáneamente en la porción centro-oriental se llevan a cabo erupciones basálticas calcoalcalinas denominados basaltos Xalapa, (**TplQpt B**) seguida de una actividad explosiva alcalina correspondiente a las tobas basálticas Chiconquiaco, (**Qpt TB**). Por último se depositan rocas piroclásticas (**Qpt TR**) antes descritas.

El campo volcánico Citlaltépetl-Cofre de Perote se edifica sobre andesitas y dacitas pliocénicas (**Tpl A-Da**) y basaltos del Pleistoceno (**Qpt B**) antes descritos, sobre los cuales se depositan dacitas y andesitas (**Qpho Da-A**), lahares y arenas (**Qpt Lh-ar**) y depósitos piroclásticos (**Qpt TR**) antes descritos. Por último se presenta un material tobáceo de composición andesítica (**Qho TA**). Cubriendo parcialmente a todas estas unidades se presentan depósitos cuaternarios consistentes de limos y arenas (**Qho lm-ar**), depósitos aluviales (**Qho al**), y por sedimentos eólicos (**Qho eo**).

Las estructuras más sobresalientes del dominio dúctil-frágil corresponden a un sistema de pliegues y cabalgaduras que afloran en la esquina norponiente, con dirección predominante NW-SE representados por las cabalgaduras Pachuquilla, Cuapancingo, El Puerto Otlatlán, Tetelancingo, La Cañada y Chavarrillo. Del dominio frágil la estructura más importante es la falla normal Quimixtla localizada en la porción sur, con un rumbo general NE20°SW, que pone en contacto a la Formación Tamaulipas superior con rocas andesíticas terciarias; por último se tiene un curvilineamiento que representa la caldera Los Humeros.

La evolución tectónica en esta región se inicia con un arco magmático antiguo de edad Pérmico (?) en la margen continental de Pangea en una región del sector oriental de México con un magmatismo calcoalcalino, así como la depositación de sedimentos pelíticos dentro de una probable cuenca marginal sepultada adyacente al arco, la cual es hoy evidenciada por una potente capa de

esquistos y metalavas, que representa el basamento del Terreno Maya (Campa U.M.F. et al., 1983 y Sedlock R.L. et al., 1993). Otra evidencia más del magmatismo permo-triásico, lo es el plutón granodiorítico del macizo de Teziutlán. Durante el Jurásico inferior se produce una subsidencia, generando cuencas donde se deposita la Formación Huayacocotla. A fines del Jurásico inferior se generan movimientos distensivos provocando la retirada de los mares, restituyendo las condiciones continentales y bajo estas condiciones durante el Jurásico medio se depositan los lechos rojos de la Formación Cahuasas-Tenexcate. Al finalizar el Jurásico medio y hasta fines del Cretácico se lleva a cabo una transgresión, que coincide con la apertura del Golfo de México en el Calloviano-Tithoniano, el fondo irregular de las cuencas fue nivelándose con el depósito de las formaciones Tepexic, Santiago, Tamán, San Pedro y Pimienta.

Durante todo el Cretácico se desarrollan simultáneamente la cuenca Sierra Madre Oriental con una sedimentación de cuenca, con una plataforma adyacente correspondiente a la cuenca de Zongolica, condiciones que permanecieron hasta el Santoniano; durante el Campaniano-Maastrichtiano las condiciones de cuenca fueron homogéneas en los dos paleoelementos depositándose una secuencia de margas y lutitas correspondiente a la Formación Méndez, que cubre a las secuencias de ambas cuencas. La compresión de la Orogenia Laramide actúa en sentido SW-NE, levantando, fallando y deformando la secuencia mesozoica, generando condiciones para el desarrollo de las cuencas tectónicas terciarias de Tampico Misantla y Veracruz.

Referente a yacimientos minerales metálicos se determinaron los distritos mineros: Tetela de Ocampo, Cuyoaco, Teziutlán y Tatatila-Las Minas, una zona mineralizada denominada San Luis Atexcac-Chichicuahtla, y dos áreas prospectivas denominadas Gallo de Oro y Caballo Blanco.

En el distrito minero de Tetela de Ocampo se identificaron dos tipos de yacimientos, uno tipo chimenea y otro en stockwork destacando los prospectos: La Trasquiversal con valores de 0.33 g/t de Au y 139 g/t de Ag; mina Espejeras con valores de 1.56 g/t de Au, y 91.28 g/t de Ag, la mina Cinco Señores con valores de 0.15 g/t de Au 18.3 g/t de Ag, 0.25% de Pb, 4.49% de Zn y 0.19% de Cu.

En el distrito minero de Cuyoaco, los yacimientos son de metamorfismo de contacto, generando zonas de skarn con valores de 0.26 g/t de Au, 54 g/t de Ag, 1.14% de Pb, 1.29% de Zn y 2.10% de Cu.

En el distrito minero de Teziutlán se tienen yacimientos de sulfuros masivos en una secuencia volcano-sedimentaria, siendo el prospecto más importante la mina La Aurora con leyes de 1.89 g/t de Au, 70 g/t de Ag, 1.2% de Pb, 12% de Zn y 3.2 de Cu.

En el distrito minero Tatatila-Las Minas los yacimientos son de metasomatismo de contacto e hidrotermales. La Miqueta contiene 7.1 g/t de Au, 13 g/t de Ag y 0.41 g/t de Cu; La Marangola, 12.01 g/t de Au, 109 g/t de Ag y 0.06% de Cu; El Cedro con 28.69 g/t de Au, 54 g/t de Ag y 0.96% de Cu. Además se tienen cuerpos de skarn en las minas Cinco Señores y Boquillas, que presentan valores de 1.14 g/t de Au y 0.44% de Cu. Se estimó un tonelaje de 80 millones de toneladas de skarn.

La zona mineralizada de San Luis Atexcac-Chichicuahtla presenta yacimientos hidrotermales; las minas más importantes son: La Ucha II con valores de 3.26 g/t de Au, 267 g/t de Ag, 1.65% de Pb, 2.54% de Zn, 0.31% de Cu. Mina Alto La Plateada con valores de 1.14 g/t de Au, 310 g/t de Ag, 1.40% de Pb, 2.45% de Zn y 0.32% de Cu.

En el área prospectiva El Gallo de Oro se tienen zonas de skarn y hornfels con diseminación de pirita, calcopirita, galena y blenda. Con el muestreo se determinaron valores que varían de 0.01 a 10.7 g/t de Au y 1.65% de Cu. En el área prospectiva Caballo Blanco se tiene una anomalía de color con presencia de oro de 1.1 g/t.

En minerales no metálicos se definieron cuatro zonas: Las Derrumbadas-El Seco, Perote, Huatusco- Coscomatepec y San Agustín Chachalzin.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO.

Con el propósito de proporcionar al sector minero y al usuario en general, de manera más completa y eficiente el servicio de información geológico-minera de nuestro país, El Consejo de

Recursos Minerales instituyó un programa de infraestructura básica geológica-minera, con el fin de generar toda la información de campo necesaria para la elaboración de cartas geológico-mineras, geoquímica (31 elementos) y magnéticas, en formato cartográfico 1:50,000 y 1:250,000; el cubrimiento

contemplado en una superficie de 1,350,000 km², que es el área con mayor potencial minero del territorio nacional.

Este programa se basa en la misión del Consejo de Recursos Minerales, que consiste en generar, interpretar y difundir la infraestructura de información geológico-minera básica y de investigación tecnológica que soporte, apoye y motive al sector privado a continuar la exploración y evaluación del potencial minero del país, con menor riesgo, brindándole además, la asesoría geológico-minera necesaria para que de esta forma, se traduzca en un importante detonador de nuevas operaciones mineras.

El objetivo es incentivar y apoyar la inversión en exploración y explotación minera, ofreciéndoles a los capitales nacionales y extranjeros la información geológico-minera básica y de investigación, que aliente la evaluación del potencial minero del país, con mayores elementos y márgenes de confiabilidad, mediante el manejo de un gran volumen de datos geológicos, geofísicos y geoquímicos, que permitan al usuario conocer, interpretar y seleccionar las características y potencialidad de cada zona; ésta información se sintetiza en cartas especializadas, accesibles, al público en planos impresos o de forma digital, que se complementará con información textual.

El caso del presente estudio consistió en realizar la cartografía geológico-minera y geoquímica de la carta Veracruz, escala 1:250,000, clave E14-3, mediante la exploración integral programada, realizando estudios de imágenes de satélite, fotografías aéreas y cartografía geológico-minera de campo, mapeando unidades litoestratigráficas, zonas de alteración; paralelamente se realizó un estudio geoquímico de sedimentos activos de arroyo; así como la prospección geológico-minera con el respectivo inventario e interpretación correspondiente, además de un estudio de magnetometría aérea, el cual no es parte de este informe.

1.2. TRABAJOS PREVIOS (*Figura 1*).

Como primera etapa en el desarrollo de las actividades de esta cartografía, se realizó la compilación de información geológico-minera de la región, considerando para el presente estudio un total de 17 trabajos, describiendo brevemente en orden cronológico, los más relevantes:

Sánchez R. D. 1979, del Consejo de Recursos Minerales realiza estudios de geología regional dentro del proyecto oro-plata Tetela de Ocampo, mpio. Tetela de Ocampo, consistió en la localización de minas y prospectos, así como levantamiento geológico estructural a semidetalle de obras y muestreo de las mismas para su evaluación y su posible interés económico.

De Santiago C. J. et al., 1981 por parte del Consejo de Recursos Minerales efectúa una exploración de yacimientos

minerales metálicos, dentro del trabajo “Informe final de la 1ª fase del proyecto Oro-Cuyoaco, geología regional y obras mineras, geoquímica regional y semidetalle” ya que sus condiciones y relaciones geológicas son muy favorables para localización de minerales de interés económico, uno esencialmente aurocuprífero en la zona de skarn de granate cercana al contacto con el intrusivo.

Aparicio C. E. 1982, realiza por parte del Consejo de Recursos Minerales el estudio “Reconocimiento geológico minero de la sierra de Chiconquiaco, área Altotonga, municipios: Atzalan, Altotonga y Las Minas, Ver”, trabajos de exploración y prospección minera de los yacimientos susceptibles de rendimiento económico que se pudieran encontrar en el Macizo de Teziutlán- Sierra de Chiconquiaco.

Yañez G. C. et al., 1982, por parte de la Comisión Federal de Electricidad, realizaron el trabajo “Exploración de la región geotérmica Los Humeros-Las Derrumbadas, estados de Puebla y Veracruz”. El estudio consistió en evaluar el potencial geotérmico de la cuenca de Libres-Oriental, ubicada entre los Estados de Puebla y Veracruz. Se recurrió a estudios geofísicos como magnetometría y geoelectrónica; la geoquímica de las aguas y gases para determinar el origen, la naturaleza y la ubicación del foco termal y por otra, el estudio geohidrológico.

Arceo C. F. A., 1983, por parte del Consejo de Recursos Minerales, efectúa un estudio denominado “Reconocimiento geológico minero de la región de Alto Lucero, Plan de las Hayas, Actopan y municipios colindantes, Edo. de Veracruz”, consistió de estudio geológico-regional principalmente para la localización de minerales no metálicos como bauxitas, arenas sílicas, carbón, calizas, etc.

INEGI, 1984, realiza la cartografía cubriendo la totalidad de la carta, enfoca el estudio a la determinación de unidades litológicas y rasgos estructurales.

Manjarrez H. P. P. et al., 1989, por parte de Petróleos Mexicanos, efectuaron la actualización cartográfica geológica a escalas 1:50,000 y 1:250,000, estableciendo los sistemas estructurales predominantes uniformizando la terminología formacional estratigráfica. Afinar los modelos paleogeográficos del área, para los distintos periodos y determinar las áreas con posibilidades económico-petroleras.

Aguilera M. M. A, et al., 1995, efectúan trabajos de exploración dentro del proyecto Tatatila-Las Minas, municipios de Tatatila y Las Minas, estado de Veracruz, consistiendo de trabajos regionales con muestreo de orientación y levantamiento geológico de semidetalle con inventario de estructuras mineralizadas en el área de la asignación La Miqueta.

Consejo de Recursos Minerales.- 1996, carta geológico-minera Misantla, escala 1:50,000. Realiza el mapeo de las unidades litológicas y la prospección minera.

Consejo de Recursos Minerales.- 1997, carta geológico-minera Zacatlán, escala 1:50,000. Realiza el mapeo de las unidades litológicas y la prospección minera.

Torón V. L. et al. (sin fecha) por parte de Investigaciones Industriales del Banco de México, realiza trabajos de topografía y un estudio geológico a detalle tanto de manifestaciones en superficie como en interior de labores mineras, de las manchas carboníferas del distrito de Tlacolulan, Ver.

I.3. MÉTODO DE TRABAJO.

La metodología aplicada en la realización del proyecto integral cartográfico de escala 1:250,000, consiste de tres etapas durante un año:

- 1.- Gabinete, al inicio de los trabajos (recopilación de información).
- 2.- Cartografía, como parte medular del estudio.
- 3.- Integración, interpretación y elaboración de informe y planos finales, como resultado total del trabajo.

La primera etapa de gabinete y no mayor a los dos primeros meses del año está compuesta de:

a).- Recopilación de información para su selección, integración y reinterpretación para los fines geológico-minero y geoquímicos perseguidos. Las fuentes de información son el propio Consejo de Recursos Minerales, bajo una base cartográfica de INEGI, además de instituciones afines (Museo de la Comisión Nacional del Agua, PEMEX, CFE, entre otras), universidades y empresas mineras.

b).- Cartografía geológica, mediante la verificación de contactos, secciones geológicas y apoyo con las fotografías aéreas en áreas de complicación geológica y/o de interés económico. La información se enfoca hacia la obtención de cartas geológicas cronoestratigráficas.

c).- Reconocimiento geológico minero, con muestreo representativo de la mineralización, definiendo calidad, potencial y perspectivas de yacimientos minerales, tanto metálicos como no metálicos. Se delimitan zonas, distritos o provincias mineralizadas con sus respectivas características, además de áreas nuevas prospectivas.

d).- Obtención de muestras de esquirlas de zonas mineralizadas y alteraciones para análisis químico, muestreo de "roca entera", muestreo para petrografía y mineragrafía.

e).- Programación de localidades de muestreo de sedimento activo de arroyo para geoquímica regional, con densidad de una

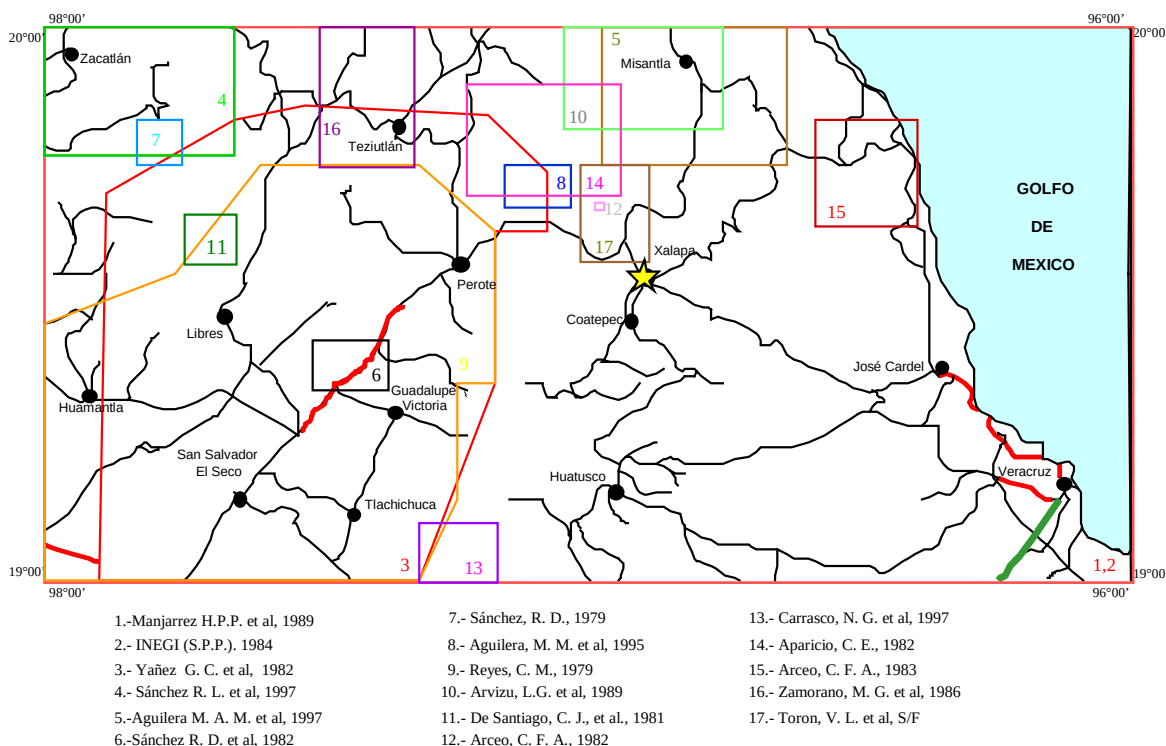


Figura 1. Trabajos Consultados

muestra por cada 35 km², aplicando el criterio de cuencas y subcuencas hidrológicas.

La segunda etapa se realiza en campo y corresponde alrededor de nueve meses, donde los dos primeros meses la actividad es parcial y en general consiste de:

a).- Obtención del muestreo geoquímico de sedimento activo (limos y arcillas) de arroyo, con un total de 481 muestras a las cuales se les aplicó un análisis cuantitativo multielemental; finalmente se definen treinta y un elementos para el análisis de todas las muestras; el cual se controla mediante fichas alfanuméricas, con obtención de datos geológicos puntuales.

b).- Interpretación de imágenes de satélite, con especial énfasis en lineamientos, curvilineamientos, zonas de alteración y relación estructural con yacimientos minerales conocidos, para la definición de nuevas áreas prospectivas.

c).- Análisis morfoestructural a partir de interpretación de lineamientos con planos hipsométricos, con intervalos de

curvas de nivel a cada 200 m (o modelos digitales de elevación.).

d).- Obtención de muestras de esquirlas de zonas mineralizadas y alteraciones para análisis químico; muestreo de “roca entera”, muestreo para petrografía y mineragrafía.

e).- En forma paralela, la Gerencia de Geofísica realiza el estudio de aeromagnetometría.

La tercera y última etapa consisten en la integración e interpretación de la información obtenida, se realiza durante los últimos tres meses del año. Se produce un informe final con los siguientes planos digitalizados: geológico minero estructural; diez planos geoquímicos (uno por elemento); plano de interpretación de imágenes y plano de geofísica (magnetometría aérea). Cabe mencionar que la información estará disponible en diskette y se podrán combinar varios temas, para obtener planos especiales.

II. GEOGRAFÍA

II.1. LOCALIZACIÓN Y EXTENSION DEL ÁREA (Figura 2).

El área de Estudio se encuentra en la porción central del Estado de Veracruz, colindando al nor-oriental con el Estado de Puebla y Tlaxcala.

Entre sus municipios más importantes se encuentran los siguientes: Xalapa, capital del estado, Altotonga, Actopan, Coscomatepec, Coatepec, Ciudad Cardel, Huatusco, Misantla, Soledad de Doblado y Veracruz; Comprende los municipios de Zacatlán, Teziutlán, Libres, Tetela de Ocampo, Oriental, San Salvador El Seco, Aljojuca, Alchichica y Tlachichuca por el estado de Puebla y parte del municipio de Huamantla por el estado de Tlaxcala. Queda comprendida dentro de las coordenadas geográficas de 19° 00' a 20° 00' de latitud norte y de 96° 00' a 98° 00' de longitud oeste cubriendo una superficie de 19,573 km²

II.2. ACCESOS Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

Los accesos más importantes son: Aeropuerto Internacional en la ciudad de Veracruz, Aeropuerto Nacional en la ciudad de Xalapa. Puerto Marítimo Internacional de Veracruz.

Carretera de cuota no. 180 Cd. Cardel-Veracruz, carretera de cuota no. 150 Veracruz-Tinajas, carretera Federal no. 140 Veracruz, -San Salvador El Seco, carretera Federal no. 131 Perote - Teziutlán, carretera Federal no. 129 Oriental-Zaragoza- carretera estatal Xalapa-Misantla.

Además existen gran cantidad de terracerías, caminos estatales y brechas que comunican y penetran al área de estudio.

II.3. FISIOGRAFÍA (Figura 3).

La carta Veracruz queda comprendida en tres provincias fisiográficas que corresponden a la Planicie Costera del Golfo, subprovincia Costa baja, Sierra Madre Oriental dentro de la subprovincia Sierra Alta y Plataforma Neovolcánica (E. Raisz, 1964).

Las tierras bajas de la Planicie Costera del Golfo están delimitadas por barras litorales, alineadas paralelamente a la costa del Golfo de México, la porción plana representa únicamente una mínima parte. Su elevación media alcanza los 1000 m s.n.m. La Planicie Costera es interrumpida por la pendiente Neovolcánica al norte de Veracruz. Los principales ríos que drenan la región son: Actopan, Los Pescados y Jamapa que desembocan al Golfo de México.

La Sierra Madre Oriental se ubica en la porción norponiente de la carta, conformada por largas cordilleras de sierras altas con alturas que varían de 2,500 a 3,000 m s.n.m., teniendo un lineamiento más o menos paralelo a la Costa del Golfo de México, está edificada desde Zacatlán hasta las cercanías de Xalapa. Cortada solo por los ríos más importantes como son el río Apulco, Texocoapa y Bobos, a lo largo de profundos cañones.

La Plataforma Neovolcánica se caracteriza por estar conformada por un cinturón de estratovolcanes y conos cineríticos que han originado grandes volúmenes de rocas volcánicas que han sido acumuladas por numerosos y sucesivos episodios volcánicos. Cadena de grandes volcanes

como son La Malinche con una altura aproximada de 4,461 m s.n.m.; Pico de Orizaba con una elevación de 5,610 m s.n.m.; el Cofre de Perote con una altura de 4,250 m s.n.m., los cuales dominan el paisaje.

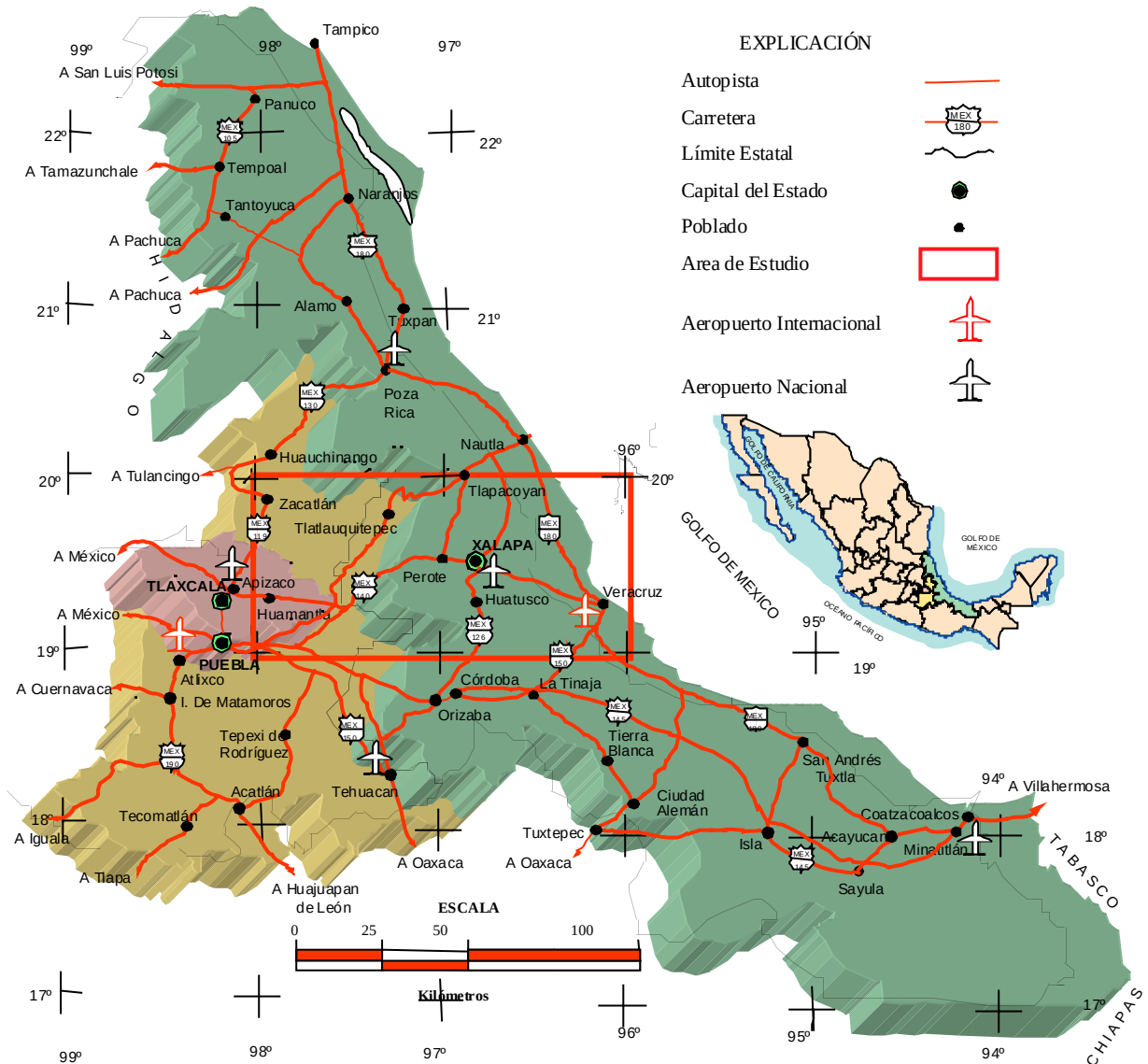


Figura 2. Plano de Localización.

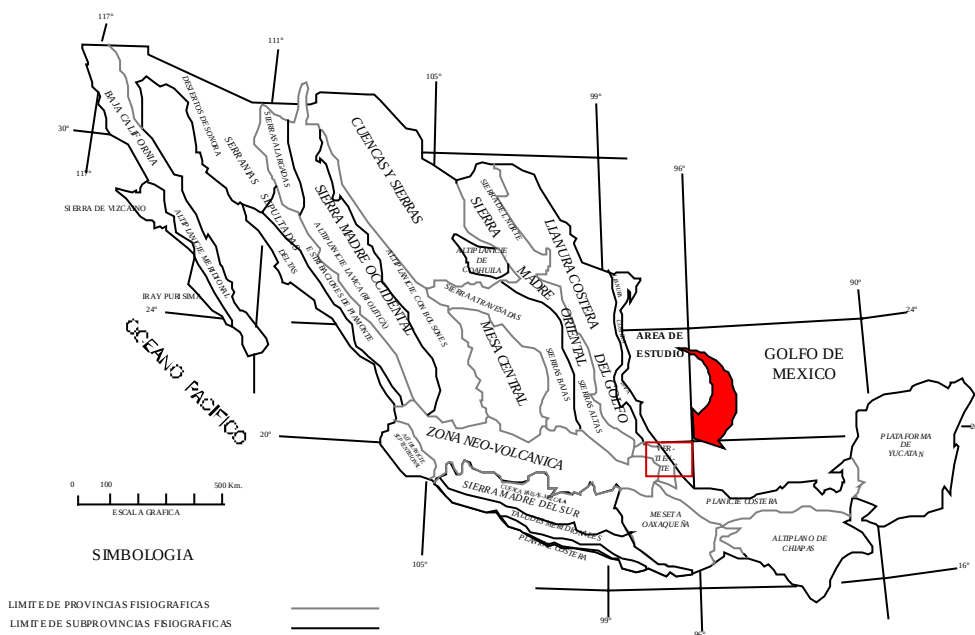


Figura 3. Provincias Fisiográficas.

III. GEOLOGÍA

III.1. MARCO GEOLÓGICO (Figura 4).

La carta esta enclavada dentro del terreno tectonoestratigráfico Maya (Campa U. M. F. et al., 1983).

H. Jenny (1931) (en Olivas R. M. 1953), denominó Macizo de Teziutlán a una secuencia metamórfica que aflora en la parte sur, en las cercanías de la presa de La Soledad en Mazatepec. Quezada F. A. (1961) agrupa tanto las rocas metamórficas como intrusivas denominándolas complejo basal; Manjarrez H. P. P. et al. (1989), considera a los esquistos como basamento del terreno Maya denominándolos como esquistos Chililis con edad de 269 ± 22 Ma (López I. M., 1984), que representa un calentamiento, debido a una intrusión granodiorítica con edad de 252 ± 20 Ma (Pérmico tardío), deduciendo que la edad de los protolitos del terreno Maya es Paleozoico tardío.

En la base de las sierras de Chignautla y Tezompan se reportan afloramientos de granodioritas, granitos alcalinos, gabro, tonalitas y diorita (Yañez G. C. et al., 1982), y se mencionan edades radiométricas por el método K-Ar de 246 ± 7 Ma, (Pérmico tardío) y 181 ± 5 Ma, (Triásico tardío-Jurásico temprano) (Ruiz S. P., 1978), en granodioritas localizadas en el cauce del río Bobos 10 km al noreste de Altotonga, en el estado de Veracruz.

Los intrusivos hipabisales, que afloran en las cercanías de San Agustín Chachaltzin, Chignautla y Tezompan, habían sido cartografiados como de edad paleozoica, sin embargo Yañez

G..C. et al. (1982), reporta una edad de 131 ± 5 Ma, (Jurásico tardío-Cretácico temprano).

La Sierra Madre Oriental se considera una secuencia de calizas, lutitas y areniscas de Mesozoico superior plegadas y traslapadamente afalladas que corresponden a la secuencia transgresiva superyacente del Golfo de México, deformada durante la orogenia larámide del Cretácico tardío-Terciario temprano (De Cserna Z. et al., 1977; Tardy M. 1980; De Cserna Z. 1956).

Sin embargo y de acuerdo al examen tectónico de este orógeno, llevado a cabo en un estudio de colaboración entre PEMEX, el Instituto Mexicano del Petróleo y la Compañía AMOCO consideran a la Sierra Madre Oriental como una cadena montañosa que se extiende por más de 800 km de longitud, representa a un cinturón de pliegues y cabalgaduras que va desde el noroeste de Torreón, Coah., se dirige hacia Monterrey, N. L., y prosigue hacia el sureste de Teziutlán, Puebla, para desaparecer bajo las lavas del Eje Neovolcánico Trans-Mexicano. Datos recientes obtenidos por otros autores, sugieren que la pila de sedimentos acumulados en la Sierra Madre Oriental, fue mucho mayor a lo que está presente; y que su levantamiento y fallamiento no pudieron ser anteriores al Eoceno, por lo que es posible que el paroxismo compresivo y levantamiento al borde del antepaís, sea post-eocénico.

Cantu Ch. A. (1998), en su estudio "Las Transgresiones Jurásicas en México" propone una explicación sobre el origen del Golfo de México, según las transgresiones meso- y neojurásicas, a partir de la provincia del Pacífico Oriental, que

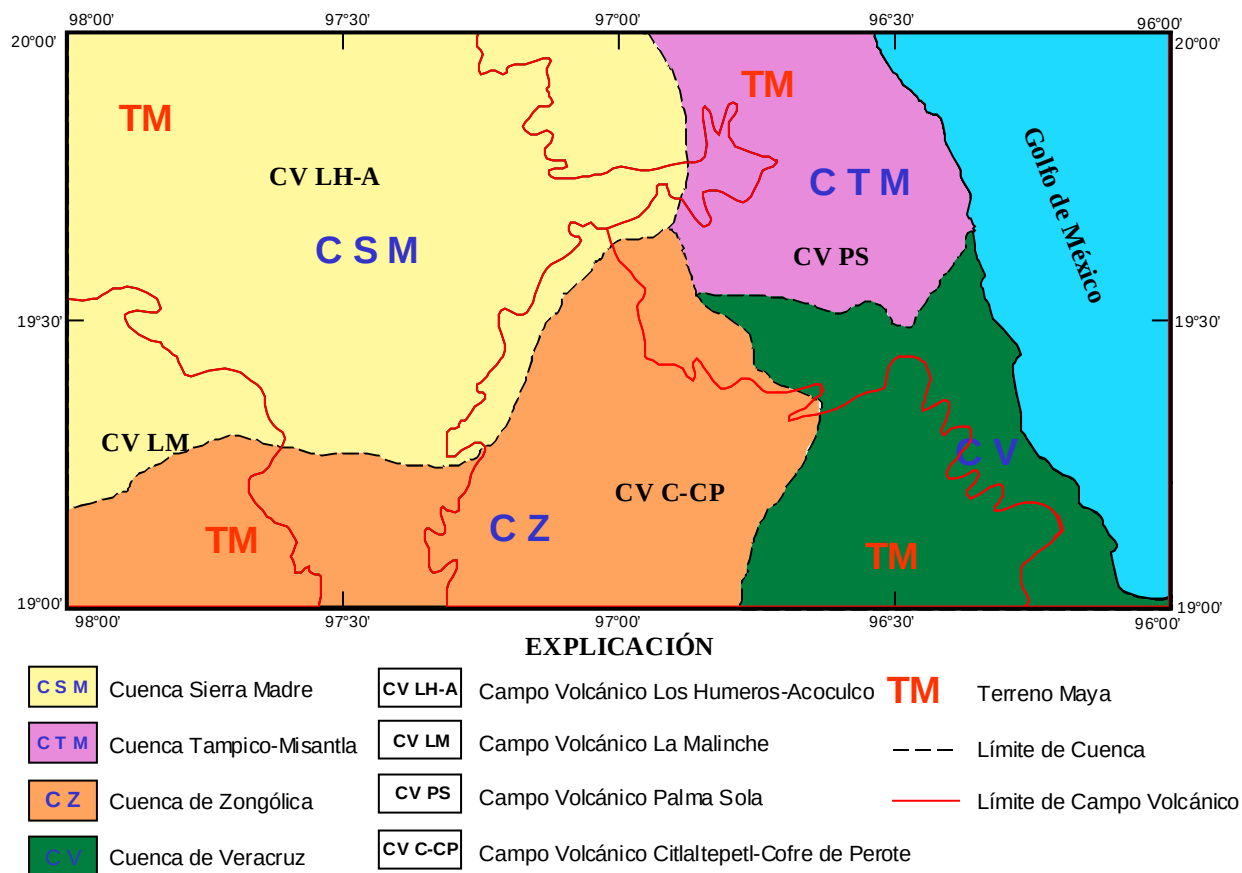


Figura 4. Distribución de Cuencas Sedimentarias y Campos Volcánicos.

primeramente cubrió la región de Oaxaca, en el sur, y después el resto del país en base a la bioestratigrafía de los amonites del Jurásico medio y superior estableciendo las relaciones paleogeográficas que permiten explicar nexos con dos regiones, la provincia del Pacífico Oriental y el Golfo de México.

El origen de la Formación Huayacocotla, se plantea como resultado del depósito de una incursión marina proveniente del Tethys, durante el Sinemuriano. Las lutitas y limolitas de esta Formación caracterizan una unidad paleogeográfica subsidente y aislada, denominada Paleobahía Huayacocotla (Erben H. K. 1956; Schmidt E.R., 1976).

Existen numerosos trabajos relativos al volcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano (Demant A., 1978), pero todavía no se cuenta con un esquema global satisfactorio que permita explicar todos los caracteres petrográficos y geoquímicos de esta cadena transcontinental.

Se han propuesto varias edades para el inicio de la actividad del Eje Neovolcánico Transmexicano, desde el Oligoceno tardío (Mooser F. 1972; Negendank J. F. 1973), Mioceno (Nixon G.T. et al, 1987), Plioceno tardío (Robin C. 1981), o el Cuaternario (Demant A., 1978; 1981). Ferrari L. et al. (1994), basándose en una recopilación de las edades isotópicas disponibles a la fecha,

proponen que el Eje Neovolcánico Transmexicano se desarrolló de manera gradual desde el Mioceno medio.

En cuanto al límite en el espacio, se tienen varios problemas. Por ejemplo, existe debate de sí las rocas calcoalcalinas y alcalinas del Plioceno-Pleistoceno al oriente del Pico Orizaba (área de Palma Sola, Ver.) deben ser o no consideradas como parte del Eje Neovolcánico. Algunos autores proponen que las rocas alcalinas de esta región pertenecen a la provincia Alcalina Oriental y el límite oriental del Eje Neovolcánico es la cadena Cofre de Perote-Pico de Orizaba (Robin C. et al, 1982). Por otro lado, Thorpe R S. (1977), Damon P. E. et al. (1978) (in Aguirre D. G. J. 1997), Negendank J. F. et al. (1985), y Besch T. H. et al. (1989), argumentan que el Eje Neovolcánico se extiende hasta la costa de Veracruz, y simplemente no reconocen a la provincia Alcalina Oriental. De hecho, Thorpe R. S. (1977), y Damon P. E. et al. (1978), incluyen al volcanismo de Los Tuxtlas, Ver. en el Eje Neovolcánico Transmexicano que contiene al volcán San Martín, cuya última actividad fue en 1773.

Se ha documentado que el volcanismo migró hacia el sur a partir del Plioceno, Robin C. (1982) (in Aguirre D. G. J., 1997); Hasenaka T. et al. (1985); Nixon G.T. et al. (1987). Estos estudios se han desarrollado a escala de sector o de una cadena volcánica particular (Campo Volcánico Michoacán-

Guanajuato, Cofre de Perote-Pico de Orizaba), pero aun falta determinar esta migración visualizando a todo el Eje Neovolcánico desde el Mioceno tardío y explicar la causa de esta migración. Esto permitiría inferir cuales fueron los cambios geodinámicos que estuvieron relacionados con el desarrollo del Eje Neovolcánico Transmexicano.

III.2. ESTRATIGRAFIA (Figuras 5,6).

Se tomó como base el marco geológico para realizar los trabajos de cartografía efectuando una separación por las cuencas y cubiertas volcánicas, tomando como base sus características distintivas de cada una de ellas.

III.2.1. Terreno Maya

Esquisto Chililis (Pp? E-MLa).

Constituyen la unidad más antigua, habiendo sido designadas como "Esquistos" ó "Rocas Esquistosas", del área de Mazatepec, Pue., por Quezada F. A. (1961). Denominándola como esquistos Chililis por Manjarrez H. P. P. et al. (1989). Se considera como el basamento del terreno Maya.

Estas rocas afloran en la parte norte de la carta, en dos localidades principalmente; en el camino que va de Teziutlán a Mazatepec, Pue., principalmente al sur de la presa La Soledad, así como en las inmediaciones de los poblados de Atotocoyan, Chicualco y Chililis del cual toma su nombre; a la altura del poblado de Aire Libre.

Está formado por esquistos, filitas, cuarcitas y metalavas aflorando en forma de ventanas estructurales.

Esquistos.- Son de color gris verdoso, semicompactos y están constituidos de muscovita, observándose entre la foliación bandas de cuarzo de segregación con intensa deformación. (Fotografía 1).



Fotografía 1. Afloramiento de esquistos Chililis, basamento de la carta, expuestos en el poblado del mismo nombre.

Filitas.- Megascópicamente presentan colores que van de gris verdoso claro a gris verdoso brillante, su textura es de pseudofoliada a foliada con brillo satinado, al microscopio presentan textura microcristalina orientada. Como componentes principales se tiene: muscovita con 25-50% en cristales hojosos, cuarzo-feldespato con 5- 25% en agregados alargados lenticulares con orientación, clorita con -5% en cristales hojosos entre la muscovita y granate con -5% en cristales alargados en las franjas de muscovita. Como componente secundario se tiene limonita con 5-25% en hilillos en las muscovitas. Su matriz es de cuarzo-muscovita, su origen es de metamorfismo regional débil clasificándose como una filita de cuarzo-muscovita con clorita (**Muestra VE-11**).

Cuarcitas.- Otra muestra megascópicamente presenta color gris verdoso claro con textura arenosa pseudofoliada. Al microscopio presenta una textura granoblastica. Como componentes principales se tiene: cuarzo con 50-75% en agregados formando a la roca, biotita-muscovita con 5-25% en cristales hojosos formando hilillos con orientación, minerales opacos con -5% escasamente diseminados en la roca. Como componentes secundarios se tiene: clorita con -5% incipiente alteración de la biotita-muscovita y minerales arcillosos con -5% alterando incipientemente a toda la roca. Su matriz es de cuarzo. Siendo su origen de metamorfismo regional y clasificándose como una cuarcita de biotita-muscovita (**Muestra VE-34**).

Metalavas.- Presentan una coloración verdosa, compacta, con una estructura masiva y textura sedosa, constituida megascópicamente por plagioclasas, clorita y piritita.

Constituye la unidad más antigua de la carta estudiada, sobre la cual descansa la secuencia sedimentaria, sobreyacida principalmente en discordancia por la Formación Cahuasas-Tenexcate. Su relación con el granito Permo-Triásico (**Pp Gr-Gd**) no fue posible observarse en campo, pero se infiere que por la edad de los esquistos pueden estar afectados por los intrusivos.

La edad obtenida por López I. M. (1984), en un esquisto de muscovita-granate, es de 269 ± 22 Ma que ubica a esta roca en el Pérmico temprano el último evento térmico que afectó a estas rocas en Manjarrez H.P.P. et al. (1989). En este estudio se realizó un fechamiento por $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ de estos esquistos obteniendo una edad mínima del metamorfismo/deformación de 280 Ma (Pérmico inferior). De acuerdo con sus características petrográficas se infiere que constituyen una secuencia vulcanosedimentaria con metamorfismo regional de las facies de esquistos verdes.

Esta unidad es la contenedora de los mantos de sulfuros masivos diseminados derivados de una secuencia vulcanosedimentaria en el distrito Minero de Teziutlán.

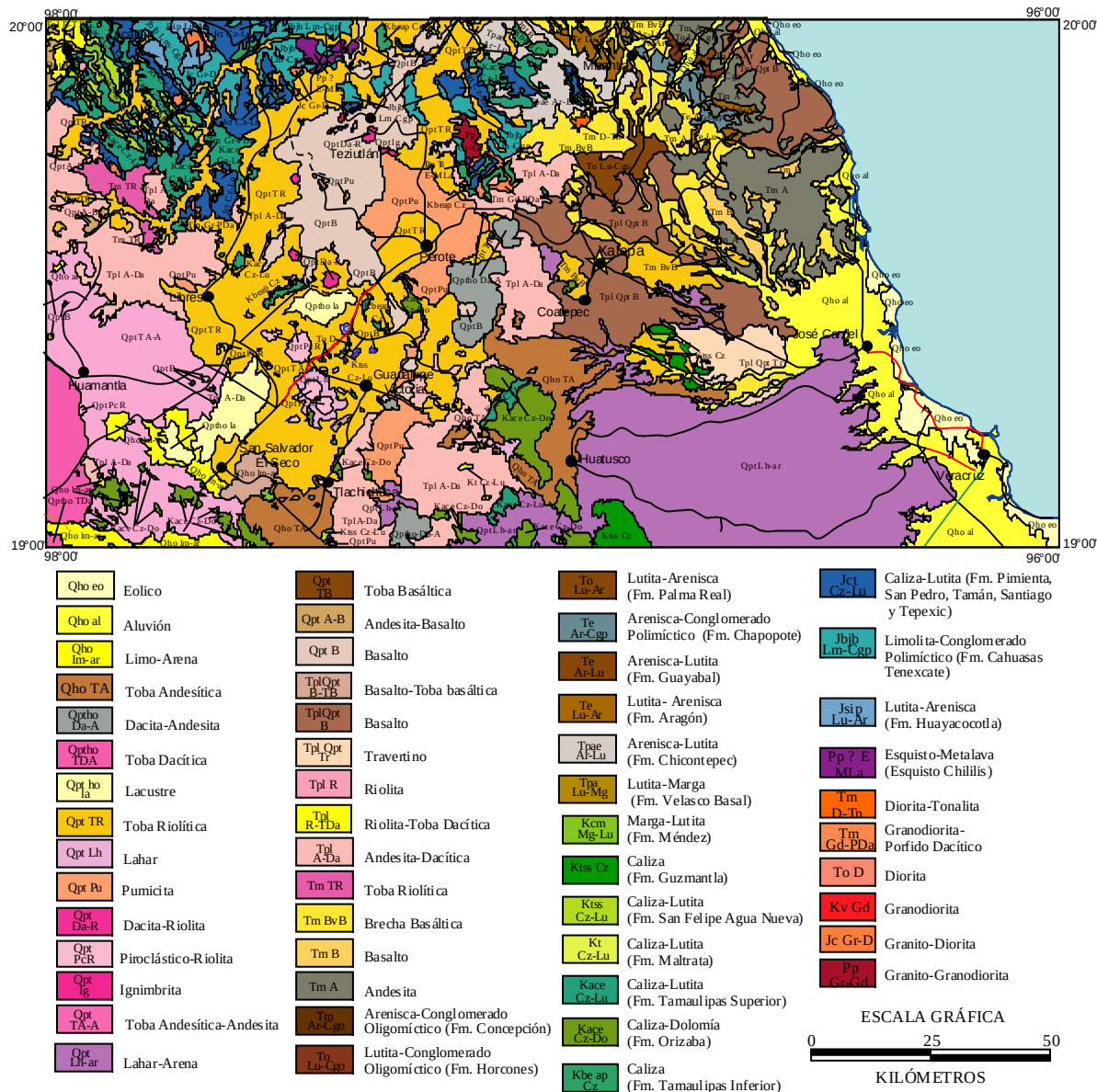


Figura 5. Plano geológico

Granito-Granodiorita (Complejo Basal Cristalino) (Pp Gr-Gd).

Quezada F. A. (1961) designa como complejo basal granítico, granodiorítico, así como Olivas R. M. (1953) denominó Macizo de Teziutlán, a rocas granodioríticas de biotita y hornblenda, granitos alcalinos que afloran en la parte sur, en las cercanías de la presa de La Soledad en Mazatepec.

Se encuentra expuesta en la parte norte de la carta al oriente de Altotonga, en las inmediaciones de Tatempa y Coahuixtepec, al occidente del río Bobos. En la carretera de Tlatlauquitepec hacia Mazatepec, pasando la presa de Mazatepec.



Fotografía 2. Afloramiento de granito Permo-Triásico en las inmediaciones de Tatempa, al este de Altotonga.

Está formado por metagranitos y granodioritas de colores que van del verde a café claro, siendo esto por su alteración que presenta. **(Fotografía 2).**

oligoclasa con 25-50% en cristales alargados y redondeados formando el mosaico, cuarzo con 5-25%, biotita con 5-25% en cristales molidos y deshojados como hilillos diseminados, granate con -5% en forma hexagonal en inclusiones en la

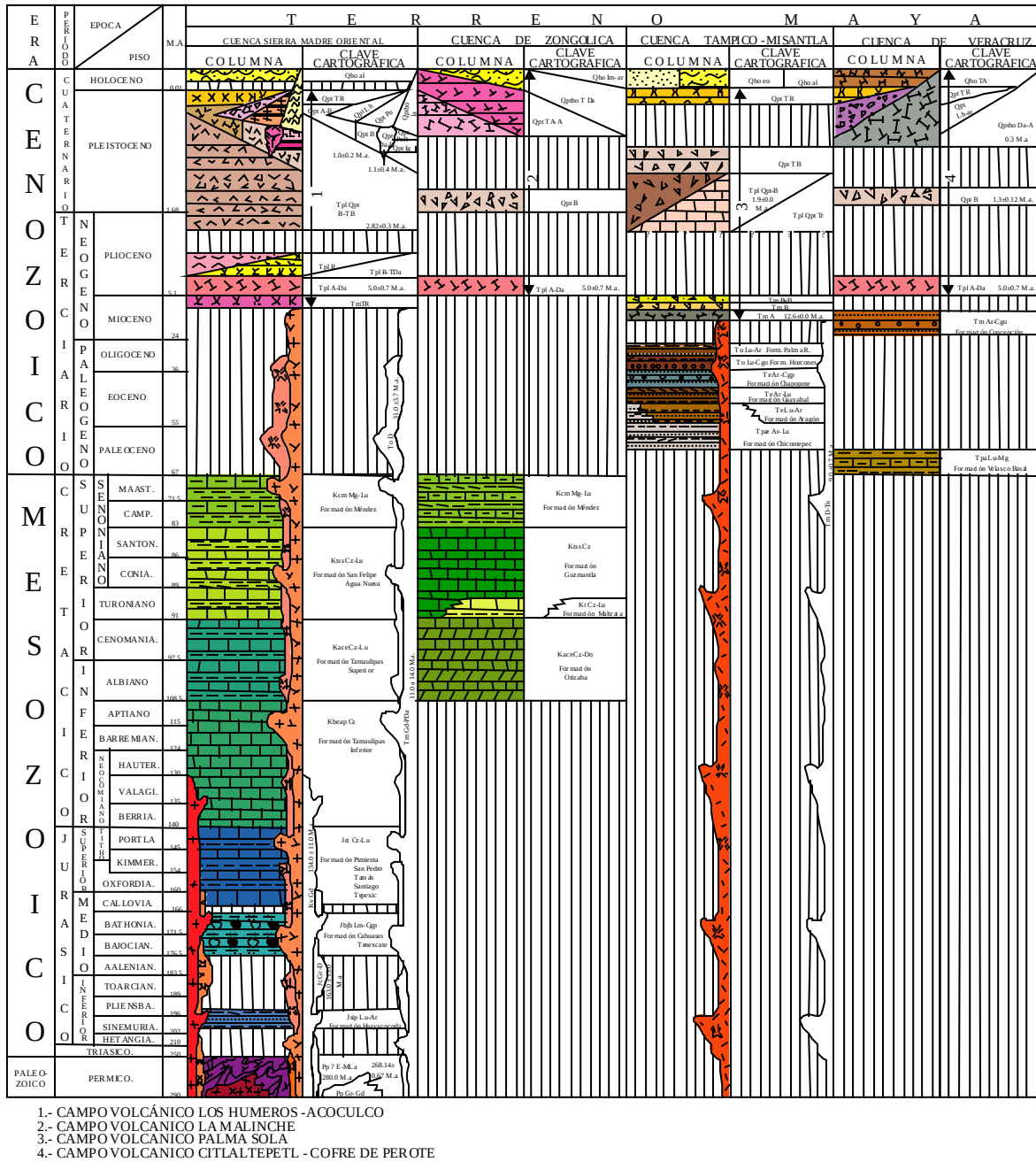


Figura 6. Columna estratigráfica

Metagranito.- Megascópicamente presentan colores que van de blanco con motas negras y verdes a blanco con tonos verdes, con estructura compacta y textura fanerítica granuda y afanítica foliada, al microscopio presenta texturas alotriomórfica y en mortero. Como componentes principales se tiene: ortosa con 50-75% en forma granular y tabular; con algo de intercrecimiento gráfico formando un mosaico,

biotita y esfena con -5% alterando en los bordes a algunos cristales de biotita. Como componentes secundarios se tiene: minerales arcillosos con 5-25% alterando a la roca, clorita con -5-25% en manchones alterando incipientemente a la biotita y minerales opacos con -5% diseminados en pequeños grumos sobre la biotita en toda la roca. Su matriz es de cuarzo feldespato y su origen es ígneo intrusivo, se

clasifica como metagranito alterado y metagranito de biotita (**Muestras VE-10,31**)

Granodiorita de biotita- hornblenda.-Megascópicamente presenta un color blanco con motas negras, estructura compacta-fanerítica, granuda , al microscopio presenta una textura granuda hipidiomórfica. Como componentes principales se tienen: oligoclasa de 25-50% en grandes cristales tabulares, ortosa-microclina de 5-25% en cristales entre la oligoclasa , cuarzo de 5-25% relleno de espacios y en intercrecimiento con la plagioclasa, biotita-hornblenda de 5-25% se presentan juntas en algunos casos y en otros están asociadas y diseminadas, granate -5% en inclusiones en la biotita y esfena -5% alterando en los bordes a algunos cristales de biotita.

Como componentes secundarios: clorita -5% alterando incipientemente a la biotita-hornblenda, sericita -5% en escamas alterando a algunos cristales de plagioclasa, minerales opacos -5% diseminados en pequeños grumos sobre la biotita y en toda la roca y epidota -5% en pequeños cristales sobre la biotita en forma escasa. Su matriz es de cuarzo-feldespatos y su origen es ígneo intrusivo, se clasifica como granodiorita de biotita-hornblenda (**Muestra VE-32**)

Al parecer su relación con los esquistos Chililis es de intrusión, aunque no se aprecia muy clara por estar muy cubierto.

Al oriente de Altotonga donde aflora, se encuentra subyaciendo a la Formación Cahuasas y está cubierto por tobas riolíticas cuaternarias.

La relación con las otras unidades no pudo ser observada. Se mencionan edades radiométricas, cuyos análisis por el método de K-Ar, colectadas por Ruíz S. P., (1978). En una granodiorita de biotita y hornblenda de 246 ± 7 Ma (Pérmico tardío) y otra granodiorita de biotita de 181 ± 5 Ma (Triásico tardío-Jurásico temprano). Datación hecha por López I. M. (1984), de una granodiorita de biotita y hornblenda, dio una edad de 252 ± 20 Ma que la ubica en el Pérmico tardío.

López I. M. (1984), considera que: "la ausencia de complejos de contactos cataclásticos entre la masa intrusiva y la roca encajonante, al tener contactos delineados y gradacionales uniformes entre las rocas así como sus características petrográficas y de distribución en el área, permiten inferir que este complejo plutónico aflora en sus facies catazonales y que el magma fue emplazado en condiciones de temperatura y presión muy altas, la masa intrusiva pudo ser de dimensiones mucho mayores y ser erosionada hasta quedar expuestos sus niveles inferiores". (en Manjarrez H. P. et al., 1989).

No presenta algún interés minero, pero sin embargo se pudiera utilizar como material de construcción.

III.2.2. Cuenca Sierra Madre Oriental

Formación Huayacocotla. (*Jsip Lu-Ar*).

Imlay R. W. (1948), propuso este nombre a una secuencia de más de 800 m, de sedimentos arcillosos y arcillo-arenosos color oscuro, y pocos lentes de calizas, la localidad tipo se ubica al sur del poblado de Huayacocotla, Ver. A lo largo del río Vizcaíno.

En la carta se han reportado en la esquina noroeste, en las inmediaciones de los poblados Benito Juárez, Tlapacoyan, Totocautla, Zongozotla, Totutla, al oriente de Tahitic, al este de Tetela de Ocampo y en los alrededores de San Agustín Chachaltzín.

Esta unidad está constituida por una secuencia de sedimentos arcillosos y arcillo-arenosos de color oscuro, deleznable. (**Fotografía 3**).



Fotografía 3. Lutitas y areniscas de la Formación Huayacocotla, al este de Tetela de Ocampo.

Compuesta por lutitas negras apizarradas que se encuentran en forma laminar, en estratos de 0.10 a 0.20 m que intemperizan a color café ocre y filitas laminares de color negro, con espesores de alrededor de 0.10 m que intemperizan a color café pardo, con alternancia de areniscas de grano fino a medio, de coloración gris a gris oscuro a café que intemperizan en color amarillento teniendo espesores de 0.20 m de estratificación. Gutiérrez G. H. (1984), en Manjarrez H. P. P. Et al. (1989), midió 1,000 m de espesor y Olivella L. M. (1987), midió 900 m de espesor.

En San Agustín Chachaltzín esta unidad se encuentra cubriendo en forma discordante a los esquistos de la Formación Chililis y subyace discordantemente a las formaciones Tamán y Pimienta.

Debido a la cabalgadura de El Puerto cerca del poblado de Capuluaque la Formación Huayacocotla está sobreyaciendo,

por contacto tectónico, a las formaciones San Felipe y Agua Nueva.

Se le asigna una edad Sinemuriano superior Pliensbachiano inferior, de acuerdo con la fauna siguiente:

Coroníceras pseudolyra (Erben). *Oxynotíceras* sp., *Lytóceras* sp., *Plesechióceras* sp., *Euechióceras* sp., *Epidóceras* sp., *Pleurechióceras* (James-Danae). *Echióceras* sp., *Arnióceras* sp., *Vermíceras* sp., *Paltechióceras* sp., Contiene además, restos de plantas clasificadas como: *Otozamites* aff. (Reglei-Bronq)., *Otozamites obtusus*, (Lind y Nutt) en Manjarrez H. P. P et al. (1989).

Esta unidad se correlaciona con los sedimentos marinos que contienen fauna liásica, aflorantes al oeste del río Verde, en la Sierra del Catorce, San Luis Potosí, también con las formaciones Nazas, del Mar Mexicano y Rodeo, del noreste de Zacatecas.

Las rocas de esta unidad corresponden a sedimentos de tipo marino litoral formados en bahías con poca circulación y de escasa profundidad en conexión con el mar abierto.

En el área de Zongozotla se tiene conocimiento de que se tiene barita, alojada en esta unidad

Formación Cahuasas-Tenexcate (Jbjb Lm-Cgp).

Debido a sus espesores tan restringidos y similitudes texturales, se optó por cartografiar en un solo paquete las siguientes formaciones:

Formación Cahuasas

Carrillo B. J. (1957), designó como Formación Cahuasas a "una secuencia de sedimentos clásticos continentales constituidos por lutitas rojas, areniscas de grano fino, verde a rojizo, cuarcíferas, conglomerados mal clasificados, siendo el tipo litológico predominante, una limolita ligeramente arenosa de color rojo". La localidad tipo se encuentra en el rancho Cahuasas, Hgo., sobre el río Amajac al sureste de Chapulhuacán, Hgo. En Manjarrez H.P.P. et al. (1989).

Aflora en las áreas de Atzalan, Plan de Arroyos y Las Minas Ver., y al oriente de Teziutlán, Puebla (figura 5).

Consiste de una alternancia de limolitas y areniscas de grano fino a medio y conglomerado polimíctico constituido por fragmentos de rocas intrusivas, metamórficas y cuarzo lechoso, cementados en una matriz limo-arenosa generalmente de color café rojizo.

Las areniscas son de grano fino a medio con espesores de 0.10 m a 0.40 m, los conglomerados son de color rojizo con clastos subredondeados a subangulosos de rocas ígneas y metamórficas (**Fotografía 4**).

Olivella L. M. (1987), midió 1,100 m de espesor, mientras que la compañía GEOIDE, S.A (1989), midió 363 m de espesor en el área de Zapotitlán, Ver. En Manjarrez H.P.P. et al. (1989).



Fotografía 4. Conglomerados y limolitas de la Formación Cahuasas, al sureste de Zacapoaxtla.

En la porción noroeste del área estudiada se encuentra sobreyaciendo discordantemente a la Formación Huayacocotla y subyace de igual manera a las formaciones Santiago, Tamán, Pimienta y Tamaulipas inferior

Debido a que esta unidad carece de evidencias paleontológicas que determinen su edad, por posición estratigráfica se le ha asignado una edad de Bajociano-Bathoniano. Se puede correlacionar con la Formación Tenexcate, de la misma área y con la Formación Tecomazuchil de la provincia de Tlaxiaco, Oax.

Sus características litológicas indican que su ambiente de depósito fue continental, con una fuente de suministros constituida principalmente de rocas ígneas y metamórficas con períodos de actividad volcánica, erosión y transporte, contemporáneos, como un reflejo de la inestabilidad tectónica imperante.

Por su contenido litológico esta unidad es susceptible para ser utilizada como material de construcción y para revestimiento de terracerías.

Formación Tenexcate

En 1967, el departamento de Geología de Subsuelo de Poza Rica Ver, propuso el nombre informal de "Conglomerado Tenexcate" a un cuerpo de conglomerados constituidos por fragmentos volcánicos en matriz tobácea de color gris verdoso.

Se tienen aflorando principalmente en la parte norte y noroccidente de la carta en las inmediaciones de

Zacapoaxtla, Xalacapan de Luke y porción sur de Aire Libre, así como en las inmediaciones de Zapotitlán, Cuauhtémoc, en la porción noroeste del poblado de San Agustín Chachaltzin, y sobre el camino que comunica al poblado de Mazatepec.

Esta unidad está compuesta principalmente por un conglomerado de color gris verdoso con fragmentos de rocas ígneas extrusivas, subredondeadas y subangulosas en una matriz areno-tobácea, en capas de 0.40 a 1.0m.

Megascópicamente presenta un color verdoso claro, con estructura compacta y textura tobácea, al microscopio presenta una textura microcristalina. Sus componentes principales son: feldespato con 25 - 50 % en grandes fenocristales y material roto redondeado y anguloso, cuarzo con 5 - 25 % en clastos diseminados en la roca y fragmentos de roca alterados con 5 - 25 % de clastos angulosos en varias granulometrías. Como componentes secundarios se tiene minerales arcillosos con 5 - 25 % como cementante y alterando a toda la roca y óxidos de hierro con 5 - 25 % en hilillos en toda la roca, con un origen ígneo-extrusivo y clasificándose como una metatoba cristalo-lítica. (**Muestra VE-19**).

Para la Formación Tenexcate Gutiérrez G. U (1985) reporta 790 m espesor, mientras que el pozo Tenexcate-1, atravesó 295 m de esta unidad. (Manjarrez. et al., 1989).

Al norte de Tlatlauquitepec, está cubriendo en discordancia a los esquistos Chililis, así como a la Formación Huayacocotla; también se observa infrayaciendo discordantemente a la Formación Tamán al oriente de Zacapoaxtla.

De igual manera subyace a la Formación Pimienta, y es cubierta parcial y discordantemente por rocas de edad Cuaternaria de composición basáltica- andesítica.

Faunísticamente es estéril, en base a su posición estratigráfica se le ha asignado una edad de Bajociano-Bathoniano. Se correlaciona con la Formación Cahuasas.

Corresponde al mismo ambiente de depósito de la Formación Cahuasas, de la cual se considera que es un cambio de facies por su mayor contenido de constituyentes de tipo volcánico.

Por su contenido litológico esta unidad es susceptible para ser utilizada como material de construcción y para revestimiento de terracerías.

Formaciones Tepexic, Santiago, Tamán, San Pedro y Pimienta (Jct Cz-Lu)

Dentro del Jurásico superior se tiene un conjunto de formaciones que fueron agrupadas ya que sus espesores son reducidos y complican su cartografía a esta escala.

Formación Tepexic

El nombre de Formación Tepexic fue aplicado por Imlay R.W. (1952), Erben H.K (1956), describió la calcarenita Tepexic. Carrillo B. (1961), la elevaron a la categoría de formación. Su localidad tipo se encuentra en el río Necaxa (en Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Aflora en la parte noroeste del área de estudio, en las cercanías del poblado de Ometepetl y Tetela de Ocampo, Pue. Y en la cercanía del poblado de Tlapacoyan, Ver. En la localidad del Jardín, Ver., en la porción norcentral del área de estudio.

Esta unidad es constituida hacia la cima por calcarenitas de color gris claro en capas de 0.40-0.80 m de espesor, con abundantes pelecípodos, mientras que en la base contiene capas de calizas arcillosas de color gris claro de 0.20-0.40 m de espesor, con intercalaciones de lutitas laminares en paquetes de 0.20 m de color café claro. González G. R. (1965), midió 39.0 m para la Formación Tepexic, (en Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Está unidad sobreyace en discordancia a la Formación Huayacocotla y subyace concordantemente a la Formación Santiago, al norte de Plan de Arroyos, Ver., la Formación Tepexic está cubriendo discordantemente a la Formación Cahuasas y está cubierta por la Formación San Pedro.

Por su contenido faunístico siguiente. *Liogryphaea nebrascensi* (Meek y Hayden). *Neuquéniceras neogaeum* (Burckhardt) y *Reineckia sp.* se le ha asignado una edad del Calloviano medio y se correlaciona con la unidad del mismo nombre del subsuelo del distrito de Poza Rica.

La Formación Tepexic se depositó en un ambiente nerítico interno (laguna) a nerítico medio.

Esta formación no presenta mineralización de interés económico.

Formación Santiago

Reyes, D. E. (1969), asignó de manera informal el nombre de Formación Santiago a esta unidad, considerándola como el miembro arcilloso de la Formación Tamán; posteriormente Cantú Ch. A. (1969), le asignó formalmente el nombre. Su localidad tipo se ubica en Arroyo Santiago. (Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Se tiene aflorando en el área de estudio al sureste del poblado de Tetela de Ocampo, Pue., en una porción muy restringida, así mismo al noroeste de Tlatlauquitepec. Pue.

Esta unidad está constituida por lutitas calcáreas, ligeramente metamorfoseados carbonosas de color gris a negro,

deleznales con interestratificaciones de calizas delgadas arcillo-carbonosas de color negro, con escasa pirita diseminada, eventualmente contienen amonitas, se tiene generalmente muy plegada por lo que es muy difícil medir su espesor. Reyes D. E. (1969), en su localidad tipo midió un espesor de 160.0 m; mientras que González G. R. (1965), en Ometepetl, Pue., midió 105.0 m de espesor; Gutiérrez G. U.; en 1984 midió aproximadamente 200.0 m de espesor (Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Se tiene sobreyaciendo concordantemente con la Formación Tepexic y subyace de igual manera a la Formación Tamán, en el área de Tlatlauquitepec sobreyace en discordancia erosional a la Formación Tenexcate y su contacto superior es concordante con la Formación Tamán. En área de Zautla, Pue., está cubierta en concordancia por la Formación Tamán y hacia el suroeste subyace discordantemente a la Formación Pimienta.

Por la fauna contenida siguiente: *Reineckia*, aff, *Leiomphala* (Burckhardt). *Reineckia* sp., *Discophinctes virgulatus* (Quest). *Dichotomospinctes* sp. y *Evaspidoceras* sp., se le da una edad del Calloviano medio-Oxfordiano superior, y se puede correlacionar con las formaciones La Joya y Zuloaga del norte de México.

La Formación Santiago se formó en un ambiente marino nerítico de baja energía con condiciones euxínicas; es decir cuencas marginales con poca circulación y condiciones reductoras.

De esta unidad no se sabe nada desde el punto de vista minero, pero sin embargo se pudiera emplear como material para revestimiento de terracerías y caminos rurales donde se tiene expuesta.

Formación Tamán

Heim A. (1926) la definió como una secuencia de rocas calcareo- arcillosas. Y como localidad tipo se localiza en Tamán, San Luis Potosí, en los márgenes del río Moctezuma.

Esta unidad aflora principalmente en los poblados de Zautla, Zacapoaxtla y Tlatlauquitepec en el estado de Puebla.

Esta unidad está representada por dos facies, una arcillosa y otra calcárea. Las facies arcillosas están representadas por lutitas gris oscuro a negro, carbonosas, en algunos puntos tienen coloraciones café claro a crema, con estratos laminares de 0.30 m (**Fotografía 5**).

Presenta intercalaciones de calizas arcillosas de color gris oscuro a negro claro compacta. Los espesores varían de 0.50 a 0.80 m, de espesor mientras que en la cima es más calcárea pues está constituida por calizas de color gris claro en capas de 0.40 a 0.80 m de espesor con interestratificaciones de

lutitas laminares muy alteradas. Se reportan espesores que van desde los 150.0 m hasta 400.0 m de espesor.

Al oeste de Teziutlan, Pue., sobreyace en concordancia a la Formación Santiago, en el área de Zautla cubre normalmente a la Formación Santiago y está cubierta de igual manera por la Formación Pimienta, sobreyace en discordancia erosional a las formaciones Huayacocotla, Cahuasas-Tenexcate y Tepexic, en la región de Xochitlan de Romero, Pue., cubre discordantemente a las formaciones Cahuasas-Tenexcate.



Fotografía 5. Afloramiento de calizas y lutitas de la Formación Tamán, al sureste de Zautla.

González G. R. (1965), colectó una serie de fósiles: *Perisphinctes* sp. *Virgatoceras* sp. *Glochiceras* sp. *Ataxioceras* aff. *ubinvolutum* y *Rasenia* sp. *Virgatospinctes mexicanus* (Burckhardt) y *Aulacomysella neogae* (Imlay) cuyas edades la ubican en un rango del Kimmeridgiano inferior al Tithoniano inferior. Esta unidad se puede correlacionar con las formaciones San Andrés, Chipoco y San Pedro de esta misma cuenca y que además constituyen su cambio de facies correspondiente. (en Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Se formó en un ambiente de plataforma externa, de aguas relativamente profundas en un ambiente reductor con aporte de sedimentos terrígenos finos.

Esta formación posiblemente tenga uso para materiales de construcción, en las comunidades donde se tiene aflorando.

Formación San Pedro

Fue definida por Reyes D. E. (1959), proponiéndola como una unidad constituida por calizas oolíticas y calcarenitas aflorantes en las localidades del río Quilate, Agua Caliente y Arroyo Oriente y que en las localidades de los ríos San Pedro y Bobos cambian a calizas dolomíticas y muy escasas calizas oolíticas (en Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Esta formación se ubica al nororiente de la carta, al occidente del poblado de Palma Sola, al suroeste de Misantla, Ver.

Consiste de una secuencia calcareo arcillosa formada por una alternancia de calizas y lutitas calcáreas de color negro, carbonosas que al intemperismo adquieren un color café amarillento, de estratificación delgada, las calizas tienen espesores de 0.20 a 0.60 m y las lutitas, tienen espesores de 0.05 m. Presenta líneas estilolíticas y pequeñas concreciones de hematita. Se reportan espesores variables ya que en el área de Las Minas-Río Bobos su espesor varía de 172.0 m a 523 m; mientras que en el río San Pedro tiene un espesor del orden de los 190.0 m. Hacia Tlapacoyan su espesor varía de 60.0 m a 400.0 m.

En su localidad tipo, sobreyace en discordancia erosional a la Formación Cahuasas-Tenexcate y subyace de manera concordante a la Formación Pimienta.

En base a su posición estratigráfica se le ha asignado una edad Kimmeridgiano,

Subyace concordantemente a la Formación Pimienta del Tithoniano, aunque su contacto inferior es discordante sobre el Jurásico medio. Se correlaciona por cambios de facies con las formaciones San Andrés, Chipoco y Tamán.

Dentro la Formación San Pedro indica que su depósito se efectuó en un ambiente de plataforma interna.

Estas rocas presentan características físicas aceptables para materiales dimensionables para la elaboración de artesanías y parquet y también como materiales de construcción.

Formación Pimienta

Heim A. (1926) asignó el nombre de Formación Pimienta a una secuencia de calizas negras y café claras con pedernal negro en bandas intercaladas. Como localidad tipo se ubican en las inmediaciones del Valle del río Moctezuma.

Esta unidad aflora principalmente al norte y noroccidente del área de estudio, en los alrededores de Tetela de Ocampo, Zacapoaxtla, Cuyoaco, Zautla y Zitalcuautla en el estado de Puebla.

Esta unidad está constituida por calizas de color gris claro a gris oscuro compacta, en capas que van de 0.10 a 0.40 m de espesor, al golpe del martillo despiden olor a hidrocarburos, con interestratificaciones de bandas de pedernal de color negro con espesores de 0.02 a 0.03 m e intercalaciones de lutitas laminares de color negro y café ocre en paquetes de 0.05 a 0.10 m. Al microscopio presenta una textura criptocristalina. Como componentes principales se tiene: micrita con +75 % como cementante y formando a la roca y minerales arcillosos con -5 % con la micrita como cementante. Como componentes secundarios tenemos a óxidos de hierro en hilillos en la roca. Como matriz se tiene material calcáreo, su origen es sedimentario y su

clasificación es de calcilita. (**Muestra VE-20**). Presenta un espesor que varía de 50.0 a 350.0 m.

Sobreyace a la Formación Tamán en forma transicional y concordante y subyace en las mismas condiciones a la Formación Tamaulipas inferior; en la región del río San Pedro sobreyace en forma concordante a la Formación del mismo nombre, así mismo subyace de igual manera a la Formación Tamaulipas inferior.

Esta formación contiene una serie de fósiles: *Victoris zitteli*, *Paradontóceras aff. Callistoides* (Lecolle) *Inoceramus bassei* sp. *Kossmatia victoris* y *Pseudolissoceras zitteli*, *Aulacosphinctes* sp. que le determinan su edad que va del Tithoniano inferior al Tithoniano superior. Se correlaciona con las formaciones Las Trancas del noroeste de Pachuca y Angao del área de Huetamo.

Su depositación se efectuó en un ambiente de plataforma externa, en medios reductores, con aporte de material terrígeno y materia orgánica.

En los distritos de Tetela de Ocampo y Cuyoaco la mineralización que se tiene, se encuentra encajonada en las rocas de esta unidad.

Formación Tamaulipas inferior (Kbeap Cz).

Stephenson L. W. (1921), propuso el nombre de esta unidad a un grupo de calizas aflorantes en la sierra de Tamaulipas y son de grano fino, color gris claro, gris crema y amarillo crema con nódulos de pedernal y líneas estilolíticas paralelas a los planos de estratificación. Posteriormente Muir J. M. (1936) la dividió en Tamaulipas inferior, Horizonte Otates y Tamaulipas superior, dando como localidad tipo el Cañón de La Borrega.

Esta unidad aflora principalmente en la esquina noroeste del área, al sureste de Pachuquilla, al oriente de Hueytenantan, al sureste de Zacatlán. Se tiene afloramiento en la parte norte de la carta, en las inmediaciones de Almanza (porción oeste y



Fotografía 6. Afloramiento de calizas de la Formación Tamaulipas inferior, al sur de Zaragoza.

hacia el oeste del Azotal). Así mismo esta unidad se encuentra aflorando en la Cuenca de Zongolica.

Está constituida por calizas en capas que varían de 0.20 a 0.50 m, de coloración gris claro con alternancia de pedernal de color gris oscuro, con horizontes esporádicos de lutitas. **(Fotografía 6)**

En la área de estudio se observan calizas que presentan colores que van de blanco, crema, a café crema claro, compacta, presentando estratificación que varía de 0.50 a 2.0 m. Su espesor varía de 50.0 a 100.0 m (C.R.M. carta Misantla 1996).

Cubre en forma concordante a la Formación Pimienta. Él limite superior es discordante y transicional a la Formación Chicontepec.

Tomando en consideración el contenido faunístico de esta unidad, se le asignó un rango estratigráfico del Berriasiano al Aptiano, con la siguiente microfauna. *Calpionella alpina* Lorenz, *Calpionella elíptica* (Cadisch). *Tintinopsella longa* (Colom). *Tintinopsella cadischiana* (Colom). *Calpionellites dadayi* (Knaver). *Calpionellites neocomiensis* (Colom). *Nannoconus steinmanni* (Kamptner). *Globochaete alpina* (Lombard). *Remaniella cadischiana* (Colom). *Nannoconus bermudezi* (Bronniman). *Calpionellopsis simplex* (Colom). *Tintinopsella carphática* (Margeanu y Filipesea). *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch). *Remaniella dadavi* (Colom). *Globigerinelloides barri* (Bolli, Loeblich y Tappan). *Nannoconus truiti* (Brönniman). *Nannocunus minutus* (Brönniman). *Hedbergella delrioensis* (Carsey). *Hedbergella planispira* (Tappan). *Nannoconus* (Colomi De Lapparent). *Nannoconus bucheri* (Brönniman). *Nannoconus kamptneri* (Brönniman). *Leopoldina sp.*, *Nannoconus wassali* (Brönniman). *Globigerinelloides ferroalensis* (Moullade). *Hedbergella semielongata* (Longoria). También contiene cefalópodos de los siguientes géneros. *Subthurmania mazatepensis*, *Spiticeras*. *Berriasella*.

Se correlaciona con las formaciones San Lucas e Ixcatepec de la Cuenca de Michoacán.

De acuerdo con sus condiciones litológicas descritas se puede inferir que estas rocas se depositaron en un ambiente epinerítico (aguas someras) con cambios de las condiciones batimétricas hacia las partes media y superior de la unidad en los que muestran que su depósito ocurrió en un medio marino de aguas cálidas de libre circulación en clima templado y litorales retirados que no permitían la predominancia de sedimentos terrígenos.

Entre el intervalo de las formaciones Tamaulipas inferior y superior se tiene un horizonte que las separa denominado horizonte Otates compuesto por lutitas y lutitas calcáreas (Muir J. M. 1936), que no aflora en el área.

En el área de estudio se tienen varios lugares donde se explota mármol de excelente calidad y materiales de construcción así mismo para la elaboración de cal hidratada.

Formación Tamaulipas superior (Kace Cz-Lu).

Muir J. M. (1936), definió como Formación Tamaulipas superior a una secuencia de calizas ligeramente arcillosas, color gris crema a blanco, con bandas y nódulos de pedernal negro, en capas de 0.30 a 0.50 m de espesor. La localidad tipo se encuentra en el Cañón de La Borrega.

Aflora en la parte sur del área al noroeste de Chocamán, al nororiente de Tetelzingo; aparece como una franja alargada con dirección NE-SW en las inmediaciones de Hamoloaxtla. También afloran en la esquina noroeste del área, en las inmediaciones de Chilapa de Guerrero, El Mirador, Ocoyohualulco y Cruz de Ocote. Se tiene afloramiento en la parte norte en las inmediaciones de Plan de Arroyos. Así mismo esta unidad se encuentra aflorando en la Cuenca de Zongolica.

Esta formación se caracteriza por contener estratos de calizas con espesores medios a gruesos de 0.20 m a 0.40 m de color gris claro a crema compacta, de fractura concoidea, presencia esporádica de lutitas calcáreas de color gris claro en capas laminares de 0.05 a 0.10 m presentan espesores del orden de los 400 m.

Al oeste de Tlapacoyan, Ver, la Formación Tamaulipas superior está cubriendo en discordancia a las formaciones Tamán y Pimienta. En el área de Plan de Arroyos, Ver, está cubierta en discordancia erosional por la Formación Chicontepec inferior.

Debido a la cabalgadura Cuapancingo se tiene sobreyaciendo en discordancia a la Formación Méndez.

Esta formación tiene una edad Albiano-Cenomaniano, en base a la siguiente microfauna: *Rotalipora sp.*, *globigerinoides sp.*, *Praeglobotruncana sp.*, *Heteroelix sp.*, *Hedbergella sp.*, *Clavhedbergella simplex*, *Calcisphaerula innominata*, *Pithonella ovalis*, *Bishopella sp.*, *Colomiella sp.*, *Hedbergella sp.*, *Pithonella trejoi*, *Globigerinelloides sp.*, *Colomiella recta*, *Hedbergella gorbachiki*, *Colomiella mexicana*, *Hedbergella delrioensis*.

Se correlaciona en edad con las formaciones El Abra y Tamabra del subsuelo del distrito Poza Rica y Morelos de la Cuenca Guerrero- Morelos.

El depósito de esta unidad se efectuó en un ambiente de cuenca de profundidad relativa con baja energía y moderado aporte de material terrígeno.

En esta unidad se tienen bancos de explotación donde se obtiene grava y arena, que tiene uso en la construcción.

Formación Agua Nueva y San Felipe (Ktss Cz-Lu)

Estas formaciones, que para efecto de esta cartografía, fueron agrupadas en una sola unidad ya que sus espesores son muy reducidos y dificultan su cartografía a esta escala. Así mismo esta unidad se encuentra aflorando en la Cuenca de la Sierra Madre Oriental.

Formación Agua Nueva

Stephenson L. W. (1921), propuso el nombre de Formación Agua Nueva a unas calizas arcillosas, color gris, gris verdoso y crema, con nódulos y bandas de pedernal negro, en capas de 0.10 a 0.40 m de espesor con intercalaciones de lutitas gris verdoso y café amarillento.

La localidad tipo se ubica en el Cañón de La Borrega, cerca de la ranhería Agua Nueva en la sierra de Tamaulipas, (Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Los afloramientos más representativos se tienen expuestas en la esquina noroeste de la carta, al oeste de Jalcomulco, al sur oeste de Zacatlán, al oeste de Xaltatempa, en las inmediaciones de Xonotla.

Afloran en áreas más restringidas al suroeste y oeste de la carta, en las inmediaciones de San Diego Texmelucan, noroeste de Tepeyahualco y al oeste de San Andrés Payuca.

La unidad está constituida por calizas color gris claro y verdoso, arcilloso, en estratos delgados a medianos de 0.10 a 0.20 m con nódulos y bandas de pedernal negro, con intercalación de lutitas calcáreas laminares de color verde esmeralda en espesores de 0.10 a 0.15 m. Por lo que respecta a su espesor son variables de 20 a 30 m (Manjarrez 1989).

Sobreyace concordantemente a la Formación Tamaulipas superior y subyace de igual forma a la Formación San Felipe.

Se le asigna edad Turoniano, en base a la siguiente fauna: *Whiteinella* sp. *Globigerinoides bentonensis* (Morrow). *Marginotruncana* sp. *Rotalipora* sp. *Rotalipora appennica* (Renz). *Caccisphaerula innominata* (Bonet). *Globotruncana* sp. *Heteroelix* sp. *Helvetoglobotruncana helvética* (Pessagno). *Loeblichella* sp. *Whiteinella archacocretacea* (Pessagno). *Marginotruncana helvética* (Bolli). *Heteroelix moremani* (Cushman). *Marginotruncana renzi*. *Loeblichella coarctata*.

También contiene macrofauna del Turoniano como: *Inoceramus* cf. *Meexicanus* (Anderson). *Inoceramus labiatus* (Schloth) y se correlaciona con la Formación Soyatal del área de Pachuca, Cuautla de la cuenca Morelos- Guerrero y Tamasopo de la plataforma Valles- San Luis Potosí..

Para la Formación Agua Nueva su depósito se efectuó en un ambiente de cuenca, con poca oxigenación y aporte de terrígenos finos.

Esta unidad encajona la mineralización en la zona de San Luis Atexcac-Chichicautla.

Formación San Felipe

Fue designada por Jeffreys L.W.(1910), describiéndola como calizas arcillosas gris verdoso, con margas y lutitas calcáreas, color verdoso con intercalaciones de lutitas bentoníticas y bentonita verde esmeralda. La localidad tipo se encuentra en el kilometro 539 de la vía del ferrocarril Tampico-San Luis Potosí, cerca de la estación San Felipe, San Luis Potosí, (Manjarrez H.P.P et al, 1989).

Los afloramientos más representativos se tienen expuestos en la esquina noroeste de la carta, al oeste de Jalcomulco, al sureste de Zacatlán, al oeste de Xaltatempa, en las inmediaciones de Xonotla. Afloran en áreas más restringidas al suroccidente y occidente de la carta, en las inmediaciones de San Diego Texmelucan, nororiente de Tepeyahualco y al oeste de San Andrés Payuca.

La unidad está constituida por una alternancia de calizas arcillosas de color gris verdoso, en estratos de 0.10 a 0.20 m con margas y lutitas bentoníticas presentando un color de verde esmeralda en paquetes de 0.10 a 0.15 m Para la Formación San Felipe, Manjarrez H. P. P. (1987), midió 380 m de espesor.

Sobreyace en contacto normal y concordante a la Formación Agua Nueva y subyace también en contacto transicional y concordante a la Formación Méndez.

Por su contenido microfaunístico que es el siguiente: *Globotruncana concavata*. *Globotruncana stuartiformis*. *Pseudotextularia elegans*. *Globotruncana lapparenti*. *Globotruncana elevata*. *Globotruncana fornicata*. *Globotruncana* sp. Se le asigna una edad del Coniaciano al Santoniano. Se correlaciona con la parte media-superior de la Formación Guzmantla de plataforma.

Su depósito corresponde a un ambiente marino- nerítico a epinerítico.

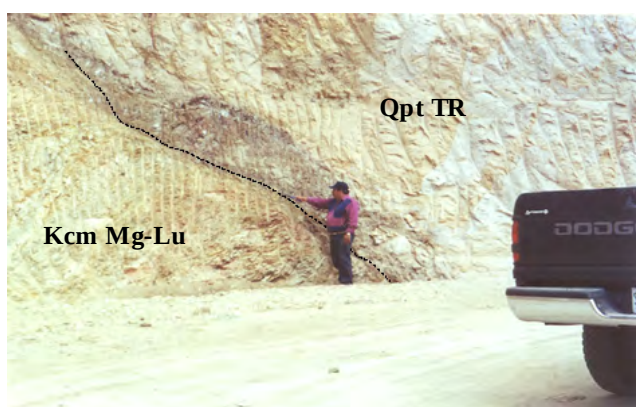
Esta unidad se puede utilizar como material de construcción.

Formación Méndez (Kcm Mg-Lu)

Jeffreys L. W. (1912), propuso el nombre de Formación Méndez para unas margas color gris verdoso, físciles. La localidad tipo se encuentra a 300 m al este de la Estación Méndez, Ver; sobre el ferrocarril Tampico-San Luis Potosí, (Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Esta unidad aflora principalmente en la esquina noroeste del área formando franjas longitudinales con rumbo NW-SE. Aflora en las inmediaciones de Tlacomulco, Rancho Viejo, La Soledad, Tenampulco, así como afloramientos de poca extensión se tienen en la parte suroeste de las inmediaciones de San Juan Atenco, en las rancherías Xaleneque y San Andrés Tepexoxuca del municipio de San Francisco Ixtacamaxtitlan y en la porción centro-oriental en las inmediaciones de Chavarrillo. Así mismo esta unidad se encuentra aflorando en la Cuenca de Zongolica.

Esta unidad está representada por un paquete de margas y lutitas, algunos horizontes de areniscas calcáreas y horizontes de bentonitas. (**Fotografía 7**). Las margas y lutitas presentan color gris verdoso y café rojizo, en capas laminares a medianas que intemperizan en color amarillento y ocre.



Fotografía 7. Afloramiento de margas y lutitas laminares de la Formación Méndez (Kcm Mg-Lu), en contacto discordante con tobas riolíticas (Qpt TR), al noroeste de Libres.

Esta unidad presenta, espesores muy irregulares, en superficie del orden de los 250 m.

Estas rocas cubren concordantemente a la Formación San Felipe. Discordantemente sobre esta secuencia descansa un grueso paquete de rocas ignimbríticas con una matriz afanítica y vítrea.

Le corresponde una edad Campaniano-Maastrichtiano, con la siguiente microfauna: *Globotruncana Stuarti* Lapparent; *Globotruncana elevata* (Brontzen); *Globotruncana contusa* (Cushman); *Globotruncana bulloides* (Vogler); *Globotruncana havanensis* (Voorwijk); *Globotruncana linneiana* (D'orbigny). Es correlacionable con las formaciones Atoyac de la cuenca de Zongolica y Cárdenas de la plataforma de Valles- San Luis Potosí.

Su fauna pelágica, así como sus características litológicas indican que esta formación se depositó en un ambiente de cuenca con aporte de terrígenos finos.

Esta unidad carece de importancia desde el punto de vista minero.

Granito-Diorita (Jc Gr-D)

La estructura ígnea del cerro Sihuatepetl (al suroriente de Zongozotla) no había sido mencionada en alguna otra referencia, esto debido a que principalmente hacia sus inmediaciones la roca se encuentra sumamente alterada. No fue sino que el C.R.M. carta Zacatlán (1997), hace referencia de estas rocas. La roca que aflora en la sierra de San Agustín fue descrita por Yañez G. C. (1982) y Manjarrez H. P. P. et al. (1989).

Estos intrusivos afloran principalmente en la esquina norponiente de la carta, en áreas muy restringidas, principalmente al sur-oriental de Zongozotla, al norte de Acateno, al norte de San Agustín Chachalzin y nororiente de Tlatlauquitepec.

El intrusivo que aflora al sur-oriental de Zongozotla, su textura es generalmente porfídica inequigranular pseudomórfica, que al alterarse presenta aspecto de roca clástica, presenta un color gris claro fresco y amarillo- rojizo al intemperismo. Presenta poco diaclasamiento y al igual que las litologías circundantes sumamente alterada en superficie.

El intrusivo de San Agustín Chachalzin megascópicamente se le observa de color claro, compacto, masivo, muy fracturado, presenta texturas fanerítica y sacaroide. (**Fotografía 8**).



Fotografía 8. Afloramiento de granito calcoalcalino del Calloviano, al suroeste de San Agustín Chachalzin

Micro-granodiorita de máficos cloritizados.- Mesgacópicamente presenta color blanco con motas verdes, estructura compacta, y textura fanerítica. Al microscopio presenta textura hipidiomórfica de grano fino, sus componentes principales son ortosa con 25-50% en forma granular formando un mosaico, oligoclasa con 25-50% en cristales laminares en diferentes tamaños formando un mosaico, cuarzo con 5-25% en forma granular relleno

espacios en el mosaico y en intercrecimiento con la ortosa, máficos alterados con 5-25% en manchones diseminados en la roca, granate con -5% como inclusiones en la plagioclasa, zircón con -5% en cristales prismáticos como oclusiones en la ortosa, como componentes secundarios contiene clorita de 5-25%, sericita -5%, en escamas, minerales arcillosos -5% alterando a la ortosa, epidota -5% en cristales como gotas diseminados y asociados a los máficos y minerales opacos -5% escasamente diseminados en el mosaico (**Muestra VE-6**)

Granito calcoalcalino cloritizado.- Megascópicamente presenta un color rosado con puntos negros, estructura compacta, y textura sacaroides la mineralogía observable son feldespatos y máficos. Al microscopio presenta microtextura microgranuda alotriomórfica. Sus componentes principales son: ortosa de 50-75% de forma granular formando un mosaico, oligoclasa de 25-50% en grandes cristales tabulares, cuarzo de 5-25% de forma granular relleno de espacios en el mosaico, máficos cloritizados de 5-25% en manchones diseminados en la roca, y esfena -5% formando manchones sobre los máficos. Como componentes secundarios se tienen: clorita con 5-25% alterando a los máficos, sericita con -5-25% alterando en escamas a las plagioclasas, calcita de 5-25% en manchones cubriendo partes de la roca, minerales arcillosos con -5% alterando a feldespatos incipientemente, y minerales opacos con -5% escasamente diseminados en la roca. Su matriz es feldespato-cuarzo y su origen es ígneo intrusivo (**Muestra VE-14**).

Las relaciones del intrusivo en Zongozotla y San Agustín Chachalzin con las rocas jurásicas son poco claras ya que en ocasiones parecen ser cortantes y otras concordantes y en la gran mayoría se encuentran enmascaradas por una alteración muy penetrativa.

El intrusivo diorítico en Zongozotla presenta similitud con las rocas cristalinas del Macizo de Teziutlán (pudiendo presentar un pilar del zócalo cristalino). Aunque no es muy clara su relación de intrusión ni desarrollo de alteración en las rocas encajonantes, se le considera como posterior a ellas, pero anteriores al jurásico superior, ya que no se pudo observar intrusionando rocas de esta edad o superior.

Al intrusivo de San Agustín Chachalzin se le determinó una edad de 163 ± 13 Ma (Jurásico medio-superior). López I.M.(1984), en Manjarrez H. P. P. et al. (1989).

El intrusivo Zongozotla, se interpreta considerando que la roca intrusionó a nivel hipabisal, a la secuencia Jurásica hacia finales de este periodo (ya que no se encontró evidencia de que corte rocas más recientes), lo cual explicaría las evidencias de hidrotermalismo en la zona, pero no así, su propia alteración, a menos que haya sufrido la región una etapa de hidrotermalismo tardío o posterior. También podría ser interpretado como parte de un pilar tectónico del zócalo cristalino, lo cual no se considera muy factible.

Por lo que respecta al intrusivo de San Agustín Chachalzin se relaciona con el magmatismo del Mesozoico lo cual refleja la posibilidad de desequilibrios tectónicos locales que originaron la emisión de magmas en zonas de debilidad del basamento.

Con respecto al aspecto minero, esta unidad puede ser utilizada como material de construcción. En el presente trabajo en el afloramiento de esta unidad que se encuentra al norte de Tlatlauquitepec, se tomaron 2 muestras (**Muestras VE- 23,24**), dando valores ligeramente anómalos en oro.

Granodiorita Chignautla- Tezompan (Kv Gd).

Estas rocas afloran en la base de la sierra de Chignautla-Tezompan, y son intrusivos de facies hipabisales.

Se encuentran expuestos en la porción noroeste de la carta, tomando su nombre de los poblados o localidades donde afloran.

El intrusivo Chignautla-Tezompan con lente de mano se le observa una textura porfídica de color rosa con cristales verdes y oscuros, intemperiza a color ocre, muy fracturado.

Los minerales observables son abundantes feldespatos potásicos. Megascópicamente presenta un color rosado con puntos verdes, con estructura compacta y textura granuda porfídica. (**Fotografía 9**).



Fotografía 9. Afloramiento de granodiorita alterada del Valanginiano, al sureste de Chignautla.

Al microscopio presenta una textura micrográfica a porfídica. Como componentes principales tiene: ortosa-sanidino con 50-75% en intercrecimiento gráfico y en cristales de forma microlítica en la matriz, oligoclasa con 5-25% en grandes fenocristales diseminados y algunos formando aglomerados, cuarzo con 5-25% en intercrecimiento con la ortosa y de forma granular relleno de espacios, biotita con 5-25% en agregados y alterándose a

clorita y con óxidos de fierro y apatito con -5% en cristales tabulares cortos como inclusiones en la plagioclasa.

Como componentes secundarios se tiene: minerales opacos con 5-25% diseminados sobre la biotita y en aglomerados muy abundantes en la roca, epidota con -5% en cristales pequeños diseminados escasamente sobre algunos manchones de biotita y minerales opacos con -5% alterando a toda la roca incipientemente. Su matriz es de feldespato-cuarzo, el origen de la roca es hipabisal clasificándose como un pórfido riolítico de biotita cloritizada. **(Muestra VE-25)**. Manjarrez H. P. P. (1989), la reporta como una granodiorita de biotita.

No se le pudo observar su relación de campo.

El intrusivo ha sido fechado por radiometría y dio una edad de 134 ± 11 Ma (Cretácico inferior). Manjarrez H. P. P. et al, (1989).

El magmatismo del Mesozoico refleja la posibilidad de disequilibrios tectónicos locales que originaron la emisión de magmas en zonas de debilidad del basamento.

El uso que se le da a la roca es principalmente para la construcción, para la obtención de arenas y en mampostería, también para revestimiento de terracerías.

Diorita (To D)

Otras rocas intrusivas ácidas afloran al suroeste cerca de la carretera México-Veracruz, en el tramo comprendido entre San Luis Atexcac y Techachalco, clasificándola como diorita alcalina.

Presenta un color gris verdoso claro y crema; megascópicamente se le observa compacta, fanerítica, de grano fino con fenocristales de feldespato y máficos. Al microscopio presenta textura holocristalina, equigranular fina e hipidiomórfica. Como componentes principales se tiene: microclina perítica y escasa oligoclasa.

Como componentes secundarios se tiene: granate, flogopita y apatita. (Yañez G.C. et al, 1982)

Se encuentra intrusionando a rocas cretácicas **(Ktss Cz-Lu)** dando lugar a zonas mineralizadas.

La datación radiométrica dio una edad de 31 ± 3.7 Ma (Yañez G.C. et al., 1982), que corresponde al Oligoceno medio. La roca se encuentra contaminada por material calórico proveniente de las calizas encajonantes.

Dentro de la región del altiplano central, se tienen pequeños apófisis graníticos que atraviesan la pila de capas mesozoicas (Cretácico), las cuales en las inmediaciones del contacto con el intrusivo sufrieron cierta marmolización y mineralización.

Esta roca desde el punto de vista minero presenta interés ya que posiblemente fue la que originó la mineralización en la zona San Luis Atexcac-Chichicautla.

Granodiorita-Pórfido dacítico (Tm Gd-PDa)

Estas rocas afloran en el sector norte y noroeste de la carta, consisten de una serie de troncos y cuerpos hipabisales de composición granodiorítica, pórfido dacítico, dioritas y microtonalitas emplazados durante el inicio del Mioceno, asociados a zonas de debilidad relacionadas a fallas, que posiblemente estén enmascaradas por la gran cantidad de acumulación de rocas volcánicas recientes, estas rocas por diferenciación magmática corresponden posiblemente a la misma cámara, ya que aunque se tiene rocas plutónicas e hipabisales, sus edades de emplazamiento son muy similares. Aunque no se tienen mucha información, estos cuerpos podrían ser parte del arco magmático laramídico que se desarrollo entre Puerto Vallarta y el Istmo de Tehuantepec.

Granodiorita de hornblenda.- Afloran al suroeste de Tepeyahualco formando un cuerpo alargado con orientación NE-SW, al nororiente de Teoloyucan formando pequeños afloramientos, también se tienen afloramientos en las inmediaciones de Tatatila y al oeste de Cuyoaco, y al oeste de Zautla. Megascópicamente se observa de color gris claro, estructura compacta, de textura granular-masiva, observándose en algunos puntos muy alterado, los minerales observados son cuarzo, micas y ferromagnesianos.

Al microscopio presenta una textura hipidiomórfica, sus componentes principales son: oligoclasa del 50-75% en grandes cristales laminares, ortosa de 25-50% de forma granular, cuarzo de 5-25% en forma granular rellenando espacios y hornblenda de 5-25% en cristales prismáticos.

Sus componentes secundarios son: sericita -5% en escamas y minerales opacos -5% en cristales en forma cúbica. Su matriz es de feldespato **(Muestra V-70)**.

Pórfdos dacíticos.- Afloran tanto en el cerro Ometepetl, como al este de la localidad de La Cañada, al sur de Pachuquilla y al noroeste y sureste del pueblo Buenavista y Cuapancingo.

El intrusivo Tepeyahualco presenta una textura porfídica que alcanza inclusive una textura equigranular un poco más gruesa. Los máficos principales son la augita y la hornblenda, acompañados en ocasiones de biotita. (Yañez G. C. et al. 1982).

Las rocas que afloran en las inmediaciones de Tatatila presentan un color gris claro, compacta, contiene fenocristales de feldespatos, cuarzo y máficos, siendo correlacionable en edad con las rocas de Tepeyahualco.

Diorita de biotita –hornblenda.- Megascópicamente presenta un color gris claro y verdoso, textura fanerítica, compacta y contiene fenocristales de feldespato, cuarzo y máficos. Al microscopio presenta una textura hipidiomórfica, sus componentes principales son: oligoclasa de 50-75% en grandes cristales, biotita-hornblenda de 25-50% en cristales hojosos, ortosa –5% en la matriz de plagioclasa, y augita diopsídica –5% en cristales prismáticos.

Como componentes secundarios se tienen: minerales opacos 5-25% en grumos sobre los ferromagnesianos, clorita –5% alterando a la biotita, calcita –5% como hilillos sobre las plagioclasas y epidota –5% en escasos cristales, su matriz es plagioclasa (**Muestra V-56**)

Microtonalita de biotita.- Megascópicamente presenta un color de rosado a claro con tintes amarillentos, estructura compacta, textura porfídica. Al microscopio presenta una textura microcristalina porfídica. Sus componentes principales son: oligoclasa de 50-75% en la matriz, cuarzo de 5-25% en material fino y biotita de 5-25% en cristales tabulares.

Como componentes secundarios se tienen: óxidos de fierro de 5-25% en grumos en toda la roca y minerales arcillosos de 5-25% alterando a la roca. Su matriz es plagioclasa-cuarzo (**Muestra V-22**).

Pórfido dacítico alterado.- Megascópicamente presenta color blanco, estructura compacta, textura porfídica granuda. Al microscopio presenta una textura microcristalina porfídica. Como componentes principales se tienen: oligoclasa de 50-75% en grandes fenocristales, cuarzo de 5-25% en microcristales y máficos alterados –5% en forma alargada.

Sus componentes secundarios son: calcita del 5-25% cubriendo a plagioclasa, minerales arcillosos de 5-25% alterando la matriz y minerales opacos de 5-25% en pequeños grumos en la matriz. Su matriz es de cuarzo-plagioclasa. (**Muestra VE-15**)

Pórfido dacítico de biotita –hornblenda.- Megascópicamente presenta un color café claro, estructura compacta, textura porfídica. Al microscopio presenta una textura microcristalina porfídica. Sus componentes principales son: oligoclasa de 50-75% en la matriz en grandes fenocristales, cuarzo de 25-50% en intercrecimiento con la plagioclasa, biotita del 5-25% en aglomerados hojosos, zircón –5% en inclusiones en los cristales de la plagioclasa y hornblenda –5% en fenocristales y alterando a la clorita.

Como componentes secundarios se tienen: minerales opacos y óxidos de 5-25% en cristales en forma cúbica y clorita –5% alterando a la biotita y hornblenda, su matriz es de plagioclasa-cuarzo. (**Muestra VE-16**)

Estos cuerpos intrusivos se presentan como batolitos, pequeños cuerpos hipabisales con características de “stocks” con fracturamiento vertical, y como una serie de apófisis, diques y sills, afectando principalmente a las unidades preterciarias.

Utilizando el método K-Ar, Ruiz S. P. (1969), determinó para un afloramiento de granodiorita de biotita en el área de Tatatila y Las Minas, una edad de 14 Ma que corresponde al Mioceno medio, Se tiene otra datación (Yañez G.C. et al., 1982) donde se obtuvo una edad de 14.5 ± 7 Ma que corresponde al Mioceno medio.

La mayoría de estas rocas guardan una estrecha relación con las alteraciones hidrotermales que existen en el área, donde destaca los distritos mineros de Tetela de Ocampo, Cuyoaco y Tatatila-Las Minas, razón por la cual se considera de interés geológico minero.

III.2.3. Cuenca de Zongolica

Formación Orizaba (Kace Cz-Do)

Viniegra O. F. et al. (1959), propusieron el nombre de Formación Orizaba a un potente cuerpo de calizas biógenas color gris claro y crema, de estratificación gruesa con frecuentes desarrollos de horizontes de calizas oolíticas y cuerpos gruesos de dolomías. La localidad tipo se ubica en la cantera del cerro Escamela, situado al noreste de Orizaba, Ver. (Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Esta unidad aflora principalmente en la porción sur, suroriente como cuerpos aislados dentro de la carta, en las inmediaciones de la Colonia Guadalupe, al oriente de La Troje; al occidente del Arenal, y en la parte noroeste de Huatusco y alrededor de Huaxcaleca

En la esquina suroeste se tienen afloramientos al sur de Santiago Tenango, al oriente de San Mateo Soltepec y al oeste de Virreyes de Juárez.

Constituida principalmente por calizas estratificadas, masivas, de color gris claro que intemperizan a color rojizo, compactas con fracturas rellenas de calcita, observándose en algunos puntos recrystalizada, clasificándola como mudstone. (**Fotografía 10**).

Olivella L. M. (1987) en la sierra de Tenextepc, en dicha localidad midió 800 m de espesor de calizas de plataforma. En el pozo Acatzingo-1 se atravesaron 1,000 m de espesor, mientras que en el pozo Lagarto- 4, se tuvieron 2,000.0 m de espesor para esta unidad. Zozaya S. R. (1982), midió aproximadamente 1,500 m (en Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Esta formación sobreyace a la Formación Tamaulipas inferior. Lateralmente cambia a facies con la formación

Tamaulipas superior y se encuentra cubierta por rocas Cuaternarias.



Fotografía 10. Calizas de color claro de la Formación Orizaba, al oeste de Tomatlán, en la ranchería de Calaquiac

Se le asigna una edad que corresponde al Albiano-Cenomaniano, con la siguiente microfauna: *Nummuloculina heimi* (Bonet), *Dicyclina schlumbergeri* Munier Chalmas; *Dyctioconus walnutensis* (Carsey); *Orbitolina* sp.; *Quinqueloculina* sp.; *Valvulina* sp.; *Triloculina*.

Se correlaciona con las formaciones El Abra, Tamaulipas superior y Tamabra.

Esta unidad se depositó en un ambiente de plataforma interna de mares muy someros, con amplia circulación, en donde las condiciones de salinidad, temperatura y oxigenación eran propicias para el desarrollo de los organismos que constituyeron estos arrecifes.

Se tienen bancos de material dentro de esta unidad y el uso que tiene es para la construcción de viviendas, como roca dimensionable y posiblemente para la elaboración de cal agrícola e hidratada.

Formación Maltrata (Kt Cz-Lu).

Bose E. (1899), en López R.E. (1979), asignó el nombre de Formación Maltrata a unas calizas arcillosas color gris oscuro, en capas delgadas a medianas, con intercalaciones de margas y lutitas gris verdoso, a las que consideró con una edad del Aptiano superior al Cretácico medio-superior, dando como localidad tipo Las Cumbres de Maltrata y Acultzingo. Posteriormente, Bonet F. (1959), basado en estudios micropaleontológicos, cambió la posición estratigráfica de esta unidad, asignándole edad Turoniano. (en Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Su distribución es restringida formando pequeños afloramientos aislados dentro de la carta. Se distribuyen en la porción sur de la carta en los alrededores de Rincón Ixtaquilitla y al oeste de San Francisco. Se tiene otro

pequeño afloramiento al sur occidente de la carta, al suroeste de San Juan Atenco.

Esta unidad está constituida por calizas compactas de color café claro, con espesores delgados a medios de 0.30 a 0.40 m, con intercalaciones muy delgadas de lutitas arenosas grises y gris verdoso con abundantes vetillas de calcita. Olivella L. M. (1987), midió un espesor de 225 m en base a perforaciones.

Cubre concordantemente a la Formación Orizaba, su relación superior no se observó en superficie.

Por la presencia de los siguientes fósiles: *Calcisphaerula innominata*; *Hedbergella delrioensis*; *Loeblichella* sp.; y *Thalminella appenninica* se le asigna una edad del Turoniano, por lo que se puede correlacionar con la Formación Agua Nueva del norte del área; así como las formaciones Cautla y Mexcala de la cuenca de Morelos.

Corresponde a un ambiente de plataforma externa con abundante aporte de material terrígeno.

Formación Guzmantla (Ktss Cz)

El nombre de Formación Guzmantla fue propuesto por Viniegra O. F. et al. (1959), para una serie de calizas gris crema y café claro de características litológicas y paleontológicas semejantes a las observadas en la Formación Orizaba del Cretácico medio; de edad Turoniano-Santoniano, aflorante en la ranchería Guzmantla, en la sierra del mismo nombre en el estado de Veracruz. (Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Esta formación se encuentra distribuida de una manera muy restringida en la parte sur de la carta en las cercanías de los poblados El Palmar, Monte Oscuro, al oeste de Chahuapan y al oriente del poblado de Guzmantla.

Constituida por una roca carbonatada de color gris claro a crema en capas con espesores medianos a gruesos que varían de 0.40 a 1.10 m. En algunas localidades se aprecian capas de calizas clásticas con algunos estratos con nódulos de pedernal. **(Fotografía 11).**

Megascópicamente presenta un color gris claro, con una estructura compacta y textura cristalina, al microscopio presenta una textura microcristalina a criptocristalina. Su componente principal es calcita-micrita con +75% como cementante y con formas oolíticas y restos de micro-organismos.

Como componente secundario se tiene minerales arcillosos con -5% en el cementante con la calcita. Su matriz de micrita, con un origen sedimentario clasificándose como una caliza bioclástica. **(Muestra VE-97).** Con respecto a su

espesor Manjarrez H.P.P. (1987), midió 400 m de espesor. En Manjarrez H.P.P. et al (1989).



Fotografía 11. Calizas de color crema, de la Formación Guzmanita, al oeste de Tepatlaxco.

Sobreyace en concordancia a la formación Orizaba; cubriéndola concordantemente, sobre esta unidad se tiene a la formación San Felipe.

Debido a la cabalgadura de Chavarrillo se tiene sobreyaciendo a la Formación Méndez.

En base a su contenido microfaunístico se le ha determinado una edad Turoniano-Santoniano, con la siguiente fauna: *Valvulina picardi*; *Heteroelix sp*; *Ammobaculites sp.*; *Textularia sp*; *Quinqueloculina sp*; *Nezzazata simplex*. Se correlaciona con las formaciones Agua Nueva, Maltrata y Cuautla.

Esta unidad se depositó en una plataforma interna, de aguas someras claras, con alta oxigenación, condiciones propicias para el desarrollo de organismo constructores de arrecifes.

En el aspecto minero estas rocas pueden servir para la elaboración de cal hidratada, para materiales de construcción y cantera.

Formación Méndez (Kcm Mg-Lu)

Esta formación se encuentra como cobertura tanto de la cuenca de la Sierra Madre Oriental, como de la cuenca de Zongolica. Ya descrita anteriormente.

III.2.4. Cuenca Tampico-Misantla

Formación Chicontepec (Tpae Ar-Lu)

Estas unidades para efectos de cartografía fueron agrupadas en una sola unidad, englobando indistintamente a las formaciones Chicontepec inferior, medio y superior.

Dumble E. T. (1918), propuso este nombre para los sedimentos tipo flysch, constituidos por lutitas y areniscas calcáreas gris verdoso, de estratificación rítmica con

intercalaciones delgadas de margas arenosas color gris oscuro, expuestas en un anticlinal de 2.5 km; ubicado al este de Chicontepec, Ver. Posteriormente, Nuttall W.L.F. (1930), la dividió en base a su contenido faunístico en formación Chicontepec inferior, medio y superior.

Se encuentran expuestas en la parte norte y noreste de la carta, aflorando en la parte noreste de Tlapacoyan, al norte de Plan de Arroyos, San Pedro Altepepan, Palmarcillo (noreste), Belisario Domínguez, Ricardo Flores Magón y Vista Hermosa.

Para Chicontepec inferior su litología consiste en una secuencia sedimentaria tipo flysch, las areniscas son de color verdoso de grano fino calcáreas y lutitas del mismo color que se presentan en forma laminar en estratos delgados suaves y deleznales con espesores que varían de 0.01 a 0.40 m por intemperismo presenta un color café amarillento. (Fotografía 12).



Fotografía 12. Afloramiento de areniscas y lutitas de la Formación Chicontepec, al sur de Misantla

Su espesor varía de 100 a 400 m. C.R.M. carta Misantla (1996). En los pozos perforados por PEMEX (Manjarrez H.P.P. et al., 1989), se cortaron 373 m en promedio de esta formación.

Por lo que respecta al Chicontepec medio se tienen areniscas de color café amarillento de grano medio a grueso, calcáreas bien cementadas, estratificadas en bancos de espesor 0.05 a 0.70 m con intercalaciones de lutitas de color café amarillento ligeramente arenosas de espesores 0.05 a 0.10 m. Manjarrez H.P.P. et al., (1989), en subsuelo se tiene espesores promedio del orden de 205 m.

Por lo que respecta al Chicontepec superior está constituida principalmente por capas de areniscas calcáreas de grano medio a grueso gris verdosa que intemperiza a color café amarillento de espesores de 0.40 a 0.80, con alternancia de lutitas arenosas de color gris que intemperizan a color amarillento en horizontes finos de 0.03 a 0.10 m. Se reportan

espesores de 150 a 200 m en promedio. Manjarrez H. P. P. et al., (1989) reportan en los pozos que cortaron esta unidad espesores promedios de 400 m.

Sobreyace en discordancia a la Formación Tamaulipas superior. El contacto superior es transicional con la Formación Aragón.

En base a la microfauna siguiente: *Globorotalia pseudomenardii* (Bolli), se. *Globorotalia pseudobulloides* (Plummer). *Chiloquibelina crinita* (Blaessner). *Globorotalia velascoensis* (Cushman). *Globigerina velascoensis* (Cushman). *Globorotalia rex* (Martin) y. *Globorotalia formosa* (Bolli), se le asigna una edad del Paleoceno al Eoceno inferior. Se correlaciona con la unidad del mismo nombre del subsuelo del distrito de Poza Rica

Los sedimentos "flysch" de esta formación, característicos de una fase orogénica, que iniciaron el relleno de una amplia zona situada al oriente de la Sierra Madre Oriental, fueron depositados en condiciones litorales o marginales.

Esta secuencia terrígena no presenta interés minero aunque en donde aflora pudiera servir como material de construcción.

Formación Aragón (Te Lu-Ar).

El nombre de esta unidad fue propuesto por Nuttall W. L. F. (1930), para designar a una secuencia de lutitas gris verdoso, que intemperizan en color amarillento. La localidad tipo se ubica en las márgenes del río La Puerta, al poniente de La Antigua, Ver., en la Ex-Hacienda de Aragón.

Aflora de forma irregular en el sector noreste de la carta, al oeste de Plan de las Hayas, al noreste de Santa Cruz Hidalgo y parte norte de Ignacio Zaragoza.

Esta unidad está constituida por lutitas de color grisáceo y en partes presentan tonos verdosos y generalmente intemperizan al amarillento, en partes se observan también unos estratos de areniscas que son de color grisáceo, constituidas por una granulometría media. El espesor va de 0.10 a 0.20 m aproximadamente, en las lutitas. Su espesor promedio es alrededor de 150 m. (C.R.M. Carta Misantla, 1996).

El contacto inferior con la Chicontepec superior, litológicamente no es notable y el superior con la Formación Guayabal, está bien marcado, pues contrastan las lutitas pardas de la Guayabal con las lutitas grises verdoso de la Formación Aragón. (C.R.M. carta Misantla 1996).

Esta formación ha sido ubicada en el Eoceno inferior, en base a la microfauna siguiente: *Aragonia aragonensis* (Nuttall); *Hantkenina mexicana* var. *Aragonensis* (Nuttall); *Globorotalia aragonensis* (Nuttall); *Hastigerina cocaenica*

var. *Aragonensis* (Nuttall). Se correlaciona con la Formación Chicontepec superior, con la que cambia de facies.

Esta unidad se depositó en aguas profundas (batiales), como lo indica las biofacies de Globorotalia.

Con relación al aspecto minero esta unidad se puede utilizar para revestimiento de terracerías.

Formación Guayabal (Te Ar-Lu).

Inicialmente fue descrita por Adkins W. S. (1925), en un informe inédito, publicado por Cole W. S. (1927), en el Boletín Americano de Paleontología, para unas lutitas suaves, color gris y café por intemperismo, aflorantes en Guayabal, municipio de Tancoco, Ver.

Aflora en la parte noreste de la carta, en las cercanías del municipio de Misantla, Ver.

Consiste esencialmente de lutitas de color gris, intemperizando en tonos gris, café amarillento, habiendo también intercalaciones de areniscas.

Los espesores son variados, que van de 0.05 a 0.50 m. Presentan espesores de hasta 100 m promedio.

Los contactos superior e inferior están bien marcados litológicamente, sus sedimentos arcillosos contrastan claramente con los areno-conglomeráticos de la Formación Chapopote, del Eoceno superior, que la sobreyace y con las lutitas y areniscas de las formaciones Aragón y Chicontepec que la subyacen.

La edad de esta unidad es Eoceno medio, con la siguiente microfauna: *Globorotalia leheneri* (Cushman y Jarvis); *Truncorotaloides*, (Rohri Brönniman y Bermúdez); *Eponides quayabalensis* (Cole); *Globigerina topilensis* (Cushman). Se correlaciona con la formación del mismo nombre, del subsuelo del distrito Poza Rica.

Su depósito se efectuó en mares someros y tranquilos, con aportes cíclicos de terrígenos.

Por su litología que presenta, esta unidad no es muy importante en el aspecto minero.

Formación Chapopote (Te Ar-Cgp)

El nombre de esta formación fue asignado por Cole W. S. (1927), para un paquete de margas color gris verdoso que intemperizan en color crema, que ocasionalmente hacia la cima presentan areniscas calcáreas de grano fino en capas de 0.01 a 0.05 m, aflorantes en el banco norte del río Tuxpan, en la población de Chapopote, Ver, en el cruce de la carretera Alamo-Potrero del Llano, Ver.

Aflora en la parte nororiente de la carta, al sureste del municipio de Misantla, en forma irregular hasta el poblado Laguna de Farfán y Calabocho.

Litológicamente está constituida de areniscas conglomeráticas y lutitas. Los horizontes de areniscas conglomeráticas son de color grisáceo verdoso que intemperizan al amarillento, constituidas por una granulometría media; los constituyentes son de cuarzo y probables feldespatos ya alterados al color crema (3 mm de tamaño), y los de mayor tamaño (6 cm), son de caliza, arenisca, pedernal, todos de forma redondeada y subarredondeada, cementados por una matriz arcillosa. Las lutitas son de color gris verdoso que intemperizan al amarillento, son de material fino, generalmente se presentan en forma laminar. Espesores van de hasta 1 m para las areniscas y 0.5 mm a 1 cm para las lutitas. En los pozos Martínez de la Torre-1 y Vega de Alatorre, se atravesaron 460 y 430 m de espesor, respectivamente.

Sobreyace concordantemente a la formación Guayabal del Eoceno medio, subyaciendo de igual manera a la formación Palma Real.

La edad de esta formación es Eoceno superior, en base a la microfauna siguiente: *Globorotalia cocoensis* (Cushman); *Globigerina centralis* (Cushman y Bermúdez); *Globigerina linaperta* (Finlay). Se correlaciona con la formación del mismo nombre del subsuelo del Distrito Poza Rica; así como con la formación Tantoyuca, con la que contemporáneamente cambia de facies.

La predominancia de arcillas, sugiere que su depósito se efectuó en mares tranquilos con aporte de terrígenos finos.

Con relación al aspecto minero, esta unidad no presenta condiciones interesantes, aunque se pudiera emplear para revestimiento de caminos de terracerías.

Formación Horcones (To Lu-Cgo)

Grindale T. F. (1933), la describió por primera vez en un reporte inédito, posteriormente, Salas G. P. (1949), publicó en el "Bulletin American Assoc. Petrol. Geol. 33 (8)", un trabajo donde describe a esta formación constituida por margas de color gris que intemperizan en color café a crema, frecuentemente presentan intercalaciones de areniscas de grano fino y ocasionalmente capas de ceniza volcánica. Su localidad tipo se ubica en el arroyo que cruza el camino entre el Potrero del Llano y Tlacolula, Ver, a unos 2.2 Km al oeste del poblado de Horcones, Ver. (en Manjarrez H.P.P. et al, 1989).

Aflora irregularmente en pequeñas porciones al nororiente de la carta, parte noroeste y sureste del municipio de Colipa.

Esta unidad la constituyen lutitas y areniscas conglomeráticas de tonos grises claros, mismos que intemperizan a tonos amarillos claros y cremas. Los horizontes de lutitas están fuertemente fracturados por lo que la estratificación en si, es burda. Las areniscas son conglomeráticas con un cementante calcáreo de grano fino y en ocasiones de grano grueso con espesores de 50 cm aproximados. En el subsuelo presenta espesores variables ya que en los pozos Blanca Espuma-1, Actopan-3 y Plan de Las Hayas, se atravesaron 80,480 y 180 m de espesor, respectivamente.

Su contacto inferior es concordante con la Formación Chapopote y subyace en forma concordante a la Formación Palma Real.

Le corresponde una edad de Oligoceno inferior, con la siguiente microfauna: *Lepidocyclina favosa* (Cushman); *Rotaliatina mexicana* (Cushman); *Textularia cocaena* Gumbel.

Esta unidad se depositó en aguas someras, cercanas a la costa, con aporte de material detrítico, producto de la erosión de rocas más antiguas adyacentes a la costa.

Con relación al aspecto minero esta unidad carece de importancia.

Formación Palma Real (To Lu-Ar)

Villatoro J. A. (1932), definió con este nombre a una unidad cuya litología es variable, ya que su depósito depende de la proximidad de la línea de costa, constituida por lutitas suaves color gris ligeramente arenosas, con escasas intercalaciones de areniscas, de grano fino. Ocasionalmente presenta calizas coralinas, su localidad tipo se encuentra en la Hacienda de Palma Real, Arroyo de Cal, en el cruce del camino entre Potrero del Llano y Temapache, Ver.

Aflora principalmente en el extremo nororiente de la carta en un área muy restringida, al oriente y noroeste de Colipa, Ver.

Litológicamente consiste de lutitas de color gris verdoso ligeramente arenosa, suave muy deleznable con delgadas intercalaciones de arenisca gris a café claro en capas delgadas, muy fracturada, su espesor oscila entre los 50 y 100 m. (**Fotografía 13**).

Sobreyace concordantemente a la Formación Horcones y subyace en forma discordante a mesas de rocas basálticas y andesíticas.

A esta formación se le considera del Oligoceno inferior y medio. Se correlaciona con la Formación La Laja, de la cuenca de Veracruz.

Su depósito se efectuó en un medio nerítico externo a batial superior.



Fotografía 13. Afloramiento de lutitas y areniscas de la Formación Palma Real, al norte de Colipa.

Con relación a aspecto minero, esta unidad no presenta interés minero.

Diorita-Tonalita (Tm D-Tn)

Al noreste de la carta, en la cuenca Tampico-Misantla, afloran cuerpos intrusivos hipabisales en forma de troncos y diques que se emplazaron a lo largo de zonas de debilidad. Afloran en las cercanías de los pueblos Tenochtitlán y Colorado, así como al noroeste de la localidad La Sombra, al este del poblado de Plan de las Hayas, Ver.

De composición que varían de diorítica, tonalítica, sienítica, monzonítica, andesítica y riolítica siendo estos diques no cartografiados. Megascópicamente presenta colores de gris a gris verdoso, masivo con textura fanerítica con disseminación de sulfuros de cobre y hierro. Al microscopio presenta textura hipidiomorfa, sus componentes principales son: oligoclasa, andesina y calcedonia. Como componentes secundarios son: gránate, tremolita, actinolita, epidota, sericita, clorita, calcita, hematita y minerales arcillosos. (C.R.M. Carta Misantla, 1996). Están afectando a las rocas terciarias terrígenas de la Cuenca Tampico-Misantla.

A estos intrusivos se les estima una edad Oligoceno-Mioceno (C.R.M. Carta Misantla, 1996).

Estas rocas son muy importantes por ser contenedoras de mineralización de interés económico.

III.2.5. Cuenca de Veracruz

Formación Velasco Basal (Tpa Lu-Mg).

El nombre de formación Velasco Basal fue utilizado por Cushman J. A. et al, (1924), definiéndola como "un cuerpo

esencialmente arcilloso con variaciones margosas, cuya coloración varía del café rojizo en su parte inferior hasta el gris verdoso en su parte superior". Su localidad tipo se ubica en la Estación Velasco, del Ferrocarril Valles-San Luis Potosí.

Se localiza en la porción centro sur de la carta, al suroriente de Tuzamapan, presentándose en forma alargada.

Está conformada por lutitas de color gris verdoso y café rojizo con intercalaciones de margas del mismo color, con intercalaciones esporádicas de areniscas laminares. En el pozo Actopan-1, se cortó un espesor de 62 m mientras que en los pozos Martínez de la Torre-1 y Tlapacoyan-1A, se atravesaron 86 y 98 m de espesor, respectivamente.

Esta formación sobreyace concordantemente a la Formación Méndez, sin observarse su contacto superior en superficie. Le corresponde una edad del Paleoceno inferior, de acuerdo con la siguiente microfauna: *Globorotalia velascoensis* (Cushman); *globorotalia oclusa* (D'Orbigny); *Globorotalia trinidadensis* (Bolli); *Globorotalia compresa* (Plummer). Se correlaciona con la formación del mismo nombre del subsuelo del distrito Poza Rica.

Su depósito se efectuó en medios neríticos y batiales, en aguas de baja salinidad y temperatura constante.

Con relación al aspecto minero esta unidad no presenta interés sin embargo se pudiera emplear para gravas y arenas.

Formación Concepción (Tm Ar-Cgo).

Nájera H. et. al. (1965), definen a esta unidad constituida litológicamente por lutitas color gris y gris verde, más o menos arenosas con intercalaciones de areniscas,. (Manjarrez H.P.P. et al., 1989).

Aflora al sureste de la carta, parte norte de Emiliano Zapata, en Plan del Río y al oeste de Chicoasen respectivamente.

Constituida principalmente por conglomerados con fragmentos calcáreos del tamaño de 0.05 a 0.30 m, con fragmentos de pedernal empacados en un material arcillocalcáreo y capas irregulares de areniscas mal cementadas. (**Fotografía 14**).

En los pozos Alta Luz-1, Antón Lizardo-1 y Arellano-1, se midió 500, 370 y 431 m de espesor respectivamente.

Sobreyace en discordancia a la Formación Horcones, estando cubierta discordantemente por material reciente como son caliche o material de travertino.

A esta formación se le ha asignado una edad correspondiente al Mioceno con la siguiente microfauna: Planctónicos: *Turborotalia mayeri* (Cushman y Ellisot). *Globoquadrina*

altispira altispira (Cushman y Jarvis). *Globovalvula foehli* lobata. Bentónicos: *Lenticulina americana* (Cushman). *Bolivina* - *Uvigerina* (Cushman). Se correlaciona con la Formación Tuxpan de la cuenca Tampico-Misantla.



Fotografía 14. Areniscas y conglomerados oligomícticos de la Formación Concepción, en la comunidad de Plan del Río.

Su depósito se efectuó en un ambiente nerítico externo-batial superior.

Con relación al aspecto minero esta unidad no tiene importancia minera.

III.2.6. Eje Neovolcánico

III.2.6.a. Campo Volcánico Los Humeros-Acocolco

Vulcanismo precaldera.- Este evento volcánico se edificó sobre las tobas riolíticas denominadas Ixtacamaxtitlán (**Tm TR**) y las andesitas Teziutlán (**Tpl A-Da**)

Toba riolítica Ixtacamaxtitlán (Tm TR)

Carrasco N. G. et al. (1997), llama brecha Ixtacamaxtitlán a una secuencia piroclástica soldada, perfectamente estratificada compuesta por sus respectivos miembros superior e inferior. Se trata de una ignimbrita riolítica brechoide cuyos fragmentos andesíticos y basálticos le caracterizan notoriamente.

Esta unidad se extiende sobre el extremo oeste centro- norte del área, aflorando en las inmediaciones de San Francisco Ixtacamaxtitlán, en la ribera norte del río Apulco, Santa María Sotoltepec, San José y Tuligtic.

Esta roca aflora denotando un aspecto piroclástico lítico, algunos horizontes tobáceos ricos en pómez se emplazaron interestratificados, generalmente cuantiosos clastos escasamente clasificados de basaltos, andesitas y dacitas así como clastos de pómez quedaron soldados dentro de la ignimbrita. Otros depósitos de color blanco y rosáceos también son comunes.

Estratigráficamente estas tobas descansan sobre las formaciones del Jurásico superior y Cretácico de la (Tamaulipas inferior) y subyacen a las rocas andesíticas Teziutlán. No tienen rocas más jóvenes que le sobreyacen de modo que se les puede ubicar en el Terciario superior. Robin C. (1975), fechó algunas riolitas miocénicas alrededor de Tenango, Hgo.

El aspecto económico de esta roca es importante pues se le aprovecha como material para revestimiento de terracerías y caminos rurales, al norte de Santa María Sotoltepec también se aprovecha una zona caolinizada.

Andesita Teziutlán (Tpl A-Da)

Descritas por vez primera por Yañez G. C. et al., (1982), quienes la denominan Formación Teziutlán, cuyos afloramientos son constituidos esencialmente por andesitas y en menor grado por basaltos, cubriendo una extensión considerable, entre las sierras altas sobre las cuales se encuentran los volcanes Cofre de Perote, Pico de Orizaba, sierra Negra, sierra de Tlaxco y La Malinche, así como el cerro Buenavista.

Estas rocas se distribuyen mayoritariamente en la sierra de Tlaxco entre las localidades Los Pinos, Minillas y Guadalupe Mexcaltepec, sobre el extremo occidental del área estudiada.

En el Parque Nacional Pico de Orizaba estas rocas afloran en Las inmediaciones de Nueva Vaquería, Calchahualco, cerro las Cumbres y más al norte en Loma Bonita, Ixhuacán de los Reyes, Xico y la porción oriental del Cofre de Perote y el cerro Las Lajas.

Sus afloramientos más septentrionales se ubican entre Las Vigas de Ramírez, Piedra Parada y Tlacolulan, Ver.

Así mismo esta unidad se encuentra aflorando en los campos volcánicos de La Malinche y Citlaltepetl-Cofre de Perote.

Esta unidad litoestratigráfica es constituida por andesitas caracterizadas por su alto contenido de plagioclasas.

(Fotografía 15)

Andesita porfídica de oxihornblenda.- Megascópicamente presenta un color gris rojizo claro, estructura compacta, textura afanítica. Al microscopio presenta una textura microcristalina porfídica, sus componentes principales son: oligoclasa-andesina 50-75% en microlitos formando la matriz y la roca, oxihornblenda-biotita 5-25% en fenocristales prismáticos alterados y sanidino -5% en microlitos en la matriz con la plagioclasa. Sus componentes secundarios son: clorita 5-25% en manchones alterando a la roca, óxidos de hierro 5-25% alterando por los bordes a los ferromagnesianos y epidota -5% alterando a algunos ferromagnesianos. Su matriz es plagioclasa. (**Muestra VE-58**)



Fotografía 15. Andesitas Teziutlán, aflorando al noroeste de Metlapalapa, en la porción oriental del Cofre de Perote.

Andesita porfídica piroxénica.- Megascópicamente presenta un color gris oscuro con puntos blancos, estructura compacta, textura afanítica. Al microscopio presenta una textura microlítica porfídica, sus componentes principales son: oligoclasa-andesina 50-75% en microlitos formando a la roca, piroxenos alterados 5-25% en pequeños cristales, vidrio -5% en la matriz con los microlitos de plagioclasas y sanidino-5% en microlitos con la plagioclasa en la matriz. Como componentes secundarios: minerales opacos 5-25% en la matriz y diseminados y minerales arcillosos -5% alterando a la roca. Su matriz es de plagioclasa. **(Muestras VE-59,93,94,96)**

Andesita porfídica de augita.- Megascópicamente presenta un color gris rojizo, estructura compacta y textura porfídica. Al microscopio presenta una textura microlítica porfídica, sus componentes principales son: oligoclasa -andesina 50-75% en microlitos y fenocristales, augita-augita diopsídica 5-25% en cristales prismáticos, sanidino -5% en fenocristales

diseminados, máficos alterados -5% y vidrio-5% en la matriz con la plagioclasa. Como componentes secundarios se tienen: óxidos de hierro 5-25% en hilillos diseminados y minerales arcillosos -5% alterando a la roca. Su matriz es plagioclasa-vidrio. **(Muestra VE-71)**

Riodacita porfídica de hornblenda.- Megascópicamente presenta un color beige claro, estructura compacta y textura fanerítica. Al microscopio presenta una textura microcristalina porfídica, sus componentes principales son: feldespato 50-75% en la matriz con cuarzo, oligoclasa 25-50% en fenocristales con intercrecimiento con el cuarzo, hornblenda 5-25% en fenocristales carcomidos en la roca y cuarzo 5-25% en cristales finos y en intercrecimiento con la plagioclasa. Como componentes secundarios se tienen: minerales opacos 5-25% en grumos y en cristales de forma cúbica y sericita -5% alterando a la plagioclasa. Su matriz es de feldespato-cuarzo. **(Muestra VE-91)**

Toba vítrea de composición andesítica.- Megascópicamente presenta un color negro brillante, estructura compacta fluidal y textura afanítica concoidea. Al microscopio presenta una textura hialina fluidal. Sus componentes principales son: vidrio 25-50% en manera fluidal, plagioclasa-fragmentos de roca 5-25% en clastos subangulosos, biotita -5% en cristales hojosos alargados diseminados. Como componentes secundarios se tienen: minerales arcillosos -5% por desvitrificación del vidrio y óxidos de hierro -5% en las franjas del vidrio. Su matriz es vidrio **(Muestra VE-95).**

Estas rocas descansan discordantemente sobre los sedimentos mesozoicos del Jurásico y Cretácico, así como sobre el intrusivo granodiorítico del área de Tatatila y Las Minas. Por otra parte son sobreyacidas por una numerosa cantidad de unidades litoestratigráficas volcánicas y sedimentarias cuaternarias, mismas que cubren una considerable superficie de la carta.

Tomando en cuenta estas relaciones estratigráficas y considerando el fechamiento radiométrico por K-Ar en una andesita porfídica de augita procedente de un afloramiento en el poblado Juan Marcos a 10 km al sureste de Altotonga que dio una edad de 5 ± 0.7 Ma (Ruiz S. P., 1965), consideramos esta unidad del Plioceno medio.

En cuanto al aspecto económico de esta unidad volcánica, se puede mencionar que en Piedra Parada, cerca del distrito de Tatatila y Las Minas, hay explotación gambusina en forma intermitente de cristal de cuarzo amatista, aprovecha un relleno de fisuras en la roca andesítica, estas probablemente hayan ocurrido durante un evento epitermal tardío al emplazamiento de estas lavas.

Otra aplicación comercial es que los lugareños aprovechan esta roca como material de construcción de mampostería así como otros agregados pétreos, como rellenos y recubrimientos de caminos.

Evento precaldera.- En este evento volcánico se tienen las siguientes unidades: riolitas y tobas dacíticas (**Tpl R-TDa**), riolitas (**Tpl R**) y basaltos y tobas basálticas (**Tpl Qpt B-TB**)

Riolita y toba dacítica (Tpl R-TDa)

Sobre el extremo noroeste de la carta aflora un importante paquete de rocas ignimbríticas caracterizadas por una matriz vítrea y afanítica que conforman la mesa volcánica de Zacatlán.

Este depósito de flujo piroclástico se distribuye y aflora alrededor del pueblo de Zacatlán, desde Tomatlán hasta Jicolapa y sus alrededores.

Dacita alterada.- Megascópicamente es de color beige claro, con estructura compacta y textura afanítica con vesículas, presentando óxidos de hierro. Microscópicamente presenta una textura micro-cristalina, sus componentes principales son plagioclasas alteradas con un 50–75% en grandes cristales alterados que forman la matriz de la roca; biotita de 5–25% en cristales deshojados y raídos diseminados en la roca. Como componentes secundarios se tiene sericita de 5–25% en escamas alterando a toda la roca, óxidos de hierro de 5–25% que alteran a la biotita y en manchones alterando a toda la roca, calcita con un 5–25% en manchones cubriendo a las plagioclasas, granate con ~5% en manchones alterando a la roca. Siendo su matriz plagioclasa, (**Muestra VE-1**).

Este paquete piroclástico sobreyace discordantemente a las formaciones Tamaulipas superior, San Felipe, Agua Nueva y Méndez y del mismo modo es sobreyacido por derrames fisurales de composición basáltica de probable edad Pliocénica (basaltos de Metzquitlán, serie Atotonilco El Grande) (Geyne A.R. et al., 1963).

De acuerdo a estas relaciones estratigráficas y tomando en cuenta una fecha K-Ar que ubica a estas lavas ácidas en el Mioceno (Robín C., 1975), suponemos una edad Mioceno superior para esta secuencia.

Con relación al aspecto minero esta unidad no tiene importancia geológico-minera.

Riolita San Miguel Tenango (Tpl R)

El Consejo de Recursos Minerales (carta Zacatlán 1997), clasificó como cuello volcánico de composición riolítica a una estructura circular de 2 km de diámetro en cuyos bordes es posible apreciar una relación intrusiva con respecto a las rocas mesozoicas encajonantes.

Se trata de un domo riolítico que exhibe sus afloramientos exclusivamente en el área de San Miguel Tenango a 4.5 km al sureste de Zacatlán, Pue. Aunque pequeño este es

importante desde la perspectiva de las manifestaciones de mineralización. Aquí se observa una roca riolítica de textura afanítica.

El domo se observa intrusionando a las rocas flyshoides jurásicas y cretácicas y dados su semejanza litológica con otras rocas volcánicas más jóvenes se le propuso un rango estratigráfico Neógeno. (Terciario superior, C.R.M. carta Zacatlán, 1997).

Con respecto a yacimientos minerales (C.R.M. carta Zacatlán 1997) señalan a este domo como promotor de mineralización en La Planilla donde observaron una serie de brechas y fracturamientos conductores de fluidos mineralizantes donde precipitó cuarzo muy fino en drusas con óxidos de Fe y Mn con evidencias características de una zona de ebullición dentro de ambiente subvolcánico superficial como en Potlaixco (dentro del cuerpo ígneo).

Basaltos y tobas basálticas El Seco (TplQpt B-TB)

Yañez G.C. et al. (1982), denominaron como rocas volcánicas básicas a ciertos basaltos de olivino y de piroxenos típicos de los estratovolcanes y de cono de escoria emplazados en la franja volcánica de San Salvador El Seco.

Esta unidad volcánica se le observa distribuida esencialmente aflorando en el cerro El Brujo y en los xalapascos de Aljojuca, San Miguel Tecuitlapa, La Hacienda y Hoyo Grande, así como en el cráter de la laguna de Alchichica (Yañez G.C. et al., 1982).

En general los afloramientos de esta unidad se caracterizan por conformarse de una mezcla de depósitos piroclásticos de composición basáltica, tobas finas y brechas volcánicas. Las tobas exhiben una textura piroclástica y se disponen en delgados horizontes bien estratificados escasamente piroconsolidados. Numerosos fragmentos angulosos de basaltos y de escoria son embebidos en una matriz de ceniza gruesa constituyendo los depósitos brechosos.

Yañez G. C. et al. (1982), . (1978), y menciona las características petrográficas de los basaltos de olivino y piroxenos de la laguna de Alchichica como rocas de color negro a gris, una textura vesicular, porfirítica y holocristalinas en matriz ofítica con escasos fenocristales de labradorita, bitownita, vidrio intermedio y microcristales de olivino, pigeonita y magnetita en una matriz de microlitos de clinopiroxenos y plagioclasas cálcicas.

Un fechamiento radiométrico reportó una edad de 2.8 ± 0.3 Ma. Yañez G. C. et al. (1982) nos permitió estimarle un rango estratigráfico desde el Plioceno superior y tomando en cuenta que otras rocas basálticas de esta franja volcánica también han sido correlacionadas con las coladas y erupciones de la caldera de Los Humeros, creemos que la cima de esta unidad se ubique dentro del Pleistoceno medio.

En cuanto al aprovechamiento económico de estas rocas, podemos mencionar la importancia de algunos bancos de roca situados en el cerro El Brujo, cuya cantera es empleada para el tallado de utensilios domésticos rudimentarios (huilanches y molcajetes) así como esculturas artesanales de ornato.

Evento caldera.- es en el Pleistoceno cuando da inicio la extrusión y colapsamiento de la caldera Los Humeros manifestada por magmas félsicos a manera de domos, ignimbritas y una variedad de diatremas y cráteres axalapascos.

Ignimbrita Xáltipan (Qpt Ig)

Yañez G. C. et al, (1982), asignaron el nombre de ignimbrita Xáltipan a una serie de derrames ignimbríticos localizados principalmente en la periferia norte de la caldera Los Humeros. Como localidad tipo se consideró al poblado de Xáltipan que ocupa el centro del área donde aflora esta roca, es además el mayor banco de material de la zona.

Esta ignimbrita fue cartografiada al sur del poblado Xáltipan entre las localidades de Texaxapa y Morelos, así como al sur de Perote, en el arroyo de Tenex-tepec que rodea la sierrita del mismo nombre.

En los afloramientos de Xáltipan se observan más de 30 m de espesor de un flujo piroclástico ignimbrítico de coloración rosácea y violácea oscura, textura piroclástica y porfídica densamente soldada, esferulitas, fragmentos líticos gruesos de pómez colapsada, así como otros líticos espumosos máficos.

Mientras que al microscopio Yañez G. C. et al. (1982), observó esquirlas (shards) desvitrificadas en fibras radiales de feldespatos alcalinos y cristobalita en textura axiolítica, rodeadas de vidrio félsico y minerales opacos. Los fragmentos líticos observables son de la misma composición que la ignimbrita.

Esta ignimbrita ha sido interpretada como resultado de fusión siálica (Yañez G. C. et al., 1982), y Romero R. F. (1984), le estima un volumen extruído de 180 km³, lo que provocó el colapso de un área de 21 x 15 km para formar la caldera de Los Humeros.

Una datación da 0.56 ± 0.21 Ma, sin embargo podemos suponer que la edad de esta roca no sea tan joven, pues fechamientos en rocas sobreyacentes dan edades mayores.

En Xáltipan la roca es empleada como mampostería, aunque en ciertos bancos son labrados a mano bloques dimensionados así como un quebrado para grava gruesa. En el presente trabajo se colectaron dos muestras para corte (**Muestras VE-27, 28**), con excelentes resultados.

Piroclásticos riolíticos (Qpt PcR)

Reyes C. M. (1979), denomina "sedimentos piroclásticos riolíticos" a una secuencia de depósitos tobáceos finos, cenizas pumicíticas y otros depósitos freatomagmáticos arenoarcillosos. Son cuerpos irregulares sin estructura aparente, de un material ácido que incluye fragmentos de rocas riolíticas, pómez, obsidiana y roca vítrea perlítica.

El afloramiento principal de estos depósitos se encuentra en el cerro Pinto, en los cerros Las Derrumbadas y en los xalapascos: La Preciosa, Quechulác, laguna de Alchichica, cerro Xalapasco, así como en ciertas prominencias al oriente de Oriental y al sur de la localidad Jalapasco.

En el cerro Pinto se aprecia un cuerpo grueso de depósitos piroclásticos perlíticos en estructuras de flujos de nubes rasantes sobreyaciendo una capa de material vulcanodetrítico soportado por una toba riolítica que empaca diversos fragmentos de ignimbritas riolíticas y dacíticas así como líticos de pómez y otras rocas lávicas félsicas.

En la laguna de Quechulác afloran numerosos horizontes de depósitos de nube rasante de un material de arena gruesa, gravillas y gravas así como bloques balísticos y megacantos empacados en un tefra riolítico areno-limoso.

Estratigráficamente estos depósitos descansan tanto sobre rocas cretácicas como sobre rocas andesíticas y basálticas terciarias, de manera discordante subyacen bajo las coladas basálticas propias de la actividad caldérica.

Así pueden ser consideradas emplazadas contemporáneamente al desarrollo de la caldera y de la extrusión de los domos dacíticos durante el Pleistoceno.

La utilidad económica de este material se refleja en la explotación del vidrio perlítico en la mina del Cerro Pinto en donde se extraen 30,000 toneladas de perlita anualmente.

Dacitia-riolita (Qpt Da-R)

Descritos primeramente por Yañez G. C. et al. (1982), con el nombre de "riolita Oyameles" para denominar a una serie de rocas de composición riolítica que conforman domos, derrames esferulíticos, vitrófidos riolíticos, traquíticos y riodacíticos, así como tobas riolíticas, y toma como localidad tipo al cerro del mismo nombre, que constituye el límite oeste de la caldera Los Humeros.

Los afloramientos más importantes de estos domos son: El cerro Pizarro, el cerro Las Águilas y el cerro Oyameles, sin embargo ciertos domos más pequeños representan el núcleo de otros cerros como El Jalapasco, El cerro Pinto y Las Derrumbadas no aparecen mapeados por encontrarse cubiertos por extensos depósitos piroclásticos perlíticos.

Los afloramientos denotan cierta viscosidad y la fluidez del magma riódacítico a veces ciertamente hipabisal al sur del cerro Pizarro que varía a una composición riolítica sobre la cara norte de dicho cerro, así como una notoria foliación de flujo subvertical y cierta abundancia de lentes de obsidiana fluidal. En el cerro Oyameles se observan derrames de riolita esferulítica.

Yañez G. C. et al., (1982), describen al microscopio una roca entre andesítica, dacítica y riódacítica correspondiente al cerro Pizarro con texturas criptocristalinas y porfíricas con matriz microlítica.

Los microlitos son de plagioclasa sódico-cálcica circundados por plagioclasas y feldespato alcalinos y oxihornblenda, a veces se observan hiperstena, augita, magnetita y cuarzo.

Megascópicamente la muestra presenta color rojizo claro con estructura compacta y textura afanítica con escasos fenocristales, al microscopio presenta una textura microlítica porfídica. Como componentes principales se tiene: oligoclasa-andesina con 50-75% en microlitos y en escasos fenocristales formando aglomerados, sanidino con 25-50% en la matriz con microlitos de plagioclasa en escasos fenocristales y máficos alterados con 5-25% en forma prismática totalmente alterados a minerales opacos y epidotizados. Como componentes secundarios se tiene: sericita con 5-25% en escamas cubriendo a los fenocristales de plagioclasa, epidota con 5-25% en cristales fibrosos sobre los máficos y en cristales diseminados en la roca, minerales opacos con 5-25% alterando a los máficos y en cristales de forma cúbica en la roca y calcita con -5% en manchones diseminados en la roca. Su matriz es de feldespato, el origen es ígneo extrusivo y su clasificación es de traquiandesita porfídica alterada (**Muestra VE-89**).

Los fechamientos radiométricos en esta unidad arrojan edades de 1.0 ± 0.2 Ma tanto en los domos del cerro Pizarro como del cerro Oyameles, aunque una muestra del domo en Las Derrumbadas se fechó en 0.32 ± 0.1 Ma ubicando a estas rocas en el Pleistoceno.

Con relación al aspecto minero esta unidad se pudiera utilizar para materiales de construcción como son gravas, arenas y canteras para mampostería.

Evento post-caldera.- consiste de una serie de derrames de basaltos (**Qpt B**), y derrames de composición andesítica y basáltica (**Qpt A-B**), acompañados por emisiones de cenizas de composición básica y erupciones de pómez y otros agregados pumicíticos (**Qpt Pu**), lahares (**Qpt Lh**) y por último depósitos piroclásticos de tobas riolíticas (**Qpt TR**)

Basalto de la Caldera (Qpt B)

Yañez G. C. et al, (1982) denominaron Formación San Antonio, y Tenamastepec a una serie de derrames de

composición basáltica y andesítica de origen post-caldéricos, a ciertos basaltos de olivino y piroxenos en estratovolcanes de derrames y abundantes conos de escoria de la franja volcánica de San Salvador y a los basaltos escoráceos de olivino, andesitas y dacitas acompañados por emisiones de cenizas de composición basáltica típicos de la zona sur de la caldera de Los Humeros ,y a otras rocas andesito-basálticas de la caldera de Moztaloya.

Romero R. F. (1984) considera a estas rocas como contemporáneas al segundo ciclo de actividad caldérica, y también quedarían enmarcadas en esta unidad.

La distribución de estas coladas se extiende desde el centro de la caldera Los Humeros cuyos centros emisores emplazados alrededor del anillo central interno son los cerros San Antonio, La Viola, Sotoltepec, Cordón Vigía Alta, Teziutlán, San Juan Xiutetelco y Jalacingo.

Otros afloramientos son: un derrame al noroeste del poblado La Gloria que como el flujo Tepeyahualco alcanzaron más de 15 km fuera de la caldera, así como en Frijol Colorado.

Un derrame fisural ocurre alrededor de Las Derrumbadas. Igualmente surgieron en la zona de Guadalupe Victoria numerosos conos de escoria, que son correlacionables con los afloramientos de la laguna de Alchichica y de un volcancito más al norte de la misma.

Del mismo modo se observan en El Limón-Totalco. Así mismo esta unidad se encuentra aflorando en los campos volcánicos de La Malinche y en el Citlaltépetl-Cofre de Perote. (**Fotografía 16**).



Fotografía 16. Impactos balísticos en rocas básicas que evidencian una nube rasante, en la laguna de Achichica

Por lo general estos afloramientos son constituidos por derrames de composición basáltica y andesítica, los de composición basáltica contienen una serie de estructuras vesiculares, así como notorios fenocristales de olivino y plagioclasas alteradas, aspectos escoráceos son comunes

aunque otros flujos masivos se observan en la base de este material.

Megascópicamente la roca presenta color negro con escasas motas blancas y textura afanítica vesicular, al microscopio presenta texturas microlítica y afítica. Los componentes principales son: plagioclasa cálcica con 50-75% en microlitos formando la matriz en escasos fenocristales, clinopiroxenos y olivino con 25-50% en fenocristales, piroxenos con 5-25% en fenocristales formando aglomerados en la roca y vidrio con 5-25% en la matriz junto con la plagioclasa.

Como componentes secundarios se tiene: óxidos de fierro con 5-25% en manchones en la matriz alterando a la roca, minerales opacos con -5% en pequeños cristales como oclusiones en los clinopiroxenos y clorita con -5% en pequeños cristales en la matriz.

Como matriz se tiene plagioclasa-vidrio de origen ígneo extrusivo, se clasificó como de basalto de augita (**Muestra VE-26**) y basalto de clinopiroxeno (**Muestra VE-74**).

Los derrames de esta unidad sobreyacen a la riolita Oyameles y son sobreyacidos localmente por los lahares de Las Derrumbadas y los sedimentos lacustres contando con un espesor máximo de 300 m. Además algunas cenizas negras descansan sobre los depósitos de pómez.

Tomando en cuenta estas relaciones y algunos fechamientos radiométricos de 1.1 ± 0.4 Ma., (Formación San Antonio), 0.58 ± 0.1 Ma y 0.36 ± 0.15 Ma (Formación Tenamastepec) (Yañez G. C. et al., 1982), nos permiten ubicar a estas lavas en el Pleistoceno.

Comercialmente estas rocas son aprovechadas sobre todo en los conos de escoria como bancos de material de agregados pétreos para gravas y revestimientos de caminos (tezontle).

Andesita - basalto (Qpt A-B)

Fries C. (1962), realiza una separación de derrames de lavas y conos cineríticos de composición andesítica y basáltica. En el presente trabajo se observó una serie de derrames constituidos por andesitas y basaltos, originados por el vulcanismo de la evolución del Eje Neovolcánico.

Estas rocas se distribuyen en la porción noroeste de la carta. En los alrededores de los poblados de Zacatlán, Jicolapa, Chichicxtla, Atesquilla y Pedernales.

Esta unidad está constituida principalmente por depósitos piroclásticos asociados a conos cineríticos y derrames de composición andesítica y basáltica, relacionada al vulcanismo monogenético.

Megascópicamente las rocas presentan colores de gris claro a gris oscuro con una estructura compacta y textura afanítica, al microscopio presentan textura microlítica, sus componentes principales son: oligoclasa-andesina con 50-75% en microlitos en forma fluidal, biotita con 5-25% en cristales pequeños y sanidino con -5% en microlitos diseminados entre los microlitos de las plagioclasas. Como componentes secundarios se tiene: minerales opacos con 5-25% en toda la roca en pequeños cristales y clorita -5% en la matriz alterando a la roca. Su matriz es plagioclasa, su origen es ígneo extrusivo, se clasifica como andesita de biotita (**Muestra VE-3**).

En base a las relaciones estratigráficas ya descritas, se le asigna una edad del Pleistoceno superior.

En la región donde se tiene estas rocas se aprovechan aproximadamente como gravas y tezontle para revestimiento de caminos rurales y como materiales para construcción.

Sedimentos lacustres (Qptho la)

Reyes C. M. (1979), denominó "superficies salitrosas" a las áreas cubiertas de ciénegas y lagunetas muy someras, que varían de extensión de acuerdo con la temporada de lluvias, Yañez G. C. et al., (1982), añaden que son constituidas por fragmentos de rocas de todos tamaños (bloques, arenas, limos y arcillas) provenientes de la erosión tan intensa a la que han sido sometidas las calizas y las rocas ígneas intrusivas y extrusivas.

Los sedimentos lacustres se localizan fundamentalmente en la cuenca Libres-Oriental entre las localidades de El Carmen y Tlachichuca, al sureste de Rafael Lara Grajales, al oriente de Oriental y entre Tepeyahualco de Hidalgo e Izoteno.

En los afloramientos se observan ciertos horizontes de productos piroclásticos interestratificados entre los sedimentos lacustres, pues durante la etapa de depósito tuvieron lugar diversos períodos de actividad volcánica. Debido a este aporte de tefras no solo se provocó el desplazamiento de las aguas sino una incipiente desecación de las lagunas. El fondo de estas es muy arcilloso y no permite la infiltración, lo que ha provocado una acumulación considerable de agua. Sin embargo esta extensa superficie con un tirante de agua tan delgado (no más de 1.60 m) promueve una evaporación copiosa trayendo consigo el depósito de gran cantidad de sales y carbonatos. La concentración de sólidos disueltos en las lagunas puede sobrepasar las 4,000 ppm. los promedios se incluyen en esta tabla.

Hernández P. I. et al., (1984) apoyándose en sondeos eléctricos verticales de resistividad midieron entre 400 y 600 m de espesor para estos sedimentos en la laguna de Tepeyahualco.

Yañez G. C. et al., (1982) establecen una edad pleistocénica media, pues los observaron descansando sobre ciertas andesitas-basálticas y subyaciendo los depósitos de pómez, paleosuelos, tobas y basaltos. Mientras que Reyes D. M. (1979) y Gasca D. A. (1981) les asignan rangos estrictamente del Reciente, pues a la fecha anualmente continúan depositándose estos sedimentos.

Calculo de salinidades, Reyes C. M.(1979).

	L. Tepeyahualco	L. El Carmen
NaNO3	0.4 ppm	0.8 ppm
K Cl	18.2 ppm	27.1 ppm
Na Cl	110.1 ppm	84.5 ppm
NaSO4	40.6 ppm	88.9 ppm
Na2 CO3	35.2 ppm	120.0 ppm
Mg CO3	43.2 ppm	3.9 ppm
Mg (H CO3)2	301.5 ppm	382.6 ppm
Ca (H CO3)2	105.0 ppm	93.4 ppm
Salinidad	754.2 ppm	801.2 ppm
PH	8.5	8.8

Actualmente no se recupera este material para empleo industrial o comercial alguno. Sin embargo ciertos horizontes no muy profundos pudieran representar cierto interés económico por su contenido de diatomitas.

Por otra parte en 1984 el Consejo de Recursos Minerales prospectó con geofísica carbonatos de sodio en la laguna de Tepeyahualco detectando la presencia de horizontes conductores en capas de salmueras de hasta 8 m de espesor sobre una superficie de 2.5 km por 2.0 km.

Pumicitas (Qpt Pu)

Para la zona de entorno de la caldera de Los Humeros (Yañez G. C. et al, 1982), denominan como una unidad pumicitica expuesta sobre todo a lo largo de la ladera sureste de la caldera. Bazán B. (1959), las observó sobre la ladera sur de los cerros Soltepec y la Viola, mientras tanto Rodríguez S. R. et al., (1998), denominan "Pómez Quetzalapa" a una gran erupción riolítica, la cual se distribuyó localmente entre los flancos del campo volcánico Las Cumbres y en la cuenca lacustre de Serdan-Oriental del estado de Puebla.

La pómez llegó a distribuirse extensamente alrededor de las siguientes áreas: Orilla del Monte, Villa Aldama, al este y al sur de la ciudad de Perote, al norte de Maxtaloya, en Los Humeros, La Gloria, Tlanalapan y el área del arroyo Quetzalapa, al norte de San Miguel Zoapan.

Los afloramientos se observan esencialmente conformados por espesas capas de flujos de pómez y otros agregados pumiciticos en diferentes grados de compacidad vesicularidad y colapsamiento. La composición riolítica en

estos flujos es evidente, sobre todo en el material más espumoso. (**Fotografía 17**).



Fotografía 17. Banco de pumicitas conocido también como tepetzil, localizado en Cruz Blanca, al noreste de Perote.

En un análisis químico se observó un porcentaje de sílice de 71% en promedio en muestras medianamente y muy vesiculadas de color blanco con abundantes fenocristales de biotita de 2-3 mm donde el porcentaje de líticos tampoco es importante (Rodríguez S. R. et al., 1998).

Estos depósitos se encuentran sobreyaciendo algunos de los basaltos (**Qpt B y TplQpt B-TB**) sobre los sedimentos lacustres y algunas tobas e igualmente sobreyacidos discordantemente por otras coladas (**Qpt B**) lo que los ubicaría en el Pleistoceno medio (Yañez G. C. et al., 1982), sin embargo Rodríguez S. R. et al., (1998), les estimaron una edad de 23,000 años (Pleistoceno superior).

La aplicación industrial para la cual los lugareños aprovechan la pómez es como materia prima abrasiva textil y/o como agregados para la manufactura de bloques de tepetzil para la construcción de viviendas.

Lahar Las Derrumbadas (Qpt Lh)

Yañez G. C. et al. (1982), denomina "Lahares de las Derrumbadas" a una serie de lahares presentes en la base de los domos Las Derrumbadas. Estos flujos son constituidos por bloques y fragmentos de diversos tamaños de calizas, andesitas y dacitas en una matriz areno-arcillosa.

La distribución de estos depósitos se llevó a cabo posiblemente durante el crecimiento mismo de los domos, razón por la cual dichos flujos fueron emplazados en torno a ellos. Así pueden ser observados entre las localidades de Emilio Portes Gil y Bellavista.

Los afloramientos exhiben sin cementar cuerpos masivos, conformados de fragmentos subangulosos, mal o medianamente clasificados y pobremente estratificados de una diversidad de rocas calizas y volcánicas muy nutrida. Es

una roca muy deleznable que sugiere haber sufrido un desplazamiento en masa.

Megascópicamente la roca presenta un color gris rojizo, con estructura compacta y textura afanítica, presentando al microscopio una textura microlítica. Como componentes primarios se tiene oligoclasa-sanidino en microlitos de manera fluidal formando la matriz y biotita con -5% en fenocristales hojosos alargados al flujo. Como componentes secundarios se tiene hematita terrosa con 5-25% en la matriz alterando a la roca. Su matriz es de feldespato, su origen es ígneo extrusivo y su clasificación es de una traquiandesita de biotita. (**Muestra VE-90**).

Yañez G. C. et al. (1982), calculó un espesor máximo de 150 m en aquellos lugares donde varios flujos laháricos sucesivos se acumularon, mientras que los lóbulos simples alcanzaron de 3 a 30 m de espesor, uno de ellos avanzó sobre una distancia de 5 km.

La edad del flujo creemos sea la misma que la del domo que le subyace, y este al fecharse radiométricamente dio una edad de 0.32 ± 0.1 Ma. (Yañez G. C. et al., 1982), permitiéndonos suponer que el evento sucediera en el Pleistoceno superior.

Numerosas empresas graveras representan el atractivo económico de estos sedimentos, pues dadas las características físicas de los lahares su explotación es barata, mientras que su valor en el mercado estimula la inversión en este ramo.

Toba riolítica (Qpt TR)

Reyes R. M. (1979), denominó "complejo piroclástico", definiéndolo como un material fragmentado compuesto por una gran variedad de tamaños, colores, mineralogía y formas de depósito. Observa fragmentos de pómez de composición ácida e intermedia, obsidiana, andesita, traquita, traquiandesita y algunos basaltos. Las cenizas y tobas andesíticas predominan, pero en algunas zonas se concentran cuerpos lenticulares y manchones de cualquiera de los materiales piroclásticos antes citados. Sin embargo hemos considerado esta unidad como una roca levemente más diferenciada, dada su particular abundancia en vidrio y partículas félsicas muy finas.

Esta es la unidad litoestratigráfica que se distribuye sobre la mayor superficie del área estudiada. Se encuentra rodeando al Pico de Orizaba, y el Cofre de Perote, así como las paredes bajas de la sierra de Tlaxco. Cubre la sierra de Los Humeros y el área de Oyameles. Así mismo esta unidad se encuentra aflorando en los campos volcánicos de Palma Sola y en el de Citlaltépetl-Cofre de Perote.

Estos afloramientos consisten de depósitos piroclásticos mayormente del tamaño de la ceniza, arenas y tefras areno-

limosas de composición félsica, vidrios y fragmentos de fenocristales de coloración clara: amarillos, cafés, grises y pardos que empaquetan clastos volcánicos de diversas composiciones conformando lentes vulcanoclásticos y horizontes de gravas y arenas retrabajados. Frecuentemente se observa una toba blanca vítrea y otros depósitos pumicíticos interestratificados dentro del material fragmentario. (**Fotografía 18**).



Fotografía 18. Banco de arena en tobas riolíticas en el poblado de Zaragoza.

Por su extensión y abundancia esta unidad piroclástica se encuentra cubriendo indistintamente a todas las demás unidades litoestratigráficas tanto paleozoicas, mesozoicas como cenozoicas, solo le sobreyacen un delgado paquete de limos y arenas holocénicas, más localmente por ciertos derrames basálticos en la zona de Los Humeros, así como un gradual cambio lateral a los depósitos de tobas andesíticas y andesitas (**Qpt TA-A**) lo que nos sugiere una edad Pleistocénica.

En el aspecto económico esta unidad es muy importante ya que en diferentes lugares se aprovecha como materiales de construcción. En el presente trabajo se tomó una muestra para roca dimensionable con buenos resultados (**Muestra VE-67**).

III.2.6.b. Campo Volcánico La Malinche

Este campo volcánico se edifica sobre las andesitas Teziutlán (**Tpl A-Da**) la cual es afín a los campos Los Humeros-Acocolco y Citlaltépetl-Cofre de Perote, la cual se describió con anterioridad en el campo volcánico Los Humeros-Acocolco.

Basalto (Qpt B)

En el presente trabajo se denominó basaltos a una serie de derrames y conos cineríticos que presentan colores que varían de negro a rojizo.

Su distribución se tiene en la porción suroeste y centro-sur de la carta, en las inmediaciones de los poblados El Carmen, Nicolás Bravo, Los altos, al sur del Progreso y al noreste de Guadalupe Victoria.

Sus afloramientos se presentan en forma de derrames y conos cineríticos de composición basáltica, de colores que varían de negro a rojizo pardo, presentando estructura masiva y fluidal y textura afanítica vesicular. Con lente de mano se le observan plagioclasas cálcicas y olivino.

Al microscopio presenta una textura hialopilitica, sus componentes principales son: plagioclase cálcica 50-75% en microlitos alargados, augita diopsídica 5-25% en diversos tamaños, vidrio 5-25% en la matriz con la plagioclase y olivino-hiperstena –5% a manera de fenocristales.

Sus componentes secundarios son: minerales opacos –5% diseminados en la matriz de la roca y minerales arcillosos –5% alterando a la roca por desvitrificación del vidrio.

Su matriz es plagioclase-vidrio, clasificándola como basalto de clinopiroxeno (**Muestra VE-79**)

No se pudo determinar su espesor real, pero se observó en algunos afloramientos que presentan espesores de hasta 90m.

Esta unidad se encuentra sobreyaciendo en forma discordante a las andesitas Teziutlán (**Tpl A-Da**), y de la misma manera subyace a las tobas andesíticas y andesitas (**Qpt TA-A**) y a las dacitas y andesitas (**Qptho Da-A**).

Un fechamiento radiométrico por el método de K/Ar reportó una edad de 1.3 ± 0.12 Ma ubicando a esta unidad en el pleistoceno, (Carrasco N. G. et al., 1998).

En los lugares donde se tiene aflorando a estas rocas, se aprovechan en arenas y gravas como materiales para la construcción y para el revestimiento de terracerías.

Toba andesítica - andesita (Qpt TA-A)

Se denominó toba andesítica y andesita en el presente trabajo a una unidad que presenta colores que van de gris, gris claro a oscuro, estando estratificada horizontalmente y en algunos lugares no presenta estratificación y es deleznable; está compuesta de material conglomerático, cenizas y lapillis.

Su distribución se tiene en la porción suroeste de la carta. En los alrededores de Huamantla, Trinidad Sánchez, Santa María Ixtiyucan, Cuapiaxtla y San José Xicoténcatl.

Esta unidad está constituida por tobas andesíticas, andesitas y dacitas en capas con espesores que van de 0.50 a 1.0 m de conglomerados que tienen diámetros de unos milímetros hasta de 0.10 m observándose también clastos y lapillis de pómez.

No se pudo medir un espesor real, pero se alcanzó a observar que presentan espesores de más de 25 m.

Esta unidad infrayace a rocas del volcán de La Malinche (**Qptho TDa**) y sobreyace a las andesitas Teziutlán (**Tpl A-Da**)

En base a las relaciones estratigráficas antes descritas se le asigna una edad del Pleistoceno superior.

En la región donde afloran estas rocas han sido explotadas esporádicamente como material para construcción.

Toba dacítica (Qptho TDa)

Castro G. R. (1999), denominó “erupción 1,2” a un depósito de flujos piroclásticos de las erupciones 1 y 2, y un depósito de flujo de bloques y cenizas (erupción 7) cuyas composiciones varían de andesítica-dacítica y andesítica respectivamente.

Castro G. R. (1999), señala que ambos depósitos de flujos piroclásticos se extendieron principalmente al poniente y suroeste del poblado de Huamantla, entre las localidades de Lázaro Cárdenas y Los Pilares, sobre el extremo centro-poniente del área estudiada. Sin embargo dada la semejanza de estos depósitos con lo observado en otros puntos, se ha prolongado esta unidad hacia el oeste hasta El Carmen, hacia el norte hasta el Terrenate y por el sur hasta Tepatlatxco de Hidalgo rodeando el volcán La Malinche.

Estos depósitos son constituidos por una diversidad de fragmentos líticos, cristales juveniles vesiculados (pómez) y bloques desde el tamaño de lapilli hasta diámetros de 2.0 m, formando depósitos muy deleznales pobremente seleccionados en matriz de ceniza. Las capas son masivas y de coloración gris rosáceo.

Castro G. R. (1999) determinó en lámina delgada dos clastos líticos, ambos de composición dacítica pertenecientes a su unidad pómez Zaragoza donde observó fenocristales de hornblenda y biotita en textura celular frecuentemente alterados a oxihornblenda de color amarillo.

Andesita porfídica de biotita-hornblenda.- Megascópicamente presenta un color rosa claro, con una estructura compacta y textura tobácea porfídica. Al microscopio presenta una textura microlítica porfídica, sus componentes principales son: oligoclase 25-50% en microlitos en la matriz y en grandes fenocristales, biotita-hornblenda 5-25% en cristales con granulometría muy variada y en cristales hojosos y sanidino –5% en microlitos en la plagioclase. Como componentes secundarios son: óxidos de hierro –5% alterando a algunos cristales de biotita y minerales opacos –5% de forma cúbica y muy escasa en la roca, su matriz es plagioclase (**Muestras VE-80,81**).

Vitrófico dacítico de biotita-hornblenda.-Megascópicamente presenta un color gris claro, con estructura compacta y textura tobácea porfídica. Al microscopio presenta una textura hialocristalina porfídica, sus componentes principales son: oligoclasa 50-75% en fenocristales y en cristales rotos, vidrio 25-50% formando la matriz de la roca y biotita-dióxido-augita diopsídica 5-25% en cristales hojosos y prismáticos. Como componentes secundarios son: minerales opacos 5-25% en cristales pequeños en la roca y minerales arcillosos - 5% alterando a la roca. Su matriz es vidrio (**Muestra VE-82**).

Toba dacítica de biotita-hornblenda.- Megascópicamente presenta un color gris claro, estructura compacta, textura tobácea granuda, se le observan plagioclasas y vidrio. Al microscopio presenta una textura hipocristalina, sus componentes principales son: vidrio 25-50% formando la matriz de la roca, oligoclasa 5-25% en microlitos y cuarzo 5-25% en clastos en intercrecimiento con la plagioclasa. Como componentes secundarios tiene: clorita -5% alterando incipientemente a la biotita-hornblenda y minerales opacos -5% en cristales cúbicos diseminados escasamente en toda la roca. Su matriz es vidrio (**Muestra VE-83**).

Esta unidad se encuentra sobreyaciendo a las tobas andesíticas y andesitas (**Qpt TA-A**), y subyace en forma discordante a los limos y arenas (**Qho lm-ar**).

Castro G. R. (1999) fechó con C ¹⁴ a esta unidad, dándole una edad entre los 39,000 y los 21,500 años, A. P. Para la erupción 7 y de más de 39,000 años para la erupción 1 y 2 para representar los eventos más antiguos de La Malinche de edad pleistocena.

Con relación al aspecto minero estas rocas son aprovechadas para materiales de construcción como lo son arenas y gravas que son comercializadas localmente.

III.2.6.c. Campo Volcánico Palma Sola

Andesita Palma Sola (Tm A)

Las rocas volcánicas más antiguas aflorantes en el área de estudio corresponden a las de la sierra de Chiconquiaco y el Macizo de Palma Sola, que se les supone una edad de más de 12.6 Ma, pues algunos diques microdioríticos de esta edad las atraviezan en al menos dos localidades. En conjunto, estas son las rocas andesíticas que representan la secuencia basamental miocénica media del Cinturón Volcánico Mexicano (**Tm A**), las rocas andesíticas se presentan en paquetes gruesos y se distribuyen ampliamente en el macizo de Palma Sola, donde una intensa alteración hidrotermal les caracteriza notoriamente, donde los paquetes predominantemente andesíticos suelen estar coronados por mesas de basaltos.

Estas andesitas antiguas afloran principalmente alrededor de los poblados: El Rubí, El Limón, El Ojital y en los cerros al norte y al sur de la colonia El Farallón así como la sierra ubicada al poniente de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde, Ver.

Es una roca gris claro a verdosa, de aspecto fluidal, aunque frecuentemente exhibe un aspecto porfídico. (**Fotografía 19**)



Fotografía 19. Afloramiento de andesita Palma Sola, al este de la comunidad de Juan Martín.

Al microscopio se tiene una textura microlítica porfídica. Sus componentes principales son: andesina-oligoclasa con 50-75% en microlitos y en fenocristales formando aglomerados, clinopiroxenos con 5-25% en cristales prismáticos diseminados y en aglomerados y hematita arcillosa con 5-25% en la matriz con la plagioclasa y cubriendo a toda la roca. Como componente secundarios se tiene: clorita con 5-25% alterando a los clinopiroxenos, calcita con 5-25% en manchones cubriendo a la roca y epidota con -5% en pequeños cristales sobre algunos fenocristales de plagioclasa. Su matriz es plagioclasa-hematita y su origen es ígneo extusivo, se clasificó como andesita porfídica piroxénica. (**Muestra VE-64**). Sus afloramientos son cuerpos masivos, pero a veces sugieren coladas sucesivas donde se pueden medir los flujos.

A esta unidad no se le observó sobreyaciendo a ninguna otra roca, por lo que su espesor es incierto, aunque sí es subyacente a las coladas basálticas de la unidad (**Tm B**), así mismo, estas rocas son atravesadas por un nutrido número de diques igualmente andesíticos, basálticos e incluso microdioríticos, estos últimos en dos ocasiones fechados radiométricamente, los cuales nos dan la pauta de suponer que estas andesitas también sean del Mioceno medio y con edades mayores a los 12.3 y 12.6 Ma. (Garduño M. V.H. et al., 1992), y ya que estas edades son de los diques que intrusionan a las andesitas.

Esta unidad fue prospectada por oro, cobre y plata por un consorcio minero extranjero dentro del proyecto denominado Caballo-Blanco.

Basalto y andesita basáltica (Tm B)

Esta es una roca que aflora extensamente en la sierra de Chiconquiaco en la porción llamada Macizo de Palma Sola, en las proximidades de las localidades: El Veinticuatro, Mesa del Rodeo, La Reforma, Alto del Tizar, El Cafetal y Monte Verde.

Los afloramientos conforman mesas de basaltos que coronan las sierritas constituidas por la unidad andesítica precedente. En muestra de mano este basalto escoriáceo se observa muy vesiculado, cuyas cavidades a veces se observan rellenas por feldespato como mineralización secundaria (vacuolas). Son rocas vítreas oscuras, grises o rojizas que intemperizan en tonos claros o negros. Estructuras masivas, escasamente pseudoestratificadas que se caracterizan por contener cierta abundancia de olivino como el fenocristal más visible.

Aparte de su contacto inferior con las andesitas, no se les observa sobreyacidas por otra unidad, quizás por la avanzada erosión a la que han sido expuestos.

En cuanto a su edad, Nixon G.T. et al. (1987) señala que reportan fechas radiométricas de 10 Ma o menos. Cerca de la Central Nucleoeléctrica Laguna Verde, Garduño M.V.H. et al. (1992) reporta un basalto alcalino con 14 Ma y por último López I. M. et al. (1991). reportaron lavas calcialcalinas entre 14 y 10 Ma. que indican una edad del Mioceno.

Desde el punto de vista geológico-minero, esta unidad no presenta interés, aunque pudiera aprovecharse como materiales para la construcción.

Brecha volcánica basáltica (Tm BvB)

El Consejo de Recursos Minerales (carta Misantla, 1996) denomina "brechas y tobas de composición básica" a un paquete de rocas volcánicas que les atribuye una edad terciaria y que afloran sobre la porción nororiental del área estudiada.

Estos depósitos piroclásticos brechoides se distribuyen geográficamente a lo largo de las pendientes y laderas más altas de la sierra de Chiconquiaco y extendiéndose hasta las porciones más bajas desde los pueblos Cumbres del Jomotal, Paz de Enríquez y Plan de las Hayas, hasta las localidades de Misantla y Yecuatla hacia el norte y desde Alto Lucero hasta Blanca Espuma por el sur.

Estas brechas afloran representando gruesos flujos piroclásticos félsicos densamente soldados que empaquetan y consolidan una gran diversidad de fragmentos andesíticos y basálticos subangulosos a subredondeados de color gris oscuro a negro, que se intemperizan con mayor facilidad

que la roca matriz, conformando potentes depósitos vulcanoclásticos.

A estas brechas las hemos observado descansando sobre los sedimentos jurásicos de la Formación Cahuasas, los sedimentos terrígenos del Terciario y sobre las rocas volcánicas andesíticas y basálticas miocénicas mientras que son sobreyacidas por la secuencia basáltica- andesítica alcalina Xalapa (***TplQpt B***), estas relaciones nos permiten estimarles una edad tentativa Mio-Pliocena (Neógena).

Algunos bancos de material de grava son aprovechados ocasionalmente para comercializar los clastos y fragmentos desprendidos de las zonas donde el soldamiento fue mínimo.

Travertino (TplQpt Tr)

Es en la zona centro oriente del área de estudio sobre la que se distribuyen dichos carbonatos, los que afloran desde la localidad El Palmar, Emiliano Zapata y Rinconada, Ver.

Los depósitos de travertino se presentan como una roca masiva de composición calcárea, fosilífera con plantas, la roca es de color café claro con tonos grises, se observa un fracturamiento irregular en bancos compactos cuyas texturas se muestran recrystalizadas y ocasionalmente estos depósitos se asocian con depósitos de tobas ácidas.

Es posible que el depósito de travertino alcance más de 100 m de espesor. Se encuentra sobreyaciendo a la Formación Concepción cerca de Plan del Río, así como más localmente descansa sobre los basaltos Plio-cuaternarios.

Robin C. (1975) denominó como calizas miocénicas a estos depósitos. Sin embargo de manera tentativa y considerando que estos depósitos no se encuentran plegados como la Formación Concepción (Mioceno) podemos asignarle una edad Plio-cuaternaria.

Se ha denominado travertino a una unidad calcárea de origen continental, depositado por procesos de evaporación de lagunas someras y manantiales.

Con relación al aspecto minero, esta unidad carece de interés, aunque se le puede aprovechar por carbonato de calcio.

Basalto Xalapa (TplQpt B)

La serie de capas basálticas y andesitas de olivino generalmente aflorantes entre la ciudad de Xalapa y Cardel fueron descritas por Robin C. (1975).

Una gruesa secuencia de derrames lávicos basálticos se observa ampliamente distribuida sobre la porción centro-oriental del área estudiada, enmarcada entre las ciudades de Xalapa, Coatepec y Tuzamapan, así como las localidades de Plan del Río, Los Idolos, Naolinco y Actopan. Esta provincia

aún se extiende al noroeste de Xalapa alrededor de los pueblos de Acajete y en las inmediaciones del oriente de las Vigas de Ramírez, Ver.

Un afloramiento aislado sobre la costa nororiental, son los volcanes Los Atlixcos expuestos entre Palma Sola y Emilio Carranza, se trata de derrames ricos en olivino que a veces se encuentran intercalados con tobas y brechas con bloques basálticos. Cerca de Plan del Río los travertinos se asocian a estos eventos. (**Fotografía 20**).



Fotografía 20. Afloramiento de basaltos Xalapa, mostrando flujo, localizado en el poblado de Coatcoatzintla.

Megascópicamente presenta un color gris oscuro con estructura compacta y textura afanítica vesicular, al microscopio presenta una textura microlítica porfídica. Como componentes principales se tiene plagioclasa cálcica con 50-75% en microlitos y en escasos fenocristales formando la matriz y clinopiroxenos con 5-25% en cristales prismáticos cortos diseminados en toda la roca. Como componentes secundarios se tiene: minerales opacos con 5-25% en la matriz en forma terrosa y óxidos de hierro con ~5% alterando los bordes de los piroxenos. Su matriz es plagioclasa, el origen de la roca es ígneo extrusivo y su clasificación es basalto. (**Muestra VE-92**), Ciertos basaltos alcalinos y andesitas basálticas representan los eventos menos antiguos de este paquete, (Robin C., 1975).

Garduño M.V.H. et al. (1992), en su recopilación de dataciones mencionan la edad de dos rocas basálticas de 1.9 y 1.7 Ma respectivamente ubicándolas entre el final del Plioceno y el inicio del Pleistoceno, ambas localizadas al poniente de Cuauhtémoc, así como la edad de una andesita de 1.57 Ma al oeste de la Presa Miradores del Mar, al sureste de Xalapa estas dataciones nos permiten ubicar a estos basaltos y andesitas entre el Plioceno tardío y el Cuaternario inferior.

El aprovechamiento comercial de estas rocas es generalizado, pues numerosos bancos de material se

comercializan tanto los bloques mayores como las gravas y tezontles de diversos diámetros para el revestimiento de caminos rurales.

Toba basáltica Chiconquiaco (Qpt TB)

Robin C. (1975) denomina "Vulcanismo extendido entre Misantla y Chiconquiaco" a la cima de la secuencia calcalinalina de Veracruz, donde el vulcanismo explosivo (cenizas, tobas y lapillis) representan el mayor volumen de los magmas extruídos y el carácter alcalino es mucho más marcado.

Estos tefras máficos se localizan principalmente entre San José Miahuatlán y Chiconquiaco, otras localidades son Alto Lucero y Monte Real. Así como un pequeño afloramiento aislado al noreste de las Vigas de Ramírez, Ver.

En un banco de material se observan numerosos horizontes de ceniza volcánica de color negro con pequeños fragmentos de basalto pseudoestratificados horizontalmente. Otros aspectos son visibles en los flujos de cenizas densamente soldados de aparente composición andesítica, son rocas con estructuras de fluidez constituidos de piroclastos finos y fenocristales de plagioclasas, feldespatos y biotita así como escasos líticos de la talla del lapilli empacados en una matriz desvitrificada muy vesiculada o soldados en un vidrio muy fino.

Robin C. (1975), apunta a propósito de una espesa serie de tobas, se caracterizan químicamente por su alcalinidad tan fuerte que parecen shoshonitas, pues muestran concentraciones más altas de K.

Estas rocas descansan directamente sobre las coladas basálticas Plio-Cuaternarias, aunque también sobreyacen a las brechas basálticas del Neógeno y a las andesitas Teziutlán y ningún otro depósito les sobreyace.

Consideramos entonces que las tobas tengan aproximadamente la misma edad pleistocénica que los basaltos y andesitas Xalapa.

Pequeños bancos de material de grava y arena para revestimiento son aprovechados ocasionalmente de este material.

Toba Riolítica (Qpt TR)

Esta unidad fue descrita con anterioridad en el campo volcánico Los Humeros –Acoculco. Y se encuentra cubriendo a todas las unidades antes mencionadas.

III.2.6.d. Campo Volcánico Citlaltépetl-Cofre de Perote

Este campo volcánico se edifica sobre las andesitas Teziutlán (**Tpl A-Da**) la cual es afín a los campos volcánicos Los Humeros-Acoculco y La Malinche. Ya descritas con

anterioridad. Y sobre los basaltos (**Qpt B**) los cuales ya se describieron con anterioridad en el campo volcánico La Malinche.

Dacita - andesita en estratovolcanes (Qptho Da-A)

Hemos denominado con este nombre a una gruesa capa de material piroclástico, cenizas y lavas de mayoritaria composición dacítica asociados a eventos andesíticos que cubren extensamente las cumbres de los grandes estratovolcanes Citlaltépetl y Cofre de Perote.

Aparte de los grandes edificios volcánicos citados, estas lavas también se observan aflorando en el cerro de Las Lajas un volcán más pequeño al noreste del Cofre de Perote y en otras coladas más pequeñas al sureste de Guadalupe Victoria, así como en Tomatlán en la porción centro sur del área de estudio.

Sobre la ladera sur del Citlaltépetl aflora una lava de bloques riodacítica porfídica muy viscosa sugiriendo haber sido extrabasadas casi en estado sólido. (**Fotografía 21**).



Fotografía 21. Afloramiento de dacitas y andesita estratovolcanes, al sureste del poblado de Miguel Hidalgo

En la cima del Cofre de Perote aflora una roca andesítica levemente vesiculada, numerosos fenocristales de plagioclasas sódicas son embebidas en una mesostasis afanítica desvitrificada de color gris a gris violáceo, se trata de un domo autobrechado sobre su propio crecimiento.

Estas rocas se encuentran sobreyaciendo a las antiguas coladas y flujos piroclásticos mas viejos de la base de estos aparatos expuestas sobre superficies restringidas, cuyas edades señalan el inicio de su edificación: 0.47 Ma. para una andesita del cerro de Las Lajas (Garduño M.V.H., 1992).

En el Pico de Orizaba una ignimbrita fue fechada por C^{14} por Carrasco N. G. (1993) con $13,270 \pm 90$ años.

Carrasco N. G. et al., (1993), indican que la mayor parte de las unidades piroclásticas de edad Holoceno en el Citlaltépetl son parte de una sola actividad que ocurrió entre los 9,000 y 8,500 años.

Alrededor del Pico de Orizaba, Carrasco N. G. et al. (1994), fecharon por C^{14} numerosos flujos de pómez, piroclásticos y de cenizas, ignimbritas y bloques con edades entre $13,270 \pm 90$ y 690 ± 50 años.

Carrasco N.G. et al.(1994) fecharon en el Pico de Orizaba rocas que oscilan entre los 300,000 y 4,200 años y por último Carrasco N. G. et al. (1998) fecharon por K-Ar en el Cofre de Perote una lava andesita-basáltica antigua en 1.3 ± 0.12 Ma., mientras que en la cima una andesita dio 0.24 ± 0.05 Ma. En base a lo anterior en este estudio se le asigna una edad del Pleistoceno.

El aspecto minero de la unidad se relaciona con explotación de bancos de materiales a donde se tiene vías de acceso.

Lahar-arena Tetelzingo (Qpt Lh-ar)

Carrasco N. G. et al. (1993) subdividió en dos a los depósitos volcanoclásticos: 1) Avalancha Jamapa; 2) Lahar Tetelzingo, ambos relacionados a los eventos de colapso de volcanes ancestrales subyacentes al Pico de Orizaba y distribuidos sobre la porción sureste del área de estudio. Es un gran volumen de fragmentos de avalancha que conforma el valle del río Jamapa cubriendo un área de casi 350 km², a lo largo de más de 75 km como depósito de avalancha, y al menos 105 km como flujo de fragmentos con un volumen de casi 20 km³.

Afloran desde Tetelzingo y Zacatla, hasta Coscomatepec, Huatusco, Paso de Ovejas y Soledad de Doblado. Un abanico más pequeño, es un depósito de flujos de bloques y cenizas y lahares sobre la ladera oeste del cono Citlaltépetl (Siebe C. et al. 1991)

Los afloramientos se observan como depósitos masivos, no estratificados, sin clasificar, polimícticos con ruditas, gravas y gránulos en una matriz arcillo-limoso. Otros afloramientos se caracterizan como capas masivas sin estratificar, pobremente clasificadas donde ruditas y gravas se mezclan dentro de una matriz arcillosa y limosa color café amarillenta que contiene numerosas vesículas de 1-2 mm que sugieren una gran cantidad de burbujas de aire que quedaron atrapadas en una matriz saturada. (**Fotografía 22**).

Los espesores que estos flujos alcanzaron, variaron según las condiciones topográficas previas al depósito. Carrasco N. G. et al. (1997), estimaron más de 160 m sobre los valles profundos más altos y alrededor de 40 m sobre la planicie costera.



Fotografía 22. Afloramiento de los Lahares Tetelzingo, en la barranca de Panoaya.

Carrasco N. G. et al. (1997) estima que este evento ocurrió entre los 27,000 y los 13,000 años A. P. Sin embargo Siebe et al. (1991) determinaron por C^{14} una edad de 4660 ± 100 años para los lahares occidentales del Pico de Orizaba.

Los lahares fluyeron y cubrieron mayoritariamente los sedimentos carbonatados cretácicos, así como el extenso campo volcánico andesítico antiguo. Estos sedimentos sólo son sobreyacidos por un pequeño flujo lávico andesítico más reciente.

El aspecto económico de los lahares es notorio en el área suroeste de Coscomatepec, para el aprovechamiento y comercialización de boleos y gravas para la construcción.

Toba andesítica (Qho TA)

Una gruesa capa de material limo-arcilloso de coloración rojiza, anaranjada violácea y a veces amarillenta que empaoca ocasionalmente fragmentos y partículas volcánicas de

diversas composiciones, que en ocasiones son asociados a flujos piroclásticos y coladas escoráceas de composición basáltica.

Estos depósitos volcánicos limo-arcillosos se encuentran distribuidos esencialmente a lo largo de la vertiente oriental de la sierra Cerro Las Cumbres-Cerro Cofre de Perote sobre la porción centro sur del área estudiada, desde el sur del poblado de Teocelo, hacia el poniente hasta las inmediaciones de Calzontepec, por el norte, esparciéndose hacia el sur sobre las localidades de Tlaltetela, Cosautlán de Carbajal, Totutla y hasta los alrededores de Huatusco, en el extremo meridional.

Otros afloramientos más pequeños se observan en las porciones bajas rodeando las cumbres de la sierra del Pico de Orizaba sobre su flanco septentrional entre las localidades de Alta Luz, Rincón de los Reyes, Ojo de Agua, El Palmar y Tenejapa al suroeste de Huatusco.

Los afloramientos constan de una capa simple masiva sin estratificación alguna, aunque algunos horizontes vulcanoclásticos exhiben laminaciones incipientes embebidos en una matriz de limos y arcillas de aspecto edáfico, frecuentemente saturada (húmeda) que empaoca numerosos cantos volcánicos dispersos y megabloques de composición andesítica y basáltica.

El acumulamiento de este material probablemente rebase los 350 m de espesor e incluso tal vez sea aún mayor entre Totutla y Huatusco así como al norte de Barranca Grande al suroeste de Cosautlán de Carbajal.

Estratigráficamente estas tobas se observan aparentemente descansando concordantemente sobre los depósitos vulcanoclásticos laháricos del flujo de fragmentos Tetelzingo, este aspecto sugiere que pudieran representar un evento semejante al depósito subyacente, incluyéndose dentro de los mismos. Sin embargo se decidió separarlos dado las notorias diferencias sedimentológicas y de estratificación con respecto a los depósitos de lahares. Así como cubriendo pequeño conos de escoria aflorantes bajo esta capa caótica.

Por otra parte no se observa ninguna otra unidad sobreyaciéndole.

De acuerdo a su posición estratigráfica las tobas pudieran tener una edad Pleistoceno superior-Holoceno ya que Carrasco N. G. et al. (1997), estimaron para los lahares una edad entre 27,000 y 13,000 años.

El aprovechamiento económico de esta unidad es eventual, sobre todo en aquellos bancos de materiales tanto de arenas como de gravas (tezontle) frecuentemente asociados a estos depósitos.

III.2.7. Depósitos Cuaternarios y Continentales

Limos y arenas (Qho lm-ar)

Se denominó limos y arenas a una delgada pero continua sección de material aluvial comúnmente de vocación agrícola que se extiende sobre las superficies más planas del altiplano poblano, en las inmediaciones del suroeste del área estudiada.

Este sedimento se extiende en manchones dispersos al sureste de San Juan Ixtenco, entre Rafael Lara Grajales y San Salvador El Seco, y entre Santa María Nenetztintla y Santiago Tenango de Reyes.

Es un depósito de sedimentos limo-arenosos oscuros de naturaleza aluvial y de granulometría fina regularmente clasificado, escasamente compactado sin cementar, que por su fuerte permeabilidad puede ser un suelo propicio para el cultivo, sus componentes son mayormente partículas de rocas volcánicas.

Hacia el extremo suroeste de la carta este delgado horizonte de escasos metros de espesor representa la unidad litoestratigráfica más joven cartografiada, pues sobreyace mayormente a los materiales tobáceos y piroclásticos dacíticos de la unidad (**Qptho TDa**), así como pequeños afloramientos de andesitas, de bancos calcáreos y depósitos lacustres. Se le estima una edad holocena por el hecho de descansar sobre la unidad (**Qpt TA-A**), Pleistoceno inferior-holoceno.

Esta unidad carece de interés económico minero, pero se pudiera utilizar como arena.

Aluvión (Qho al)

Hemos denominado depósitos aluviales a los sedimentos originados por acción fluvial, su textura y granulometría varían considerablemente desde facies conglomeráticas hasta arcillosas, donde el desarrollo de suelos agrícolas se ha generalizado.

Estos depósitos se distribuyen ampliamente en las porciones más bajas de la planicie costera alrededor de las poblaciones de Jamapa, Boca del Río, la Ciudad de Veracruz, Cd. Cardel, Zempoala y Mozamboa, así como las tierras bajas de los ríos Misantla, Colipa, Juchique, Actopan y Los Pescados.

Mayoritariamente son depósitos conglomeráticos en forma de abanicos aluviales no consolidados pues su matriz areno-arcillosa comúnmente saturada evoluciona a suelos muy fértiles.

El espesor máximo que le hemos estimado a estos depósitos no rebasa los 100 m de espesor, aunque hacia la costa pudiera incrementarse moderadamente dicho espesor.

Estos sedimentos se encuentran sobreyaciendo una gruesa capa de conglomerados y gravas, sedimentos laháricos, travertinos, andesitas y basaltos miocénicos, así como basaltos plio-cuaternarios. Solamente los depósitos eólicos recientes le sobreyacen por lo que podemos suponerles una edad Pleistoceno-Holoceno.

Con relación al aspecto minero, no presenta ningún interés.

Eólico (Qho eo)

Malpica C. V. M. (1998) denominó sistema de dunas costeras de El Farallón y Los Amarillos a una zona litoral del estado de Veracruz comprendida entre los ríos Nautla y Actopan donde se han desarrollado procesos sedimentarios por acción eólica.

Los depósitos eólicos activos y fijos (dunas) y los cordones litorales antiguos se distribuyen sobre la actual línea costera orientada NW-SE donde la morfología está constituida por esteros, lagunas litorales y ensenadas.

Las dunas afloran a lo largo del extremo este del área estudiada en las inmediaciones de la Barra San Agustín, la laguna de El Farallón, Punta Zempoala, al noroeste del puerto de Veracruz y en el área de la laguna Mandinga Grande.

Las dunas se caracterizan por formar hileras de montículos de arena perpendiculares a la dirección del viento de 6 km por 400 m de ancho y 120 m de altura en el área de Farallón, mientras que en los Amarillos presenta una longitud de 10 km por 4 km de ancho y 40 m de altura en promedio, en ambas zonas se desarrollan complejos sistemas de estructuras sedimentarias del tipo de estratificación laminar cruzada con ángulos de hasta 35°. (Malpica C. V. M., 1998).

Estratigráficamente estos depósitos sobreyacen discordantemente a los depósitos aluviales del cuaternario, aunando que estos sistemas aún se encuentran activos, podemos considerar a estos depósitos como recientes. Además Malpica C. V. M. (1998) señala una edad holocena para los depósitos litorales antiguos subyacentes a los cordones de dunas activas.

No presenta ningún interés minero.

III.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

III.3.1. Interpretación del modelo digital de elevación (Figura 7).

De acuerdo al análisis del modelo se distingue una serie de lineamientos y curvilineamientos, estableciéndose una diferencia de bloques.

Bloque A, este bloque se localiza en toda la porción poniente de la carta, los lineamientos que corresponden a éste bloque posiblemente sean las rocas más antiguas (de la cubierta sedimentaria mesozoica). Estos lineamientos corresponden posiblemente a fallas y cabalgaduras, con una dirección preferente de N-S y NW-SE, así también teniéndose en cantidad menor con dirección E-W. No se observa en abundancia lineamientos por la cubierta volcánica.

tienen lineamientos de rumbo E-W, que posiblemente correspondan a fracturas sobre rocas volcánicas recientes.

III.3.2. Interpretación de imagen de satélite. (Figura 8).

En la imagen de satélite se definen en parte algunos rasgos estructurales de la región ya que gran parte de la carta se encuentra enmascarada por la cubierta de rocas volcánicas del Eje Neovolcánico.

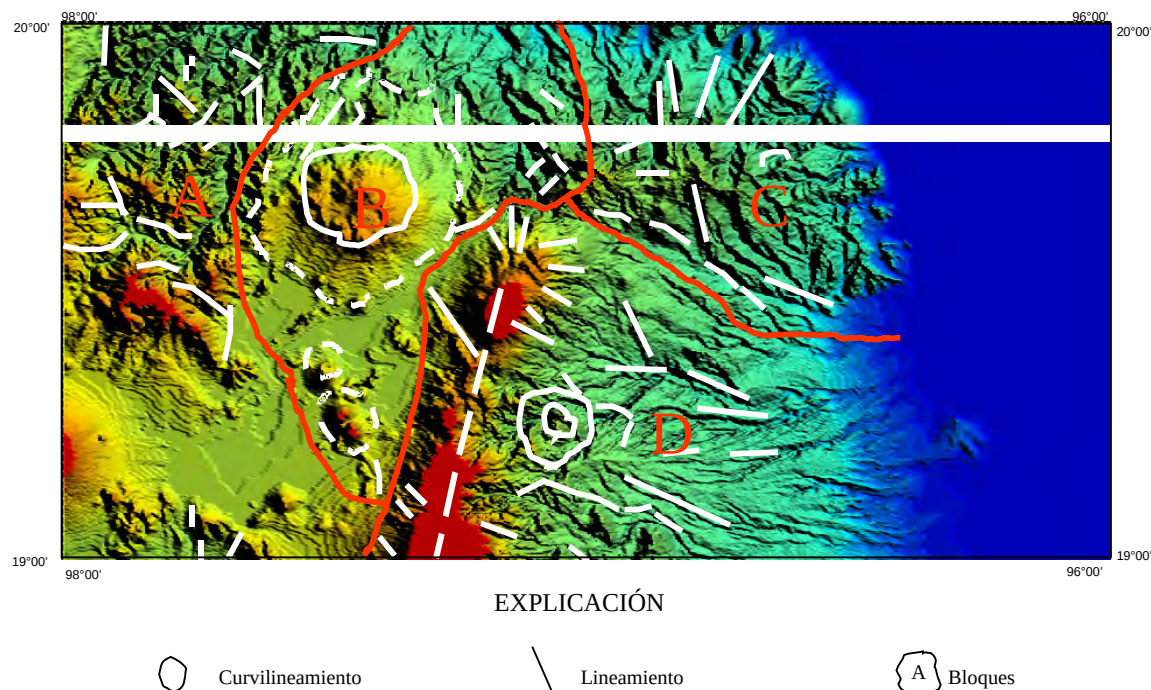


Figura 7. Interpretación del modelo digital de elevación

Bloque B, este bloque se localiza en la parte centro-poniente de la carta, los curvilineamientos más importantes dan a demostrar la existencia de un aparato caldérico con sus bordes interior y exterior, así también de unos curvilineamientos de menor tamaño asociados a conos cineríticos.

Bloque C, este bloque se localiza en la parte norte-oriental de la carta, los lineamientos aquí presentes tienen direcciones preferenciales de rumbo NE-SW y NW-SE que es el que marca el límite con el bloque D, aquí las unidades son rocas volcánicas del terciario.

Bloque D, este bloque se localiza en la parte sureste de la carta Veracruz, donde se tienen lineamientos y drenaje radial de grandes estratovolcanes con posibles fallas regionales profundas de rumbo NE-SW, que sirvieron de conducto para el flujo de lavas y que muy posiblemente dieron origen a la edificación de los volcanes Cofre de Perote y Pico de Orizaba. Otros curvilineamientos de menor tamaño posiblemente sean asociados a conos cineríticos, además se

En el bloque A, es muy notorio la falta de lineamientos asociados a los plegamientos de las rocas sedimentarias, se logró detectar lineamientos de rumbo NW-SE y algunos NE-SW, que nos permiten interpretar que éste lineamiento principal es característico de los pliegues y cabalgaduras de la Sierra Madre Oriental durante la orogenia Laramide.

El bloque B, aquí corresponde a un dominio de rocas volcánicas en base a los curvilineamientos que se tienen, manifestando un cuerpo caldérico, con su zona de colapsamiento, enmascarando con productos volcánicos, las rocas sedimentarias que se tienen en este bloque, así también se tienen conos cineríticos que completan el enmascaramiento del bloque.

El bloque C, en este bloque se tienen lineamientos de un rumbo NW-SE que muy posiblemente corresponden a fracturamiento de rocas volcánicas, no observándose una gran cantidad de éstos lineamientos en rocas sedimentarias por estar enmascarados por la cubierta volcánica.

El bloque D, en este bloque se tiene un claro cubrimiento de rocas volcánicas muy recientes, que nos enmascaran cualquier lineamiento que se pudiera tener en unidades del Cretácico. Solo se observan unos curvilineamientos que pudieron estar relacionados con aparatos volcánicos pasados.

una longitud aproximada de 14 km orientado NW 40° SE, ligeramente asimétrico con echados que varían en el flanco occidental de 17° a 42° y en el flanco oriental de 24° a 44°. La expresión topográfica corresponde a una serie de montañas orientadas NW-SE. La roca aflorante en su plano axial de esta estructura corresponde a rocas de la Formación Tamaulipas

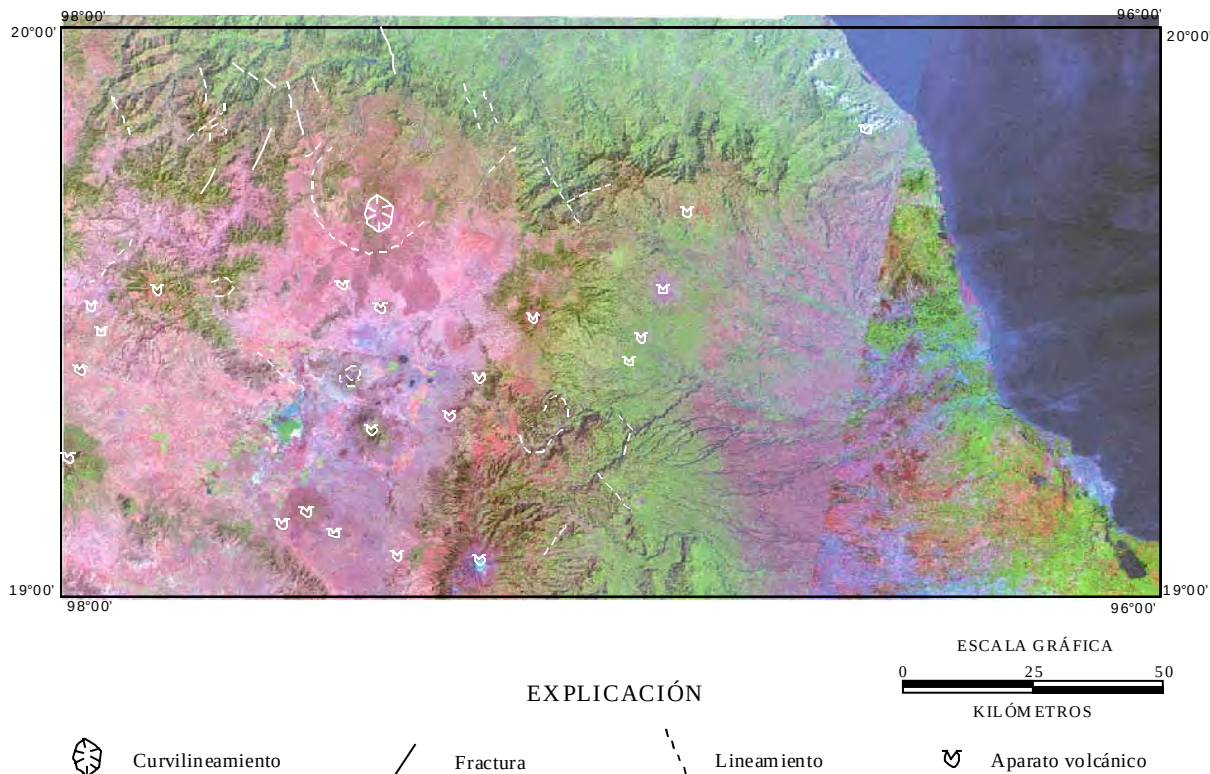


Figura 8. Interpretación de la imagen de satélite

III.3.3. Descripción de estructuras. (Figura 9).

Dentro de este punto se describirán las principales estructuras relacionadas con la deformación compresiva (laramídica) manifestada claramente en los sedimentos mesozoicos con pliegues con charnelas muy cerradas, y por el desarrollo asociado a cabalgaduras

III.3.3.1. Deformación dúctil-frágil

Pliegues

Anticlinales

En la carta se tiene una serie de estructuras que se desarrollan en forma de anticlinales de forma alargada formadas en sedimentos mesozoicos.

Anticlinal San Nicolás.- Este anticlinal, se ubica en la parte noroccidental de la carta, pasa por la localidad de San Nicolás del cual toma su nombre, al oriente de este poblado. Presenta

inferior (**Kbeap Cz**), y superior (**Kace Cz-Lu**).

En sus flancos afloran rocas carbonatadas con presencia de material terrígeno constituido por las formaciones Agua Nueva y San Felipe (**Ktss Cz-Lu**).

Anticlinal Tlachichuca.- Queda localizado al suroeste de la carta, al norte del poblado de Tlachichuca del cual toma su nombre y al sur de los poblados de Alamos y Santa Cecilia Tepetitlán. Se reconoce una longitud de 5 km. Con una orientación NW-SE, ligeramente asimétrico con echados que varían en el flanco occidental de 29° a 32°; en el flanco oriental se tiene 57°.

La roca aflorante en esta estructura corresponde a rocas carbonatadas de la Formación Orizaba (**Kace Cz-Do**) y sus flancos están cubiertos por depósitos piroclásticos (**Qpt TR**) y de flujos de andesitas y dacitas (**Tpl A-Da**).

Topográficamente corresponde a una pequeña sierra con orientación NW-SE.

Anticlinal Ixcapantla.- Esta estructura se ubica en la porción sur del área, al norte del poblado de Ixcapantla del cual toma su nombre, pasando por los poblados de Ixhuatlán del Café y Presidio, la longitud del eje principal es de aproximadamente 13 km. Con una orientación casi N-S, con pequeñas deflexiones en la parte norte y sur, ligeramente asimétrico con echados que varían en su flanco occidental de 45° y en su flanco oriental se tiene echado que varían de 7° a 65°. Topográficamente se expresa como una montaña irregular con una orientación casi N-S, presentando zonas kársticas. La roca aflorante en el núcleo del anticlinal corresponde a rocas carbonatadas de la Formación Orizaba (**Kace Cz-Do**) y Méndez (**Kcm Mg-Lu**). En su porción central se encuentra cubierto o enmascarado por depósitos cuaternarios (**Qpt Lh-ar**).

Anticlinal Guzmantla.- Se encuentra emplazado en la porción sur de la carta al oriente de Guzmantla, Ocotitlán y parte sur de El Pedregal; la longitud del eje principal es de aproximadamente 9 km, tiene una orientación general N-S, con ligeras variaciones en su dirección, con una simetría muy cerrada.

Tanto en su eje principal como en sus flancos afloran rocas carbonatadas de la Formación Guzmantla (**Ktss Cz**). En ambos flancos presentan pliegues secundarios.

Sinclinales

Sinclinal Ocotitlán.- Esta estructura se encuentra al sur de la carta, al sur oriente de Ocotitlán, con una orientación general NW 35° SE, con una longitud promedio de 4 km. Topográficamente se expresa a manera de pequeñas serranías y zonas kársticas. Presentan una simetría abierta e inclinación de sus ejes hacia el noreste, la litología que se presenta en el núcleo como en sus flancos de esta estructura son rocas carbonatadas de la Formación Guzmantla (**Ktss Cz**).

Sinclinal Tepatlaxco.- Este sinclinal se ubica en el extremo sur de la carta, al sur de Tepatlaxco, pasando por el poblado de Buena Vista, con un rumbo general N-S con una ligera deflexión en la parte sur, con una longitud promedio de 5 km. Presentando echados variables de 11° a 29° y una simetría cerrada por un alineamiento de sierras. En el núcleo y en flanco poniente de esta estructura afloran rocas carbonatadas de la Formación Guzmantla (**Ktss Cz**), y al flanco oriente se tienen depósitos cuaternarios (**Qpt Lh-ar**).

Cabalgaduras

Las estructuras producto de la deformación dúctil-frágil se manifiestan principalmente en la esquina norponiente de la carta donde afloran rocas carbonatada y terrígenas muy deformadas.

Cabalgadura Pachuquilla.- Se localiza en la porción noroeste de la carta al oriente de Ayocautla, en general tiene un rumbo de N-S, con una longitud aproximada de 8 km y un salto de 300 m. (Olivella L.M., 1986).

Esta cabalgadura es intraformacional, afecta principalmente a rocas carbonatadas de la Formación Tamaulipas superior (**Kace Cz-Lu**), observándose cerca de la cabalgadura una serie de indicadores cinemáticos (boudines) que pone de manifiesto la serie de esfuerzos a que estuvo sujeta esta unidad. (**Fotografía 23**).



Fotografía 23. Obsérvense los budines por efectos de la Cabalgadura Pachuquilla, al sureste del poblado Pachuquilla.

Cabalgadura Cuapancingo.- Esta estructura se ubica en la esquina noroccidente de la carta al norte de Cuapancingo con un corrimiento aproximado de 9 km, con una orientación de forma irregular NW-SE, sufriendo una bifurcación sensiblemente N-S, para volver a tomar su rumbo inicial, con cambios apreciables en la dirección en la parte suroriental de la estructura.

Pone en contacto tectónico a rocas cretácicas de la Formación Méndez (**Kcm Mg-Lu**), constituida por una serie de rocas terrígenas como son margas y lutitas, las cuales se encuentran cabalgadas por una serie de rocas carbonatadas, caracterizada por la Formación Tamaulipas superior (**Kace Cz-Lu**).

Esta cabalgadura afecta a rocas calcáreas conformadas por calizas y lutitas de las formaciones San Felipe y Agua Nueva (**Ktss Cz-Lu**).

Cabalgadura El Puerto.- Este sistema se localiza en la esquina norponiente de la carta y al oriente de Tetela de Ocampo, en general tiene una dirección NW-SE, con una longitud en promedio de 8 km siendo interrumpida su corrimiento en la parte central a la altura del Puerto, cubierta por depósitos cuaternarios (**Qpt Pu**), para volver a aparecer a la altura del poblado de Capuluaque.

Esta estructura pone en contacto a calizas del Cretácico superior (***Ktss Cz-Lu***), de las formaciones Agua Nueva y San Felipe, las cuales están cabalgadas por rocas del Jurásico inferior constituidas por lutitas y areniscas de la Formación Huayacocotla. (***Jsip Lu-Ar***).

Cabalgadura Tetelancingo.- Situada al noroccidente de la carta pasando al norte y nororiente de Tetelancingo de donde toma su nombre. Es una falla inversa y tiene una longitud aproximada de 1 km. El rumbo de la traza es muy irregular pero tiene la tendencia general de NW-SE.

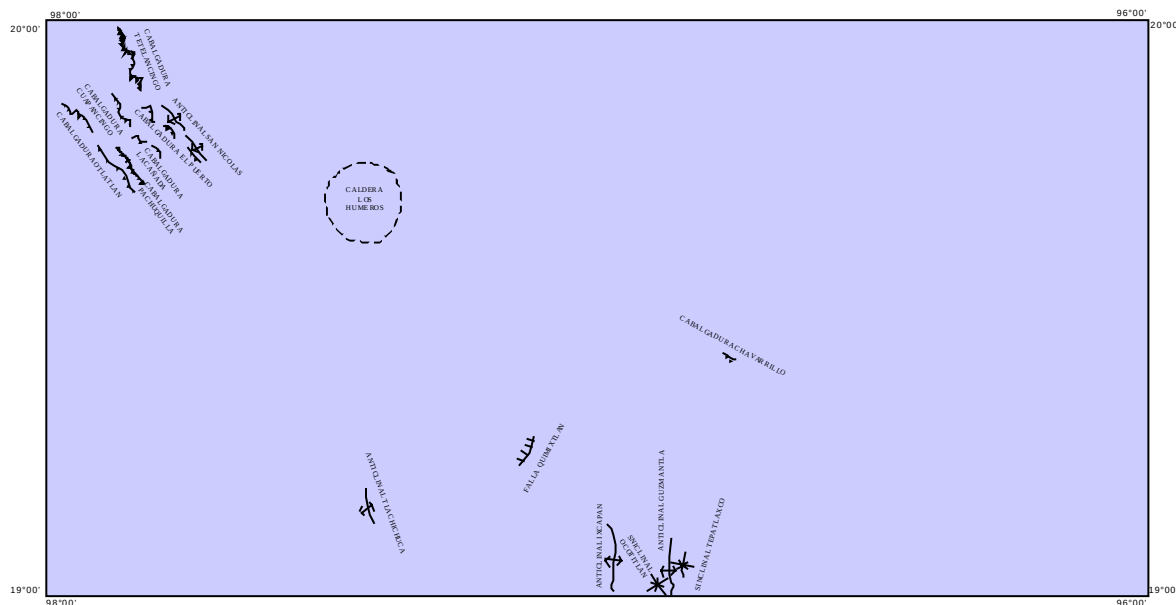


Figura 9. Plano estructural

Cabalgadura Chavarrillo.- Se localiza al suroriente de la carta, y suroriente de la Cd. de Xalapa. Está orientada NW 50° SE y su plano de falla buza al SW, con una inclinación de 53°.

Su desplazamiento tiene un salto vertical de 1,000 m, según Manjarrez H. P. P. (1987). En superficie la Formación Méndez(**Kcm Mg-Lu**), subyace a la Formación Guzmantla, (**Ktss Cz**), y en subsuelo a la Formación Orizaba, sobre la Guzmantla, forma parte de un sistema regional de fallas inversas.

En el campo se identifica como un alineamiento que corresponde a un escarpe de falla en el flanco noreste de la sierra de Chavarrillo, Manjarrez H. P. P. (1987).

Cabalgadura Otlatlán.- La estructura se localiza al noroeste de la carta con un rumbo general NW 20°-30° SE, con variantes en la parte norponiente en su dirección con una longitud aproximada de 14 km. Cubierta parcialmente en la fracción central por depósitos cuaternarios riolíticos y basálticos al nororiente de Aquixtla.

Pone en contacto tectónico a la unidad cretácica de la Formación Tamaulipas superior (**Kace Cz-Lu**), que es sobreyacida por un conjunto de rocas del Jurásico superior (**Jct Cz- Lu**).

Esta estructura se encuentra afectando a los sedimentos pelíticos y carbonatados de la Formación Tamaulipas superior (**Kace Cz-Lu**), cabalgada por las formaciones del jurásico superior (**Jct Cz-Lu**).

Cabalgadura La Cañada.- Esta falla se identifica en el segmento noroeste del área, al noroeste del poblado La Cañada y suroriente del mismo poblado del cual toma su nombre. El rumbo de esta falla tiene una traza irregular con una tendencia NW 50° - 60° SE principalmente.

Al suroriente de La Cañada sufre una deflexión cambiando su dirección a casi N-S; y su corrimiento horizontal es aproximadamente de 10 km. Interrumpida en su dirección en la parte centro por un intrusivo de composición dacítica (**Tm Gd-PDa**) y cubierta por sedimentos coluviales semiconsolidados.

Esta estructura es importante debido que cerca de ella se tiene una zona mineralizada pudiendo ser la responsable de llevar los fluidos mineralizantes a través de las fallas y fracturas.

Esta falla afecta y pone en contacto tectónico a un paquete de rocas carbonatadas de las Formaciones Agua Nueva y San Felipe (**Ktss Cz Lu**) así como rocas margosas con intercalación de lutitas de la Formación Méndez (**Kcm Mg-Lu**), cabalgando a estas formaciones se tienen calizas y

lutitas del Jurásico superior (**Jct Cz-Lu**), representadas por la Formación Pimienta.

III.3.3.2. Deformación frágil

Se diferenciaron dos estilos de fracturamiento relacionados, con la orogenia laramide que causó fracturamientos y fallamientos en varias direcciones, en la primera etapa tuvieron rumbo NNW-SSE en la segunda, WNW-ESE y en la última fase, probablemente la más débil, un rumbo general central NW-SE, se observa que se tienen fracturas o lineamientos preferenciales con dirección NW-SE y menos abundantes con dirección NE-SW.

Dentro de este dominio se tiene la caldera de Los Humeros la cual se localiza en la porción norponiente de la carta al noroccidente de Perote y al sur de Teziutlán. Es una estructura circular que se eleva 400 m sobre el nivel del valle, con un diámetro aproximado de 16.5 km aunque no presenta una circunferencia perfecta debido a la diferente competencia de las rocas que la componían al tiempo del colapso, la parte central parece haber sido un poco más rígida que el resto y semeja una estructura caldérica incompleta y de menores dimensiones; inicialmente formaba parte de un gran volcán de origen fisural de composición predominantemente andesítica.

La caldera se localiza en la porción más oriental de la Faja Volcánica Mexicana. Morfológicamente, está situada en el límite norte de la cuenca endorreica de Libres-Oriental, interpretada como un graben en una zona de distensión, que está limitado al norte por el Macizo de Teziutlán (sierras de Tezompan y Chignautla), al sur por la sierra Cuesta Blanca (orientada NW-SE), al oriente por el sistema de fallas que cortan la parte oeste de la Cadena Volcánica Pico de Orizaba-Cofre de Perote, y al poniente por la interrupción de la Sierra Madre Oriental (a la altura de los poblados Cuyoaco, Libres, Oriental y El Carmen).

Regionalmente la zona presenta una relación muy estrecha con el aspecto tectónico, ya que dentro del graben se tienen algunas prominencias de calizas mesozoicas, plegadas, cabalgadas y con desplazamientos horizontales, debidos a los esfuerzos compresivos provocados por la orogenia Laramide, que conservan la dirección NW-SE de la Sierra Madre Oriental.

Falla Normal Quimixtlan.- Se localiza en la porción sur de la carta, al oriente de Quimixtlan con un rumbo general NE 20° SW, vertical, con una longitud promedio de 6 km. Pone en contacto tectónico a la Formación Tamaulipas superior (**Kace Cz-Lu**) con rocas volcánicas terciarias de composición andesítica (**Tpl A-Da**)

III.4. TECTÓNICA

La evolución tectónica en esta carta puede remontarse a un arco antiguo de edad Pérmico que se instaló sobre el margen continental del occidente del supercontinente Pangea en una

región del sector oriental de México, un magmatismo calcoalcalino, así como la depresión de sedimentos pelíticos dentro de una probable cuenca marginal sepultada adyacente al arco, es hoy evidenciada por una potente capa de esquistos y metalavas aflorantes en la porción noroccidental de la carta

Esta se inicia a partir del Paleozoico conformada por un basamento metamórfico, que constituye la base sobre la cual descansa la carpeta sedimentaria, compuesto por esquistos y metalavas de edad Pérmico que presenta emplazamiento de intrusión de rocas graníticas de edad Pérmico, considerándose que influyó notablemente en la sedimentación y plegamiento de las rocas mesozoicas, funcionando en el Terciario como límite de las cuencas sedimentarias de Tampico-Misantla y Veracruz.

Al inicio del Liásico, se produce una subsidencia, facilitando la invasión de los mares formándose cuencas cerradas de circulación restringida entre las que sobresalen la Cuenca de Huayacocotla, depositándose durante el Sinemuriano, gruesos espesores de areniscas y lutitas negras, con abundante materia orgánica, en el Pleinsbachiano al manifestarse cierta inestabilidad por movimientos de ascenso y descenso, se incrementó su espesor con el depósito de sedimentos arcillo-arenosos, con bivalvos y plantas, derivados de las zonas emergidas con aporte ocasional de tobas y bentonitas.

A fines del Jurásico inferior se generan nuevos movimientos distensivos, provocando entre los bloques encajonados, un plegamiento y fallamiento inverso al E-NE; con la consecuente retirada de los mares, restituyendo las condiciones continentales de los sedimentos efectuándose a la vez manifestaciones de actividad ígnea. Bajo estas condiciones durante el Jurásico medio se depositaron los lechos rojos de la formación Cahuasas.

En algunas localidades el vulcanismo Triásico-Jurásico, se reactiva generando el aporte adicional de conglomerados volcánicos, areniscas tobáceas, tobas y derrames riolíticos que constituyen la Formación Tenexcate.

Al finalizar el Jurásico medio el continente empieza a ser invadido por los mares, continuando esta situación hasta fines del Cretácico, coincidiendo con la apertura del Golfo de México.

Durante el Calloviano, se inició la transgresión marina, cubriendo una topografía suavemente ondulada, que motiva el depósito de los bancos carbonatados de calcarenitas y bioclastos de la Formación Tepexic.

En el Oxfordiano, las condiciones ambientales de las aguas marinas, fueron más profundas y la circulación restringida, depositándose las arcillas y limolitas de la Formación Santiago.

Durante el Kimmeridgiano, la invasión marina se generaliza depositándose en aguas profundas las Formaciones Tamán de constitución calcáreo-arcillosa con radiolarios y amonites y la Formación San Pedro de aguas someras, de facies carbonatadas.

Al cierre del Jurásico, el fondo irregular de las cuencas fue nivelándose, recibiendo durante el Tithoniano el depósito de sedimentos calcáreo-arcillosos con pedernal y bentonita de la Formación Pimienta.

Al finalizar el Jurásico se inició la gran expansión de los mares aumentando paulatinamente la profundidad del piso marino por una lenta subsidencia que en el Neocomiano reguló la precipitación de los carbonatos de la Formación Tamaulipas inferior, que durante un largo período recibió el aporte de bentonitas.

Durante el Albiano-Cenomaniano, se tuvo el máximo desarrollo de plataformas y contraste de facies, durante este período las cuencas sedimentarias reciben el aporte de sedimentos calcáreo-arcillosos con pedernal de la Formación Tamaulipas superior y los bancos de la formación Orizaba.

A fines del Cenomaniano y principios del Turoniano se inicia el levantamiento de la región occidental y central del país, constituyendo las primeras pulsaciones de la orogenia Laramide, que plegó y fallo intensamente las formaciones mesozoicas y del Terciario inferior. Depositándose en la cuenca Sierra Madre Oriental las calizas arcillosas de la Formación Agua Nueva, mientras que en la cuenca de Zongolica continuó el depósito de carbonatos de la Formación Guzmantla. Depositándose en los bordes de la cuenca los sedimentos de talud de la Formación Maltrata.

El periodo de sedimentación Cretácico, termina con el depósito de las calizas arcillo-bentoníticas de la Formación San Felipe y las margas y calizas margosas de la Formación Méndez.

A fines del Cretácico, la orogenia Laramide actúa con las fuerzas activas en dirección SW-NE, levantando, fallando, deformando la secuencia mesozoica, generando fosas sedimentarias que son rellenadas con productos de estos eventos, depositándose sedimentos terrígenos tipo flysch que son las cuencas Tampico-Misantla con las formaciones Chicotepec, Aragón, Guayabal, Chapopote, Horcones y Palma Real y la cuenca de Veracruz con las formaciones Velasco Basal y Concepción.

Durante el Mioceno medio se inicia el desarrollo de El Eje Neovolcánico como una serie de eventos con características vulcanológicas y estructurales muy particulares, cuyas rocas se caracterizan por ser andesitas y dacitas de una provincia calcoalcalina por lo general.

Por otra parte las manifestaciones volcánicas más recientes se presentan con mayor abundancia en la parte meridional, observándose en los alineamientos N-S de los grandes estratovolcanes una migración del vulcanismo hacia el sur, como ejemplo se tienen los sistemas Perote-Pico de Orizaba e Iztaccíhuatl-Popocatepetl. Todas estas características dan una idea de la complejidad que se tiene para explicar el origen de esta cadena volcánica. Este vulcanismo ha creado muchas controversias, ya que algunos consideran que no existe una unión directa entre el vulcanismo y la trinchera del Pacífico (Mooser F., 1972, (Nixon G. T. et al., 1987, Pasquaré G. et al., 1991).

Otro punto de controversia es la edad ya que Demant A. (1982), considera que es de edad cuaternaria, y Robin C.(1982), lo considera de 5 Ma., sin embargo en una recopilación de datos radiométricos lo extienden de 12 a 17 Ma. (Garduño M. V.H. et al., 1992).

Muchas han sido las hipótesis que dan a explicar el vulcanismo del Eje, entre las que se tienen son: Mooser F. et al. (1958), quienes lo relacionan con la fractura de Clarión. Posteriormente el mismo Mooser F. (1975), considera una geosutura pre-paleozoica situada entre los dos bloques cratónicos, que se reactivó en donde la placa oceánica, que se hunde bajo la placa continental, lo hace con ángulos diferentes, ocasionando una segmentación ortogonal con dirección NW-NE y traslapes que favorecieron el emplazamiento de los volcanes de forma zigzagante.

Gastil R. G. et al., (1973), proponen una antigua falla dextral que representaría la prolongación del sistema de apertura del Golfo de California permitiendo con esto explicar el desplazamiento de los batolitos costeros. Negendank J. F.(1972), apoyado en datos geoquímicos, sostiene que el Eje es un producto de la fusión parcial de la corteza inferior y no de la fusión de la corteza oceánica al nivel de la astenósfera.

Urrutia F. J. et al., (1977), proponen una dirección de choque para las placas que no es perpendicular a la fosa de Acapulco, además la cresta del Pacífico oriental está muy próxima a la parte occidental de dicha fosa. Estos aspectos permiten deducir que el material que forma la litósfera oceánica es menos denso, con mayor espesor, más caliente y joven (4 Ma.), argumentos que permiten explicar la disminución del ángulo de subducción (20°), conforme se avanza hacia el sureste de la trinchera, produciéndose magmas a una distancia mayor (Nevado de Toluca 300 km; Popocatepetl 340 km; Pico de Orizaba 380 km).

Demant A.(1978), considera que la fosa de Acapulco comenzó a formarse en el Oligoceno, a partir de una traza que resulta de la prolongación del sistema de fallas sinestras Polochic-Motagua que separa a las placas Norteamericana y la del Caribe.

La rotación de la primera hacia el oeste fue provocada por la apertura del Océano Atlántico, acelerando el choque de la placa de Farallón hasta su total desaparición; en tanto que la placa de Cocos, que se va hundiendo, continua penetrando hasta alcanzar la profundidad necesaria para generar los magmas.

Durante este lapso, la cresta del Pacífico choca contra el elemento continental en el Mioceno tardío, provocando un salto (*jump*) de la cresta, hasta ocupar su actual posición en la cordillera del Pacífico Oriental

Por otro lado, es posible realizar una correlación entre secciones de Guatemala y México, las que sugieren que aquel país se encontraba anteriormente a la altura de Zihuatanejo, efectuando un desplazamiento del orden de 840-900 km, entre las placas Norteamericanas y del Caribe, además, en este sitio, se manifiestan un cambio en la orientación de las fracturas del eje de NE-SW a NW-SE, hacia la parte occidental (Robin C., 1982).

Debe mencionarse además que el movimiento del sistema Polochic-Motagua, genera esfuerzos de compresión máxima que fueron calculados por Carfantan J. C., en 1976, con una orientación de N55°E, sugiriendo que el emplazamiento de los pequeños volcanes se alinea paralelamente a dicha

dirección y que los estratovolcanes quedan orientados en forma perpendicular (Demant A., 1978).

La evolución del Eje Neovolcánico sugiere el desarrollo de una zona tectónica de debilidad en el área del actual Eje Neovolcánico seguido durante el Cenozoico por la actividad tectónica en la región Caribe, que incluye la difusión a lo largo de la Fosa El Caimán, cesación progresiva de subducción al sur, a lo largo de la costa poniente de Norteamérica y Centroamérica y desarrollo del protogolfo, el golfo de California y fallas tipo "Basin and Range" (extensional) al norte del Eje Neovolcánico (Cebull S. E. et al., 1987).

En resumen, el Eje Neovolcánico se originó por un proceso de subducción en que la placa que se introduce en forma oblicua respecto a la fosa, presenta variantes en sus características como son: espesor, densidad, edad, distancia, ángulo de subducción, composición, etc. además de que otras estructuras lo afectaron, como son: el choque de la antigua cresta del Pacífico que influyó en la tectónica de la parte occidental de México, o como el cambio de la rotación de la placa de Cocos, la influencia del sistema de fallas Polochic-Motagua y la rotación de la placa Norteamericana, causas que generan un campo de fuerzas muy particular que permiten el ascenso de magmas a través de las superficies de debilidad originadas.

IV. YACIMIENTOS MINERALES (*Figura 10*)

IV.1. METÁLICOS

IV.1.1. Introducción

Por sus características litológicas y de mineralización la carta Veracruz está constituida por 4 distritos mineros que son: Tetela de Ocampo, Cuyoaco, Teziutlán y Tatatila-Las Minas, una zona mineralizada (San Luis Atexcac-Chichicuahtla), y las áreas prospectivas Gallo de Oro y Caballo Blanco.

IV.1.2. Antecedentes

En el año 1887, el señor Vicente Lombardo fundó la Compañía "The Teziutlán Mining and Smelting Co."

La actividad del distrito comenzó con el descubrimiento del yacimiento de cobre-zinc "La Aurora", en el año de 1892 fue trabajado con una ley de 10% de cobre bajo la dirección de "The Teziutlán Cooper Co." En 1900 se fusionaron ambas empresas y de esta manera se dio inicio a una época de bonanza dentro del distrito.

De 1910 a 1917 la explotación de La Aurora fue suspendida. Sin embargo de 1914 a 1917 se efectuaron estudios que pretendían cambiar métodos de beneficio gravimétricos y de flotación, para el mejor aprovechamiento de las minas.

En 1918, "The Teziutlán Cooper Co." se asoció con los grupos Real del Monte y Pachuca, San Luis Mining y The Fresnillo Company. En 1920, se asoció también con la "Mexicana Zinc Corporation".

De 1925 a 1931 se tuvo una producción de 325,000 toneladas, utilizando el método de flotación selectiva con las siguientes leyes: 1.59 g/t Au, 78 g/t Ag, 3.2 % de Cu; 12% de Zn y 1.2 % de Pb.

En el año de 1935, la Compañía Minera Asarco, S. A., se hizo cargo de la explotación de La Aurora, tres años más tarde suspendió la explotación definitivamente.

Los primeros aportes al conocimiento de los yacimientos del área de Teziutlán, Pue., se tuvieron a principios y mediados del siglo pasado (Gómez J, 1916 y Edelen A. W. et al., 1936). Estos trabajos plantean una descripción aproximada del tipo y marco geológico de la mineralización de Cu-Zn que existe en la zona.

En 1970, la Compañía Minera Autlán, S. A. de C. V., adquirió la concesión para la exploración, (Zamorano M. G. et al., 1986).

El distrito minero Tatatila-Las Minas, ha sido objeto de diversos estudios relacionados con la minería que datan a mediados del siglo XIX. En 1952 y 1953 la República Steel Co. Llevó a cabo exploraciones con barrenación y desarrolló un socavón en los afloramientos de hierro de San Pedro y Cerro Palacio con el objeto de explorar los depósitos feríferos de esta localidad.

En el distrito de Cuyoaco, actualmente no se tiene algún antecedente sobre los inicios de la explotación de estos yacimientos. Solo el estudio de la zona denominado Preliminary Report On Negociación de Minas y Fundación de La Paz.

No se tiene conocimiento de fechas que nos refiera de

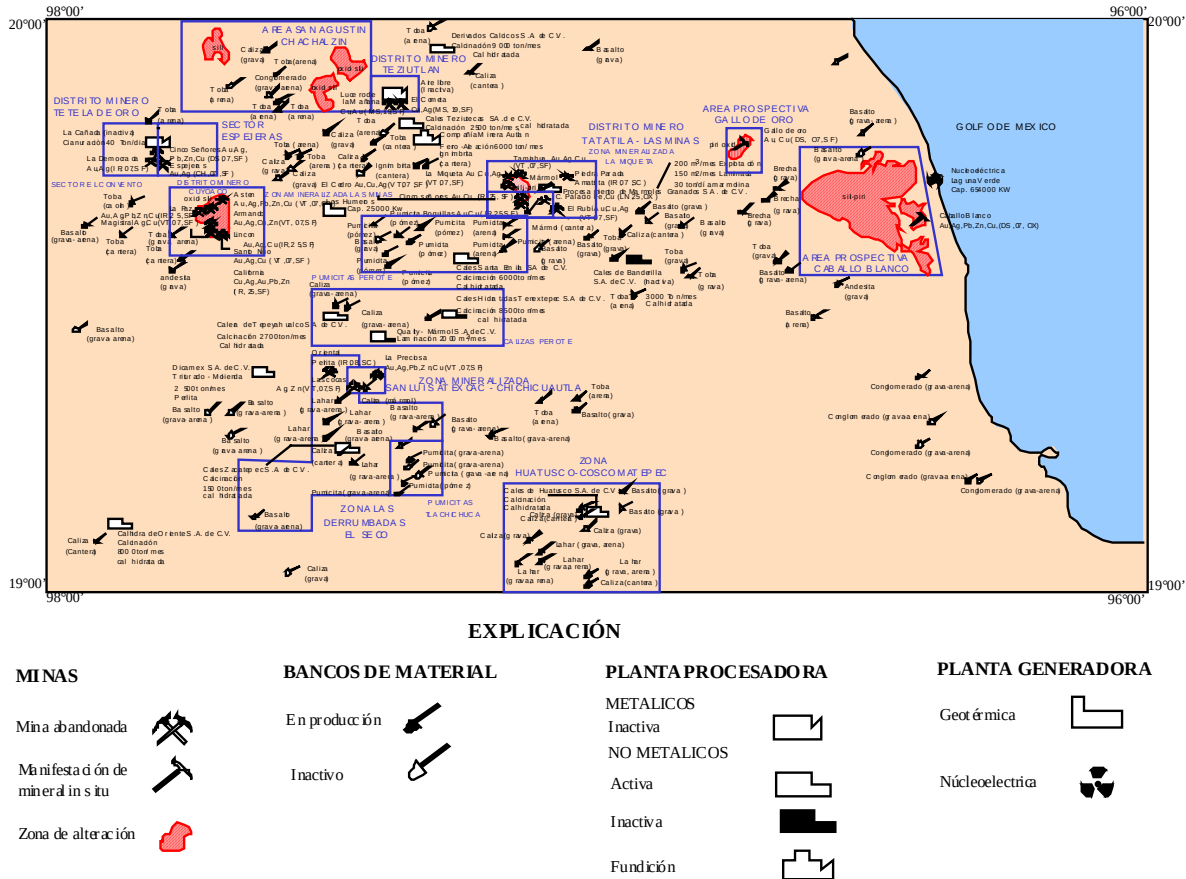


Figura 10. Plano de yacimientos minerales

No se tienen fechas precisas de cuando se inicia la explotación de las minas de Tetela de Ocampo; sin embargo es posible que como en otras regiones del país, los pobladores autóctonos ya extraían oro libre, dando como resultado que en la época de la colonia se intensificara la explotación. Los métodos empleados eran el gambusinaje, lavado de placeres, y colectando mineral de fracturas y vetillas mineralizadas.

El producto se molía y se separaba el oro libre por el método de amalgamación y posteriormente se fundía.

Varias empresas particulares han efectuado estudios regionales y locales, cuyos resultados se desconocen.

La Cía. Minera Meteoro, S. A. de C. V., realizó algunos trabajos cuyos resultados están inéditos.

cuando dio inicio la explotación en esta zona, sin embargo Sánchez R. D. et al. (1982) dentro de un programa de exploración geológica del Consejo de Recursos Minerales, efectuaron estudios geológicos de reconocimiento regional en la zona Chichicauatla, del estado de Puebla.

IV.1.3. Minas en explotación.

Actualmente no se tiene ninguna mina en explotación, encontrándose abandonadas.

IV.1.4. Infraestructura minera.

Debido a la actividad minera intermitente dentro del distrito de Tetela de Ocampo este cuenta con energía eléctrica, carretera pavimentada, agua, así como una planta de beneficio con una capacidad instalada de 30 t/día por el método de cianuración, actualmente inactiva. En el presente,

la compañía Frisco, tiene la concesión y realiza trabajos de exploración esporádicamente.

En el distrito de Cuyoaco actualmente no se tiene actividad minera, pero se cuenta con energía eléctrica, agua, carretera pavimentada a 10 km, así como caminos de terracería en mal estado que comunican a las diferentes obras.

Por lo que respecta al distrito minero de Las Minas actualmente no se cuenta con actividad minera. Cuenta con camino pavimentado y de terracería que comunica a las diferentes minas. No se cuenta con alguna planta de beneficio.

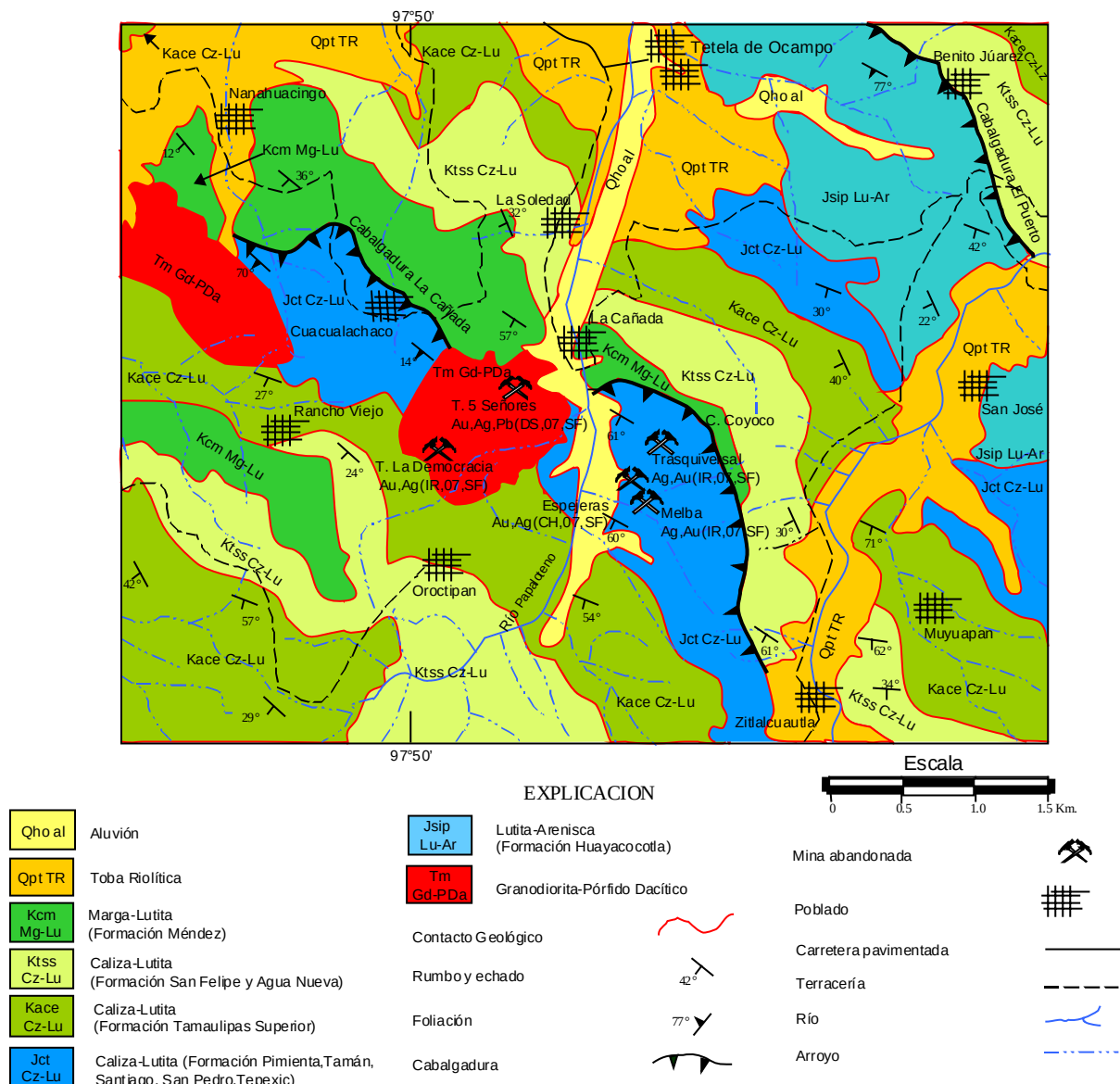


Figura 11. Distrito Minero Tetela de Ocampo

El distrito minero de Teziutlán actualmente no mantiene actividad minera, pero posee vestigios de lo que fue la época de bonanza en el pasado. Se tiene buena infraestructura ya que se tiene carretera pavimentada que comunica al área, caminos de terracería y agua. Actualmente la compañía minera Autlán, S.A. de C.V.; tiene amparadas con concesiones mineras de exploración la mayoría de los lotes mineros.

IV.1.5. Distrito Minero Tetela de Ocampo. (Figura 11).

Localización.- Se ubica al norponiente de la carta al suroccidente de Tetela de Ocampo cerca del barrio La Cañada.

Este distrito fue dividido en dos sectores que son: El Convento y Espejeras. Las minas del sector El Convento son: Cinco Señores, La Libertad, La Democracia. Las minas del sector

Espejeras son: Mina Espejeras, Socavón Melva, Socavón Tepozanteco, Socavón El Carmen, Socavón Moisés I, y La Trasquaversal.

IV.1.5.1. Sector El Convento

Ambiente Geológico Regional

Se tiene en este sector aflorando un tronco de pórfido dacítico (**Tm Gd-PDa**), de origen hipabisal, de color claro compacta.

Tipo de Yacimiento

La mineralización se considera originada por soluciones hidrotermales ascendentes de temperatura y presión baja y a poca profundidad (Epitermal). El ascenso de los fluidos mineralizantes estuvo controlada por diaclasas, fracturas y fallas del pórfido dacítico, interconectadas antes de la mineralización.

Mineralogía y Alteraciones

Consiste de oro libre con leyes de plata dentro de un mineral manganesífero, pirita, galena, trazas de zinc y con mineral de ganga cuarzo. Las alteraciones que se presentan son argilitización, piritización y oxidación.

Estructuras, Leyes y Potencial

Socavón Cinco Señores obra exploratoria para cortar la mineralización. Tiene un largo de 120.0 m con rumbo NW 40°, con dos cruceros, con un desarrollo de 20.0 m cada uno y una profundidad de 20.0 m. Los valores obtenidos en este socavón son: 0.15 g/t de Au, 18 g/t de Ag, 0.25 % de Pb, 4.49% Cu, y 0.19% de Zn. (Sánchez R. D., 1979).

CINCO SEÑORES.

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb %	Cu %	Zn %
S-78 -93	0.2	0.4	24	0.460	1.6	0.160
94	10.0	0.3	21	0.143	9.0	0.350
95	10.0	0.1	60	0.750	21.5	0.575
96	10.0	0.6	20	0.135	0.5	0.335
97	10.0	0	4	0.025	3.4	0.045
98	10.0	0	3	0.010	0.5	0.065
99	12.5	0	5	0.040	0.2	0.012
100	2.0	0	3	0.012	0.9	0.102
101	10.0	0	6	0.185	0.9	0.111
102	2.0	0	7	0.170	0.3	0.087
103	5.0	0.5	30	0.930	0.1	0.167
104	1.0	0	5	0.047	0.5	0.080
105	2.0	0.2	56	1.675	0.1	0.160
106	2.0	0	12	0.152	1.4	0.182
LEY MEDIA		0.15	18.3	0.25	4.49	0.19

La Libertad. Consta de aproximadamente 20.0 m de comidos, con un rumbo NW-SE y un echado menor de 45°, con un largo de 36.0 m, 2.0 m de ancho a través de la falla y un crucero de 16.0 m. El desnivel entre ambos cruceros es de 38.0 m. Es evidente que el socavón Cinco Señores fue exploratorio con el fin de cortar la falla mineralizada con rumbo N 40° W que aflora en la superficie en la zona La Libertad. Los valores reportados dentro de esta mina: 0.24 g/t de Au, y 35 g/t de Ag. (Sánchez R. D., 1979). Esta obra no esta ubicada en la carta, ya que actualmente se encuentra asolvada.

LA LIBERTAD

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S	
		Au (g/t)	Ag (g/t)
S-78-107	7.0	0.0	27
108	6.0	0.32	37
109	4.0	0.32	4
110	6.0	0.48	69
111	1.0	0.0	2
LEY MEDIA		0.24	35

La Democracia. Consiste de un tajo a cielo abierto con 18.0 m de desarrollo y un ancho de 6.0 m y un desnivel de más de 10.0 m. Los resultados de la ley media obtenidos en este tajo son: 0.04 g/t de Au, y 92 g/t de Ag. Debido a lo estrecho y poca longitud de las estructuras mineralizadas no se estimaron reservas. (Sánchez R. D., 1979).

LA DEMOCRACIA

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S	
		Au (g/t)	Ag (g/t)
S-78-61	0.20	0.0	431
62	10.0	0.0	68
63	0.10	0.0	57
64	0.10	5.12	1900
65	PEPENADO	6.9	325
LEY MEDIA		0.04	92

IV.1.5.2. Sector Espejeras

Ambiente Geológico Regional

La geología del área está compuesta por rocas sedimentarias continentales de la Formación Cahuasas (**Jbjb Lm-Cgp**) que subyace discordante a la Formación Pimienta (**Jct Cz-Lu**), contenedora de mineral de interés económico.

Cubriendo a todas estas unidades se tiene a la Formación Tamaulipas superior (**Kace Cz-Lu**). Y sobreyaciendo a está unidad se tiene a las formaciones San Felipe y Agua Nueva (**Ktss Cz-Lu**), cubriendo a la unidad anterior se tiene a la Formación Méndez (**Kcm Mg-Lu**). Cubriendo a estas

unidades se tiene tobas riolíticas (*Qpt TR*) con fragmentos de pómez.

Se tiene roca intrusiva hipabisal (*Tm Gd-PDa*), la cual presenta mineralización.

Tipo de Yacimiento

La mineralización se considera hidrotermal de tipo epitermal de baja presión y baja temperatura. La mineralización fue posterior a la intrusión ácida ya que prácticamente no existe alteración en el contacto pórfido dacítico-calizas por tratarse de una intrusión seca, las soluciones mineralizantes fluyeron a través de conductos naturales y los mejores lugares de emplazamientos de mineral fueron los planos de estratificación en zonas de alto plegamiento y fracturamiento, o en combinación de ambas. Se presenta en forma de chimeneas con bolsones esporádicos y clavos mineralizados.

Mineralogía y Alteración

La mineralización consiste de oro libre, argentita, pirargirita, galena y trazas de cobre (malaquita y azurita) y como mineral de ganga se tiene pirita y cuarzo. Como alteración se tiene algo de oxidación ya que es de baja temperatura las soluciones mineralizadas y no se tiene ningún tipo de alteración hipogénica.

Estructuras, Leyes y Potencial

Mina Espejeras. Consta de dos socavones, dos salones y siete niveles con un desarrollo total de 1750.0 m siguiendo un yacimiento de tipo chimenea con rumbo aproximado de N 15° E. Las dimensiones aproximadas de las chimeneas son un diámetro de 30.0 m y una altura de 75.0 m con un buzamiento de 45° al norte. Los valores obtenidos en la mina Espejeras consisten de 1.56 g/t de Au, y 91.28 g/t de Ag. (Sánchez R. D., 1979).

MINA ESPEJERAS NIVEL 4

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S	
		Au (g/t)	Ag (g/t)
S-78-446	8.0	1.02	80
447	9.0	0.96	80
448	2.0	2.02	79
449	10.0	1.00	67
450	10.0	3.60	230
451	13.0	0.96	41
452	20.0	1.18	56
453	15.0	1.88	60
LEY MEDIA		1.54	142

MINA ESPEJERAS NIVEL LA PIÑA

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S	
		Au (g/t)	Ag (g/t)
S-78-442	25.0	4.6	127
443	20.0	2.2	44
444	30.0	2.34	79
445	20.0	0.0	70
LEY MEDIA		2.41	75

MINA ESPEJERAS NIVEL 5

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S	
		Au (g/t)	Ag (g/t)
S-78-439	15.0	2.02	87
440	2.0	0.14	16
441	2.0	0.58	33
LEY MEDIA		1.67	74

MINA ESPEJERAS NIVEL 6

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S	
		Au (g/t)	Ag (g/t)
S-78-434	20.0	0.22	14
435	7.0	1.74	20
436	2.0	0.42	62
437	2.0	3.74	128
438	2.0	1.1	41
LEY MEDIA		0.82	27

Socavón Melba. Consta de un desarrollo de 67.0 m que va a través de una falla vertical que lleva un rumbo casi E-W. En esta obra se aprecian ocasionalmente pequeños bolsones con calcita, así como una oxidación a través de la falla. Los valores arrojados en este socavón son de 0.19 g/t de Au, y 188 g/t de Ag. Debido a lo errático de la mineralización no se estimaron reservas. (Sánchez R. D., 1979).

SOCAVÓN MELBA

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S	
		Au (g/t)	Ag (g/t)
S-78-166	10.0	0.14	126
167	10.0	0.46	665
168	11.0	0.28	49
169	15.0	0.02	23
170	2.0	0.02	132
LEY MEDIA		0.19	188

Socavón Tepozanteco. Consta con un desarrollo de 10.0 m a través de calizas que llevan un rumbo NE45°SW y un echado de 60° al SE. Se observa mineralización en los planos de estratificación. Los cuerpos son tabulares paralelos a la estratificación con espesores de 40 cm. En este socavón arrojaron valores de 0.90 g/t de Au, y 445 g/t de Ag. Por la poca extensión de los afloramientos no se estimaron reservas.

(Sánchez R. D., 1979). Esta obra por estar asolvada y cubierta por la vegetación no se posicionó y por lo tanto no esta ubicada en la carta

SOCAVÓN TEPOZANTECO

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S	
		Au (g/t)	Ag (g/t)
S-78-171	2.0	0.42	85
172	2.5	1.42	990
173	2.0	0.74	126
LEY MEDIA		0.90	445

Socavón El Carmen. Consta de seis cruceros y un salón con un desarrollo de 350.0 m y lleva un rumbo general de NW 60° SE casi paralelo a las estructuras. Presenta valores de 0.11 g/t de Au, 8 g/t de Ag. No se estimaron reservas. (Sánchez R. D. 1979).

SOCAVÓN EL CARMEN

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S	
		Au (g/t)	Ag (g/t)
S-78-234	10.0	0.20	5
235	10.0	0.18	3
236	10.0	0.10	5
237	11.5	0.02	6
238	12.0	0.04	3
239	7.0	0.04	5
240	10.0	0.14	2
241	10.0	0.16	9
242	10.0	0.14	3
243	8.5	0.12	3
244	5.0	0.18	38
245	6.0	0.06	6
246	6.0	0.04	2
247	10.0	0.02	3
248	15.0	0.04	2
249	10.0	0.08	6
250	10.0	0.01	4
251	9.0	0.16	2
252	8.0	0.04	3
253	10.0	0.04	5
254	10.0	0.24	22
255	1.0	0.44	12
256	10.0	0.02	1
257	7.0	0.10	3
258	5.5	0.20	43
259	10.0	0.18	1
260	12.0	0.34	14
261	12.0	0.10	1
262	10.0	0.08	7
263	11.0	0.10	35
264	10.0	0.20	29
265	10.0	0.18	18
266	21.5	0.14	1

LEY MEDIA	0.11	8
------------------	------	---

Socavón Moisés I. Consta de dos socavones con 220.0 m y 30.0 m de desarrollo a través de calizas. La mineralización observada consta de bolsones esporádicos. En este socavón se obtuvieron valores de 0.14 g/t de Au; y 46 g/t de Ag. No se estimaron reservas por la ausencia de mineralización. (Sánchez R. D., 1979). Esta obra por estar asolvada y cubierta por la vegetación no se posicionó y por lo tanto no esta ubicada en la carta

SOCAVÓN MOISES I

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S	
		Au (g/t)	Ag (g/t)
S-78-141	6.0	0.10	0.55
142	10.0	0.14	114
143	10.0	0.06	40
144	12.0	0.28	55
145	7.0	0.30	59
146	12.0	0.10	44
147	9.0	0.18	46
148	7.0	0.16	20
149	16.0	0.04	9
150	7.0	0.16	15
151	1.0	0.08	67
152	0.5	0.06	56
153	5.0	0.08	51
154	12.0	0.20	45
155	14.5	0.08	51
156	0.5	0.20	180
157	0.5	0.02	40
158	1.0	0.20	40
LEY MEDIA		0.14	46

La Trasquiversal. Consta de un socavón con 92.0 m de desarrollo sobre calizas con rumbo general de N 65° E. La mineralización consiste en bolsones esporádicos con calcita y cuarzo que se observa megascópicamente. Se obtuvieron valores de interés de 0.33 g/t de Au; y 139 g/t de Ag. Por la ausencia de mineralización económica no se estimaron reservas. Los valores reportados en estas minas fueron tomados del informe final del proyecto Oro-Plata Tetela de Ocampo, Mpio. Tetela de Ocampo, Pue.; por Sánchez R. D. (1979).

SOCAVÓN LA TRASQUIVERSAL

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S			
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb %	Zn %
S-78 -127	7.0	0.2	81	0.010	0.160
128	7.0	3.12	1370	0.270	0.162
129	10.0	0.08	89	0.011	0.034
130	5.0	0.2	59	0.006	0.013
131	9	0.22	60	0.008	0.067
132	7.5	0.06	9	0.003	0.019

133	8.0	0.1	41	0.005	0.013
134	10.0	0.0	16	0.007	0.016
135	10.0	0.06	24	0.007	0.013
136	15.0	0.06	18	0.004	0.006
137	1.0	0.06	22	0.006	0.055
138	1.0	0.16	99	0.009	0.062
139	5.0	0.44	72	0.022	0.016
140	1.0	0.04	7	0.004	0.051
LEY MEDIA		0.33	139		

Ambiente Geológico Regional

La geología del área está representada por rocas sedimentarias de la Formación Pimienta (**Jct Cz-Lu**); que subyace discordante con las calizas de la Formación Tamaulipas inferior (**Kbeap Cz**); intrusionadas por rocas de tipo granodiorita, (**Tm Gd-PDa**) responsable de la mineralización formando zonas de skarn de granate y zonas de tactitas. Se tiene una serie de rocas andesíticas (**Tpl A-**

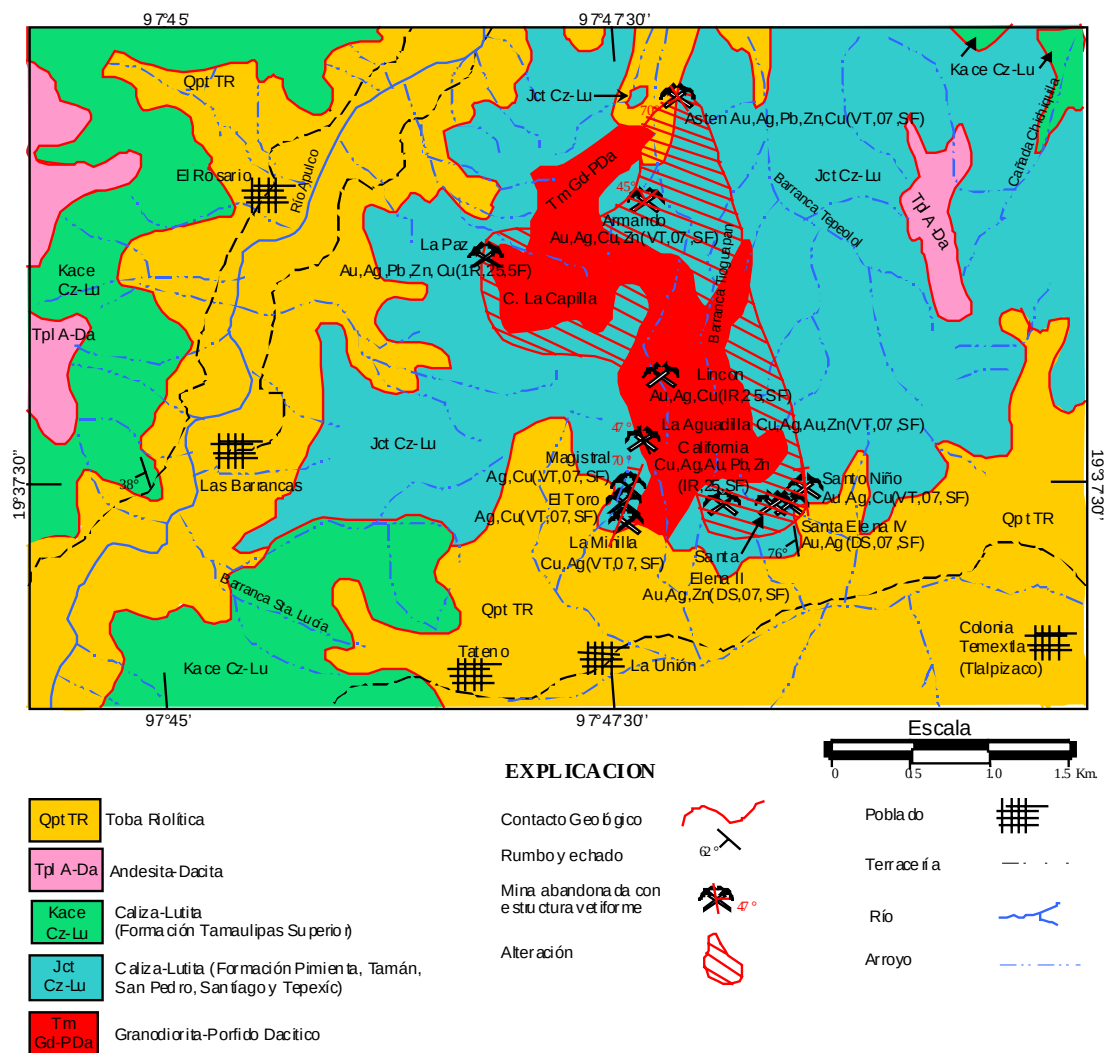


Figura 12. Distrito Minero Cuyoaco

IV.1.6. Distrito Minero Cuyoaco. (Figura 12).

Localización.- Se ubica al noroccidente de la carta y al noroccidente de Cuyoaco.

Las minas más importantes dentro de este distrito son: Magistral, El Toro, La Minilla, California, Santa Elena I, II y IV, Mina Armando, Mina Astén, Mina La Paz, Socavón Lincoln, La Aguadilla y Santo Niño.

Da), así como tobas de composición ríolítica (**Qpt TR**).

Tipo de Yacimiento

La mineralización corresponde a yacimientos de metamorfismo de contacto generando zonas de skarn con valores de cobre y oro. Se conocen dos tipos de yacimientos minerales uno esencialmente aurocuprífero en la zona de tactitas cerca al contacto con el intrusivo y el otro argencuprífero, propiamente dentro del cuerpo granodiorítico que arman el skarn de granate.

Mineralogía y alteraciones

La mineralización consiste principalmente de calcopirita, carbonatos de cobre, óxidos de fierro, oro, argentita, esfalerita y galena, la ganga es cuarzo, granate y calcita, las alteraciones más comunes son silicificación, granatización, oxidación y caolinización.

Estructuras, Leyes y Potencial

Mina Magistral, Obra minera que consiste de un socavón con un desarrollo de 20.0 m y un crucero de 4.0 m.

Mina El Toro.- Obra minera derrumbada y asentada, se desconocen sus dimensiones de la obra.

Mina La Minilla. Socavón que tiene un desarrollo de 85.0 m de longitud y tres cruceros con un desarrollo de 25.0 m. En estas minas se tiene una estructura con espesores de 0.70 m, y con una longitud de 45.0 m con un rumbo general de N25°E, echado 70° NW. Esta estructura se explotó a través de las minas antes descritas.

En la mina Magistral de 8 muestras colectadas se obtuvieron valores de 20 g/t de Ag, y 0.63 % de Cu, La Minilla en 2 muestras colectadas, arrojó valores de 7 g/t de Ag, y 1.29% de Cu., de la mina El Toro se desconocen sus valores. (De Santiago C. J., et al., 1981).

Mina California. Tienen una longitud de 60 m presenta un espesor promedio de 0.30 m y un desnivel conocido de 50 m; con un rumbo irregular y echado promedio de 80° N. El tipo de yacimiento es de metasomatismo de contacto.

De esta mina se colectaron 28 muestras y se obtuvieron valores que arrojaron; 0.26 g/t de Au, 54 g/t de Ag, 0.14% de Pb, 1.29% de Zn, y 2.10% de Cu. (De Santiago C. J. et al., 1981).

Minas Santa Elena I, II y IV. La primera zona de metasomatismo de contacto entre las tactitas y el intrusivo. Tiene una longitud de 40 m, un espesor de 0.60 m y de desnivel de 50 m y fue explotado en estas minas.

Dentro de la mina Santa Elena I que no esta ubicada en la carta, en 16 muestras colectadas se tiene 0.48 g/t de Au, 1.13 g/t de Ag. Por lo que respecta a la mina Santa Elena II en 2 muestras colectadas se tiene valores de 0.50 g/t de Au, 5.5 g/t de Ag, y 0.001% de Zn.

En la mina Santa Elena IV en 2 muestras colectadas se lograron valores de 0.50 g/ton de Au y 36 g/ ton de Ag. (De Santiago C. J. et al., 1981).

Mina Santo Niño. En esta mina se presenta una estructura muy regular con un rumbo general de N10°W y echado

vertical con una longitud de 70 m, con espesores que varían 0.23 m y un desnivel promedio de 100 m. Los valores reportados en 24 muestras colectadas, reportan una ley media de 3.22 g/t de Au, 4 g/t de Ag, y 0.02% de Cu. (De Santiago C. J. et al, 1981).

Mina Armando. Presenta mineralización en fractura y fallas que presentan un paralelismo entre si, con una longitud de 60 m, tiene un espesor de 0.20 a 0.45 con un desnivel promedio de 60 m; con un rumbo general de N 45° E y echado 45° al NW y SE. En 57 muestras colectadas los valores logrados en esta mina fueron 1.65 g/t de Au, 17 g/t de Ag, 0.01%Zn, y 2.36% de Cu. (De Santiago C. J. et al., 1981).

Mina Asten. Veta mineralizada que aflora entre el contacto de la caliza y un lente de tactita concordante con la caliza. Estructura regular con rumbo N40°W y echado variable entre 70° y 85°, tanto al SW como al NE, potencia de 0.20 a 2.0 m, con una longitud de 70.0 m y profundidad real de 34.0 m. Su Ley Media en 26 muestras sobre veta de es: 0.03 g/t de Au, 23 g/t de Ag, 0.03% de Pb, 0.10% de Zn, 2.0% de Cu. Se tiene un potencial del terrero en 7,500 t., con valores de 0.07% de Zn y 2.0% de Cu. (De Santiago C. J. et al., 1981).

Mina La Paz. Consiste de un socavón, estructura irregular de tipo metasomatismo de contacto, con un ancho promedio de estructura de 0.57 m y una longitud desconocida, la mineralización consiste de calcopirita y malaquita. En 21 muestras colectadas se tienen reportes de 0.74 g/t de Au, 15g/t de Ag, 0.02% de Pb, 0.01% de Zn y 0.61% de Cu, encontrándose actualmente derrumbada, pero anteriormente esta mina fue de gran importancia.

Socavón Lincon. Obra minera que consta de dos socavones el primero.- con un desarrollo de 42.0 m de longitud y 5 cruceros con 52.0 m de desarrollo; y un segundo con un desarrollo de 58.0 m y dos cruceros con 21.0 m de desarrollo. Presenta una estructura irregular, el tipo de yacimiento es por metasomatismo de contacto, en 7 muestras colectadas se reporta valores de 0.19 g/t de Au, 9 g/t de Ag y 0.53% de Cu. (De Santiago C. J. et al., 1981).

La Aguadilla. Es una veta tipo hidrotermal con un espesor de 0.66 m Para esta veta en 5 muestras colectadas se tiene reporte de 0.05 g/t de Au, 18.0 g/t de Ag, 0.20% de Zn y 1.27% de Cu. Todos los valores reportados en este distrito fueron obtenidos del informe final de la 1ª. fase del proyecto Oro-Cuyoaco, por De Santiago C.J. et al., (1981).

IV.1.7. Distrito Minero Teziutlán. (Figura 13).

Localización.- se ubica al noroccidente y centro de la carta, y al noroccidente de Teziutlán en el poblado de Aire Libre. Las minas más importantes dentro de este distrito son: Mina La Aurora, El Cometa, Lucero de La Mañana, Minerva y El Volcán.

Ambiente Geológico Regional

Dentro del contexto geológico el área está representada principalmente por un paquete metamórfico (**Pp? E-MLa**) constituido por esquistos y metandesitas de edad Paleozoico superior (Pérmico temprano). Sobreyaciendo a esta unidad una secuencia de rocas clásticas continentales conformada

Tipo de Yacimiento

La roca encajonante de los mantos de sulfuros es un esquisto cuarzo-sericitico (Pérmico) derivado de una secuencia volcanosedimentaria de color verde. Se presentan en forma de mantos lenticulares paralelos a los planos de esquistosidad, con una orientación general E-W. Considerando las características geológicas del yacimiento

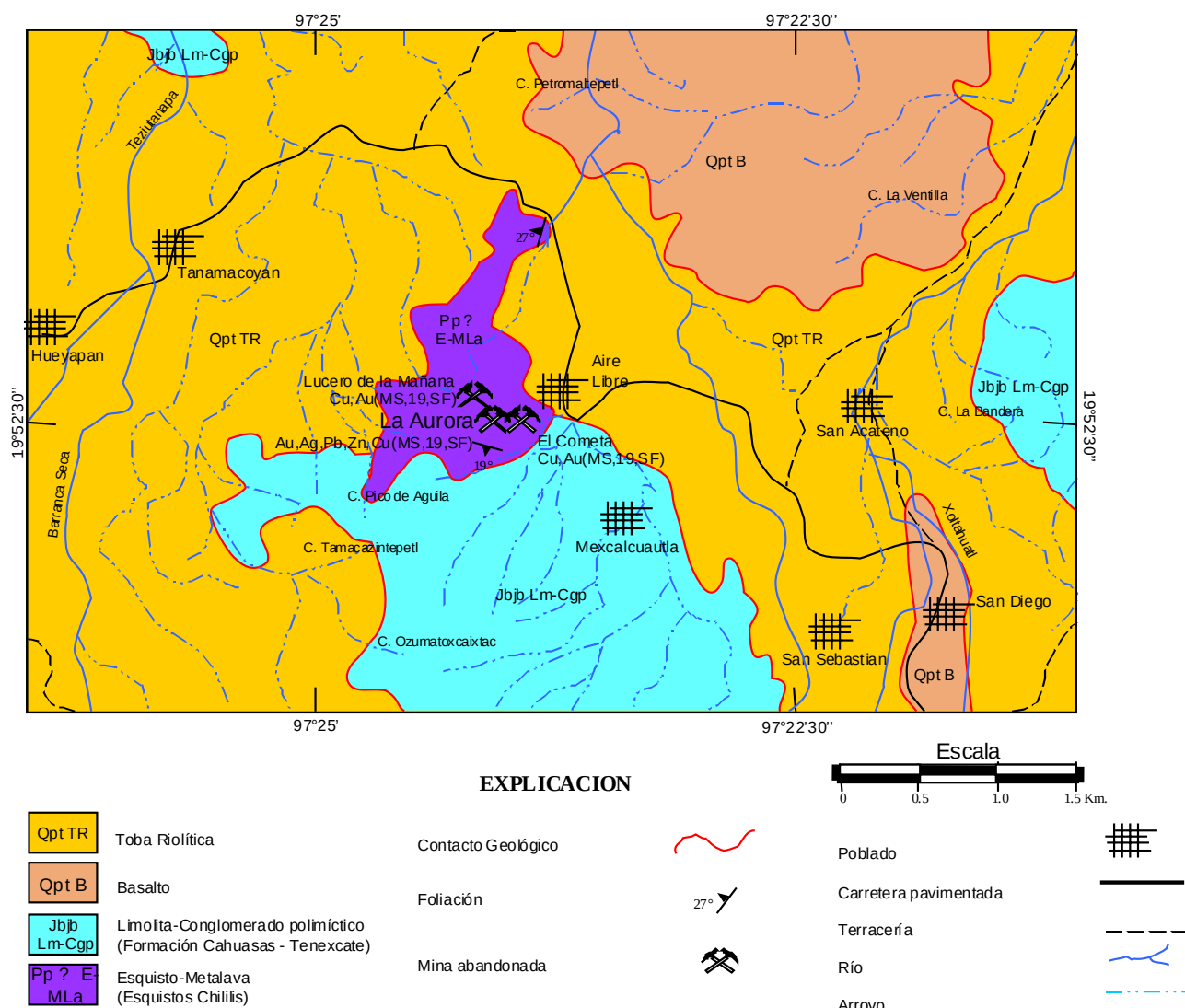


Figura 13. Distrito Minero Teziutlán

por la Formación Cahuasas (**Jbjb Lm-Cgp**), constituida por lutitas rojas, areniscas de grano fino a grueso, verde rojizo, cuarcíferas, conglomerados mal clasificados con intercalación de limolita ligeramente arenosa, de color rojo. Cubriendo a todas estas unidades se tiene una serie de depósitos de derrames de composición andesítica y basáltica (**Qpt B**) de origen post-caldérica y abundantes conos de escoria y piroclásticos (**Qpt TR**) de composición riolítica mal cementados

se le considera depósito de sulfuros masivos.

Mineralización y alteración

La mineralogía fundamental de los mantos mineralizados, en orden de abundancia, es la siguiente, según Pesquera V. R. (1967): calcopirita, esfalerita, galena y covelita como mena y pirita y cuarzo como ganga. Esta serie mineralógica ha sido descrita en la cañada La Aurora, cercanamente al socavón del mismo nombre.

Las alteraciones más comunes observadas son la propilitización (cloritización), seritización, silicificación y ocasionalmente epidotización.

Estructuras Leyes y Potencial

Mina La Aurora. Se tiene un cuerpo en los alrededores de la mina con un horizonte mineralizado que presenta un rumbo general E-W, una longitud de 20.0 m a 100.0 m con un ancho variable de 0.2 a 3.0 m y una profundidad de 60.0 m, el cual tuvo una ley promedio de 10% de cobre, con una ley media de 3.2% de cobre, 12% de zinc, 1.2% de plomo, 1.89 g/t de oro y 78 g/t de plata. Se estima que produjo cerca de 325,000 toneladas de mineral

El cuerpo Cometa. Actualmente inaccesible, según Edelen A.. W. et al. (1936) (en Zamorano M. G. et al. 1986) tiene un rumbo general E-W con una longitud de 20.0 a 120.0 m con un ancho de 0.2 a 3.0 m con una profundidad de 60.0 m. Con una ley aproximada entre 6 y 10% de cobre y un contenido desconocido de plata. Se tuvieron reservas de más de 800,000 t., de mineral.

Mina Lucero de la Mañana. Actualmente derrumbada e inaccesible, según Edelen A.. W. et al. (1936) (en Zamorano M. G. et al. 1986) no presenta reporte de valores de interés económico.

El cuerpo Volcán. Actualmente inaccesible y cubierta por la vegetación., según Edelen A.. W. et al. (1936) (en Zamorano M. G. et al. 1986). Tenía una ley promedio de 85 g/t de plata, 3.5% de cobre, 12% de zinc y 1.2% de plomo. Probablemente superó las 500,000 Esta obra no esta ubicada en la carta.

Mina Minerva. Actualmente inaccesible y cubierta por la vegetación., según Edelen A.. W. et al. (1936) (en Zamorano M. G. et al. 1986). +Tuvo reservas de mineral del orden de 650,000 t. , con leyes promedio probablemente semejantes a las del cuerpo Volcán. Por lo anterior, se deduce que el distrito minero de Aire Libre produjo cerca de 2,775,000 t., de mineral con leyes atractivas de cobre, zinc y plata. (Zamorano M. G. et al. 1986)

IV.1.8. Distrito Minero Tatatila-Las Minas. (Figura 14).

Localización.- Se ubica en la parte norte-centro de la carta, al noreste de Perote, entre las poblaciones de Las Minas y Tatatila Ver.

Este distrito se dividió en dos zonas mineralizadas que son: zona mineralizada Las Minas y zona mineralizada La Miqueta.

Las minas de la zona mineralizada Las Minas son: Cinco Señores, Boquillas, Cerro Palacio y San Pedro. Las minas de

la zona mineralizada La Miqueta son: La Miqueta, La Marangola, Dos Ríos, Tamiahua, El Cedro, La Escondida, La Concepción, Banco de Cobre, El Rubí, El Polvorín, El Carmen, El Águila y La Aurora.

Ambiente Geológico Regional

La geología del área está representada por rocas metamórficas, sedimentarias y rocas volcánicas tanto intrusivas como extrusivas.

Se tiene rocas metamórficas paleozoicas de edad Pérmico temprano (**Pp ? E-MLa**) constituidas por esquistos de muscovita-granate, formados esencialmente de cuarzo y feldespato, metagranodiorita y metandesitas.

Representando a las rocas jurásicas se tiene una serie de rocas terrígenas continentales constituida por lutitas rojas, areniscas de grano fino de color verde a rojizo, y conglomerados mal clasificados de edad Bajociano-Bathoniano (**Jbjb Lm-Cgp**) de la Formación Cahuasas y Tenexcate de influencia volcánica.

Continuando con las rocas jurásicas se tiene una secuencia de rocas calcáreo-arcillosas de color negro y café claro en capas delgadas de ambiente de plataforma, formada por la Formación San Pedro (**Jct Cz-Lu**). Se tiene una serie de rocas carbonatadas de plataforma constituida por la Formación Tamaulipas inferior (**Kbeap Cz**) que están en contacto con los intrusivos granodioríticos(**Tm Gd-PDa**) se han desarrollado zonas de skarn de granate, así como también zonas marmolizadas. Coronando a todas estas unidades se tiene una serie de rocas volcánicas constituidas por derrames andesíticos (**Tpl A-Da**).

IV.1.8.1. Zona Mineralizada Las Minas

Tipo de Yacimiento

Los depósitos minerales que se presentan en esta zona son de metasomatismo de contacto, de forma irregular y se emplazan en el contacto de los intrusivos principalmente granodioríticos y graníticos con rocas calcáreas, donde se han desarrollado zonas de skarn de granate, así como también amplias zonas marmolizadas.

Adicionalmente se detectaron en el área cuerpos de fierro de forma lenticular de bordes bien definidos alojados como relleno de cavidades y fisuras en las rocas carbonatadas cretácicas y en las andesitas, próximos al contacto con el intrusivo.

Mineralogía y Alteración

La mineralización consiste principalmente de oro libre asociado a calcopirita, bornita, carbonatos de cobre, azurita y malaquita, los minerales de ganga son: pirrotita, magnetita,

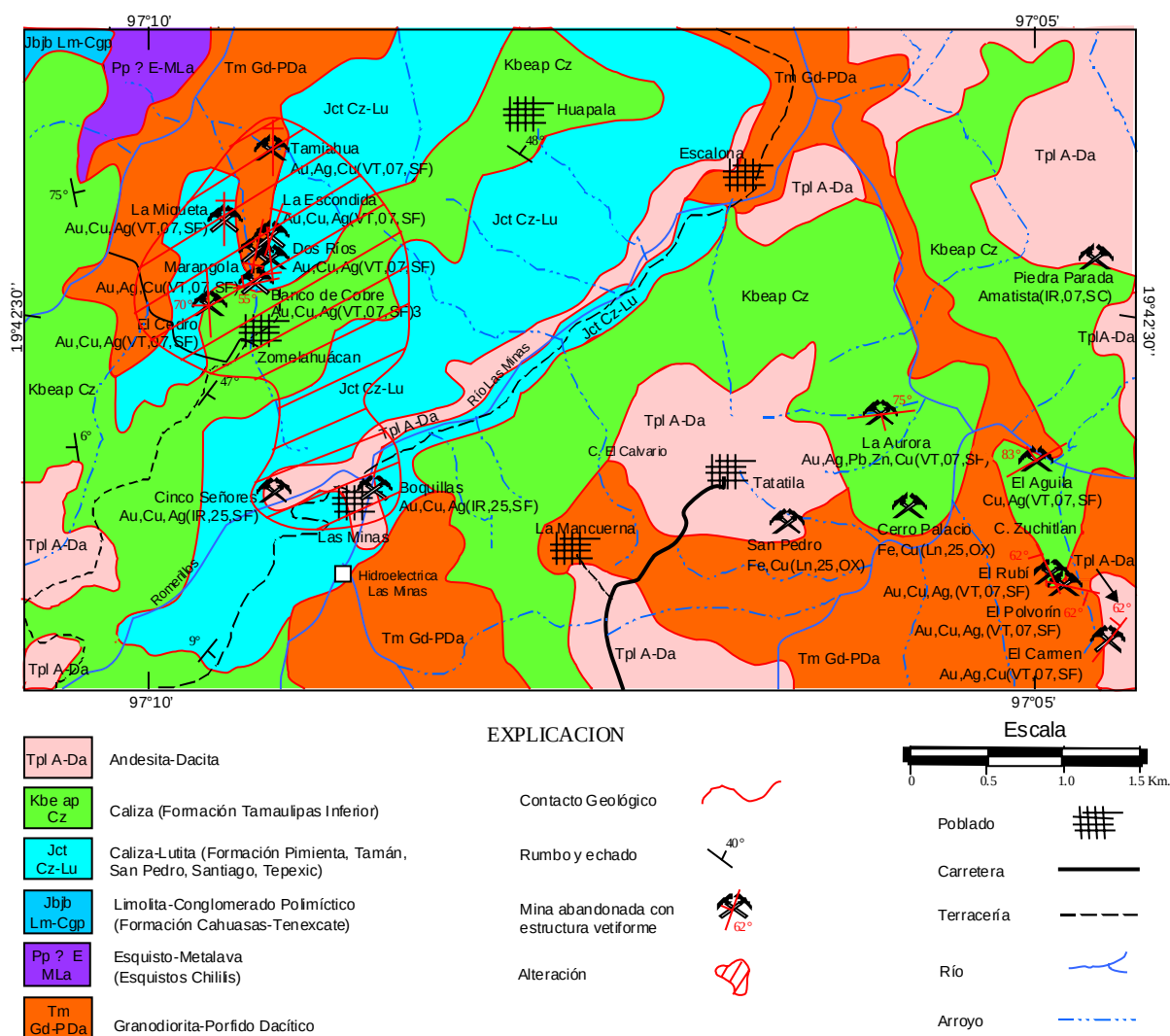


Figura 14. Distrito Minero Tatahila-Las Minas

hematita, limonita, granate, cuarzo y wollastonita. Las alteraciones que se presentan en éstos yacimientos son: silicificación, oxidación, caolinización y cloritización. La silicificación y la presencia de silicatos está directamente relacionada a la mineralización diseminada en el endo-skarn, así como la intensa piritización a la cual se encuentra asociada la mineralización de oro y cobre.

Estructuras, Leyes y potencial

Mina Cinco Señores. Se tiene cuerpo de skarn que consiste de una estructura irregular que presenta un rumbo general N 45° E con una longitud de 70.0m., y un ancho de 20.0m. Los valores reportados para estos cuerpos es de 0.62 g/t de Au y 0.14% de Cu. Hay que hacer costar que existen una serie de obras mineras que no es posible ubicar a esta escala ya que están muy juntas unas de otras como son: Ma. Antonia, Los Muertos, Sabanillas y San Manuel.

CINCO SEÑORES

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Cu %
397	2.50	1.65	0.1527
399	1.20	0.08	0.1006
401	1.50	3.07	0.2218
403	1.90	0.32	0.1142
405	0.60	3.16	0.0758
407	1.40	2.92	0.1969
409	1.50	1.32	0.4040
411	1.00	9.25	0.1583
413	0.90	2.40	0.3441
427	Terrero	1.85	0.0401
LEY MEDIA		0.62	0.14

Mina Boquillas. En esta mina la mineralización se presenta como un cuerpo irregular, formado por metasomatismo de contacto, este cuerpo de skarn presenta un rumbo general N-S con una longitud de 150.0 m y un ancho de 15.0 m, revelan

una mineralización homogénea con presencia de clavos en forma de lentes irregulares con valores del orden de 15 a 25 g/t de oro. Existen otras obras dentro de este cuerpo mineralizado como son: El Arbolito, El Dorado, República, Nopaltepec, San Clemente, Frida y Santa Clara, que por la escala no es posible ubicarlas a todas ellas. Se obtuvieron valores de 1.67 g/t de Au y de 0.34% de Cu.

MINA BOQUILLAS (NOPALTEPEC)

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Cu %
333	1.80	ND	0.057
335	1.20	ND	0.1139
337	1.80	ND	0.2388
339	1.90	0.21	0.0392
341	2.60	0.08	0.0252
343	1.0	0.69	0.3176
345	1.30	0.69	0.3176
347	1.30	4.50	2.27
349	2.40	0.57	0.7860
351	Esq	0.90	1.03
353	1.90	1.64	0.7080
355	1.90	1.45	0.1758
357	1.90	1.42	0.4664
359	1.45	4.03	0.5380
361	1.60	1.46	1.08
363	1.50	1.97	1.40
365	1.30	3.43	1.56
367	1.00	3.56	2.54
369	1.80	3.50	0.866
371	1.75	4.34	1.05
373	1.90	ND	0.0295
375	1.50	1.77	0.9290
377	1.85	3.18	1.41
379	0.50	6.07	4.20
LEY MEDIA		1.67	0.34

Considerando las características de la mena y el desnivel registrado en los afloramientos, para el cálculo del potencial, se consideró la superficie de éstos (planimetría) y se le asignó una continuidad a profundidad de 50.0 m, con lo que se obtuvieron 80 millones de toneladas de skarn de granate. Con el muestreo realizado a algunas obras mineras tanto de Cinco Señores como de Boquillas se obtuvieron valores de 1.14 g/t. de oro y 0.44 % de cobre, según Aguilera M.M.A. et al. (1995).

En el presente trabajo se sacaron 6 muestras (**Muestras VE-41, 42, 43, 44, 45, 46**) para su análisis químico de la Mina Cinco Señores, dando los siguientes valores: 0.06 a 2.68 g/ton de Au, 2.0 a 28.0 g/t de Ag, 0.0039 a 0.96 % de Pb, 0.03 a 2.31 % de Cu y 0.005 a 0.04 % de Zn. Además de la Mina Boquillas se tomaron 4 muestras (**Muestras VE-35,36,47,51**), para su análisis químico, dando los siguientes resultados: 0.01 a 1.29 g/t de Au, 1.0 a 4.0 g/t de Ag, 0.0036

a 0.0069 % de Pb, 0.0237 a 0.33 % de Cu y 0.0068 a 0.28 % de Zn.

En los alrededores donde se tiene alteración se tomaron 7 muestras (**Muestras VE-35,36,47,48,49,50,51**), de alteración dando los siguientes valores: 0.005 a 0.028 g/t de Au, 0.80 a 9.5 g/t de Ag, 0.0015 a 0.023 % de Pb, 0.0007 a 0.0039 % de Cu y 0.0011 a 0.035 % de Zn.

Cuerpos de fierro Cerro Palacios y San Pedro. Adicionalmente se detectaron en el área dos cuerpos de fierro de forma lenticular de bordes bien definidos, alojados como rellenos de cavidades y fisuras.

Cerro Palacio.- Presenta una longitud de 30.0m., un ancho de 30.0m. y un desnivel de 15.0m. que dan 67,500 t., con una ley de 61% de Fe y 0.17% de Cu. Valdéz, M. D.(1980)

San Pedro.- Presenta una longitud de 100.0m,un ancho de 30.0m, y un desnivel de 50.0m, que arrojan 750,000 t., con una Ley de 35% de Fe y 0.26% de Cu Valdéz, M. D.(1980)

IV.1.8.2. Zona Mineralizada La Miqueta

Tipo de Yacimiento

Se considera de tipo hidrotermal en vetas por relleno de fisuras emplazadas en el intrusivo granítico y en los - hornfels, con mineralización de oro y plata. En el presente trabajo se realizó un estudio de oclusiones fluidas (**Muestra VE-33**), dando las siguientes temperaturas de ebullición: 216.7° C a 338.8° C, situando este yacimiento en el tipo mesotermal.

Mineralización y Alteración

La mineralización consiste de oro libre asociado a calcopirita, bornita, pirita, carbonatos de cobre (azurita y malaquita), los minerales de ganga son: granate, cuarzo wollastonita, pirrotita, arsenopirita y calcita. Las alteraciones más comunes son la silicificación, oxidación y propilitización.

Si bien los cuerpos tabulares son de espesor reducido, las leyes de oro registrados en las zonas de enriquecimiento son altas, además de haberse registrado ocasionalmente impregnación de oro y cobre en las tablas.

Estructuras, Leyes y potencial

Mina La Miqueta.- Presenta una estructura vetiforme, tabular con rumbo N-S y echado vertical, con espesores de 0.67 m y longitudes de 150.0 m con desniveles de 100.0 m consiguiendo valores de gran interés de 7.1 g/t de Au, 13 g/t de Ag, y 0.41% de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995).

MINA LA MIQUETA (INTERIOR)

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
491	0.30	2.21	10	0.175
493	0.60	50.63	40	0.87
495	0.40	52.90	36	0.744
497	0.20	42.15	50	1.10
499	0.95	0.61	4	0.0294
501	0.30	9.20	42	0.84
503	0.20	20.14	64	0.115
505	0.90	2.04	8	0.13
507	0.85	1.79	18	0.655
509	0.25	0.23	6	0.3075
511	0.85	0.07	6	0.153
513	0.90	0.22	8	0.115
LEY MEDIA		10.82	17	0.355

MINA LA MIQUETA (SUPERFICIE)

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
441	0.20	14.46	54	3.67
443	1.70	ND	0.40	0.0455
445	1.70	ND	0.90	0.0215
447	0.30	4.11	72	2.85
449	0.50	ND	2.10	0.0458
451	0.60	88.04	102	2.27
453	0.80	ND	6.70	0.0028
455	1.10	ND	ND	0.0170
457	Esq	ND	0.40	0.0035
459	0.50	ND	ND	0.0115
461	0.40	6.03	10	0.2275
463	0.60	ND	0.60	0.0045
465	0.80	0.62	5.18	0.3976
467	0.70	1.32	7.78	0.2210
469	1.00	6.80	1.80	0.4330
471	1.80	0.85	6.05	0.0530
473	0.70	4.12	8.18	0.0170
475	0.80	4.43	12	0.0466
477	0.80	ND	0.50	0.0050
479	0.30	0.35	14	1.62
481	0.30	1.63	7.67	0.0690
483	0.60	ND	0.60	0.0058
485	1.00	ND	1.50	0.0310
LEY MEDIA		4.43	10	0.317

Mina La Marangola.- Presenta una estructura vetiforme con rumbo de N 22° E y echado vertical con un largo de 60.0 m el espesor de la veta es de 0.52, con un desnivel de 80.0 m, los valores alcanzados en esta mina son de 12.01 g/t de Au, 109 g/t de Ag, y 0.06% de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995).

MINA LA MARANGOLA

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
372	0.30	54.97	476	0.385
374	0.35	19.45	267.45	0.3046
376	0.30	4.73	70	0.0528
378	0.35	14.57	126.53	0.0342
380	0.65	0.42	14	0.0136
382	0.70	1.46	16.04	0.011
384	0.35	19.42	54	0.0156
386	0.30	25.10	201.8	0.0232
388	1.40	7.86	80.04	0.0118
LEY MEDIA		12.01	109	0.061

Mina Dos Ríos. Presenta una estructura vetiforme de rumbo N-S, con echado vertical, con un espesor de 0.33 m, con un largo de 65.0 m; se obtuvieron valores de interés de 5.25 g/ton de Au, 34 g/ton de Ag y 0.11% de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995).

MINA DOS RÍOS

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
44	0.30	10.78	67	0.15
45	0.35	0.51	6	0.07
LEY MEDIA		5.25	34	0.11

Mina Tamiahua. Presenta una estructura vetiforme de rumbo N-S, con un echado vertical, con un ancho promedio de 0.48 m con un largo de 50.0 m se obtuvieron valores de 1.87 g/t de Au, 254 g/t de Ag, y 0.07% de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995).

MINA TAMIHUA

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
170	0.35	4.47	568	0.111
172	0.50	0.90	207	0.07
174	0.40	0.24	683	0.05
176	0.55	3.20	48	0.09
178	0.60	0.57	11	0.02
LEY MEDIA		1.87	254	0.07

Mina El Cedro. Presenta una estructura vetiforme de rumbo N-S, con un echado de 70° al W, con un espesor en la estructura de 0.33 m, con un largo de 30.0m, y profundidad de 90.0 m con valores de interés de 28.59 g/t de Au, 54 g/t de Ag, y 0.96% de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995).

MINA EL CEDRO

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
358	0.45	13.95	22	0.0728
360	0.30	47.25	61.05	0.0698
362	0.25	32.58	102	3.62
LEY MEDIA		28.59	59	0.96

Mina La Escondida. Presenta una estructura vetiforme de rumbo al N 20° E, con un echado vertical, con un ancho en su estructura de 0.75 m con un largo de 125.0 m con una profundidad de 100.0 m arrojando valores de 1.09 g/t de Au, 14 g/ton de g/t de Ag, y 0.213% de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995).

MINA LA ESCONDIDA

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
230	1.00	0.69	36	0.02
230A	0.50	1.08	7	0.07
232	0.30	10.20	48	0.18
232A	0.60	0.12	3	0.22
234	0.35	5.64	37	3.26
234A	0.60	0.71	25	0.05
236	0.40	0.75	6	0.003
238	2.60	0.08	2	0.005
242	0.35	0.10	1	0.003
LEY MEDIA		1.09	14	0.213

Mina La Concepción. Presenta una estructura vetiforme de rumbo N-S con un echado vertical, con un ancho de 1.67 m, con un largo de 70.0 m y una profundidad de 50.0 m se reportan valores de 2.36 g/t de Au, 2 g/t de Ag, y 0.003% de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995). Esta obra no esta ubicada en la carta, por estar cubierto por la vegetación.

MINA LA CONCEPCIÓN

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
269A	0.50	0.11	1	0.00
273A	0.75	0.13	1	0.004
293	1.60	0.10	0.50	0.005
297	0.85	0.08	0.50	0.004
299	1.30	0.06	0.50	0.003
301A	2.63	0.11	0.50	0.002
301B	3.25	0.10	0.50	0.004
303	1.95	15.00	8.00	0.002
305	Esq	0.11	0.50	0.00
LEY MEDIA		2.36	2	0.003

Mina Banco de Cobre. Presenta una estructura vetiforme de rumbo N 80° E con echado de 55° NW, con un espesor de 0.83 m con un largo de 50.0 m y una profundidad de 100.0 m se tienen reportes de valores de 0.21 g/t de Au, 2 g/t de Ag, y 0.04% de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995).

MINA BANCO DE COBRE

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
144	0.80	0.28	1	0.02
146	0.70	0.08	1	0.002
148	0.80	0.08	4	0.008
150	0.85	1.23	2	0.005

152	0.63	0.07	1	0.02
154	0.80	ND	1	0.06
156	0.90	ND	ND	0.03
158	1.35	0.09	1	0.03
160	0.60	0.06	1	0.08
LEY MEDIA		0.21	2	0.04

Mina El Rubí. Se tiene una estructura vetiforme de rumbo N 25° W y un echado de 62° SW, con un espesor de 1.38 m y longitud de 200.0 m y profundidad de 50.0 m con leyes de 3.73 g/t de Au, 17 g/t de Ag, y 0.37 de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995).

MINA EL RUBÍ

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
434	1.17	ND	10	0.12
436	1.32	5.2	18	0.39
438	1.65	5.21	22	0.61
LEY MEDIA		3.73	17	0.37

Mina El Polvorín. Presenta una estructura vetiforme de rumbo N 75° W y echado de 62° SW con un espesor de 1.41 m y longitud de 200.0 m y una profundidad de 100.0 m obteniéndose leyes de 0.15 g/t de Au, 9 g/ de Ag, con 0.13% de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995).

MINA EL POLVORÍN

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
414	2.04	0.03	8	0.03
416	1.00	ND	8	0.03
418	1.00	0.71	10	0.34
420	1.20	ND	10	0.21
LEY MEDIA		0.15	9	0.13

Mina El Carmen. Presenta una estructura vetiforme de rumbo N 35° E y un echado de 62° NW con una potencia de 0.73 m, un largo de 200.0 m y una profundidad de 100.0 m se reportan valores de 0.50 g/t de Au, 11 g/t de Ag, y 0.29%de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995).

MINA EL CARMEN

No. de Muestra	Espesor (m).	Au g/t	Ag g/t	Cu %
396	0.65	ND	6	0.01
398	0.30	0.04	4	0.01
400	0.87	ND	6	0.32
402	0.38	0.53	8	0.58
404	1.25	2	26	0.9
406	1.14	ND	10	0.03
408	0.42	0.50	10	0.08
410	Terrero	26.12	273	ND
412	0.80	ND	6	0.02
LEY MEDIA		0.50	11	0.29

Mina El Aguila.- Presenta una estructura vetiforme de rumbo N 60° E y un echado de 83° NW con un espesor de 0.41 m, un largo de 200.0 m y una profundidad de 100.0 m se reportan leyes de 6 g/t de Ag y 0.02 % de Cu. Aguilera M.M.A. et al. (1995)

MINA EL AGUILA

No. de Muestra	Espesor (m).	Ag g/t	Cu %
422	0.32	6	0.02
424	0.32	6	0.07
426	0.55	6	0.01
428	0.45	6	0.01
LEY MEDIA		6	0.02

Mina La Aurora. Presenta una estructura vetiforme de rumbo E-W y echado de 75° S con un espesor de 0.83 m Reportando leyes de 0.11 g/t de Au, 74 g/t de Ag, 5.64%, de Pb 8.05% de Zn y 0.06% de Cu todos los valores reportados en las minas fueron obtenidos del informe final del proyecto Tatatila-Las Minas, municipios de Tatatila y Las Minas, estado de Veracruz, por Aguilera M.M.A. et al. (1995). En este distrito se localiza la mina de Piedra Parada de la cual se han extraído cuarzo amatista, de excelente calidad, su estructura es irregular de origen hidrotermal, siendo su roca encajonante andesitas (**Tpl A-Da**). La alteración observada es principalmente oxidación.

MINA LA AURORA.

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb %	Zn %	Cu %
283	1.0	0.2	114	7.65	2.3	0.057
287	0.50	0.14	38	3.3	2.4	0.055
293	1.0	ND	52	4.8	16.63	0.066
LEY MEDIA		0.11	74	5.64	8.05	0.06

IV.1.9. Zona Mineralizada San Luis Atexcac-Chichicautla. (Figura 15)

Localización.- Se ubica en la parte centro sur de la carta, al suroccidente de Chichicautla y nororiente de San Luis Atexcac.

Las minas más importantes en esta zona son: Mina El Chiflón II, Mina La Preciosa, Mina La Ucha II, Mina Alto La Plateada y Las Cocas.

Ambiente Geológico Regional

La geología está representada por una secuencia de rocas carbonatadas con influencia terrígena de las formaciones San Felipe y Agua Nueva (**Ktss Cz-Lu**) en estratos delgados con intercalación de lutitas calcáreas de color gris verdoso siendo estas las contenedoras de la mineralización.

Referente a las rocas ígneas se tienen intrusivas y extrusivas. Las rocas extrusivas están representadas por unos cuellos volcánicos de composición riolítica (**Qpt Da- R**) de textura afanítica, tobas riolíticas (**Qpt TR**). Con variaciones en su composición que va de ácida (pómez) e intermedia, y algunos basaltos (**Qpt B**). Como roca intrusiva (**To D**), están representadas por dioritas, las cuales en el área de San Luis Atexcac la mineralización se encuentra emplazada dentro del intrusivo diorítico.

Tipo de Yacimiento

Los yacimientos son hidrotermales del tipo relleno de fisuras alojadas principalmente en rocas intrusivas (diorita), sedimentarias (calizas), metamórficas (hornfels) y mármoles.

Mineralogía y Alteración

La mineralización consta principalmente de galena, esfalerita, pirita, pirargirita y ocasionalmente valores de oro. Debido a efectos hidrotermales el intrusivo presenta alteración propilítica, y por intemperismo el intrusivo presenta oxidación, debido principalmente a la descomposición de la pirita y minerales ferromagnesianos.

El emplazamiento del intrusivo en rocas calcáreas y arcillocalcáreas dio lugar a fenómenos metasomáticos de contacto que dio como resultado que las calizas recrystalizaran y dieran origen a los mármoles.

Estructura, Leyes y Potencial

Mina El Chiflón II. Tiene un socavón de 25.0 m de desarrollo y un pozo inaccesible en el tope, labrado sobre una fractura que lleva un rumbo general E-W con un echado vertical, en la entrada del socavón la estructura vetiforme lleva un rumbo N45°W, con echado vertical, mismo de otra fractura y a 5.0 m intercepta a la estructura principal. Con un ancho promedio de 0.26 m una longitud de 25.0 m y un desnivel de 30.0 m. Las leyes reportadas para esta estructura es de 0.84 g/t de Au, 222 g/t de Ag, 1.69% de Pb, 2.93% de Zn, y 0.88% de Cu. Se tiene un potencial de aproximadamente 682 t. Sánchez R.D. et al. (1982).

MINA CHIFLÓN II.

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb %	Zn %	Cu %
S-82-8	0.10	0.71	500	3.5	12.5	3.88
9	0.15	3.01	500	6.00	7.5	2.56
10	0.15	2.40	500	7.8	9.5	3.21
11	0.15	1.09	520	—	1.3	0.25
12	0.50	0.33	82	0.27	0.5	0.04
13	0.50	0.11	49	0.13	0.5	0.04
LEY MEDIA		0.84	222	1.69	2.93	0.88

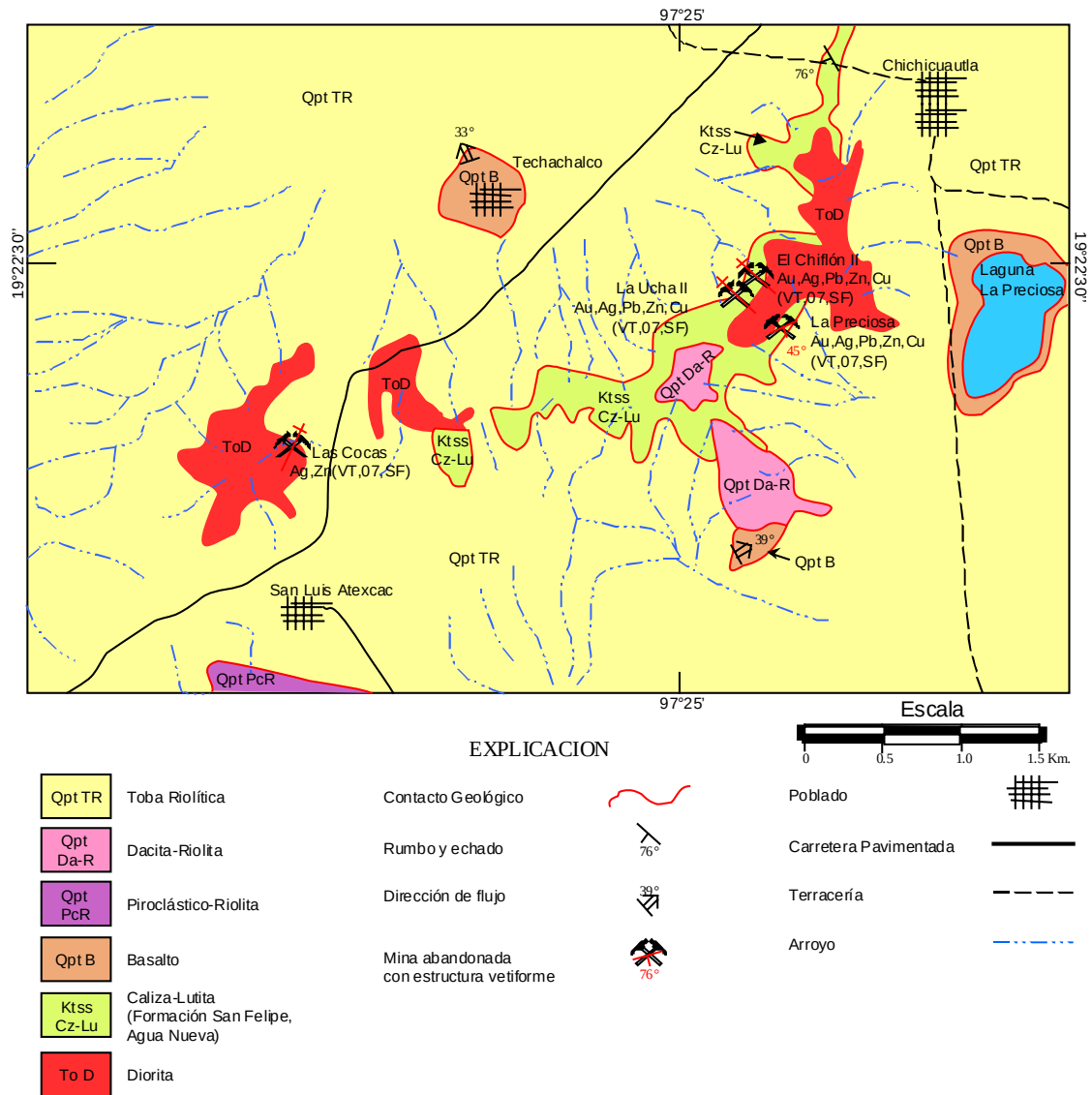


Figura 15. Zona Mineralizada San Luis Atexcac-Chichicuautila

Mina La Preciosa. Consiste de un socavón, un tiro interior, un pozo inclinado y varias labores inaccesibles con un desarrollo total de 1000 m. Presenta una estructura vetiforme de rumbo N 70° E y echado de 45° SE' con un espesor de 0.13 m con una longitud de 500.0 m y una profundidad de 100.0 m. Para esta mina se obtuvieron valores de 0.09 g/t de Au, 258 g/t de Ag, 1.32% de Pb, 1.66% de Zn, y 0.28% de Cu. Se evaluó un potencial de 22,750 t. Sánchez R.D. et al. (1982).

MINA LA PRECIOSA VETA 1.

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb %	Zn %	Cu %
S-82-19	0.02	0.06	1.4	0.04	0.10	0.01
20	0.50	0.0	263	0.30	0.40	0.06
21	0.05	0.0	4	0.02	0.07	Tr

MINA LA PRECIOSA VETA 2.

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb %	Zn %	Cu %
S-82-17	0.05	1.3	730	2.95	2.95	0.45
18	0.05	1.7	1670	12.5	17.5	3.53

MINA LA PRECIOSA FRACTURAS.

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb %	Zn %	Cu %
S-82-15	0.10	—	21	0.03	0.31	0.02
15A	0.20	—	13	0.02	0.14	0.01
16	0.05	—	129	3.03	0.71	0.02

Mina La Ucha II. Debido a lo estrecho de las labores solo se estimó su desarrollo en más de 300 m de obra subterránea.

Presenta una estructura de veta falla con un rumbo de N 45° W, de inclinación vertical, con un espesor de 0.23 m con una longitud de 500.0 m y una profundidad de 50.0 m. Obteniéndose valores de 3.26 g/t de Au, 217 g/t de Ag, 1.65% de Pb, 2.54% de Zn, 0.31% de Cu. Se tiene un potencial de 17,250 t. Sánchez R.D. et al. (1982). En el presente trabajo se tomó una muestra (**Muestra VE-88**) para su análisis químico con el siguiente resultado: 0.09 g/t de Au, 16.0 g/t de Ag, 0.035 % de Pb, 0.011 % de Cu y 0.28 % de Zn.

MINA LA UCHA II.

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb %	Zn %	Cu %
S-82-57	0.10	0.52	379	0.01	3.10	0.22
58	0.10	8.10	300	1.81	1.23	1.10
59	0.25	2.47	134	4.10	1.86	0.04
60	0.50	3.24	2.10	0.73	3.03	0.30
LEY MEDIA		3.26	217	1.65	2.54	0.31

Mina Alto La Plateada. Consiste de tajos a cielo abierto a través de 100.0 m y un pequeño socavón con 15 m de frente y 15 m de pozo inclinado, siguiendo el rumbo de la veta falla que tiene un rumbo de N 45° E, con inclinación de 45° NW. Teniendo un espesor de 0.24 m una longitud de 150.0 m y una profundidad de 30.0 m. Se tienen valores de 1.14 g/t de Au, 310 g/t de Ag, 1.40% de Pb, 2.45% de Zn, 0.32% de Cu. Se tiene un potencial de 3,780 t. Sánchez R.D. et al (1982). Esta obra no esta ubicada en la carta.

MINA ALTO LA PLATEADA

No. de Muest.	Ancho (m)	L E Y E S				
		Au (g/t)	Ag (g/t)	Pb %	Zn %	Cu %
S-82-37	0.04	0.54	300	0.50	1.92	0.21
38	0.30	0.51	324	1.42	1.75	0.12
39	0.40	1.62	300	1.44	2.98	0.45
LEY MEDIA		1.14	310	1.40	2.45	0.32

Mina Las Cocas. Presenta una estructura de rumbo general de N 25° E, y echado vertical armando en intrusivo diorítico, con un espesor de 0.34 m y una longitud de 15.0 m. Logrando obtener leyes de 15 g/t de Ag, y 0.75% de Zn. Sánchez R.D. et al. (1982).

MINA LAS COCAS.

No. de Muestra	Ancho (m)	L E Y E S	
		Ag (g/t)	Zn %
S-82-136	0.30	8	0.14
137	0.50	49	0.93
138	0.10	9	1.94
139	0.30	3	0.76
140	0.50	6	Trazas
149	Pepenado	4	0.34
LEY MEDIA		15	0.75

En el presente trabajo se tomaron 4 muestras (**Muestras VE-84,85,86,87**), del intrusivo (To D)de está área, obteniendo valores muy bajos.

IV.1.10. Área prospectiva Gallo de Oro. (Figura 16).

Localización.- Este prospecto se ubica en la porción nororiente de la carta, en las inmediaciones de los poblados de La Cañada y Gallo de Oro.

Antecedentes.- Dentro del área no se tienen antecedentes si fue objeto de explotación o de algún estudio que se haya realizado.

Ambiente Geológico Regional

El ambiente geológico del área está constituido por una serie de rocas metamórficas formadas por metamorfismo de contacto constituido por skarn y hornfels. Estas rocas se formaron en una zona interna a la aureola de metamorfismo de contacto y están constituidas por: oligoclasa, andesina, calcedonia, granate (grosularita, andradita) tremolita, actinolita, epidota, sericita, clorita, calcita, hematita, limonita y minerales arcillosos. Pertenecen a la clase química calcárea, facies de hornfels de piroxena, subfacies grosularita-diópsida.

En contacto con las rocas metamórficas se tiene una serie de rocas terrígenas constituida por las formaciones Horcones (**To Lu-Cgo**) y Palma Real (**To Lu-Ar**).

La Formación Horcones consiste de lutitas con abundantes areniscas de color gris a gris blancuzco, cuarcíferas y conglomeráticas, con cemento calcáreo, de grano fino y algunas veces de grano grueso.

Por lo que respecta a la Formación Palma Real (Oligoceno temprano) está formada por lutitas gris verdosas, ligeramente arenosas, suaves muy deleznales con intercalaciones de areniscas.

Las rocas ígneas extrusivas tienen una amplia exposición encontrándose afloramientos de rocas de composición básica, brechas y tobas (**Tm BvB**).

Tipo de yacimiento

Se tiene una zona de contacto de rocas intrusivas (diorítica) con rocas arcillo calcáreas donde se han desarrollado zonas de skarn y hornfels.

Mineralogía y alteración

La mineralogía consiste principalmente de pirita, calcopirita, bornita, galena, blenda, hematita, limonita, cuarzo, calcita.

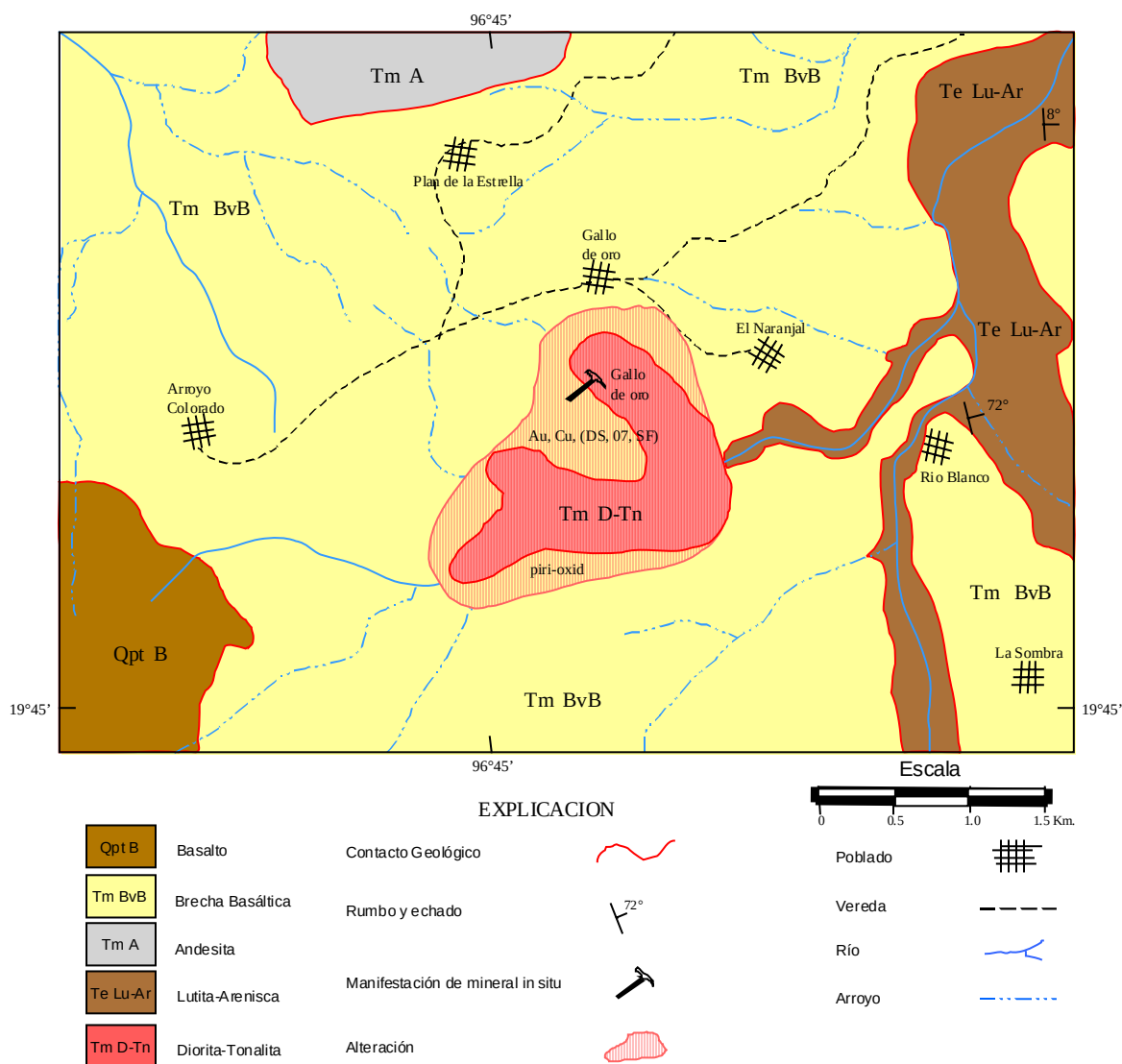


Figura 16. Área Prospectiva Gallo de Oro

Al microscopio por difracción de rayos X se determinaron: cuarzo, feldespato, pirita, clorita, calcita, mica, anfíboles, hematita y montmorillonita.

Por fluorescencia de rayos X se reportan fierro, calcio, zinc, cobre, manganeso, titanio, estroncio, bario, cobalto, cromo, plomo, cobre y rubidio. C.R.M. carta Misantla (1996). Como alteraciones se tienen silicificación, piritización, oxidación, epidotización, cloritización y silicificación.

Estructura, Leyes y Potencial

En el intrusivo diorítico se tiene diseminación con un ancho de más de 20 m y longitud de más o menos 1,000 m ya que con el trabajo que se desarrolló no fue posible definir sus dimensiones.

Con el muestreo de esquirlas se han determinado valores que varían de 0.1 a 10.7 g/t de Au y valores de cobre que va de indicios a 1.65 %. C.R.M. carta Misantla (1996).

Se tiene un reporte preliminar del área Gallo de Oro municipio de Chiconquiaco y Juchique de Ferrer, Ver, donde reportan valores de 64 g/t de oro, 200 g/t de plata y 2.48 % de cobre.

Con los trabajos realizados en esta carta, no podemos hablar de potencial, ya que la zona es virgen y no se han hecho mayores trabajos.

IV.1.11. Área prospectiva Caballo Blanco. (Figura 17).

Localización.- El área prospectiva esta ubicada al nororiente de la carta, al suroccidente de Palma Sola, en el cerro La Bandera y La Cruz.

Antecedentes.- En agosto de 1999 la revista de "Registros de Minerales Latinoamericano" publicó que la Compañía Almaden Resources Corporation de Canadá, a través de su subsidiaria mexicana, Minera Gavilán S. A. de C. V., tenía la opción de adquirir hasta el 100% de participación con algún condicionamiento, en el proyecto Caballo Blanco de oro-cobre-plata con 15,400 has, recientemente descubierto cerca de Veracruz.

De las rocas que afloran se tiene una de composición andesítica (**Tm A**); es la unidad volcánica más ampliamente distribuida conformada por una gruesa capa de coladas y depósitos efusivos emplazados a lo largo del macizo de Palma Sola.

En las cimas, coronando la mayoría de las mesetas altas y alargadas, ocurren gruesos depósitos de derrames andesíticos-basálticos y bloques vesiculados escoráceos ricos

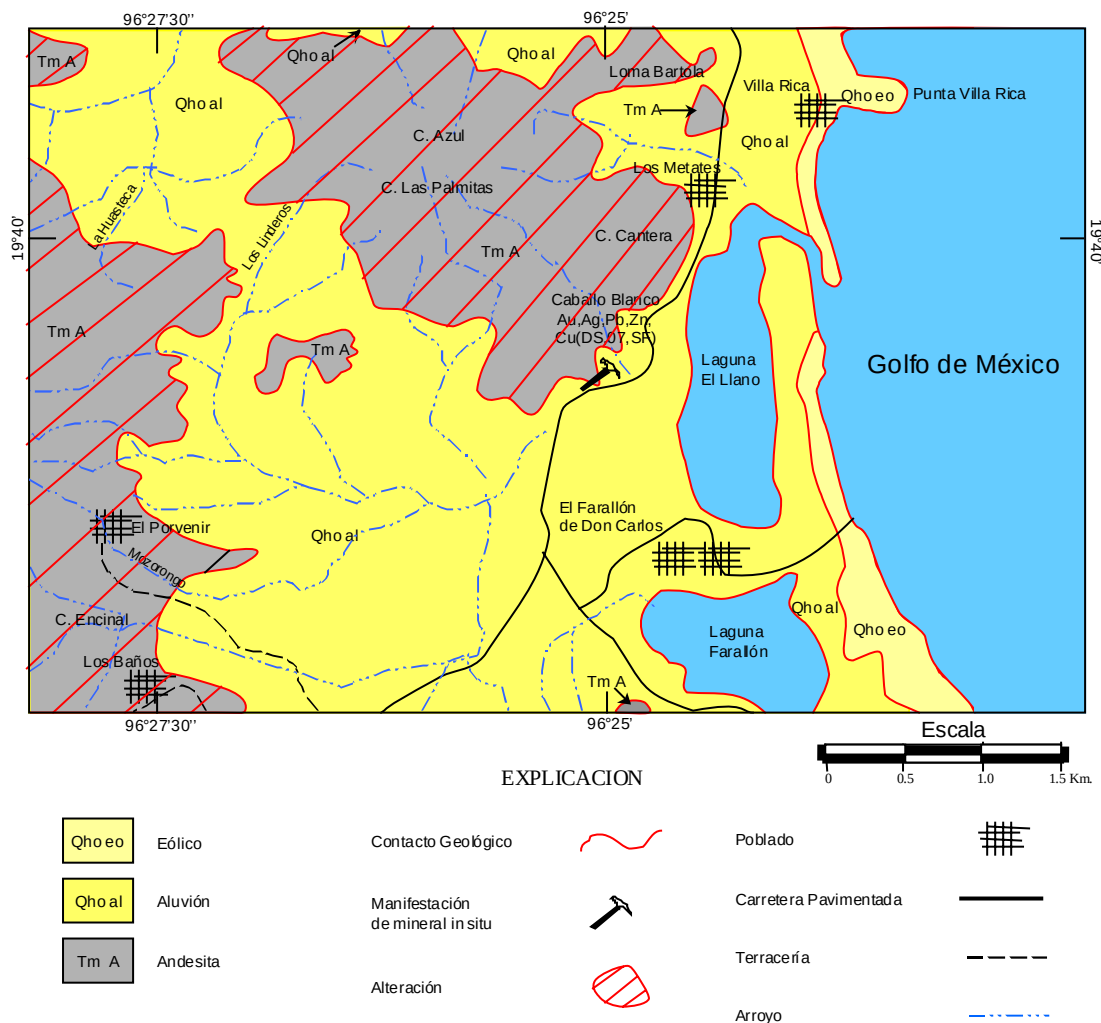


Figura 17. Área Prospectiva Caballo Blanco

Durante la elaboración de la cartografía geológica y muestreo geoquímico de la carta Veracruz E14-3 se tomaron muestras de superficie en los caminos, ampliándose la anomalía.

Ambiente Geológico Regional

En el área afloran rocas volcánicas de composición intermedia y depósitos recientes.

en olivino representado por la unidad (**Tm B**).

Como material reciente se tiene un importante espesor de depósitos conglomeráticos no consolidados y de carácter sedimentológico aluvial (**Qho al**), y de arenas de playa (**Qho eo**).

Tipo de Yacimiento

Se le considera una anomalía de color formada por procesos hidrotermales, manifestándose en forma diseminada, observada muy bien en superficie.

Mineralogía y Alteración

La mineralización consiste principalmente de sulfuros de hierro como son pirita y calcopirita en forma diseminada con presencia de oro. Como mineral de ganga se tiene cuarzo. Dentro de las alteraciones se tiene oxidación, silicificación y la argilitización.

Estructuras, Leyes y Potencial

El contorno de oro de 100 ppb abarca ahora un área de 2 kilómetros de longitud, y hasta 400 m de ancho, con un valor alto, de 1,700 ppb de oro en superficie. La mejor muestra de afloramiento hasta ahora, dentro de la anomalía superficial, es de 1.1 g/t, de oro. (Minera Gavilán S.A.) En C.R.M.(1999).

La Compañía Almaden realizó trabajos recientes que consistieron en muestreo geoquímico de sedimentos de arroyo para encontrar la fuente de los valores anómalos de oro (hasta 74 ppb de oro, tamizado por la malla 150).

El muestreo de sedimentos de arroyo y el seguimiento en la prospección y el mapeo geológico permitieron aislar una extensa área de cantos rodados angulares, teniendo cavidades con intercrecimiento de sílice y subafloramientos con valores de hasta 640 ppb de oro.

En el presente trabajo se tomaron 10 muestras (**Muestras VE- 60-63, 65, 66, 75-78**), del prospecto para su análisis químico dando los siguientes resultados: 1.0 g/t de Ag, 0.0072 a 0.38 % de Pb, 0.0076 a 0.0296 % de Cu y 0.0120 a 0.0340 % de Zn. También se tomaron 7 muestras (**Muestras VE-4,5,7,8,9,12,13**), al noroeste de la carta, ya que presentaban diseminación de sulfuros de hierro, dando los siguientes valores: 0.01 a 0.13 g/t de Au, 1.0 a 12.0 g/t de Ag, 0.0010 a 0.022 % de Pb, 0.0016 a 0.0043 % de Cu y 0.0014 a 0.078 % de Zn.

IV.2. NO METÁLICOS

IV.2.1. Introducción

Refiriéndose a minerales no metálicos se definieron varias zonas de interés, en base que la mayoría están activos y generan empleos para la región, siendo las de mayor actividad las que se localizan en:

- Zona Las Derrumbadas-El Seco.
- Zona Huatusco-Coscomatepec.
- Zona Perote.
- Área San Agustín Chachalzin.

Constituido principalmente por bancos de arena y grava volcánica, tobas, tezontle, pumicita, basaltos, cuyos

productos se utilizan en la construcción y revestimiento de caminos.

De las tobas (ignimbríticas) se extrae material que es utilizado como cantera, que son de gran importancia en la zona, ya que algunas actualmente se están explotando generando fuentes de empleo.

IV.2.2. Antecedentes

La historia minera tiene su origen desde tiempos prehispánicos, los indígenas de la región trabajaban minerales no metálicos en la construcción de grandes templos y palacios. Se continuó utilizando intensamente durante la época de la colonia. El Consejo de Recursos Minerales, como apoyo a la pequeña minería ha realizado una infinidad de visitas de reconocimiento principalmente en la zona de Tatatila sobre bancos de calizas, así como estudios en yacimientos de material pumicítico (Perote, Ver.), así como bancos de material en las rocas basálticas (Xalapa).

IV.2.3. Bancos de materiales en explotación.

En la carta se tiene principalmente explotando bancos de gravas y arenas siendo las más importantes las de Las Derrumbadas, en el Cerro Pinto donde se explota perlita, en el área de Perote y Tlachichuca donde se explota pumicita, en Tatatila donde se explota mármol de excelente calidad y también explotan para carbonato de calcio en La Mancuerna, a lo largo de la carta se tiene bancos donde se explotan las calizas para la elaboración de cal hidratada como lo son en las áreas de Perote, Hueytamalco, Teziutlán, Tepatlaxco y Huatusco, así mismo también se tienen canteras donde se explotan basaltos, brechas y lahares para materiales de construcción y para artesanía como lo es en El Seco, Xalapa y Coscomatepec.

A continuación se describirá brevemente los diferentes depósitos o bancos que existen en la zona.

IV.2.4. Infraestructura minera.

Dentro de los minerales no metálicos estos se encuentran en toda la carta, los cuales la mayoría de los bancos están bien comunicados, encontrándose generalmente cerca de caminos vecinales y caminos pavimentados, lo cual facilita su transporte a bajo costo. Dentro de la carta se tienen plantas donde se procesan minerales no metálicos, como son caleras, graveras, canteras y perlita.

Dentro de las plantas procesadoras de cal hidratada se tiene: Derivados Cálcicos S.A. de C.V., se localiza al norte de la carta, cerca del poblado de Hueytamalco. Produce cal hidratada y sus derivados, produciendo 9,000 toneladas mensuales con una vida útil de 60 años.

Calhidra de Oriente, S.A. de C.V., se ubica en la esquina sur occidente de la carta, al oriente de Acajete, generando cal hidratada y sus derivados, produciendo 8,000 t/mes.

Cales Santa Emilia, S.A. de C.V., se encuentra en la parte centro de la carta, al norte de la Cd. de Perote, produciendo 6,000 t/mes de cal hidratada.

Cales de Tenex-tepec, S.A de C.V., se encuentra en la parte centro de la carta, al suroeste de la Cd. De Perote, produciendo 8,500 t/mes de cal hidratada.

Calera Zacatepec, S.A. de C.V., se localiza al suroccidente de la carta, al oriente de Zacatepec, no se encuentra en su máxima capacidad de producción de 1,500 t/mes.

Cales Tepeyahualco se encuentra en la porción centro-occidente de la carta, en las inmediaciones del poblado de Tepeyahualco, produciendo cal hidratada por calcinación, produciendo 2,700 toneladas mensuales.

Cales Teziutlán, S.A. de C.V., se ubica en la fracción norte de la carta, en las inmediaciones de Teziutlán, teniendo una producción mensual de 2,500 t / mes de cal hidratada.

Cales Huatusco, se localiza en la parte sur de la carta, al suroccidente de la Cd. de Huatusco se dedica a la fabricación de cal hidratada. Se desconoce su producción.

La Compañía "IMERYS" de México S.A. de C.V. explota calizas marmolizadas para la obtención de carbonato de calcio, para la industria del papel. Está ubicada en el municipio de Tatatila y el banco de material es denominado La Mancuerna. Con una producción tentativa de 150 m³ diarios.

Cales Banderillas, se localiza en la porción centro norte de la carta, al norte de Jalapa, en los terrenos del municipio de Banderillas. Estando esta calera abandonada actualmente.

En los alrededores de Las Derrumbadas se encuentran instaladas una serie de pequeñas compañías que se dedican a la extracción y comercialización de material como agregados pétreos de las cuales destacan: Mina Las Derrumbadas, así como algunos particulares con una producción de 24,750 t/mes.

Se tienen plantas de beneficio de perlita de las cuales destacan: Compañía Dicamex Oriental, Cia. Minera Oriental S.A de C.V. y Procesa Dicalite de México S.A de C.V. con una producción de 2,500 t/mes.

En la ciudad de Teziutlán se tiene una fábrica de fundición de Ferro-Aleaciones propiedad de la Cia. Minera Autlán, con una producción de 6,000 t/mes.

En la porción noroccidente de la carta, en el poblado de Los Humeros se encuentra ubicado el Complejo Geotérmico Los Humeros de la C.F.E., con una capacidad de generación de 25,000 Kw.

En la esquina nororiente de la carta se localiza la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde de C.F.E., con una capacidad de generación de 654,000 Kw.

IV.2.4.1. Zona Las Derrumbadas-El Seco.

Agregados Pétreos

Estos tipos de materiales son extraídos en varios tipos de rocas que van desde lahares, basaltos, calizas, tobas y depósitos de ríos.

En el área Las Derrumbadas están instaladas un conjunto de pequeñas compañías que se dedican a la extracción de gravas, arenas y sello en los depósitos laháricos (**Qpt Lh**) utilizado principalmente en la industria de la construcción y como revestimiento de caminos y carreteras.

Dentro de estas empresas que se encuentran establecidas se citan los siguientes:

Mina Las Derrumbadas con una explotación de 2000 m³/día con la producción del siguiente material:

500 m³ / día de grava
1,300 m³ / día de arena (cribado)
100 m³ / día de sello
3/8 100 m³ / día de sello

Los basaltos en la área de El Seco, son muy importantes ya que se comercializan en forma de artesanías como lo son molcajetes, fachadas, pilares, imágenes y fuentes, que es muy apreciada por la gente en general. Por otra parte también se tienen bancos para materiales de construcción como lo son gravas y arenas para el consumo local.

Arenas son extraídas en un sin número de bancos de material tobáceo (**Qpt TR**), que se encuentran distribuidos en toda la carta, los cuales son utilizados en la construcción.

Bancos de calizas son explotados como materia prima, para la elaboración de cal hidratada y como material pétreo.

Pumicitas Tlachichuca.

Las pumicitas Tlachichuca se encuentran al noreste del municipio de Tlachichuca, en la población de Paso Nacional, en donde se tiene bancos donde se explota en forma intermitente este material, para el consumo del mercado de la región, se utiliza para materiales de la construcción, en la elaboración de block por sus características de ser ligero. Las canteras de este material por lo general son en tajos a cielo

abierto. Esta zona tiene amplias perspectivas para el desarrollo a gran escala para su explotación, debido a sus afloramientos.

Perlita

En el municipio de Tepeyahualco, Pue., se localizan yacimientos y plantas de beneficio de perlita (**Qpt PcR**), en el Cerro Pinto. La perlita en términos industriales, es un vidrio volcánico, con lustre aperlado. Este mineral se usa en la industria de la construcción, del cemento, química, abrasivos, y en la agricultura; como agregado ligero en morteros y tabique, repelente al fuego, aislante térmico y acústico, filtrados, acondicionador de suelos, y portador de insecticidas y herbicidas o material silíceo.

Las industrias que se dedican a la explotación de este mineral son:

Al norte de Oriental se tiene una planta procesadora de perlita llamada Compañía Dicamex Oriental.

Cía. Minera Oriental, S. A. de C.V., con una producción de 30,000 t/año.

Procesa Dicalite de México, S.A. de C.V.

IV.2.4.2. Zona Huatusco-Coscomatepec.

Esta zona se ubica en la porción sur de la carta, en los alrededores de Huatusco y Coscomatepec. Al norte de Huatusco se tienen bancos de gravas y arenas tanto activos como inactivos en rocas basálticas (**QpthoTB**) y depósitos laháricos (**Qpt Lh-ar**). Se tienen bancos de calizas donde se extrae materia prima para la fabricación de cal hidratada de cales de Huatusco, así como gravas y cantera.

IV.2.4.3. Zona Perote.

Pumicitas Perote

Esta zona se localiza en la parte centro de la carta, en las inmediaciones de la ciudad de Perote.

En las cercanías de Perote se tiene una serie de bancos de material de los cuales se extraen pumicitas (**Qpt Pu**), (tepetzil) ricas en sílice, las cuales son explotadas en las zonas aledañas los poblados de Perote, Jalacingo, Guadalupe Victoria y Tlachichuca, así como una infinidad de bancos que se localizan en toda la carta que se explota en forma intermitente para la construcción. Los minerales observables en los cuerpos de pumicita consisten en cuarzo, plagioclasas sódicas y feldespatos potásicos; la alteración que se observa comúnmente en estos cuerpos es una ligera caolinización. Los cuerpos de pumicitas se presentan en forma de horizontes en capas pseudoestratificadas, con una dirección NE-SW con una ligera inclinación hacia el SE. De las muestras colectadas en los diferentes bancos de pumicita en

explotación que existe en esta zona minera, se observó que el contenido promedio de SiO_2 es del 62.95%, con contenidos de Al_2O_3 del 16.9% y de Fe_2O_3 del 1.35%. Las obras mineras existentes en los cuerpos de pumicita, consisten principalmente en tajos a cielo abierto, los cuales están formados por capas de diferentes colores y tonalidades (blanco, amarillo y crema).

De los estudios evaluativos, llevados a cabo por Cabral U.J.C. (1990), en el área que comprende esta zona minera, se calculó un potencial regional de 474 millones de toneladas de pumicitas, considerando un peso específico del 0.79. Para el caso de la parte de Jalacingo, se cubicaron 5'079,700 toneladas de pumicita, de las cuales 1'219,128 toneladas son de tamaño mayor a una pulgada que pueden ser comercializadas en la industria de los decolorantes (calidad de exportación). Cabral U.J.C. 1990.

El material menor a una pulgada de tamaño (3'860,572 toneladas) se puede comercializar a más bajo precio para diferentes usos, tales como, abrasivos, filtros, construcción (lozas ligeras, bloques, arenas) y cremas limpiadoras. Otro de los usos importantes que se le puede dar a las pumicitas, es en la industria del cemento, para la elaboración de cemento puzolánico.

Por lo anterior, esta zona minera tiene amplias perspectivas de poder desarrollar proyectos de explotación a gran escala, debido a que los materiales pumicíticos están ampliamente expuestos y su utilización es muy diversa en la actividad industrial.

Calizas Perote

En esta área se tiene bancos de calizas para la elaboración de cal hidratada muy importante en esta zona, por otra parte también se tienen bancos para la explotación de materiales para la construcción como lo son gravas y arenas, para el consumo local y de la región.

Canteras Tatatila

Dentro de la porción centro- norte de la carta en el municipio de Tatatila-Las Minas y sur, se tiene una serie de bancos de calizas-mármol (**Kbeap Cz**), que han sido objeto de diferentes estudios para poder ser utilizados principalmente en la industria de la construcción y para la obtención de cal hidratada. Realizándose pruebas físicas que consistieron en: resistencia a la compresión en estado húmedo, absorción en porcentaje de agua y densidad, así como el porcentaje de CaCO_3 .

Actualmente la única actividad minera que se tiene en la zona es la explotación de los yacimientos de mármol, propiedad de la compañía Procesamiento de Mármoles Granados, S.A de C.V. cuya producción es de 200 m³ al mes de mármol, donde genera 150 m² de mármol laminado y 30

toneladas de marmolina por día.

El de mayor calidad es el blanco tipo Carrara, siguiéndole en calidad el aconchado y el vetado con mayor cantidad de impurezas. La explotación de los bancos de mármol se realiza mediante el uso de hilo diamantado.

En el presente trabajo se colectaron 2 muestras (**Muestras VE-52,53**), para corte y pulido, teniendo excelentes resultados, en sus propiedades físicas como: color, brillo y dureza dándole bonito aspecto.

La roca caliza es de gran interés económico ya que se cuenta con un potencial bastante considerable definido con geología a semidetalle en el distrito de Tatatila, cubre una superficie aproximada de 20 has, con un desnivel mínimo de 150 m, con lo cual se evaluó un volumen de 10'336,588 millones de m³, (Aguilera M.M.A., 1992).

Canteras (Zonas con potencial)

Como zona prospectiva se tiene unos bancos de canteras en las tobas riolíticas (**Qpt TR**), los cuales son explotados parcialmente.

Las rocas en cuestión se observan al norte de Tlajomulco, al occidente de la carta. Se tomó una muestra para prueba de corte (**Muestra VE-67**) dando buenos resultados. Estas canteras son utilizadas en la industria de la construcción.

Otra localidad se tiene al norte de la carta, al sur de Xáltipan, de las ignimbritas Xáltipan (**Qpt Ig**), las cuales se mandaron hacer pruebas para corte con buenos resultados con las claves (**Muestras VE-27,28**).

La cantera es un material con características muy propias, por lo tanto requiere de un mínimo mantenimiento, produciendo cantera de las siguientes formas:

Placa: Se usa para forrar fachadas y muros. Se elabora en 0.02 m a 0.03 m de espesor. Las medidas más usuales van desde 0.10 m x 0.10 m hasta 0.60 m x 0.40 m y en medidas especiales hasta 2.50 m x 0.40 m.

Parquet: Es la forma más comercial de transformar la cantera, en virtud de su facilidad para ser comercializadas y competir con otros materiales de las mismas medidas, peso y precio, con la única diferencia de que es un producto natural de superior belleza. El parquet se produce actualmente en varias medidas de líneas.

Artesanal: Se refiere al tipo de artesanías que se encuentra hasta el último rincón del mundo, y la cual es trabajada en diferentes formas por cientos de artesanos del país, las cuales se reflejan en fuentes, columnas, esculturas, portalibros, floreros, maceteros, fachadas y otros.

Cuarzo Amatista

Dentro del municipio de Tatatila existen pequeñas explotaciones de cuarzo amatista a un nivel muy rudimentario. La principal localidad productora se localiza en los alrededores del poblado de Piedra Parada, los cristales que se extraen se caracterizan por su gran belleza debido a su pureza y cristalografía perfecta.

Estos cristales están encajonados en un paquete de andesitas (**Tpl A-Da**), aflorantes. La formación de estos cristales se desarrolló por efecto de soluciones hidrotermales que rellenaron las fisuras o cavidades del paquete andesítico.

Los amatistas procedentes de esta localidad tienen gran aceptación en el mercado europeo, principalmente alemán, llegando a cotizarse algunos lotes de amatista en varios miles de dólares. No se cuenta con registros de producción, ya que estas explotaciones se llevan a cabo de manera esporádica y rudimentaria.

Basalto

En los contornos de la Cd. de Xalapa y La Joya (tezontle) se tiene una serie de bancos de material que se extraen de las rocas basálticas (**Qpt B**), se presentan en forma de derrames ampliamente extendidos y como aparatos volcánicos: La roca es de color negro intercalada con brechas volcánicas, clasificándola como basalto de olivino.

Las pruebas físicas practicadas a éstas rocas (basaltos); como son: resistencia a la compresión en estado humedo, densidad y absorción en % de agua, nos indican que este material puede ser empleado como agregados pétreos para la construcción, obtención de grava y demás derivados. Rivera C.E. y Aguilera M.M.A. (1995).

Al norte de Xalapa, sobre la carretera que comunica los poblados de Coacotzintla y Naolinco de Victoria se tienen una serie de bancos de tezontle que son parcialmente explotados, cuyo producto se utiliza en la construcción y revestimiento de caminos.

Al suroeste de la carta y al oriente de San Salvador El Seco, se encuentra aflorando rocas basálticas (**TplQpt B-TB**), las cuales son utilizadas por los lugareños para la fabricación de figuras ornamentales y domésticos.

Se tiene otra infinidad de bancos en toda la carta que se explotan esporádicamente.

IV.2.4.4. Área San Agustín Chachalzin

Está área se ubica al noroeste de la carta, en los alrededores de San Agustín Chachalzin, Zacapoaxtla y Nauzontla. Al norte de Zacapoaxtla se tienen bancos de tobas riolíticas

(*Qpt TR*), que son explotados parcialmente para la extracción de arenas, para el consumo de la región.

En la área de Nauzontla se tienen bancos de gravas y arenas para la construcción en calizas (*Jct Cz-Lu*), activos y

inactivos para el consumo de la región. También se tienen bancos donde se explota esporádicamente material conglomerático (*Jbjb Lm-Cgp*), para el revestimiento de terracerías de la región ya que éstas son afectadas en el tiempo de aguas.

V. MODELO DE YACIMIENTOS

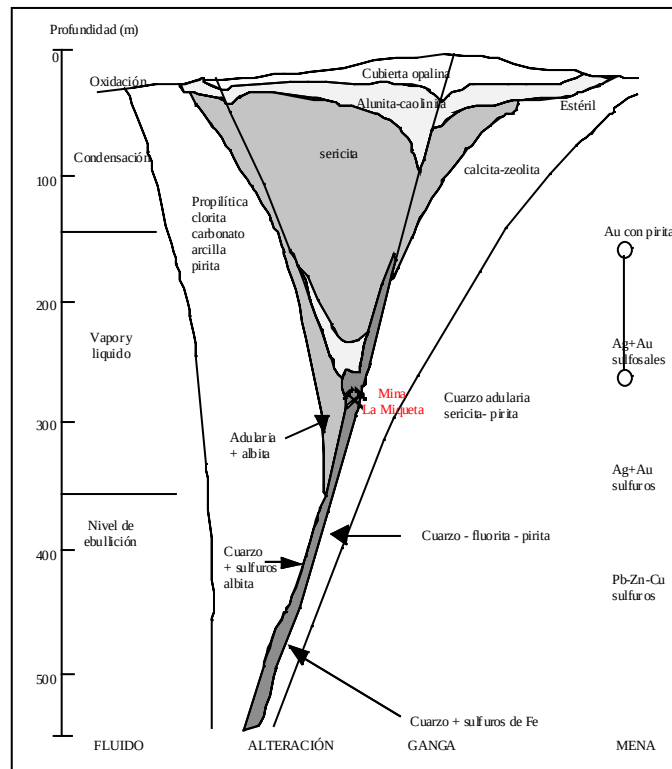


Figura 18. Modelo de yacimiento de un depósito mesotermal (Panteleyev 1988, modificado por Buchanan 1981).

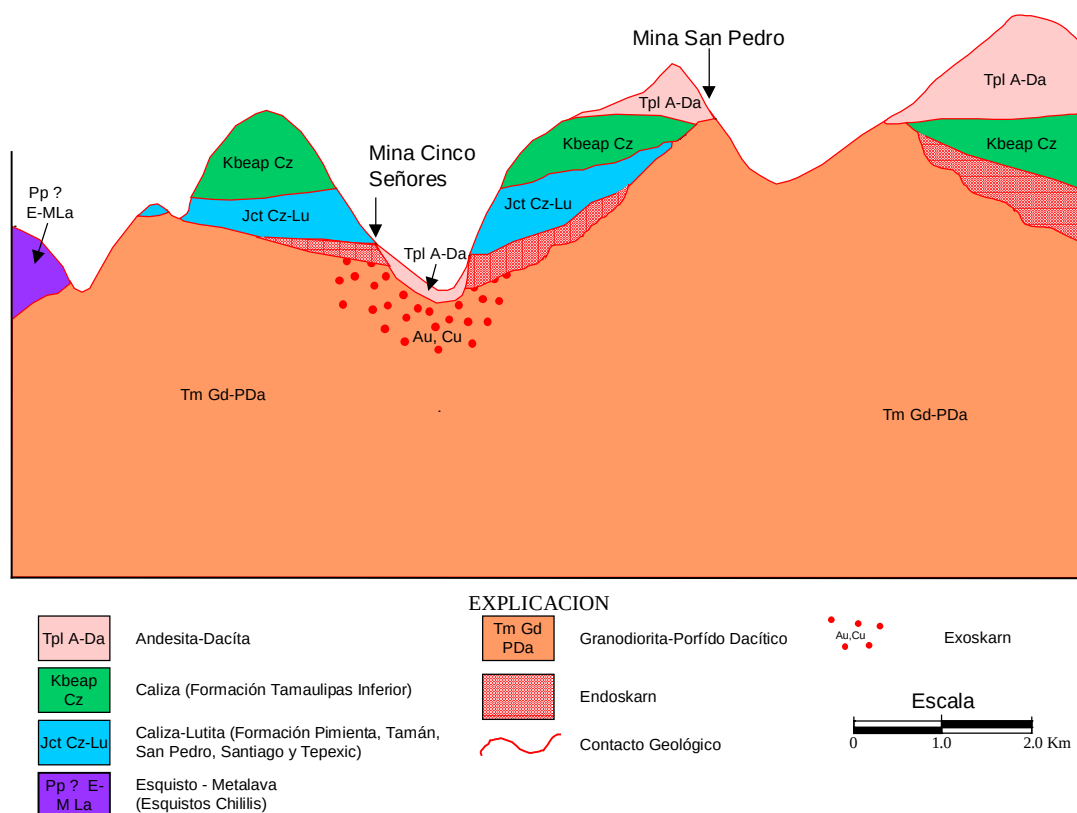


Figura 19. Modelo de Yacimientos tipo Skarn

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. – En el presente trabajo se consideró que la carta Veracruz está dentro del terreno Maya, ya que en trabajos anteriores, Prospecto Cardel (Pemex, en Manjarrez H.P.P. et al, 1989), consideran 3 terrenos tectonoestratigráficos que son: Mixteco, Maya y Sierra Madre. En esta carta no se cartografiaron secuencias sedimentarias del terreno Mixteco, ni como cobertura ni como basamento y al que se consideró como Sierra Madre, en el presente trabajo se manejó como cobertura sedimentaria del terreno Maya.

2.-El basamento en el presente trabajo, esquistos y metalavas (**Pp? E-MLa**), dieron edades geocronológicas por el método $Ar^{40} - Ar^{39}$ de 280.0 Ma. en una muestra (**Muestra VE-11**), datada por el C.R.M. y que representa al último evento térmico que afectó a estas rocas; en trabajos anteriores, Prospecto Cardel (Manjarrez H. P. P. et al., 1989), se tuvo una edad radiométrica de 269 ± 22 Ma. (López I.M., 1984), dando así una similitud de edades en ambos trabajos.

3.- Así mismo en el presente trabajo, se consideró que la unidad de granito y granodiorita (**Pp Gr-Gd**), tiene las características de ser una intrusión, que afectó al basamento de la carta, ya que por parte del C.R.M. se dato una muestra

(**Muestra VE-32**), por el método $Ar^{40} - Ar^{39}$, obteniendo una edad de 268.14 ± 0.67 Ma. y en trabajos anteriores (Pemex, Prospecto Cardel) se tiene una edad de 252 ± 20 Ma. (López I.M.1984, en Manjarrez H. P. P., 1989), dando así una similitud en edad y lo que afectó al basamento.

4.- En el presente trabajo, la carta fue dividida en cuatro cuencas geológicas, representadas por la cuenca Sierra Madre, Zongolica, Tampico-Misantla y de Veracruz, todas dentro del terreno Maya.

5. - En el presente trabajo, aflora un grupo de formaciones que para efectos de esta cartografía fueron agrupadas en una sola unidad (**Jct Cz- Lu**), ya que todas son del Jurásico superior y de litología similar, siendo las siguientes formaciones: Tepexic, Santiago, Tamán, San Pedro y Pimienta.

6. – Siguiendo con el anterior criterio en el Terciario una serie de rocas terrígenas tipo flysch constituida por las formaciones Chicontepec inferior, medio y superior, las cuales por cuestiones de cartografía y de restringidos afloramientos, fueron agrupadas en una sola unidad en miembro inferior, medio y superior.

Recomendaciones

1.- En base al presente trabajo por sus características geológico-minero que presentan se recomienda que se realicen las siguientes cartas a escala 1:50,000: Mexcaltepec, Teziutlán, Perote y Altotonga.

2. – Se recomienda realizar un estudio a detalle del distrito minero Teziutlán, ya que por sus características geológico mineras pudiera ser un proyecto económicamente viable.

3. – En base a los trabajos de la geoquímica realizados en la carta se recomienda realizar trabajos a más detalle en las siguientes áreas: Xalapa, Coatepec y Coscomatepec, ya que dieron anomalías por Cu, Zn, y Au, Pb, Cu y Zn respectivamente.

VII. PROBLEMAS NO RESUELTOS.

1.- En esta carta algunos autores han considerado que se tienen tres terrenos: Mixteco, Maya y Sierra Madre. En el trabajo realizado no se logró observar evidencias del terreno Mixteco y Sierra Madre se consideró como cobertura del Maya. Por lo tanto solo se consideró el terreno Maya para esta carta. Uno de los problemas no resueltos sería determinar si en realidad existen los tres terrenos o solamente es terreno Maya.

2.- En la zona del distrito minero de Teziutlán (Aire Libre), se consideró la mineralización como un yacimiento de tipo vulcanogénico (sulfuros masivos), es necesario definir si es así, ya que este distrito minero se considera muy importante.

3.- Las rocas graníticas que afloran en el área (**Pp Gr-Gd**), tienen edad Pérmico y son muy similares tanto en edad como en litología con las rocas graníticas del Batolito de La Mixtequita y el Macizo de Chiapas. Sería muy interesante determinar que relación tienen entre sí, estos cuerpos intrusivos.

4.- Los lechos rojos de la Formación Cahuasas-Tenexcate, son muy similares tanto en edad como en litología con la Formación Todos Santos, es importante determinar si correspondieron al mismo evento.

BIBLIOGRAFÍA

- Adkins W.S. (1925). Bull. Amer. Paleont 14 Informe inédito.
- Aguilera M.M.A. (1992). Informe de la Visita de Reconocimiento al Predio Horno de Cal, municipio de Tatatila, Ver. C.R.M.
- Aguilera M.M.A. (1995). Informe de la Visita de Reconocimiento al Predio Corral Falso, municipio de Emiliano Zapata, Ver. C.R.M.
- Aguilera M.M.A., Vergara M. A. (1995). Informe del Proyecto Tatatila-Las Minas, Edo. de Veracruz C.R.M.
- Aguirre D. G.J.(1997). Volcanic stratigraphy of the Amealco Caldera and vicinity, central Mexican Volcanic Belt: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, v. 13, p. 10-51.
- Arceo C.F.A. (1983). Reconocimiento Geológico Minero de la Región de Alto Lucero, Plan de las Hayas, Actopan y Mpio. colindantes, Edo. de Veracruz C.R.M.
- Aparicio C.E. (1982). Reconocimiento Geológico Minero de la Sierra deChinconquiaco área de Altotonga, municipios de Atzalán, Altotonga y Las Minas Ver.
- Bazán B.S. (1959). Levantamiento Geológico como base para la clasificación de suelos efectuado en la parte Noroccidental de la Cuenca Oriental-Serdán, Edos. de Puebla y Tlaxcala, México, D.F., I.P.N., E.S.I.A. Tesis Profesional.
- Besch T.H., Negendank J. F. W. Emmermann R. y Tobschall H.J. (1989). Geochemical constraints of the origin of calcalkaline and alkaline magmas of the eastern transmexican volcanic belt: Geofísica Internacional, 27, p. 641-663.
- Cabral U.J.C. (1990). Informe de la Visita de Reconocimiento al yacimiento de Pumicita ubicado en el Lote el Porvenir, municipio de Jalacingo, Ver. C.R.M.
- Campa M. F. and Coney P. J. (1983). Tectonostratigraphic Terranes and Mineral Resources Distribution in Mexico. Can J. Earth Sci.20. pp. 1040-1051.
- Cantú Ch. A. (1969). Estratigrafía del Jurásico Medio Superior del Subsuelo de Poza Rica, Ver. (Area de Soledad-Miqueta) Revista del I.M.P. V-1
- Cantú Ch. A. (1998). Las Transgresiones Jurásicas en México Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, Volumen 15, número 1.
- Carfentan J. C. (1976). El prolongamiento de fallas Polochic-Motagua en el sureste de México; una frontera entre dos provincias geológicas; Acapulco, (México), Cong. Latinoamer. Geología 3, Memoria.
- Carrasco N.G., Vallance J.W. and Rose W.F. (1993). A. Voluminous Avalanche – induced lahar Form, Citlaltepétl Volcano, México – Implication for hazard assessment: Journal of Volcanology and Geothermal Research.
- Carrasco, N. G., and Massao B.(1994). Geologic and structure sections of the Citlaltepétl Volcano Summit area, México, whit Summary of the Geology of the Citlaltepétl Volcano Summit area (cartas geológicas y mineras 9), U.N.A.M.
- Carrasco, N. G. and Gomez T. A., (1997). Vulcanogenic Sedimentation Around Citlaltepétl Volcano (Pico de Orizaba) and Surroundings, Veracruz, México. En Aguirre Díaz y otros. Magmatism and Tectonics in the central and Northwestern Mexico págs. 131-151.
- Carrasco, N. G. y Nelson S. (1998). Edad y Tasa de Crecimiento del Volcán Cofre de Perote. Simposio sobre el centro de México. (Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra) Pp. 41.
- Carrillo B.J. (1961). Geología del Anticlinorio Huizachal Peregrina al NW de Ciudad Victoria, Tamps. Bol. Asoc. Mex Geólogos Petroleros V 13.
- Castro, G. R., (1999). Eruptiva reciente del volcán La Malinche. Tesis de postgrado, Instituto de Geofísica; U.N.A.M.
- Cebull S.E. and Shurbet D. H., (1987). Mexican Volcanic Belt: An intraplate transform?. UNAM Geofísica Internacional. Vol. 26. Num. 1, p. 1-13.
- Cole W.S. (1927). A foraminiferal fauna from the Guayabal formation in Mexico. Bull Amér. Paleont. 14.
- Consejo de Recursos Minerales (1996). Carta Geológico Minera Misantla.
- Consejo de Recursos Minerales (1997). Carta Geológico Minera Zacatlán.
- Consejo de Recursos Minerales (1999). La Minería en los Estados. Boletín Técnico, Año VI, Num.32, P. 21.
- Cushman J. A. y Trager E. A. (1924). New Formation in the Tampico Embayment Region. Bulletin Geological Soc. American Vol. XXXV.
- Damon P. E. and Montesinos E. (1978). Late Cenozoic Volcanism and Metallogenesis over and active Beniof zone

- in Chiapas Mexico. Arizona Geol. Soc. Digest., V.II. pp. 155-168.
- De Cserna Z. (1956). Tectónica de la Sierra Madre Oriental de México entre Torreón y Monterrey.
- De Cserna Z., Grat. J.L. y Ortega G.F. (1977). Alóctono del Paleozoico Inferior de la Región de Cd. Victoria, Edo. de Tamaulipas, México, D.F. UNAM.
- Delgado G.H. Urrutia F. J. Hasenaka T. and Ban M. (1995). Southwestward volcanic migration in the western Trans-Mexican Volcanic Belt during the last 2 Ma. Geofísica Internacional, Vol. 34. Núm.3, pp. 341-352. Delgado
- Demant A. (1978). Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus Problemas de Interpretación. Revista del Inst. de Geología. UNAM, Vol. 2, No. 2. pp. 172-187.
- Demant A. (1982). Interpretación Geodinámica del volcanismo del Eje Volcánico Transmexicano. Instituto de Geología. Vol. 5. Núm. 2.
- De Santiago C.J. Ríos M.L. y Aguilera M.M.A. (1981). Informe Final de la 1ª. Fase del Proyecto Oro-Cuyoaco. Consejo de Recursos Minerales.
- Dumble E. T.(1918). Proc. California Acad. Sci. 4 th, Ser., 18.133, 134.
- Erben H. K. (1956). El Jurásico inferior de México y sus amonitas. Congreso Geológico Internacional, 20, pp 393, Instituto de Geología, UNAM.
- Ferrari L. Garduño M.V.H. Pasquaré G. and Tibaldi A. (1994). Volcanic and Tectonic Evolution of Central México, Oligoceno to Present Geofísica International V. 33
- Fries C.(1962). Resumen de la Hoja Pachuca, Estados de Hidalgo y México, UNAM. Instituto de Geología, Carta Geológica de México, Serie de 1:100,000 núm. 1
- Garduño, M. V. H. y Gutiérrez N. C. A. (1992). Magmatismo, hiatus y tectonismo de la Sierra Madre Occidental y del Cinturón Volcánico Mexicano. Geofísica Internacional vol. 31 núm. 4, págs. 417-429.
- Gasca, D. A., (1981). Algunas Notas de la Génesis de los Lagos-Crater de la Cuenca de Oriental, Puebla-Tlaxcala-Veracruz. Colección Científica Prehistoria. SEP-INAH.
- Gastil R. G. and Jansky W. A. (1973). Evidence for a strike slip displacement beneath the Transmexican Volcanic Belt: Stanford University publication, Geological Sciences, v. 13, p. 171-180.
- Geyne A. R., Fries C., Segerstrom K., Black R. F. y Wilson I. F., (1963). Geología y yacimientos minerales del Distrito Real del Monte y Pachuca, Estado de Hidalgo, Consejo de Recursos Naturales No Renovables (México), Pub. 5E, 222 p.
- Hasenaka T. and Carmichael I. S. E. (1985). The Cinder Cones of Michoacan-Guanajuato central Mexico: Their age volumen and distribution and magma discharge rate. Geofisis. Inter. V.24, pp. 577- 668.
- Heim, A. (1926). Notes on the Jurassic of Tamazunchale, Sierra Madre Oriental, Mexico: *eclogae geologicae Helvetiae*, V. 20, Num., 1, págs., 84-87. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas.
- Hernández, P. I. y Pascacio T. R., (1984). Informe del levantamiento geofísico con el método de resistividad en la exploración de Salmueras en la Laguna de Tepeyahualco Estado de Puebla. Archivo Técnico. Consejo de Recursos Minerales, Gerencia de Exploración Geofísica.
- INEGI. (1984). Carta Geológica, Veracruz E14-3, escala 1:250,000.
- López R.E. (1979). Geología de México: México, D.F., t. II, 2da. Ed., p. 343-364 y t. III, 2da. Ed., p.111-120.
- López, I. M. and Nelson S. A., (1991). Geochemistry and Geochronology of subduction related magmatism in the Sierra de Chiconquiaco-Palma Sola, área Veracruz State. Convención sobre la Evolución Geológica de México (Primer Congreso Mexicano de Mineralogía) págs. 86.
- Malpica, C. V. M., (1998). Sistema de Dunas Costeras de El Farallón y los Amarillos, en la costa Central del Estado de Veracruz. Simposio sobre el este de México (Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra.) Págs. 118.
- Manjarrez, H. P. P. (1987). Prospecto Coatepec. IGPR-260.
- Manjarrez H.P.P. y Hernández de la F.R. (1989). Informe Geológico Final Prospecto Cardel IGPR-278
- Mooser F. Meyer A. H., y McBirney A. R., (1958). Catalogue of Active Volcanoes of the World; part VI, Central America, Internal. Volc. Assoc. pte. 6, 36 p.
- Mooser F. (1972). El Eje Neovolcánico Mexicano, debilidad cortical Pre-Paleozoica reactivada en el Terciario. Memoria de la II Convención Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana, Mazatlan, Sin., pp. 186-187.
- Mooser F. (1975). Historia Geológica de la Cuenca de México, in memoria de las obras del Sistema de Drenaje Profundo del Distrito Federal: México D.F. Departamento del Distrito Federal, t. 1 p. 7-38.

- Muir J.M. (1936). *Geology of the Tampico Región*, Tulsa, Am. Assoc. Petroleum Geologists.
- Negendank J. F. W. (1972). *Volcanics of the Valley of Mexico, Part I, Petrography of the volcanic*: N. Jb. Miner. Abh., v 116, p 308-320.
- Negendank J. F. W. (1973). *Volcanics of the Valley of Mexico*. N. J. b. Miner Abb, 116. Pp. 308-320.
- Negendank J; F. W. Emmermann R., Krawczy K.R., Mosser F., Tobschall H. Y and Werle D. (1985). *Geological and Geochemical Investigations of the eastern Trans-Mexican Volcanic belt* Geofísica Internacional. Vol. 424, pp 477-575.
- Nixon G. T., Demant A., Armstrong R. L. and Harakal J. E. (1987). *K-Ar and Geologic data bearing on the Trans-Mexican Volcanic Belt: Geofísica Internacional (México)*. v. 26 p. 109-158.
- Nuttall W.L.F. (1930). *Notes on the stratigraphy of South-East México*. Informe inédito.
- Olivas R.M. (1953). *Informe Geológico de la Provincia del Macizo de Teziutlán*, Pue., Asoc. Méx. Geólogos Petroleros V 5.
- Olivella L.M. (1986). *Prospecto Aquixtla*. I.G.P.R. 252 PEMEX.
- Olivella L.M. (1987). *Prospecto Los Humeros*. I.G.P.R. 261 PEMEX.
- Pasquaré G. and Ferrari L. (1991). "Geologic Map of the Central Sector of the Mexican Volcanic Belt, states of Guanajuato and Michoacán, México", The Geological Society of America, Inc.
- Pesquera, V. R. (1967). *Visita al yacimiento de cobre de Teziutlan*, Puebla, Informe del CRNNR. 3p., Inédito.
- Quezada, F. A. (1961). *Las rocas del basamento de la cuenca de Tampico- Misantla: México*, D.F. UNAM, Facultad de Ingeniería, Tesis Profesional.
- Raisz E. (1964). *Land Forms of México*, Prepared for the Geography Branch of the office of Naval Research.
- Reyes, C. M. (1979). *Geología de la Cuenca de Oriental Estados de Puebla, Veracruz y Tlaxcala*. Colección Científica Prehistoria. SEP-INAH.
- Rivera C.E. (1995). *Informe de la Visita de Reconocimiento al Predio Congregación Toxtlacoaya, municipio de Las Vigas de Ramírez, Ver.* C.R.M.
- Robin, C. (1975). *Las Series Volcánicas de la Sierra Madre Oriental (basaltos e ignimbritas) descripción y caracteres químicos*. Pp. 13-40.
- Robin C. (1982). *Relations volcanologie magmatologie-geodynamique: application au passage entre volcaniques alcalin et andésitique dans le sud Mexicain (Axe trans-Mexicain et province alcaline orientale): Annales scientifiques de l' Université de Clermont-Ferrand II*, No. 70, 503 pp.
- Robin C. (1982). *Regional Distribution and Character of active andesite Vulkanism_ México* en R.S. Thorpe.
- Rodríguez, S. R. Y Komorowsky J. C. (1998). *La Pómez Quetzalapa en el Estado de Puebla, un gran depósito riolítico de caída: estratigrafía, granulometría y dinámica eruptiva*. Simposio sobre el Centro de México (Primera reunión Nacional de Ciencias de la Tierra) pp. 41.
- Romero, R. F. (1984). *Modelo Geotérmico Preliminar del Campo de Los Humeros*, Pue. C.F.E. Inédito.
- Ruiz S.P. (1965). *Estudio Geológico Preliminar del Area de Teziutlán*, Edo. de Puebla, México, D.F. I.P.N., E.S.I.A. Tesis Profesional.
- Ruiz S.P. (1978). *Estudio Radiométrico de las rocas Igneas y Metamórficas del área Villa Juárez-Tlapacoyan*, Edo. de Veracruz, IMP. Proyecto C 1067.
- Salas G.P. (1949). *Visita a las localidades tipo de las Formaciones del Eoceno-Plioceno y Mioceno de la cuenca Tampico-Misanta en la llanura costera del golfo de México, entre Poza Rica Ver., Tampico Tamps., y Ciudad Valles S.L.P.* "Bulletin American Asoc. Petrol Geol. 33 (8")
- Sánchez R.D. (1979). *Informe Final del Proyecto Oro-Plata Tetela de Ocampo*, Mpio. de Tetela de Ocampo, Pue. Consejo de Recursos Minerales
- Sánchez R. D., De Santiago C.J. y Ortiz C.V. (1982). *Informe Preliminar de la 1ra. Fase del Proyecto Intrusivos Puebla. Zonas Chichicautla, Jolalpan, San Miguel Minas y Tejalpan*. Consejo de Recursos Minerales.
- Schmidt E.R. (1976). *Liásico Marino de México y su relación con la Paleogeografía de América Central*. Inst. Centroamericano de Investigación Industrial (Guatemala). Publicaciones Geológicas ICAITI, Num. 5, pp. 22-23.
- Sedlock R. L., Ortega G.F. and Speed R.C.(1993). *Tectonostratigraphic Terranes and Tectonic Evolution of México*, Instituto de Geología, UNAM.
- Siebe C., Abrams M. y Sheridan M. (1991). *Holocene age of major block and ash-flow fan at the western slopes of Pico de*

Orizaba Volcano. Convención sobre la Evolución Geológica de México (Primer Congreso Mexicano de Mineralogía), pp. 203-204.

Stephenson L. W. (1921). Geologic work for the Mexican Gulf Oil Co. Private report (in Muir J.I. 1936, p.23).

Sutter M. (1984). Cordilleran Deformation along the eastern edge of the Valles-San Luis Carbonate platform, Sierra Madre Oriental Fold-Thrust belt, East-Central Mexico Geol. Soc. American Bull, V. 95,p.1387-1397.

Tardy M. (1980). Transversal de Guatemala y la Sierra Madre de México In Aubouin J. Brousse R. y Lehman J: P: (1980).

Thorpe R. S. (1977). Tectonic significance of alkaline volcanism in eastern Mexico. *Tectonophysics*. Vol. 40, pp. 19-26.

Torón V. L. y Torres A. E. (S/F). Estudio de las zonas Carboníferas de México (II), Cuenca Carbonífera de Tlacolulan, Ver. Investigaciones del Banco de México.

Urrutia F.J. y del Castillo L. (1977). Un modelo de Eje Volcánico Mexicano: *Bol. Soc. Geol. Mexicana*, v. 38, p.18-28.

Valdéz M.D. (1980). Informe sobre el Yacimiento de Fe San Pedro en Tatatila, Ver., Mpio. de Tatatila, Ver. Consejo de Recursos Minerales.

Villatoro J.A. (1932). Visita a las localidades tipo de las Formaciones del Eoceno-Plioceno y Mioceno de la cuenca Tampico-Misanta en la llanura costera del golfo de México, entre Poza Rica Ver., Tampico Tamps., y Ciudad Valles S.L.P. *Boletín del Petróleo* No. 34.

Yañez, G. C. Y García D. S. (1982). Exploración de la Región Geotérmica Los Humeros-Las Derrumbadas Estados de Puebla y Veracruz. C. F. E.

Zamorano, M. G. y De la Teja S.M.A. (1986). Informe sobre los estudios preliminares en el Area de Teziutlan Pue., CRM. Informe Técnico, 11 p., Inédito.

ANEXOS

TABLA 1. RESULTADOS PETROGRÁFICOS DE LA CARTA VERACRUZ Escala 1 : 250,000

MUESTRA	X	Y	UNIDAD	TEXTURA	ESENCIALES	ACCESORIOS	MATRIZ O CEMENT.	ALTERACION	CLASIFICACION	ORIGEN	METAMORFISMO	FACIES	CLASE
VE-1	605035	2211311	Tpl R-Da	AFANITICA C/VESIC.	PL. ALT., BIOTITA	Ser. Y OXIDOS DE Fe	PLAGIOCLASA		DACITA ALTERADA	IGNEO EXTRU.			
VE-3	611752	2202106	Qpt A-B	AFANITICA	OLIGOC.LASA-ANDESITA	CLORITA	PLAGIOCLASA		ANDESITA	IGNEO EXTRU.			
VE-6	643315	2202701	Jc Gr-D	FANERITICA	OLIG.ORT., Qtz., MAF., GRAN.	Chl., Ser., MIN., ARC., Ep.	FELDESPATO		MICROGRANODIO.	IGNEO INTRU.			
VE-10	663540	2208047	Pp Gr-Gd	AFANT.FOLIADA	Or., OLIGOC., Qtz.	Ser., Chl., MIN., OPACOS	FELDESP., Qtz.		META GRANITO	METAM.CATAC.			
VE-11	658663	2204498	Pp ? E-MLa	FOLIADA	Ms., Qtz., Chl., Grt.	LIMONITA	CUARZO-MUSCOVITA		FILITA DE Qtz.	METAMORF.	REGIONAL DÉBIL.	ESQ.VER.	
VE-14	655587	2201046	Jc Gr-D	FANERITICA	CUARZO-FELDESPATO	SERICITA-CLORITA	FELDESPATO-CUARZO	CLORITIZAC.	GRANITO	IGNEO INTRU.			
VE-15	623307	2188743	Tm Gd-PDa	PORF.GRANUDA	OLIG., Qtz., MAF., ALTER.	CALC., MIN., ARC., Y OPAC.	CUARZO-PLAGIOCLASA	CALCITIZACION	PORFIDO DACIT.	HIPABISAL			
VE-16	617500	2180803	Tm Gd-PDa	PORFIDICA	CUARZO-OLIGOC.LASA	CLORITA	PLAGIOCLASA-CUARZO		PORFIDO DACIT.	HIPABISAL			
VE-19	639550	2199006	Jbjb Lm-Cgp	TOBACEA COMPAC.	Kfs., Qtz., FRAGM.DE R.	MIN., ARCILL., OX.Fe	MINERALS.ARCILL.		METATOBA	IGNEO INTRU.			
VE-20	627177	2181474	Jct Cz-Lu	ARCILLOSA	MICRITA	OXIDO DE FIERRO	CALCAREO		CALCILUTITA	SEDIMENTARIO			
VE-22	636410	2181545	Tm Gd-PDa	PORFIDICA	OLIG., Qtz., BIOTITA	OXI.Fe., MIN.ARCILLOS.	PLAGIOCLASA-Qtz.		MICRO TONALITA	IGNEO INTRU.			
VE-25	665987	2191865	Kv Gd	GRANUDA PORF.	Or., OLIG., Qtz., BIOTITA	MINS., OPAC., EPIDOTA	FELDESPATO-CUARZO		GRANITO PORF.	IGNEO INTRU.			
VE-26	659111	2180674	Qpt B	AFANITICA	PL.CALCICA Y PIROX.	OXIDOS-CLORITA	PLAGIOCLASA		BASALTO DE Aug.	IGNEO EXTRU.			
VE-31	690991	2189121	Pp Gr-Gd	FANERITICA	Or., OLIG., Qtz., Bt.	MIN., ARC., Ms., CLORITITA	Qtz.-FELDESPATO		META GRANITO	IGNEO INTRU.			
VE-32	691944	2184324	Pp Gr-Gd	FANERITICA	CUARZO	CLORITA	FELDESPATO-Qtz.		GRANODIORITA	IGNEO INTRU.			
VE-34	691455	2181258	Pp ? E-MLa	PSEUDOFOLIADA	Qtz., Bt., Ms., MIN.OPA.	CLORITA, MIN.OPACOS.	CUARZO.		CUARC.DE BIOT.	MET.REG.			
VE-56	696727	2177310	Tm Gd-PDa	FANERITICA	OLIG., Bt., OR., AUGITA	MIN., OPAC., Chl., Cal.	PLAGIOCLASA		DIORITA DE BIOT.	IGNEO INTRU.			
VE-58	712374	2181685	Tpl A-Da	AFANITICA	OLIG., ANDES., SANIDINO	CLORITA, OXIDOS DE Fe	PLAGIOCLASA		ANDESITA PORF.	IGNEO EXTRU.			
VE-59	708171	2175745	Tpl A-Da	AFANIT.COMPAC.	Bt., OLIG., CLPX., VIDRIO.	MINS., OPACOS., EPIDOTA.	PLAGIOCLASA-VIDRIO		ANDESITA PIROX.	IGNEO EXTRU.			
VE-64	760269	2178653	Tm A	FANERITICA	ANDES., OLIGOC., CLPX.	Chl., Cal., EPIDOTA.	PL-HEMATITA		ANDESITA PORF.	IGNEO EXTRU.			
VE-70	635923	2170965	Tm Gd-PDa	FANERT.GRANUDA.	OLIGOC., Or., Qtz., Hbl.	SERICITA, MIN.OPACOS.	FELDESPATO.		GRANOD.DE HORN	IGNEO INTRU.			
VE-71	632923	2150719	Tpl A-Da	PORFIDICA	OLIG., ANDESINA, VIDRIO	OXID.DE Fe., MIN.ARCILL.	PL., VIDRIO		ANDESITA PORF.	IGNEO EXTR.			
VE-74	697138	2168600	Qpt B	AFANIT.VESICULAR	PL.CLINOPIR., VIDRIO	MINERALES OPACOS.			BASALT.DE CLPX.	IGNEO EXTRU.			
VE-79	605305	2145595	Qpt A-B	AFANIT.VESICULAR	PL.CAL., Aug., VIDRIO	MIN.OPAC. Y ARCILLOSOS	PLAGIOCLASA-VIDRIO		BASALTO DECLPX.	IGNEO EXTRU.			
VE-80	605305	2145595	Qptho TDa	TOBACEA PORF.	OLIG., BIOTITA, Sa.	OXIDOS DE FIERRO	PLAGIOCLASA		ANDESITA PORF.	IGNEO EXTRU.			
VE-81	604995	2127850	Qptho TDa	GRANUDA PORF.	OLIG., VIDRIO, BIOTITA	MINS., OPACOS., EPIDOTA	PLAGIOCLASA-VIDRIO		ANDESITA PORF.	IGNEO EXTRU.			
VE-82	607213	2126036	Qptho TDa	TOBACEA PORF.	OLIG., VIDRIO, Bt.	MIN.OPAC.Y ARCILLOSOS	VIDRIO		VITROFIDO DAC.	VOLCANICO			
VE-83	607321	2126052	Qptho TDa	TOBACEA GRANUD.	VIDRIO, OLIGOC., Qtz.	CLORITA, MIN.OPACOS.	VIDRIO		T.VITREA DACITIC.	IGNEO EXTRU.			
VE-89	666496	2141852	Qpt Da-R	AFANIT.COMPAC.	OLIG., ANDES., SANIDINO	SERICITA, EPIDOTA, Cal.	FELDESPATO		TRAQUIAND.PORF.	IGNEO EXTRU.			
VE-90	661201	2128939	Qpt Lh	AFANITICA	OLIG.-SANIDINO, BIOTITA	HEMATITA TERROSA	FELDESPATO		TRAQUIANDESITA	IGNEO EXTRU.			
VE-91	691586	2130063	Tpl A-Da	FANERITICA	Kfs., OLIG., HORN., Qtz.	MINS., OPACOS., SERICITA	FELDESPATO-Qtz.		RIODAC.PORF.	IGNEO EXTRU.			
VE-92	712375	2146297	TplQpt B	AFANIT.VESICULAR	PL.CALCICA, CLPX.	MINS., OPACOS., OXIDOS	PLAGIOCLASA		BASALTO	IGNEO EXTRU.			
VE-93	620122	2108465	Tpl A-Da	AFANITICA PORF.	OLIG.-AND.PX., VIDRIO	MIN.OPACOS Y ARCILLS.	PLAGIOCLASA.		ANDESITA PORF.	IGNEO EXTRU.			
VE-94	683116	2121642	Tpl A-Da	FANERITICA	OLIG., ANDES., VID.PX.	EPIDOTA, MIN.OPACOS.	VIDRIO, Hem., Pl.		ANDESITA PORF.	IGNEO EXTRU.			
VE-95	685251	2112030	Tpl A-Da	AFANIT.CONCOL.	VIDRIO, PL., BIOTITA	MINS.ARCILLOS, OXIDOS	VIDRIO		TOBA VITREA AND.	IGNEO EXTRU.			
VE-96	687194	2102010	Tpl A-Da	PORFIDICA	OLIG., Qtz., Aug., DIOP.	CLORITA, MINS., OPACOS	PLAGIOCLASA		ANDESITA PORF.	IGNEO EXTR.			
VE-97	707327	2102500	kiss Cz	CRISTALINA	CALCITA MICRITA	MINS. ARCILLOS	MICRITA		CALIZA BIOCLAST.	SEDIMENTARIO			

TABLA 2. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CARTA __ VERACRUZ E14-3 ESCALA 1: 250,000

MUESTRA No.	X	Y	MINA	Al2O3 %	Sb %	As %	Ba %	Cd g/ton	Ca %	Co gr/ton	Cu %	Cr %	Sr %	Fe total %	P2O5 %	Mg %	Mn %	Mo %	Ni gr/ton	Au gr/ton	Ag gr/ton	Pb %	K %	SiO2 %	U gr/ton	W gr/ton	Zn %
VE-2	605325	2209919	AFLORAM.								0.0006									0.06	4	0.0011					0.0216
VE-4	640679	2204977	AFLORAM.								0.0026									0.11	1	0.0040					0.0015
VE-5	640679	2204977	AFLORAM.								0.0043									0.13	2	0.0017					0.0032
VE-7	649144	2207591	AFLORAM.								0.0031									0.05	6	0.0045					0.0055
VE-8	649552	2204740	AFLORAM.								0.0016									0.01	12	0.0177					0.0068
VE-9	649552	2204740	AFLORAM.								0.0036									0.01	11	0.0158					0.0078
VE-12	663228	2204483	AFLORAM.								0.0023									0.01	1	0.0014					0.0029
VE-13	663228	2204483	AFLORAM.								0.0030									0.05	1	0.0022					0.0034
VE-17	620214	2179131	AFLORAM.								0.0830									0.10	8	0.0029					0.36
VE-18	620833	2178131	AFLORAM.								0.0263									0.20	17	0.0042					1.38
VE-21	627177	2179474	AFLORAM.								0.0042									0.12	3	0.0023					0.0058
VE-23	656985	2196513	AFLORAM.								0.0026									0.07	1	0.0010					0.0015
VE-24	656985	2196513	AFLORAM.								0.0018									0.08	1	0.0029					0.0014
VE-29	685468	2190633	AFLORAM.								0.0005									ND	1	0.0008					0.0013
VE-30	684759	2189351	AFLORAM.								0.0023									ND	1	ND					0.0010
VE-35	691769	2178019	ALTERAC.								0.0025									0.005	0.80	0.0015					0.0053
VE-36	691769	2178019	ALTERAC.								0.0025									0.028	0.80	0.0012					0.0067
VE-37	693527	2178748	BOQUILAS								0.11									ND	3	0.0053					0.28
VE-38	693527	2178748	BOQUILAS								0.0237									0.01	1	0.0055					0.058
VE-39	693527	2178748	BOQUILAS								0.33									1.29	4	0.0069					0.0287
VE-40	693527	2178748	BOQUILAS								0.0375									ND	2	0.0036					0.0068
VE-41	694372	2178707	5 SEÑORES								0.0642									0.12	3	0.0224					0.0030
VE-42	694372	2178707	5 SEÑORES								2.31									0.36	28	0.96					0.0456
VE-43	694372	2178707	5 SEÑORES								0.12									2.68	6	0.0053					0.0050
VE-44	694372	2178707	5 SEÑORES								0.34									0.91	3	0.0059					0.0090
VE-45	694372	2178707	5 SEÑORES								0.0303									0.06	2	0.0039					0.0071
VE-46	694372	2178707	5 SEÑORES								0.34									0.54	15	0.43					0.0133
VE-47	696132	2179533	ALTERAC.								0.0039									0.22	0.80	0.023					0.030
VE-48	696132	2179533	ALTERAC.								0.0030									0.001	0.80	0.0041					0.0058
VE-49	695609	2179056	ALTERAC.								0.0007									0.024	0.80	0.0015					0.0030
VE-50	695609	2179056	ALTERAC.								0.0008									0.013	9.5	0.0031					0.0011
VE-51	695609	2179056	ALTERAC.								0.0010									0.013	0.80	0.0034					0.0018
VE-54	695683	2177851	ALTERAC.											0.0143										1.24			
VE-55	695683	2177851	ALTERAC.											0.0153										1.08			
VE-57	707095	2185066	ALTERAC.								0.0076									ND	ND	0.0096					0.0112
VE-60	762168	2185153	C. BLANCO								0.0440									ND	ND	0.0084					0.0340
VE-61	768467	2183250	AFLORAM.								0.0048									ND	1	0.0120					0.0120
VE-62	762865	2182496	C. BLANCO								0.0296									ND	ND	0.0232					0.0308
VE-63	759983	2179870	C. BLANCO								0.0196									ND	ND	0.0108					0.0352
VE-65	762980	2178747	C. BLANCO								0.0176									ND	ND	0.0088					0.0272
VE-66	759192	2177006	C. BLANCO								0.0168									ND	ND	0.380					0.0260
VE-68	628396	2168848	AFLORAM.								0.0013									0.04	1	ND					0.0018
VE-69	628987	2168544	AFLORAM.								0.0012									0.05	2	ND					0.0014
VE-72	654856	2155860	ALTERAC.								0.0021									0.01	0.80	0.0030					0.0071
VE-73	654856	2155860	ALTERAC.								0.0014									0.01	0.80	0.0043					0.0071
VE-75	758086	2173986	C. BLANCO								0.0116									ND	ND	0.0072					0.0220
VE-76	766735	2173029	ALTERAC.								0.0084									ND	ND	0.0080					0.0136
VE-77	766735	2173029	ALTERAC.								0.0072									ND	ND	0.0084					0.0124
VE-78	770132	2169303	C. BLANCO								0.0130									ND	1.0	0.0168					0.0390
VE-84	663573	2142185	ALTERAC.								0.0052									ND	ND	0.056					0.0224
VE-85	663573	2142185	ALTERAC.								0.0048									ND	ND	0.0096					0.0196
VE-86	663573	2142185	ALTERAC.								0.0044									ND	ND	0.0092					0.0164
VE-87	663573	2142185	ALTERAC.								0.0056									ND	ND	0.0076					0.0142
VE-88	667317	2142630	ALTERAC.								0.011									0.09	16	0.035					0.28

TABLA 3 DE YACIMIENTOS MINERALES DE LA CARTA: VERACRUZ ESCALA 1:250,000

CODIG:GG4MFT-409-07 REVISIÓN:1.0 FECHA:19/06/00

NOMBRE	X	Y	ENTIDAD	ESTATUS	SUBSTANCIA	CLAVE	ESTRUC	RUMBO	ECHADO	LARGO	ANCHO	PROF	YACIMTIPO	OBRAS	ROCAENCA	UNIDAD	MENA	GANGA	ALTERACIÓN	MUESTRE	OBSERVACIONES
5 SEÑORES	693527	2178748	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au, Cu, .	IR.25.SF	IRREGULAR						MET.CONTAC.	SOCAVON	CALIZA	Jct Cz-Lu	MALAQ.,CALCOPI.	GRANATE,PIRI.	OXID-SILI	6	FORMACIÓN SAN PEDRO
BOQUILLAS	694372	2178707	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au, Cu, .	IR.25.SF	IRREGULAR						MET.CONTAC.	SOCAVON	CALIZA	Jct Cz-Lu	MALAQ.,CALCOPI.	GRANATE,PIRI.	OXID-SILI	4	FORMACIÓN SAN PEDRO
EL CEDRO	692821	2180602	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au, Cu, Ag.	VT.07.SF	VETA	N-S	70°W	30	0.33	100	HIDROTER.	SOCAVON	HORNFEELS	Jct Cz-Lu	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		FORMACIÓN SAN PEDRO
LA MIQUETA	692948	2181406	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au, Cu, Ag.	VT.07.SF	VETA	N-S	VERTICAL	150	0.67	100	HIDROTER.	SOCAVON	HORNFEELS	Jct Cz-Lu	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID	1	FORMACIÓN SAN PEDRO
LA CONCEPCION	692001	2180144	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au, Cu, Ag.	VT.07.SF	VETA	N-S	VERTICAL	70	1.67	100	HIDROTER.	SOCAVON	GRANODIO.	Tm Gd-PdA	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		INTRUSIVO LAS MINAS.
BANCO DE COBRE	693273	2180826	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au, Cu, Ag.	VT.07.SF	VETA	N 80° E	55° NW	50	0.83	100	HIDROTER.	SOCAVON	GRANODIO.	Tm Gd-PdA	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		INTRUSIVO LAS MINAS.
DOS RIOS	693422	2181118	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au, Cu, Ag.	VT.07.SF	VETA	N-S	VERTICAL	65	0.33		HIDROTER.	SOCAVON	GRANODIO.	Tm Gd-PdA	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		INTRUSIVO LAS MINAS.
TAMAHUA	693483	2182136	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au, Ag,Cu.	VT.07.SF	VETA	N-S	VERTICAL	50	0.48		HIDROTER.	SOCAVON	GRANODIO.	Tm Gd-PdA	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		INTRUSIVO LAS MINAS.
LA ESCONDIDA	693432	2181216	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au, Ag,Cu.	VT.07.SF	VETA	N 20° E	VERTICAL	125	0.75	100	HIDROTER.	SOCAVON	GRANODIO.	Tm Gd-PdA	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		INTRUSIVO LAS MINAS.
MARANGOLA	693256	2181134	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au, Ag,Cu.	VT.07.SF	VETA	N 22° E	VERTICAL	60	0.52	100	HIDROTER.	SOCAVON	GRANODIO.	Tm Gd-PdA	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	OXID-SILI		INTRUSIVO LAS MINAS.
EL CARMEN	701596	2177285	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au,Cu,Ag.	VT.07.SF	VETA	N 35° E	62°NW	200	0.73	100	HIDROTER.	SOCAVON	ANDESITA	Tpl A - Da	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	OXID-SILI		ANDESITAS TEZIUTLAN.
EL POLVORIN	701276	2177786	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au,Cu,Ag.	VT.07.SF	VETA	N 75° W	62° SW	200	1.41	100	HIDROTER.	SOCAVON	GRANODIO.	Tm Gd-PdA	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	OXID-SILI		INTRUSIVO LAS MINAS.
EL RUBI	701101	2177936	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au,Cu,Ag	VT.07.SF	VETA	N25° W	62°SW	200	1.38	100	HIDROTER.	SOCAVON	CALIZA	Kbeap Cz	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	OXID-SILI		FORMACIÓNTAMAULIPAS INFERIOR.
EL AGUILA	700700	2179074	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Cu,Ag	VT.07.SF	VETA	N 60° E	83° NW	200	0.41	100	HIDROTER.	SOCAVON	CALIZA	Kbeap Cz	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	OXID-SILI		FORMACIÓNTAMAULIPAS INFERIOR.
CERRO PALACIO	699727	2178572	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Fe,Cu.	LN.25.OX	LENTICUL.			30	30	15	MET.CONTAC.	AFLORAM.	CALIZA	Kbeap Cz	MAGNET. HEMAT.	CUARZO,PIRI	OXIDACION		FORMACIÓNTAMAULIPAS INFERIOR.
SAN PEDRO	699571	2178449	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Fe,Cu.	LN.25.OX	LENTICUL.			100	30	50	MET.CONTAC.	SOCAVON	ANDESITA	Tpl A - Da	MAGNET. HEMAT.	CUARZO,PIRI	OXIDACION		ANDESITAS TEZIUTLAN.
LA AURORA	699453	2179500	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	Au,Ag.,Pb,Zn,Cu	VT.07.SF	VETA	E - W	75° S		0.83		HIDROTER.	SOCAVON	CALIZA	Kbeap Cz	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	OXID-SILI		FORMACIÓNTAMAULIPAS INFERIOR.
CALIFORNIA	636290	2170408	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Cu,Ag,Au,Pb,Zn	IR.25.SF	IRREGULAR		80°N	60	0.30	50	MET.CONTAC.	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	CALCOP-MALAQ.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		FORMACION PIMIENTO.
LINCON	635703	2171619	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Cu.	IR.25.SF	IRREGULAR				0.30		HIDROTER.	SOCAVON	GRANODIO.	Tm Gd-PdA	CALCOP-MALAQ.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		INTRUSIVO CUYOACO.
LA AGUADILLA	635544	2171024	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Cu,Ag,Au,Zn.	VT.07.SF	VETA	N 25° W	47° NE		0.65		HIDROTER.	SOCAVON	GRANODIO.	Tm Gd-PdA	CALCOP-MALAQ.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		INTRUSIVO CUYOACO.
MAGISTRAL	635496	2170483	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Ag,Cu	VT.07.SF	VETA	N25°E	70°NW	45	0.70	70	HIDROTER.	TAJO	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	CALCOP-ESFALE.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		FORMACION PIMIENTO.
EL TORO	635402	2170353	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Ag,Cu	VT.07.SF	VETA	N25°E	70°NW	45	0.70	70	HIDROTER.	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	CALCOP-ESFALE.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		FORMACION PIMIENTO.
LA MINILLA	635467	2170267	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Cu,Ag	VT.07.SF	VETA	N25°E	70°NW	45	0.70	70	HIDROTER.	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	CALCOP-ESFALE.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		FORMACION PIMIENTO.
SANTO NIÑO	637073	2170450	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Cu.	VT.07.SF	VETA	N10°W	VERTICAL	70	0.23	100	HIDROTER.	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		FORMACION PIMIENTO.
SANTA ELENA I	636947	2170378	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Au,Ag.	DS.07.SF	DISEMINA.			40	0.60	50	MET.CONTAC.	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		FORMACION PIMIENTO.
SANTA ELENA II	636957	2170361	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Zn.	DS.07.SF	DISEMINA.			40	0.60	50	MET.CONTAC.	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		FORMACION PIMIENTO.
SANTA ELENA IV	637080	2170297	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Au,Ag.	DS.07.SF	DISEMINA.			40	0.60	50	MET.CONTAC.	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	CALCOPIRITA.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		FORMACION PIMIENTO.
ARMANDO	635578	2173193	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Cu,Zn.	VT.07.SF	VETA	N45°E	45°NW	60	0.45	60	HIDROTER.	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	CALCOP-MALAQ.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		FORMACION PIMIENTO.
ASTEN	635917	2174310	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Pb,Zn,Cu.	VT.07.CB	VETA	N40°W	70°SW	70	0.20-2.0	34	HIDROTER.	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	CALCOP-MALAQ.	CUARZO,PIRI	SILI-CARB		FORMACION PIMIENTO.
LA PAZ	634058	2172764	CUYOACO PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Pb,Zn,Cu.	IR.25.SF	IRREGULAR				0.57		MET.CONTAC.	SOCAVON	GRANODIO.	Tm Gd-PdA	CALCOPI.MALAQ.	CUARZO,PIRI	SILI-OXID		INTRUSIVO CUYOACO.
EL COMETA	667702	2198372	TEZIUTLÁN PUE.	INACTIVA	Cu,Ag.	MS.19.SF	LENTICUL.	E-W		20-100	0.20-3.0	60	VOLCANOGEG.	SOCAVON	ESQUISTOS	Pp ? E-Mla	GALE.CALCOPH-ESFALE.	CUARZO,PIRITA.	CLOR-SERI		ESQUISTOS CHILILIS.
LA AURORA	667431	2198317	TEZIUTLÁN PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Pb,Zn,Cu.	MS.19.SF	LENTICUL.	E-W		20-100	0.20-3.0	60	VOLCANOGEG.	SOCAVON	ESQUISTOS	Pp ? E-Mla	GALE.CALCOPH-ESFALE.	CUARZO,PIRITA.	CLOR-SERI		ESQUISTOS CHILILIS.
LUCERO DE LA MANA	667223	2198391	TEZIUTLÁN PUE.	INACTIVA	Cu, Au.	MS.19.SF	LENTICUL.						VOLCANOGEG.	SOCAVON	ESQUISTOS	Pp ? E-Mla	GALE.CALCOPH-ESFALE.	CUARZO,PIRITA.	CLOR-SERI		ESQUISTOS CHILILIS.
T.LA DEMOCRACIA	622601	2188086	TETELA DE OCAMPO PUE.	INACTIVA	Au,Ag.	IR.07.SF	LENTICUL.			18	6.0	10	HIDROTERMAL	TAJO	P.DACITICO	Tm Gd-PdA	GALE.CALCOPH-ESFALE.	CUARZO,PIRITA.	ARGI-PIRI		PORFIDO DACITICO TETELA DE O.
T.5 SEÑORES	623307	2188743	TETELA DE OCAMPO PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Pb,Zn,Cu.	DS.07.SF	DISEMINA.	NW	45°	100	10	20	HIDROTERMAL	TAJO	P.DACITICO	Tm Gd-PdA	GALENA,MALAQ.,AZURI.	CUARZO,PIRITA.	ARGI-PIRI	1	PORFIDO DACITICO TETELA DE O.
T.LA LIBERTAD	623317	2188700	TETELA DE OCAMPO PUE.	INACTIVA	Au,Ag.	DS.07.SF	DISEMINA.	NW	45°	100	10	20	HIDROTERMAL	TAJO	P.DACITICO	Tm Gd-PdA	GALENA,MALAQ.,AZURI.	CUARZO,PIRITA.	ARGI-PIRI		PORFIDO DACITICO TETELA DE O.
ESPEJERAS	624445	2187733	TETELA DE OCAMPO PUE.	INACTIVA	Au,Ag.	CH.07.SF	CHIMENEA	N15°E	45°NW		30	75	HIDROTERMAL	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	ARGEN.,GALE.,ESFALE.	CUARZO	OXIDACION		FORMACION PIMIENTO.
MELVA	624669	2187586	TETELA DE OCAMPO PUE.	INACTIVA	Ag,Au.	IR.07.SF	IRREGULAR						HIDROTERMAL	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	ARGENTITA	CUARZO,CALCITA	OXIDACION		FORMACION PIMIENTO.
TEPOZANTECO	624674	2187601	TETELA DE OCAMPO PUE.	INACTIVA	Ag,Au.	DS.07.SF	DISEMINA.				0.40		HIDROTERMAL	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	ARGENTITA	CALCITA	OXIDACION		FORMACION PIMIENTO.
EL CARMEN	624635	2187878	TETELA DE OCAMPO PUE.	INACTIVA	Au,Ag.	IR.07.SF	IRREGULAR						HIDROTERMAL	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	ARGENTITA	CALCITA	OXIDACION		FORMACION PIMIENTO.
TRASQUIVERSAL	624781	2188212	TETELA DE OCAMPO PUE.	INACTIVA	Ag,Au.	IR.07.SF	IRREGULAR						HIDROTERMAL	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	ARGENTITA	CUARZO,CALCITA	OXIDACION		FORMACION PIMIENTO.
MOISES	624786	2188180	TETELA DE OCAMPO PUE.	INACTIVA	Au,Ag.	IR.07.SF	IRREGULAR						HIDROTERMAL	SOCAVON	CALIZA-Lu	Jct Cz-Lu	ARGENTITA	CUARZO	OXIDACION		FORMACION PIMIENTO.
PIEDRA PARADA	701634	2181104	TATATILA-LAS MINAS VER.	INACTIVA	AMATISTA	IR.07.SC	IRREGULAR						HIDROTERMAL	POZO	ANDESITA	Tpl A - Da	CUARZO AMATIST.	CUARZO	OXIDACION		ANDESITAS TEZIUTLAN.
CABALLO BLANCO	770945	2174985	EDO.VER.	INACTIVA	Au,Ag,Pb,Zn,Cu.	DS.07.Ox.	DISEMINA.						HIDROTERMAL	CATAS	ANDESITA	Tm A	CALCOPIRITA.	OXIDOS,CUARZO	SILI-PIRI	10	ANDESITAS PALMA SOLA.
EL CHIFLON II	667063	2142832	ATEXCAC-CHICHICUAUTLA PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Pb,Zn,Cu.	VT.07.SF	VETA	N45°W	VERTICAL	25	0.26	30	HIDROTERMAL	SOCAVON	CALIZA-Lu	Klss Cz-Lu	ESFALE-GELEN.AZUR	CUARZO	PROP-OXID		FORMACION SAN FELIPE.
LA PRECIOSA	667260	2142406	ATEXCAC-CHICHICUAUTLA PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Pb,Zn,Cu.	VT.07.SF	VETA	N70°E	45°SE	500	0.13	100	HIDROTERMAL	SOCAVON	CALIZA-Lu	Klss Cz-Lu	ESFALE-ESFALER.CALCO	CUARZO,PIRITA.	PROP-OXID		FORMACION SAN FELIPE.
ALTO LA PLATEADA	667317	2142630	ATEXCAC-CHICHICUAUTLA PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Pb,Zn,Cu.	VT.07.SF	VETA	N45°E	45°NW	150	0.24	30	HIDROTERMAL	SOCAVON	CALIZA-Lu	Klss Cz-Lu	MALAQUIT-GELEN.ESFA.	CUARZO,PIRITA.	PROP-OXID		FORMACION SAN FELIPE.
LA UCHA II	666813	2142712	ATEXCAC-CHICHICUAUTLA PUE.	INACTIVA	Au,Ag,Pb,Zn,Cu.	VT.07.SF	VETA	N45°W	VERTICAL	500	0.23	50	HIDROTERMAL	SOCAVON	CALIZA-Lu	Klss Cz-Lu	GALE-ESFALER.CALCO	CUARZO	PROP-OXID	1	FORMACION SAN FELIPE.
LAS COCAS	662460	2141233	ATEXCAC-CHICHICUAUTLA PUE.	INACTIVA	Ag,Zn.	VT.07.SF	VETA	N25°E	VERTICAL	15	0.34		HIDROTERMAL	POZO	DIORITA	To D	ESFALERITA	CUARZO	OXID-SILI		INTRUSIVO ATEXCAC.
GALLO DE ORO	736428	2187273	EDO.VER.	INACTIVA	Au,Cu.	DS.07.SF	DISEMINA.						HIDROTERMAL	AFLOR.	DIORITA	Tm D-Tn	GALENA,CALCOP.	CUARZO	PIRI-OXID.		INTRUSIVO TONALITA.

TABLA 4. ROCAS DIMENSIONABLES Y BANCO DE MATERIALES

Hoja 1 de 2

7 DE 8

NOMBRE	X	Y	ESTATUS	LITOLOGÍA	ROCA	UNIDAD	PRODUCTO	CLASIFICACION
POMEZ QUETZALAPA	672206	2123585	ACTIVO	PUMICITA	POMEZ	Qpt Pu	POMEZ	BM.
MINA DE ORIENTAL	657880	2143247	ACTIVO	DEP. NUBE RASANTE	PIROCLASTICO	Qpt PcR	PERLITA	BM.
Co. EL TECAJETE	608904	2152510	INACTIVO	AGLOMERADO BASALT.	BASALTO	Qpt B	RECUBRIMIENTO	BM.
Co. CUEXONTLI	635145	2135965	INACTIVO	AGLOMERADO BASALT.	BASALTO	Qpt B	RECUBRIMIENTO	BM.
C-0023	638317	2136156	INACTIVO	AGLOMERADO BASALT.	BASALTO	Qpt B	RECUBRIMIENTO	BM.
EL CERRITO	639584	2132186	INACTIVO	AGLOMERADO BASALT.	BASALTO	Qpt B	RECUBRIMIENTO	BM.
CANTERA ANALCO	707327	2102500	ACTIVO	CALIZA	CALIZA	Kace Cz-Lu	BLOQUES	RD
TECUENAPLA	696773	2112097	ACTIVO	CALIZA-LUTITA	CALIZA-LUTITA	Ktss Cz-Lu	GRAVA	BM.
C-0173	689619	2131039	INACTIVO	AGLOMERADO BASALT.	BASALTO	Qpt B	RECUBRIMIENTO	BM.
MINA TENEXTEPEC	680004	2155546	ACTIVO	CALIZA	CALIZA	Kace Cz-Do	CAL HIDRATADA	BM.
DICAMEX	645080	2143795	ACTIVO	PIROCLASTICOS RIOLIT.	PERLITA	Qpt PcR	FILTROS AISLANTES	
LAS DERRUMBADAS	658564	2135863	ACTIVO	PIROCLASTICOS RIOLIT.	PIROCLASTICO	Qpt PcR	GRAVA,ARENA,SELLO	BM.
MELO CRUZ	660856	2129632	ACTIVO	LAHARES	LAHAR	Qpt Lh	GRAVA Y SELLO	BM.
CALERA ZACATEPEC	660058	2130150	ACTIVO	CALIZA	CALIZA	Kace Cz-Do	CAL HIDRATADA	8500 TON/MES
JOAQUIN THOME	658892	2131967	ACTIVO	LAHARES	LAHAR	Qpt Lh	GRAVA Y SELLO	BM.
TEPECINGO	714319	2120927	ACTIVO	TEZONTLE	BASALTO	Qpt B	RECUBRIMIENTO	BM.
C-0197	706494	2179465	INACTIVO	ANDESITAS	ANDESITA	Tpl A-Da	GRAVA	BM.
C-0219	677318	2184073	OCASIONALMENTE	IGNIMBRITA	IGNIM. RIOLITICA	Qpt Ig	PARA MAMPOSTERIA	BM.
PASCUAL DIAZ	674293	2184661	ACTIVO	IGNIMBRITA	IGNIM. RIOLITICA	Qpt Ig	BLOQUES Y MAMPOS.	RD
MINA DE POMEZ	674866	2174095	ACTIVO	PUMICITA	POMEZ	Qpt Pu	POMEZ	BM.
MARMOL GRANADOS	698738	2180090	INACTIVO	CALIZA	MARMOL	Kbeap Cz	LAMINADO DE MARMOL	RD
LA MANCUERNA	695767	2177937	ACTIVO	CALIZA	MARMOL	Kbeap Cz	GRANO DE SAL	BM.
SIN NOMBRE	696338	2177244	INACTIVO	CALIZA	MARMOL	Kbeap Cz	GRANO DE SAL	BM.
C-0262	620011	2171802	ACTIVO	PUMICITA	POMEZ	Qpt Pu	TEPETZIL	BM.
MINA DE ORIENTAL	657880	2143247	ACTIVO	PIROCLASTICOS	PIROCLASTICO	Qpt PcR	PERLITA	BM.
CERRO COLORADO	697138	2168600	INACTIVO	AGLOMERADO BASALTICO	BASALTO	Qpt B	REVESTIMIENTO	BM

TABLA 4. ROCAS DIMENSIONABLES Y BANCO DE MATERIALES

Hoja 2 de 2

7 DE 8

NOMBRE	X	Y	ESTATUS	LITOLOGÍA	ROCA	UNIDAD	PRODUCTO	CLASIFICACION
LA JOYA	706414	2171226	ACTIVO	AGLOMERADO BASALTICO	BASALTO	Qpt B	REVESTIMIENTO	BM
SAN LUIS ATEXCAC	664009	2140870	INACTIVO	CALIZAS	MARMOL	Ktss Cz	MARMOL	RD
C-0333	691910	2171820	ACTIVO	POMEZ	PUMICITA	Qpt Pu	TEPETZIL	BM
C-0334	691580	2132204	ACTIVO	POMEZ	PUMICITA	Qpt Pu	TEPETZIL	BM
C-0330	690500	2171076	ACTIVO	POMEZ	PUMICITA	Qpt Pu	TEPETZIL	BM
C-0336	714264	21209340	INACTIVO	TOBAS BASICAS	BASALTO	Qptho TB	TEZONTLE	BM
C-0219	677318	2184073	ACTIVO	TOBA RIOLITICA	IGNIMBRITA	Qpt Ig	BLOQUE	RD
C-0220	674293	2184661	ACTIVO	TOBA RIOLITICA	IGNIMBRITA	Qpt Ig	BLOQUE	RD
CALERA TENEXTEPEC	681686	2155764	ACTIVO				CAL HIDRATADA	8,500 TON/MES
CALES DE STA.EMILIA	683702	2165484	ACTIVO				CAL HIDRATADA	6,000 TON/MES

TABLA 5. DETERMINACIONES ISOTÓPICAS

NUM DE MUESTRA	X (UTM)	Y (UTM)	PETROGRAFÍA	UNIDAD GEOLÓGICA, RELACIÓN DE CAMPO	MINERAL FECHADO	MÉTODO	EDAD	ERROR $\pm$	INTERPRETACION DE LA EDAD
VE-32	691944	2184324		GRANITO CRISTALINO	BIOTITA	Ar 40/ Ar 39	268.14 Ma	0.67 Ma	EDAD MÍNIMA
VE-11	658663	2204498		ESQUISTO CHILILIS	MUSCOVITA	Ar 40/ Ar 39	280 Ma		EDAD DEL METAMORFIS
P0-86	706294	2104618		PIROCLASTICO	-	C14	0.01327 Ma	0.00009 Ma	PALEOSUELO
Cy 436-79	657219	2178848		RIOLITA (Qpt Da-R)	-		1.0 Ma	0.2 Ma	PLEISTOCENO
RS350-78	688635	2182474		ANDESITA (Tpl A-Da)	ROCA TOTAL	K-Ar	5.0 Ma	0.7 Ma	PLIOCENO
CANTAGREL79	696095	2171484		ANDESITA POTASICA (Qptho Da-A)	-	K-Ar	0.47 Ma	0.02 Ma	
Cy316-79	659708	2134595		DACITA (Qpt PcR)	-		0.32 Ma	0.1 Ma	
NEGENDANK85	761992	2185619		BASALTO-ANDESITA	-	-	4.31Ma	0.8 Ma	
CANTAGREL79	772545	2181347		BASALTO ALCALINO	-	K-Ar	14.0 Ma	0.5 Ma	
Cy455-79	662631	2160079		Qpt TR, Qpt Da-R	-		1.0 Ma	0.2 Ma	
NEGENDANK85	709899	2157248		Tpl Qpt B	-		1.9 Ma	0.6 Ma	
Cy34-78	663526	2141976		To D (SIENITA)	-		31.0 Ma	3.7 Ma	
CANTAGREL79	730926	2155290		TplQpt B (ANDESITA)	-	K-Ar	1.57 Ma	0.05 Ma	
RS351-78	696010	2179232		Tm Gd-PDa (GRANODIORITA)	-	K-Ar	14.0 Ma	0.0 Ma	