

Capítulo 3. Características geológicas de Villaflores, Chiapas

Juan Carlos Mora Chaparro
(UNAM)

Villaflores es un municipio mexicano perteneciente al estado de Chiapas. Este municipio es el centro comercial de la región económica IV Frailasca. El municipio limita al norte con Ocozucuatla de Espinosa y Suchiapa, al este con Chiapa de Corzo y Villacorzo, al sur con Villacorzo y Tonalá; y al oeste con Arriaga y Jiquipilas. Las coordenadas de la cabecera municipal son: 16° 14' 01" de latitud norte y 93° 16' 00" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 540 metros sobre el nivel del mar. Villaflores se localiza en los límites de Depresión Central y de la Sierra Madre, en la parte centro occidental del estado de Chiapas (véase la figura 1).

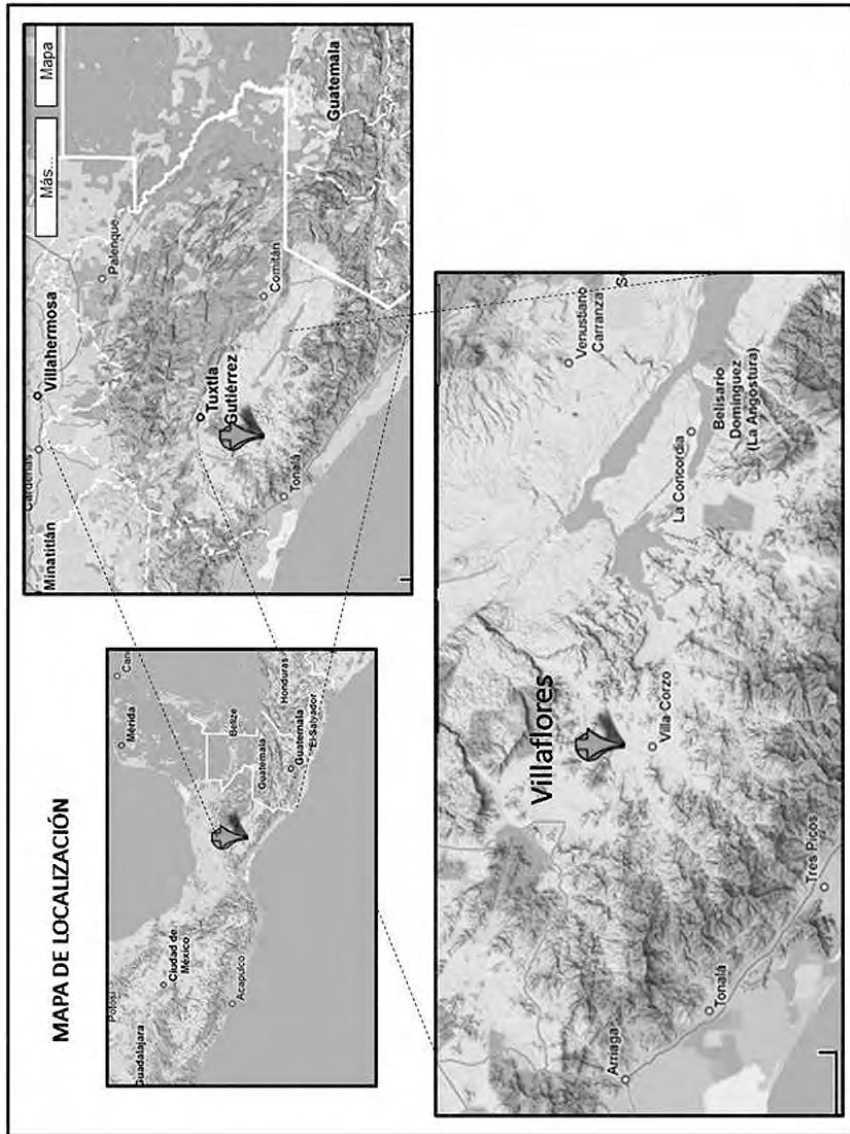


Figura 1. Mapa de localización de la ciudad de Villaflores.

Antecedentes

El estado de Chiapas, ha sido objeto de numerosas investigaciones y estudios con un enfoque geológico. Entre las instituciones que han aportado ideas y conocimiento geológico han sido Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), y el Consejo de Recursos Minerales ahora conocido como Servicio Geológico Mexicano (SGM). Este trabajo se basa en los resultados de todos estos estudios resumidos en la monografía del estado publicada por SGM.

Böse (1905) realiza las primeras aportaciones, posteriormente Mülleried (1957) realiza las primeras descripciones geológicas. López-Ramos (1975) contribuye de manera importante a la elaboración de la carta geológica del estado de Chiapas escala 1:500,000.

López-Ramos y Hernández Sánchez-Mejorada (1976) enmarcan los trabajos geológicos en el contexto de la teoría de la tectónica de placas.

Aportes al conocimiento de la estratigrafía del territorio chiapaneco han sido llevados a cabo por Alencáster, 1977; Buitrón, 1977; Michaud, 1987; Ferrusquía-Villafranca, 1996.

Es importante mencionar los trabajos de Carfantan (1977) y Sedlock *et al.* (1993), acerca de los estudios sobre la evolución tectónica del territorio chiapaneco. Lugo-Hubp (1990), presenta los primeros trabajos geomorfológicos y fisiográficos.

La actividad eruptiva del volcán Chichonal (1982) da origen al desarrollo de diversos trabajos en la zona (Silva-Mora, 1982), (Havskov-Jensen *et al.*, 1983), (Jacobo-Albarrán, 1982), (Labitzke y Naujokat, 1984).

El volcán Tacaná ha sido objeto de numerosos trabajos de cartografía evolución magmática y de su historial eruptivo recientemente (De Cserna *et al.*, 1988; Espíndola *et al.*, 1989; Macías *et al.*, 2001; Mora *et al.*, 2004, entre otros).

Geológica regional

El marco geológico del estado de Chiapas está conformado por los tres tipos de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias, las cuales cubren un rango de edad desde el Paleozoico hasta el Reciente. Ortega–Gutiérrez *et al.*, (1992) dividió al estado de Chiapas en seis provincias geológicas (en Casto–Mora *et al.*, 1999; como se muestra en la figura 2).

1. Cuenca Deltaica de Tabasco: ocupa principalmente el extremo noroccidental del estado.
2. Cinturón Chiapaneco de pliegues y fallas: constituye la provincia geológica más extendida en la entidad, ocupando prácticamente un 70% de la superficie estatal.
3. Batolito de Chiapas: ocupa una franja de rocas plutónicas alineada en dirección NW–SE, que constituye una cadena montañosa que se levanta de manera paralela a la costa.
4. Macizo Ígneo del Soconusco: provincia en la cual se incluye el entorno geológico del volcán Tacaná y rocas asociadas.
5. Cuenca de Tehuantepec: en ella se incluyen depósitos recientes localizados en la zona costera de la entidad.
6. La Provincia Cuicateca: casi exclusiva del estado de Oaxaca, constituida por un cinturón de rocas de afinidad vulcano–sedimentaria–epimetamórfica, que penetra al estado por su parte occidental.

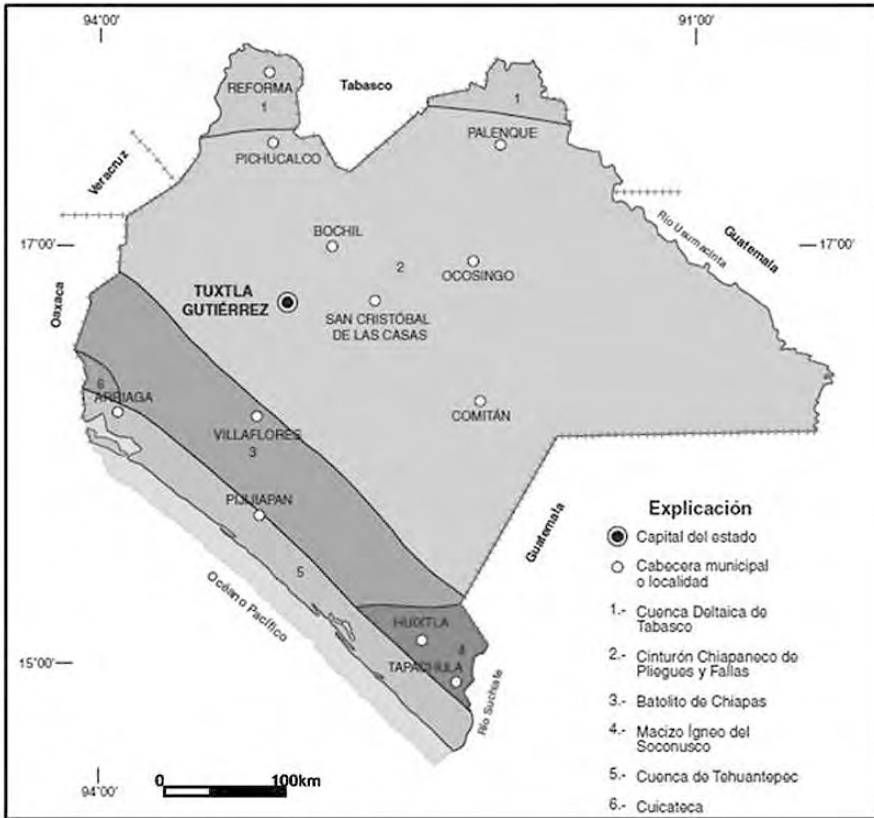


Figura 2. Provincias geológicas tomada de Castro-Mora (1999).

Villaflores se encuentra en la Provincia del Batolito de Chiapas (Macizo de Chiapas), que es la unidad que constituye el basamento del estado. El basamento rocoso está compuesto por las del pérmico granitos, dioritas y gneis cuarzofeldespático (De la Rosa *et al.*, 1989; en Castro-Mora *et al.*, 1999). Sobre estas rocas se encuentran las del Paleozoico superior representadas por una serie detrítica perteneciente a las formaciones Paso Hondo, Vainilla y Grupera, así como por rocas metamórficas que incluyen serpentinitas, esquistos, gneises y cuarcitas. Tales rocas se encuentran afectadas por intrusiones ígneas que varían de rocas básicas (gabros) a rocas ácidas (granitos). Todas estas rocas

pertenecen al Batolito de Chiapas, cuyas edades isotópicas son únicamente en el Pérmico (isócronas de Rb–Sr; Damon in Salas, 1975). Estas rocas constituyen lo que geográficamente se denomina como macizo granítico de Chiapas y afloran principalmente en el sector meridional de la entidad.

Cubriendo de manera discordante a las rocas del basamento, se tiene el depósito de rocas mesozoicas marinas que va del Triásico–Jurásico al Cretácico Superior. Esta secuencia de rocas han sido agrupadas en las formaciones Todos Santos, Mogoñé, San Ricardo, Chinameca, Grupo Sierra Madre, Ocozocuatla y Méndez, las cuales afloran principalmente en la porción centroseptentrional de la entidad, constituyendo zonas montañosas muy abruptas de anticlinorios y sinclinorios cuyos ejes axiales están orientados en dirección NW–SE siguiendo el patrón de deformación de la provincia geológica de Pliegues y Fallas, fisiográficamente conocida como Sierra Madre Oriental.

Sobre la secuencia de rocas mesozoicas descansa concordantemente un paquete de rocas cenozoicas cuyo rango de depósito abarca del Paleoceno (Formación Soyaló) al Plioceno (Formación Tres Puentes). Las rocas de la Formación Soyaló son de origen marino y constituyen depósitos rítmicos tipo flysch. Por su parte las rocas eocénicas son de naturaleza mixta (continental y marina), las cuales presentan capas rojas hacia el límite con el Oligoceno marino, cuyas rocas están representadas por calizas (Formación Macuspana) y rocas detríticas (formación La Laja).

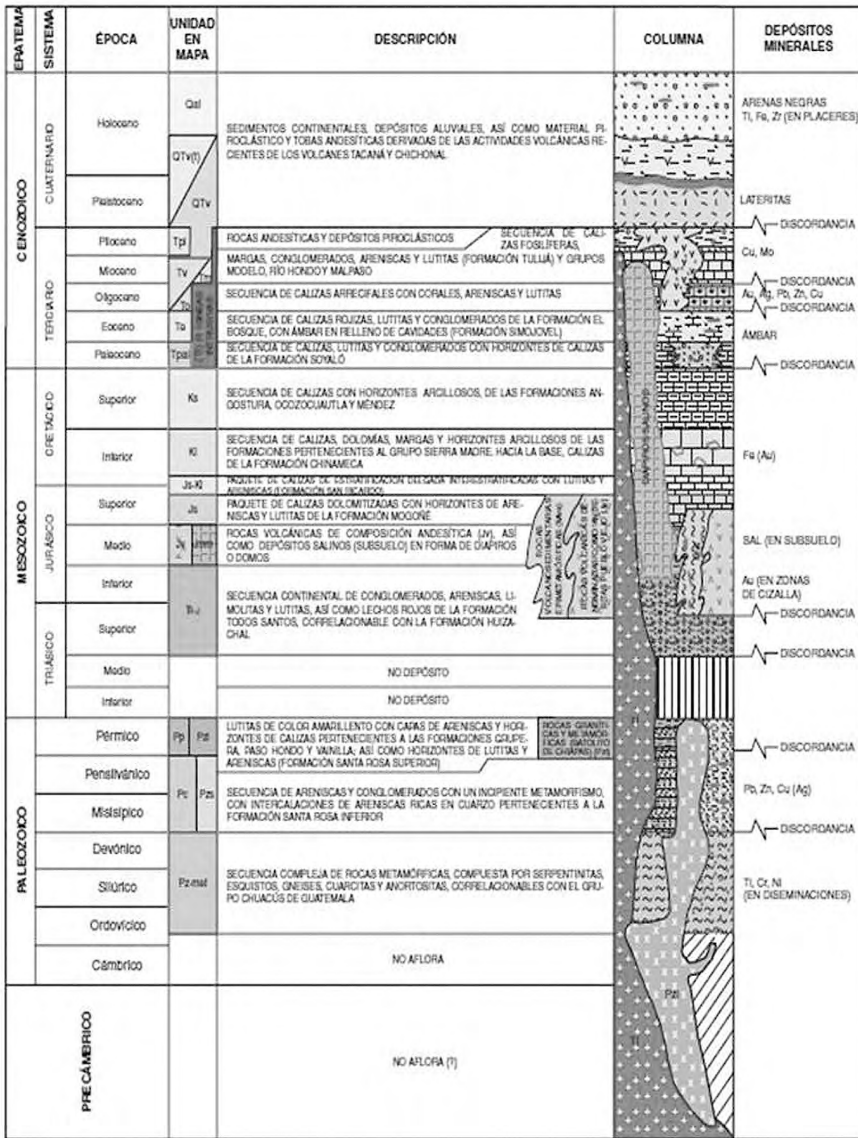


Figura 3. Columna litoestratigráfica tomada de Castro-Mora *et al.*, (1999).

Por su parte, las rocas del Mioceno son de origen marino y están conformadas por una serie arcillo-calcárea representadas, desde la

base hasta la cima, por las formaciones Encanto, Amate Inferior y Superior, Tulijá y Belem, las cuales se encuentran mejor expuestas hacia la porción septentrional de la entidad.

Finalmente, las rocas del Plioceno–Holoceno están constituidas por depósitos de limos, arenas, arcillas y depósitos piroclásticos derivados de las actividades volcánicas del Chichonal y Tacaná, así como por materiales aluviales y suelos residuales (véase figura 3)

Geología local Villaflores

La geología en esta región está compuesta en su mayor parte de rocas metamórficas del Macizo de Chiapas, y por rocas sedimentarias del Mesozoico (Trj, Ks y Ki) y cuerpos ígneos (Ti) que afloran al oriente. El poblado de Villaflores se encuentra sobre depósitos aluviales recientes, derivados por erosión pluvial (Qal) que descansan discordantemente sobre las rocas del Macizo de Chiapas (véase figura 4).

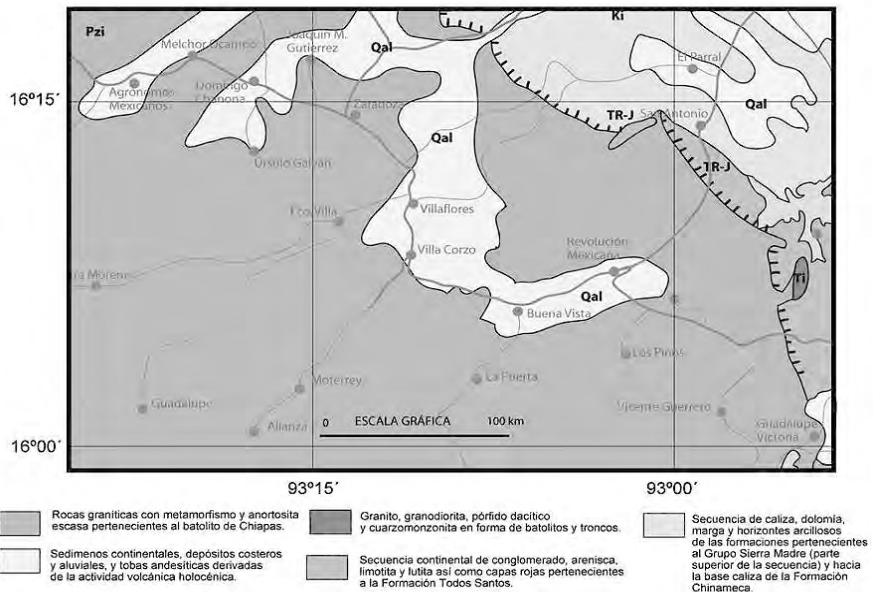


Figura 4. Mapa geológico de la región de Villahermosa. Modificado de Castro–Mora (1999).

El Macizo de Chiapas es uno de los complejos ígneos más grandes de México, con una extensión de aproximadamente 20 000 km². Al sur y suroeste de Villaflores (se muestra en la figura 5), se tiene reportado el basamento pre-batolítico, en el Macizo de Chiapas (Gross, 2000; Heck, 2000; Möllinger, 2000; Weis, 2000) donde se encuentran aflorando rocas metamórficas ortogneises, augengneises, migmatitas y anfibolitas, que fueron afectadas por la intrusión de granitos y gabros del Pérmico-Triásico.

Webber *et al.*, (2002), reportan la existencia de rocas metasedimentarias (supracorticales) en el río Los Amates al suroeste de Villaflores, así como mármol con olivino que aflora en el valle del río Tablón cerca de Los Ángeles (como se muestra en la figura 5).

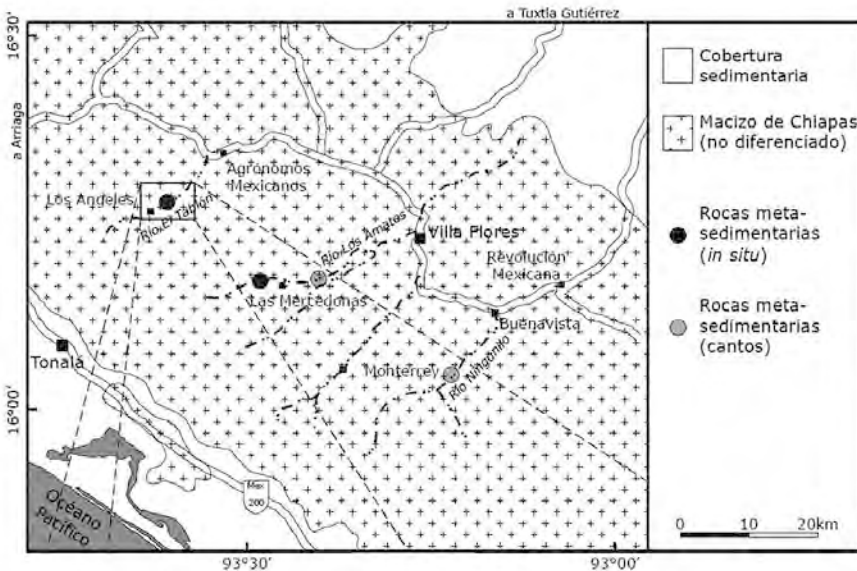


Figura 5. Mapa con los sitios donde afloran las rocas metasedimentarias del Macizo de Chiapas, tomado de Weber *et al.*, (2002).

Esta secuencia metasedimentaria forma parte del basamento del macizo de Chiapas y la denominaron Unidad La Sepultura, porque fue descubierta en el valle del río Tablón, adelante del pueblo Ricardo Flores Magón que forma parte de la reserva de la biosfera La Sepultura.

Estos autores reportan que está compuesta principalmente por calcosilicatos (por mármoles con olivino y calcosilicatos con clinopiroxenos) y paragneises, que incluyen migmatitas y esquistos de biotita. Toda la secuencia está intrusionada por diques graníticos con espesores que varían entre decenas de centímetros a decenas de metros. La unidad La Sepultura es la primera evidencia de la existencia de un basamento metasedimentario en el centro del macizo de Chiapas (véase la figura 6).



Figura 6. Fotografías de los granitos afectados por diques básicos del Macizo de Chiapas, en el río que atraviesa Villaflores.

Rocas sedimentarias del Mesozoico (Trj, Ks y Ki)

Las rocas mesozoicas afloran al oriente de la entidad, corresponden a rocas de la Formación Todos Santos de edad Triásico Superior al Jurásico Inferior y Medio (Trj) (López-Ramos, 1975; De La Rosa *et al.*, 1989). Esta formación consiste de conglomerados y una alternancia de lutitas y limolitas con horizontes de areniscas de color gris claro y gris verdoso, así como una secuencia de lechos rojos, cuya localidad tipo se localiza en Todos Santos Cuchumatán, departamento de Huehuetenango, Guatemala. Dentro de la entidad aflora principalmente en el borde norte del Batolito de Chiapas, desde el área de Cintalapa, hasta la región fronteriza, hacia el norte y sur de Chicomuselo.

Estas rocas son de edad cretácica, y están caracterizadas por el depósito de una potente secuencia de rocas carbonatadas (calizas y dolomías). Las rocas del Cretácico Inferior (Ki) están representadas por las formaciones Chinameca (parte superior, ya que su depósito inicia en el Jurásico Superior), Cantelhá, Cintalapa y Jolpabuchil.

Formación Chinameca: consiste en calizas fosilíferas y dolomías de estratificación delgada, intercaladas con biomicritas y lutitas calcáreas hacia su cima. Su espesor ha llegado a alcanzar 850 m (Sánchez–Montes de Oca, 1979).

Formación Cantelhá: esta formación consiste de calizas y dolomías, cuyo espesor es cercano a los 1 000 m. Hacia la base consiste de calizas masivas de textura micrítica con gran contenido fósil, su parte media consiste de dolomías de textura sacaroide, con horizontes de biomicritas y nódulos de pedernal.

Formación Cintalapa: esta formación consiste de un paquete de dolomías, biomicritas, calizas biógenas y calizas dolomitizadas de hasta 1 600 m de espesor. Aflora principalmente en la localidad de Cintalapa y al sur de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

El Cretácico Superior está caracterizado por calizas más arcillosas, areniscas y lutitas, aflora principalmente en la Provincia del Cinturón Chiapaneco de Pliegues y Fallas, sector NNW de la entidad.

Formaciones Ocozocuatla y Angostura: está compuesta por calizas de estratificación media con fragmentos de rudistas (características observables hacia el Cañón del Sumidero) y su espesor aproximado es de 600 m.

Formación Ocozocuatla, consiste de una secuencia detrítica compuesta por areniscas y conglomerados (Gutiérrez–Gil en De La Rosa *et al.*, 1989) que gradúan hacia su parte superior a areniscas rojizas con intercalaciones de lutitas y calizas arcillosas con fragmentos de rudista, su espesor varía entre 600 y 800 m.

Terciario Intrusivo (Ti)

Damon y colaboradores (1983) señalan que son rocas intrusivas terciarias que afectan prácticamente a toda la columna litoestratigráfica y

afloran principalmente hacia la porción oriental de la región de estudio, afloran como troncos prominentes cuya morfología es contrastante con relación al paisaje de la región. Tales rocas intrusivas están representadas por granitos de diferentes tonalidades, con predominio de granitos color rosa muy compacto, holocristalinos y de textura fanerítica, así como granodioritas, algunas de las veces muy alteradas y afectadas por hidrotermalismo derivado de la actividad volcánica terciaria.

Cuaternario (QAL)

Estos depósitos se localizan principalmente en la porción central del estado y hacia la porción septentrional y costera de éste; se componen principalmente de material aluvial, suelos residuales, depósitos costeros y depósitos piroclásticos recientes constituidos por cenizas, tobas y lapillis.

Las rocas que componen el basamento del poblado de Villaflores son principalmente rocas graníticas y metamórficas del Macizo de Chiapas, las cuales se encuentran cubiertas en esta zona por depósitos aluviales. La roca a profundidad es resistente muy densa y compacta la cual se encuentra cubierta por el depósito aluvial sin compactación y con una gran porosidad, esta variación en la litología provoca que cuando se presentan un evento sísmico la propagación de las ondas P y S se comporten de manera distinta en las mismas. La velocidad de propagación de las ondas sísmicas es mayor en las rocas del basamento (granitos: P, 5500–5900; S, 2800–3000) y menor en el depósito (Arenas: P, 200–1000; S, 80–400). Si las condiciones de humedad aumentan en el depósito, entonces la velocidad de propagación de las ondas sísmicas (del basamento al depósito) aumenta debido a la saturación de agua en los poros del mismo (Arenas saturadas: P, 800–2200; S, 320–880).

Propiedades físicas de las rocas metamórficas

Las rocas metamórficas son aquellas que se derivan de la transformación de otras rocas que puede ser otra roca metamórfica, ígnea o sedimentaria, mediante el proceso llamado metamorfismo. El metamorfismo

nunca implica un cambio de estado y se da indistintamente el tipo de roca cuando éstas quedan sometidas a altas presiones (-1500 bars), altas temperaturas (-150 y 200 °C) o a un fluido activo (que provoca cambios en la composición de la roca, aportando nuevas sustancias a ésta).

Las rocas metamórficas son clasificadas según sus propiedades físicas y los factores que definen o clasifican las rocas metamórficas son dos: los minerales que las forman y las texturas que presentan dichas rocas. Las texturas son de dos tipos, foliadas y no foliada.

Los principales tipos de metamorfismo se derivan de la forma de calor o en forma de presión ejercida en la roca:

Metamorfismo térmico: ocurre cuando la transformación de las rocas se debe sólo a las altas temperaturas a las que se ven sometidas. A este tipo también se le denomina metamorfismo de contacto. Se da en circunstancias tales como la intrusión de magma en rocas ya existentes, como plutones, diques o diques concordantes, como los que se observan en las fotos arriba. El mármol es un ejemplo de roca que se forma mediante este proceso.

Metamorfismo regional: esta es la forma más común de metamorfismo cuando ambos factores, presión y temperatura, se dan a la vez, se denomina metamorfismo regional. Estos procesos se dan en mayor medida en grandes profundidades y en regiones de formación de grandes montañas. Un ejemplo de roca que se forma mediante este proceso es el gneis.

Metamorfismo dinámico: es producido por fuertes presiones dirigidas, como las que se producen en el entorno de deformaciones tectónicas como las fallas. Se llama cataclastitas a las rocas derivadas del dinamometamorfismo. Un ejemplo son las milonitas. En la región de Villaflores tenemos gneis y mármol.

Rocas ígneas plutónicas

En geología se llama rocas ígneas a aquellas rocas que se forman por el enfriamiento del magma, cuando éste se lleva a cabo en la superficie de la tierra, las rocas que se forman son las rocas ígneas extrusivas o volcánicas, mientras que cuando el enfriamiento se lleva a cabo en el interior

de la corteza se forman las rocas ígneas intrusivas. Las rocas ígneas intrusivas llegan a formar grandes cuerpos ígneos de dimensiones de plutones o batolitos de varios kilómetros de longitud. Como el magma se encuentra rodeado de rocas de la corteza, entonces su enfriamiento es lento, lo que permite que se formen cristales más grandes. Estas rocas, como las del Macizo de Chiapas, con el tiempo y debido a los esfuerzos tectónicos, que las levantan verticalmente, y a los procesos de erosión quedan expuestas en superficie como lo vemos ahora en la carretera de La Sepultura.

Rocas ígneas plutónicas tenemos granito, gabro, sienita, diorita y peridotita

Estas rocas cuando vuelven a intrusionar a la roca forma lo hace por una zona de debilidad, fractura o una falla, y forma lo que se conoce como dique de forma tabular, como se observa en el cauce del río en Villaflores.

Bibliografía

Alencaster, Gloria, 1977, “Moluscos y braquiópodos del Jurásico Superior de Chiapas”, en *Revista del Instituto de Geología*, v.1, núm. 2, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., pp. 151–166.

Böse, Emil, 1905, “Reseña acerca de la geología de Chiapas y Tabasco”, en *Boletín 20*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Geológico de México, México, D.F., pp. 5–100.

Buitrón, B.E., 1977, “Invertebrados (crinoidea y bivalvia) del Pensilvánico de Chiapas”, en *Revista del Instituto de Geología*, v. 1, núm. 2, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., pp. 144–150.

Carfantan, J. C., 1977, “La cobijadura de Motozintla: un paleoarco volcánico en Chiapas”, en *Revista del Instituto de Geología*, v. 1, núm. 2, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., pp. 133–137.

Castro–Mora Jesús; y otros., 1999, *Monografía geológico–minera del estado de Chiapas*, Editada por el Consejo de Recursos Minerales Centro Minero, Coordinación General de Minería, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Damon, P.E., Safiqullah, M. Y Clark, K.F., 1983, “Geochronology of the Porphyry Copper Deposits and Related Mineralization of Mexico: Canada”, *Canadian Journal of Earth Sciences*, v.20, pp. 1052–1071.

De Cserna, Zoltan, Aranda-Gómez, J.J., y Mitre-Salazar, L.M., 1988, *Carta geológica del volcán Tacaná*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, México, D.F., escala 1: 100,000.

Espíndola, J.M., Medina, F. M. y De los Ríos, M., 1989, “A C14 Age Determination in the Tacaná Volcano (Chiapas, México)”, *Geofísica Internacional*, v. 28, núm. 1, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., pp. 121-128.

Ferrusquía-Villafranca, Ismael, 1996, “Contribución al conocimiento geológico de Chiapas-El área Ixtapa-Soyaló”, en *Boletín 109*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, México, D.F., p. 130.

Gross, A., 2000, *Geologische, isotopengeochemische und geochronologische Untersuchungen an gesteinen des Chiapas-Massivs, Mexiko*, diploma tesis, Universität Freiburg y Universität München, Alemania (in Webber *et al.*, 2002).

Heck, M., 2000, *Zur Geologie, Petrographie und Geochemie des Pando-Tales, südwestlich Villa Flores, Chiapas, Mexiko*, diploma tesis, Universität Freiburg y Universität München, Alemania (in Webber *et al.*, 2002).

Jacobo-Albarrán, Jorge, 1982, *Experiencias de campo y reseña de la actividad del volcán Chichonal en abril de 1982*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. Ponencias presentadas en el simposio sobre el volcán Chichonal durante la VI Convención Geológica Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana, México, D.F., pp. 57-67.

Labitzke, K. y Naujokat, B., 1984, “On The effect of the Volcanic Eruptions of Mount Agung and El Chichón on the Temperature of the Stratosphere”, en *Geofísica Internacional*, v. 23, núm. 2, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., pp. 223-231. (in Webber *et al.*, 2002).

López-Ramos, Ernesto, 1975, *Carta geológica del estado de Chiapas*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, escala 1:500,000 (inédita), México, D.F.

López-Ramos, Ernesto, y Hernández Sánchez-Mejorada, 1976, *Carta geológica de la República Mexicana*, Comité de la Carta Geológica de México, escala 1:2'000,000, México, D.F.

Lugo-Hubp, José, 1990, "El relieve de la República Mexicana", en *Revista del Instituto de Geología*, v. 10, núm. 2, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., p.143-150.

Macías, J.L., Espíndola, J.M., García-Palomo, A., Scott, K.M., Hughes, S., and Mora, J.C., 2000, "Late Holocene Peléan style eruption at Tacaná Volcano, Mexico Guatemala: Past, present, and future hazards", *Buletin of the Geological Society of America*, 112 (8): 1234-1249.

Michaud, Francois, 1987, "Apports de la micropaleontologie a la connaissance stratigraphique de la Formation San Ricardo (Callovien-Neocomien), état du Chiapas", en *Revista del Instituto de Geología*, v. 7, núm. 1, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., pp. 35-40. (in Webber *et al.*, 2002).

Möllinger, S., 2000, *Zur Geologie, Petrologie und Geochemie des Las Mercedonas Tales südwestlich von Villaflores, Chiapas, Mexiko*. Diploma tesis, Universität Freiburg y Universität München, Alemania, 76 pp (in Webber *et al.*, 2002).

Mora, J.C., Macías, J.L., García-Palomo, A., Espíndola, J.M., Manetti, P., Vaselli, O., 2004, "Petrology and geochemistry of the Tacaná Volcanic Complex, Mexico-Guatemala: Evidence for the last 40 000 yr of activity", *Geofísica Internacional*, 43: 331-359.

Mülleried, F.K.G., 1957, *La geología de Chiapas*, Gobierno Constitucional del estado de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez.

Salas, G.P., 1975, *Carta y provincias metalogenéticas de la República Mexicana*, Consejo de Recursos Minerales, Publicación, México, D.F.

Sedlock, L.R., Ortega-Gutiérrez, Fernando y Speed, C., R., 1993, Tectonostratigraphic Terranes and Tectonic Evolution of Mexico, The Geological Society of America, Special Paper 278, pp. 28–34.

Silva-Mora, Luis, 1982, *La erupción del volcán Chichonal, Chiapas; una particularidad del vulcanismo en México*, Instituto de Geología. Ponencias presentadas en el simposio sobre el volcán Chichonal durante la VI Convención Geológica Nacional de la Sociedad Geológica Mexicana, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., pp. 23–35.

Webber, Bodo; Birgit Gruner, Lutz Hecht, Roberto Molina-Garza y Hermann Köhler, 2002, “El descubrimiento de basamento sedimentario en el Macizo de Chiapas: ‘La Unidad la Sepultura’”, *GEOS*, vol. 22, no. 1, p. 2–11.

Weis, P., 2000, *Geologische und isotopengeochemische Untersuchungen zur magmatischen und metamorphen Entwicklung des Chiapas Massivs, Mexiko*, diploma tesis, Universität Freiburg y Universität München, Alemania (in Webber *et al.*, 2002).