

# EVIDENCIAS GEOLÓGICAS Y GEOFÍSICAS SOBRE LA EXISTENCIA DE LA CALDERA MEZQUITAL, ESTADO DE HIDALGO (MÉXICO CENTRAL)

Luis Enrique Ortiz Hernández<sup>1</sup>, Isabel Hernández Avelino<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional. ESIA-Unidad Ticomán, México, D.F.

✉ leoh44@hotmail.com y ✉ lortizh@ipn.mx

<sup>2</sup> Comisión Federal de Electricidad. Departamento de Sismotectónica. Tenayuca, Estado de México.

## INTRODUCCIÓN Y LOCALIZACIÓN

La identificación de estructuras circulares de la Faja Volcánica Transmexicana (FVT), se efectuó de manera inicial a través de imágenes satelitales por Anguita *et al.* (2001). Posteriormente, la identificación más precisa de estas estructuras en el sector de la FVT correspondiente al estado de Hidalgo (México central), se ha llevado a cabo mediante imágenes de satélite, mapas topográficos a escala 1:250,000 y 1:50,000, reconocimientos en el campo, y a partir de la interpretación de anomalías magnetométricas.

La estructura circular aquí denominada Mezquital corresponde a una caldera localizada en la porción centro-occidental del estado de Hidalgo, a escasos 53 km en línea recta de la ciudad capital de Pachuca. Presenta un diámetro aproximado de 20 km y sus márgenes son difíciles de reconocer ya que están cubiertos por aluvión, por sedimentos fluviolacustres del Plioceno (Formación Tarango) o por basaltos cuaternarios.

La caldera Mezquital se localiza en la carta geológica a escala 1:50,000 denominada Ixmiquilpan, en el sector central de la FVT, entre las coordenadas geográficas 20°15'00" a 20°25'00" de latitud N y 99°00'00" a 99°15'00" de longitud W.

El presente trabajo proporciona las evidencias geológicas y geofísicas acerca de la existencia de dicha caldera.

## MARCO GEOLÓGICO

La caldera Mezquital está incluida en la provincia geológica de la Faja Volcánica Trasmexicana, en el límite con el borde sudoriental de la plataforma carbonatada cretácica de Valles-San Luis Potosí (PVSLP)(Figura 1). A esta porción de lecho rocoso se le ha denominado localmente banco de Ixmiquilpan (Seegerstrom, 1961) o plataforma de Actopan (Carrasco, 1970).

Durante la evolución geológica de la FVT se suscitaron cuatro episodios principales: 1) en el Mioceno medio y tardío, la instauración de un arco de composición intermedia, 2) en el Mioceno tardío un episodio máfico, 3) a finales del Mioceno un episodio silíceo, que llega a ser bimodal en el Plioceno Temprano y 4) a partir del Plioceno Tardío, la reinstauración de un arco con gran variabilidad composicional (Ferrari *et al.*, 1999).

De acuerdo con Suter *et al.* (2001), la porción central de la FVT, ha sufrido una extensión cuaternaria intra-arco orientada N-S y NNW-SSE (perpendicular al eje del arco), que se manifiesta en el desarrollo de estructuras tectónicas (grabens, semigrabens) y sismicidad somera moderada.

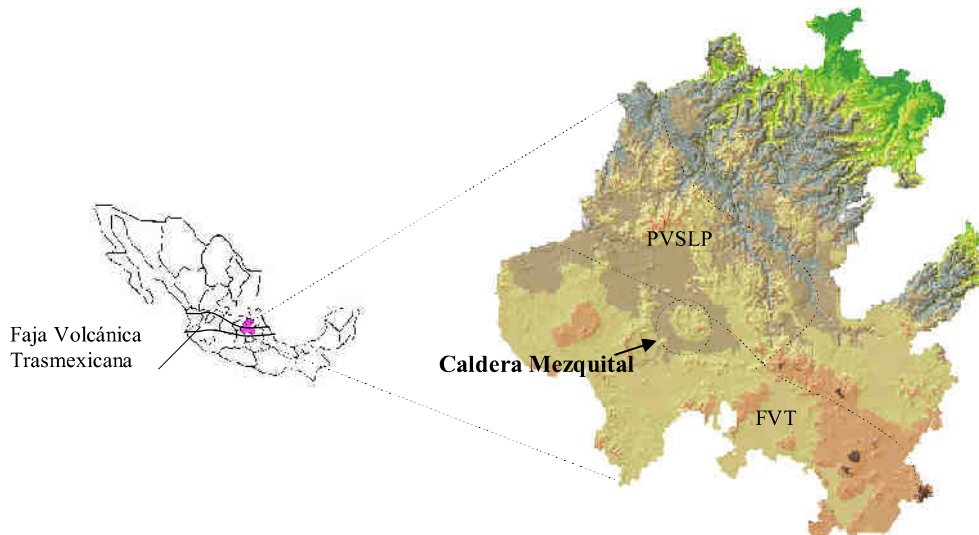


Figura 1. Mapa de localización de la caldera Mezquital, estado de Hidalgo, México central.

## EVIDENCIAS GEOLÓGICAS

La imagen del relieve a escala 1.250,000 (Figura 1) del estado de Hidalgo, muestra que el principal rasgo fisiográfico en la región de Ixmiquilpan es la existencia de una estructura circular de 20 km de diámetro, que está parcialmente enmascarada por los terrenos de cultivo y por poblados que se han desarrollado en su periferia. Esta estructura circular contrasta con los rasgos adyacentes, ya que en su centro se presentan pequeñas serranías de gran elevación y laderas escarpadas.

De acuerdo a la geología a escala 1.50,000, la región oriental del valle del Mezquital corresponde a una antigua superficie de colapso y erosión labrada en rocas cretácicas marinas (formaciones El Doctor, Soyatal, Mexcala), que está semicubierta por derrames y domos de rocas volcánicas terciarias (andesitas, dacitas), rocas detríticas flaviolacustres del Eoceno-Oligoceno (Fanglomerado El Morro) y Plioceno (Formación Tarango), así como derrames basálticos fisurales plioceno-cuaternarios (Figura 2; Consejo De Recursos Minerales, 1995).

El único afloramiento de rocas intrusivas en la carta Ixmiquilpan lo constituye el tronco diorítico terciario del Cerro Siete Minas (0.5 km<sup>2</sup> de afloramiento). Este cuerpo intrusivo afecta a la Formación El Doctor, provocando una zona de marmorización incipiente.

La estructura circular mayor, denominada caldera Mezquital, presenta un diámetro aproximado de 20 km y sus márgenes son difíciles de reconocer ya que están cubiertos por aluvión, por afloramientos de la Formación Tarango o por basaltos cuaternarios. No obstante, se constata que su margen sur corresponde al límite aproximado de la facies de banco marino de la Formación El Doctor (Fries, 1962), situado a proximidad de la población de Tepatepec (fuera del mapa), mientras que su margen sudoccidental es próximo al poblado de Progreso. El anticlinorio de Peña Colorada orientado burdamente N-S corta en su porción centro-oriental a esta estructura. El margen este de la estructura circular está limitado por el valle de Actopan, donde predominan afloramientos de la Formación Tarango, mientras que su margen N pasa a escasos 750 m del poblado de Yolotepec y a 1.5 km de Julián Villagrán. En el interior de la estructura circular hay predominio de calizas de la Formación El Doctor y un solo afloramiento, situado al NW de la sierra de San Miguel de la Cal, corresponde a depósitos pelítico-calcáreos de la Formación Soyatal (Turoniano).

Existe una estructura circular menor centrada en la mayor, con 4 km de diámetro, localizado en el cerro Peña Colorada. Se interpreta como un domo andesítico resurgente (cerro Peña Colorada), formado de intercalaciones de andesita y brechas andesíticas. Kikoyawa (1981) efectuó una datación radiométrica K/Ar en la andesita y encontró que la edad del domo en la localidad de Benito Juárez es del Oligoceno tardío (27.2±1.4 Ma).

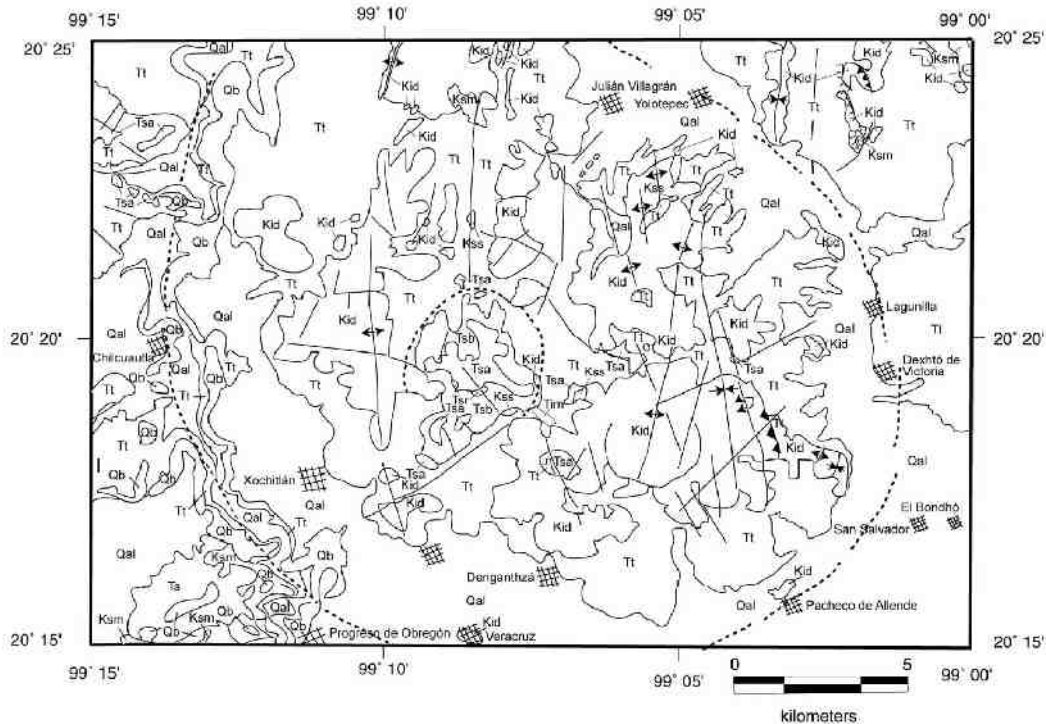


Figura 2. Carta geológica de la región de Ixmiquilpan (Consejo de Recursos Minerales, 1995). Kid=Formación El Doctor; Ksm= Formación Méndez; Kss= Formación Soyatal; Tsa=Terciario andesita; Tt= Formación Tarango; Qb= Basaltos cuaternarios; Qal=Aluvión.

Estructuralmente la región forma anticlinales y sinclinales simétricos a ligeramente asimétricos, alargados y orientados N-S, con pequeños quiebres de sus ejes al NW o SE.

Los cerros Colorado y El Elefante, situados respectivamente en el margen noroccidental y sudoccidental de la estructura circular, están formados de intercalaciones de andesita y brechas andesíticas, que al igual que el de Peña Colorada presentan estructura fluidal y se interpretan como domos resurgentes (facies extra-caldera). Estos domos presentan en planta una forma subcircular de alrededor de 4 km<sup>2</sup> de superficie, mientras que su perfil es lenticular a globoso.

### RED DE DRENAJE Y ANÁLISIS HIPSOMÉTRICO

El análisis de la red de drenaje de la carta Ixmiquilpan, muestra una clara distribución radial centrípeta, la cual es típica de la base de estratovolcanes y/o calderas, cuyo rasgo más distintivo es la disposición divergente. Se trata de un sistema constituido por pequeñas cuencas alargadas en forma de redes arborescentes abiertas sobre material litológico suave. Esta red de drenaje se desarrolló principalmente sobre rocas volcánicas de la Formación Tarango y sobre calizas del Cretácico Inferior de la Formación El Doctor. La densidad de la red es alta, esto influenciado por la baja dureza de la litología que no ofrece gran resistencia a la erosión.

El análisis hipsométrico muestra un rango de elevaciones que va de 1680 m a 2780 m de altitud, en donde las partes más altas, localizadas en la parte sureste de la caldera, corresponden a la Formación El Doctor, en un rango que va de los 2100 m a 2780 m aproximadamente, aflorando de igual forma hacia la parte NE en elevaciones que van de los 2000 a 2600 m aproximadamente.

Se observa que las elevaciones de 1700 a 1900, corresponden a los afloramientos de rocas del Cretácico Superior, representadas por lutitas y areniscas de las formaciones Soyatal y Mexcala, que morfológicamente constituyen mesetas. Este relieve está disecado y afectado por tectonismo, y forma pequeñas sierras o cerros masivos redondeados con algunas mesetas, esto debido a la acción erosiva ya

que se presentan en los núcleos de los pliegues y hay fracturas y fallas normales, así como una cabalgadura asociada a esta litología.

El Terciario superior está caracterizado por rocas volcánicas indiferenciadas de andesitas, dacitas y brechas. Su morfología característica es de relieve volcánico efusivo y su expresión fisiográfica es de mesetas, con algunos lomeríos. También se tienen algunas mesas formadas por derrames de basaltos, y en el río Tula, la erosión ha disecado profundamente el lecho de este escurrimiento natural produciendo un cañón labrado en basaltos.

Los sedimentos suaves de la Formación Tarango, forman grandes terrazas aluviales al pie de las sierras.

En base a las curvas de nivel, se puede observar que las corrientes drenan de las partes más altas constituidas por la formación El Doctor hacia la parte central de la caldera, representada por sedimentos resultantes del relleno de valles aluviales, que constituyen a la Formación Tarango. La caldera está rodeada también de amplios valles aluviales.

En la carta predomina el relieve producido por los procesos endógenos. La etapa de juventud de la región está marcada por el relieve prominente de rocas sedimentarias marinas y de rocas ígneas extrusivas. El relieve de rocas sedimentarias continentales incluyendo los de la Formación Tarango, el conglomerado El Morro y el aluvión, está supeditado al primero.

## **EVIDENCIAS GEOFÍSICAS**

La carta de intensidad magnética total muestra indica que existen anomalías magnetométricas muy marcadas, variando entre -0.0420 a 0.0445 nanoTeslas/m. La distribución de estas anomalías sugiere la existencia de una reducida zona de basamento profundo localizada en la porción sur, y una pequeña anomalía magnética que coincide con el banco de Actopan.

Las anomalías magnetométricas son más notorias usando la primera derivada del campo magnético total reducida al polo (Figura 3), que proporciona la variación del campo magnético con respecto a la profundidad.

La respuesta magnética en la carta Ixmiquilpan es atribuible a las rocas más superficiales, por lo que se pueden observar con más detalle las respuestas del vulcanismo, el cual cubre gran parte de la superficie de la carta.

En la porción central de la carta se observa una respuesta magnética de forma semicircular, la cual se interpreta como la respuesta de un cuerpo plutónico no aflorante de composición intermedia, que sigue el contorno aproximado del margen meridional de la caldera Mezquital.

Las anomalías de mayor intensidad se delinean en la periferia de la estructura circular. Los valores más altos de las anomalías magnetométricas (-0.0420 a 0.0445 nanoTeslas/m), corresponden a los márgenes de la estructura semicircular y también al centro de la misma. Es más notoria la anomalía en el margen meridional y oriental, así como en la porción central, correspondiendo al domo resurgente de Peña Colorada.

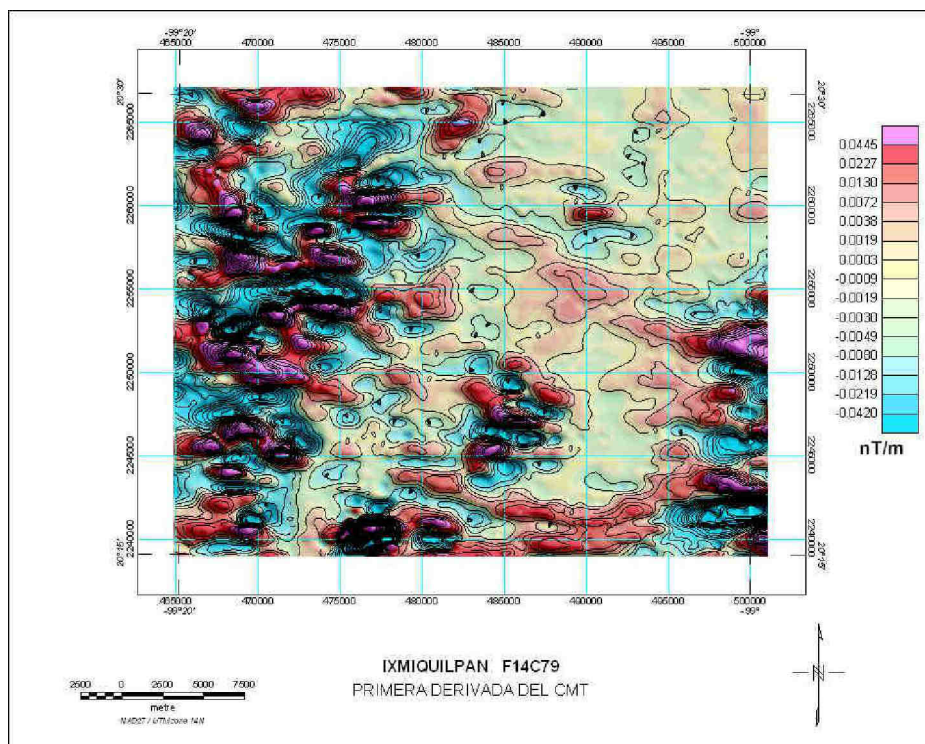


Figura 3. Carta magnética de la primera derivada vertical de campo total reducida al polo en presentación de contornos en color.

## REFERENCIAS

- Anguita, F., Verma, S.P., Márquez, A., Vasconcelos-F., M., López, I., Laurrieta, A., 2001. Circular features in the Trans-Mexican Volcanic Belt. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, v. 107, p. 265-274.
- Carrasco, V. B. 1971. Litofacies de la Formación El Abra en la plataforma de Actopan, Hidalgo., México. *Revista del Instituto Mexicano del Petróleo*, v. 3, núm. 1, p. 5-28.
- Consejo de Recursos Minerales, 1995. Carta geológico-minera Ixmiquilpan (F14-C79), escala 1: 50,000.
- Ferrari, L., López-Martínez, M., Aguirre-Díaz, G., Carrasco-Núñez, G., 1999. Space-time patterns of Cenozoic arc volcanism in central Mexico: From the Sierra Madre Occidental to the Mexican Volcanic Belt: *Geology*, v. 26, p. 303-306.
- Geyne, A. R., Fries, C., Jr., Segerstrom K., Black R. F., Wilson I. F., 1963. Geology and mineral deposits of the Pachuca-Real del Monte district, State of Hidalgo, Mexico. Consejo de Recursos Naturales No Renovables, publication 5E, p. 222.
- Kikoyawa, M. editor, 1981. Report on geological survey of the Pachuca-Zimapán area, central Mexico; phase II. Consejo de Recursos Minerales México, Metal Mining Agency of Japan y Japan International Cooperation Agency. p. 195. (inédito).
- Segerstrom, K., 1961a. Geología del suroeste del estado de Hidalgo y del noreste del estado de México. *Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros*, v. 13, núm. 3-4, p. 147-168.
- Suter, M., López-Martínez, M., Quintero-Legorreta, O., Carrillo-Martínez, M., 2001. Quaternary intra-arc extensión in the central Trans-Mexican volcanic belt. *Geological Society of America Bulletin*, v. 113, p. 693-703.