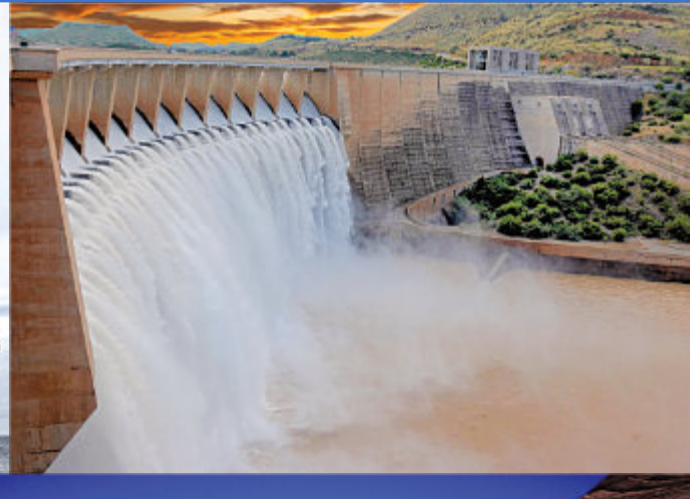


Revista Maya de Geociencias



Revista Maya de Geociencias

Revista Maya: Revista de Geociencias que nace a partir del entusiasmo de profesionistas con la inquietud de difundir conocimientos relacionados con la academia, investigación, la exploración petrolera y Ciencias de la Tierra en general. El objetivo principal de la revista es proporcionar un espacio a todos aquellos jóvenes profesionistas que deseen dar a conocer sus publicaciones. Los fundadores de la revista son Luis Angel Valencia Flores, Bernardo García Amador, y Claudio Bartolini.

Otro de los objetivos de la Revista Maya es incentivar a profesionales, académicos, e investigadores, a participar activamente en beneficio de nuestra comunidad joven de geociencias.

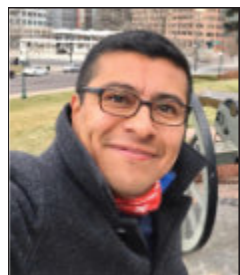
La Revista tendrá una distribución mensual, por medio de un archivo PDF, el cuál será distribuido por correo electrónico y compartido en las redes sociales. Esta revista digital no tiene fines de lucro. Si deseas participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comunícate con cualquiera de los editores.



Revista Numero 5
Junio 1, 2021



EDITORES DE LA REVISTA



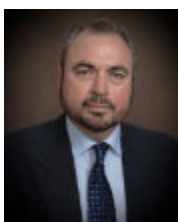
Luis Angel Valencia Flores (M.C.). Ingeniero Geólogo y Maestro en Ciencias en Geología, egresado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-Unidad Ticomán. Ha trabajado en el IMP, Pemex Activo Integral Litoral de Tabasco, Schlumberger, Paradigm Geophysical, Comisión Nacional de Hidrocarburos, Aspect Energy Holdings LLC, actualmente es académico del IPN (posgrado y licenciatura) y la UNAM (licenciatura) impartiendo las materias de Evaluación de formaciones, Caracterización de yacimientos, Geología de yacimientos, Geoquímica, entre otras del ramo petrolero. Cuenta con experiencia de 20 años trabajando en diversos proyectos de planeación - perforación de campos, pozos costa afuera, petrofísica, geomodelado y caracterización de yacimientos entre ellos: Cantarell, Sihil, Xanab, Yaxche, Sinan, Bolontiku, May, Onixma, Faja de oro, campos de Brasil, Bolivia y Cuba. Como Director General Adjunto en la CNH fue parte del equipo editor técnico en la generación de los Atlas de las Cuencas de México, participó como ponente del Gobierno de México en eventos petroleros de Canadá, Inglaterra y Estados Unidos. Es Technical Advisor del Capítulo estudiantil de la AAPG-IPN. luis.valencia.11@outlook.com



Bernardo García-Amador es candidato a doctor en Ciencias de la Tierra por la UNAM. Su geo-pasión es la tectónica, así como sus causas y consecuencias. Actualmente, se encuentra terminando su tesis de doctorado relacionada a la evolución tectónica de Nicaragua (Centroamérica) e imparte clases en la Facultad de Ingeniería de la UNAM como profesor de la asignatura de Tectónica. Bernardo publicó recientemente parte de su trabajo de disertación en la revista *Tectonics*, y un segundo manuscrito ha sido aceptado para su publicación en *Tectonophysics*. bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu



Josh Rosenfeld (Ph.D.). He obtained an M.A. from the University of Miami in 1978, and a Ph.D. from Binghamton University in 1981. Josh joined Amoco Production Company as a petroleum geologist working from 1980 to 1999 in Houston, Mexico and Colombia. Upon retiring from Amoco, Josh was employed by Veritas DGC until 2002 on exploration projects in Mexico. He has been a member of HGS since 1980 and AAPG since 1981, and currently does geology from his home in Granbury, Texas. jhrosenfeld@gmail.com



Claudio Bartolini (Ph.D.) is presently a senior exploration advisor at Petroleum Exploration Consultants Americas. He has more than 25 years of experience in both domestic and international mining and petroleum exploration, mainly in the United States and Latin America. Claudio is an associate editor for the AAPG Bulletin and he has edited several books on the petroleum geology of the Americas. He is a Correspondent member of the Academy of Engineering of Mexico. bartolini.claudio@gmail.com

Revista Maya de Geociencias

Revista Maya: Revista de Geociencias que nace a partir del entusiasmo de profesionistas con la inquietud de difundir conocimientos relacionados con la academia, investigación, la exploración petrolera y Ciencias de la Tierra en general. El objetivo principal de la revista es proporcionar un espacio a todos aquellos jóvenes profesionistas que deseen dar a conocer sus publicaciones. Los fundadores de la revista son Luis Angel Valencia Flores, Bernardo García Amador, y Claudio Bartolini.

Otro de los objetivos de la Revista Maya es incentivar a profesionales, académicos, e investigadores, a participar activamente en beneficio de nuestra comunidad joven de geociencias.

La Revista tendrá una distribución mensual, por medio de un archivo PDF, el cuál será distribuido por correo electrónico y compartido en las redes sociales. Esta revista digital no tiene fines de lucro. Si deseas participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comunícate con cualquiera de los editores.

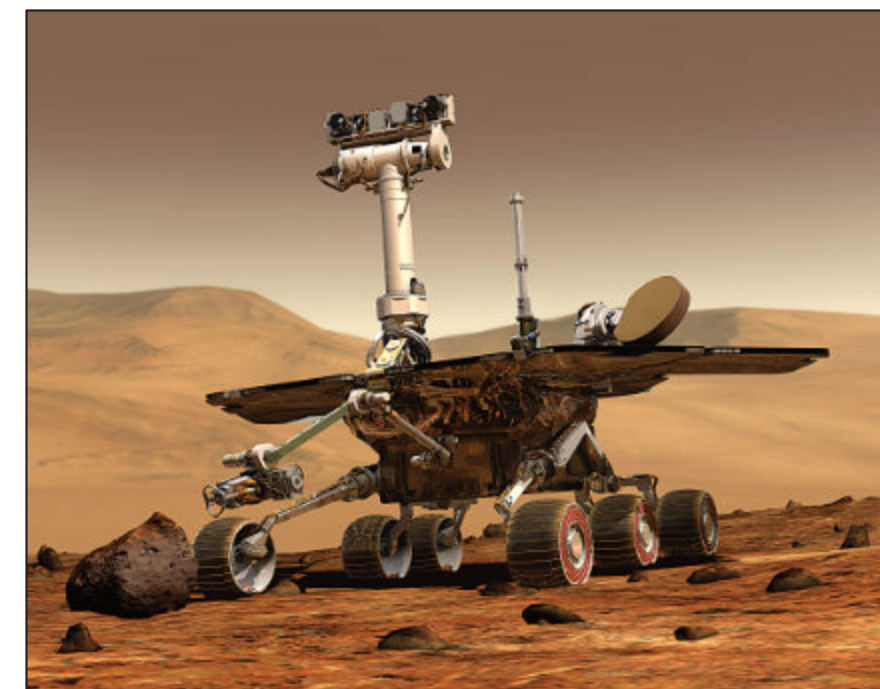


COLABORADORES DE LA REVISTA



Saúl Humberto Ricardez Medina es pasante de Ingeniería Geológica, miembro activo del capítulo estudiantil de la AAPG del Instituto Politécnico Nacional, participó en el X Congreso Nacional de Estudiantes de Ciencias de la Tierra como Expositor del trabajo "Análisis de Backstripping de la Cuenca Salina del Istmo". Actualmente, se encuentra trabajando en su tesis de licenciatura relacionada a identificar y reconocer secuencias sedimentarias potencialmente almacenadoras de hidrocarburos en las cuencas del sureste.

ricardezmedinasaulhumberto@gmail.com



Semblanza del M.C. Jerjes Pantoja Alor



Terques le dicen sus colegas geólogos y seguramente más de una vez sus amigos. Ha defendido sus posiciones científicas, sus métodos de trabajo y sus nociones de la vida feroz y obstinadamente: es, sin lugar a dudas, el arquetipo del verdadero científico.

Pocos le seguían el paso. Ahí, donde nadie había llegado, él lo hacía, fue un geólogo incansable y minucioso, su oficio, su curiosidad y esa terquedad lo hacían seguir la jornada más allá. Así fue como reconoció una formación geológica que modificó la concepción de la paleogeografía mexicana en 1967.

Hasta entonces se creía que el Paleozoico se extendía de Norteamérica hasta Sonora y por lo tanto en el resto de la República Mexicana sólo afloraba un basamento Precámbrico. Pero a mediados de los años 60, haciendo unas investigaciones de minerales no metálicos en Oaxaca, Jerjes Pantoja Alor encontró en una cañada de la región de Nochixtlán fragmentos de fósiles de trilobites, lo que significaba que en ese lugar existían mares paleozoicos.

“Reconociendo el basamento Precámbrico, me encuentro que sobreyaciendo en una cañada había unos fósiles. ‘Esto tiene que ser Paleozoico’, pensé, ‘encontré la secuencia del Cámbrico’”, cuenta Pantoja.

Este hito llegaría a la revista *Science* en 1967 con la publicación del artículo “Paleozoic Sedimentary Rocks in Oaxaca”, en conjunto con el doctor Richard Robinson. Fue como recibir el Nobel a los 33 años.

Igual que todo descubrimiento relevante, este causó revuelo en la comunidad científica. Su aportación cambió radicalmente la interpretación tectónica de la geología del sur de México y a partir de entonces se dio un boom científico sobre la región, hubo investigaciones, cátedras y simposiums.

Ya otros habían descrito la zona pero nadie había visto esos fósiles, era un área inhóspita e imposible. “Lo que no me explico”, dijo alguna vez un paleontólogo, “es cómo demonios dio con esa cañada”.

El haber crecido en el Estado de Veracruz, en donde ayudaba a su padre en las faenas de campo, rodeado de peones y gente sencilla como él, le dio una singular facilidad para crear empatía con las comunidades rurales del agreste y violento sur de México. Por eso es que pudo llevar a cabo ahí la mayor parte de sus investigaciones geológicas y paleontológicas. No era extraño verlo platicando en las rancherías de Huetamo, Ciudad Altamirano, San Juan Raya,

Nochixtlán, El Encino y muchas otras con toda clase de gente de diferentes edades sobre lo maravilloso que eran sus recursos naturales y la forma de preservarlos.

Jerjes Pantoja Alor comenzó su trayectoria en 1957 como Ingeniero Geólogo del Instituto Politécnico Nacional con su investigación "Bosquejo Geológico de la Región de Huetamo, Estado de Michoacán". Siendo aún estudiante universitario trabajó en el Laboratorio de Geología del Instituto de Geología de la UNAM en donde tendría contacto con los pilares de la geología y paleontología en México como las doctoras Gloria Alencaster y Blanca Huitrón y los doctores Carl Fries, Zoltán de Cserna, Eduardo Schmitter, Agustín Ayala y César Rincón entre muchos otros, con quienes mantuvo amistad hasta que la salud o la muerte lo fue separando, los que quedan siguen siendo sus amigos.

Sus primeros esfuerzos profesionales lo llevaron a colaborar en la empresa Kennecott Corporation, radicando de 1956 a 1958 en Puerto Rico, años de ardua investigación de campo en yacimientos de pórfidos cupríferos. Esta relación le permitió viajar con frecuencia a Nueva York donde pudo cultivar su gran afición por la ópera, de la que aún conserva gran cantidad de vinilos, casi en la misma proporción en la que se encuentran fósiles y rocas por todos los rincones de su casa.

En 1963 obtuvo su grado de maestro en ciencias en la Universidad de Arizona con el trabajo "A Geological Reconnaissance of the San Pedro del Gallo Area, Durango, Mexico". Al finalizar sus estudios regresó a México y se reincorporó como investigador en el Instituto de Geología de la UNAM, en donde por más de 50 años se dedicaría con mucha pasión a desentrañar los misterios de las montañas, sus fósiles y sus yacimientos. Al cumplir 80 años se jubiló.

Hace mucho que dejó de agregar a su curriculum su huella por la geología y la paleontología, no le interesó. Hasta la última actualización, hace 20 años, se tiene la cuenta de al menos 150 cursos y conferencias, unas 55 publicaciones especializadas, 13 tesis dirigidas, cuatro libros, 10 coautorías, 13 notas periodísticas, siete premios y más de 600 citas. Baste decir que al escribir "Jerjes Pantoja Alor" en un buscador común arroja 1,300 resultados. Nombró formalmente numerosas formaciones geológicas y algunos fósiles recolectados en México fueron nombrados en reconocimiento a su labor y amistad.

Sus nietos recuerdan su infancia, visitando al abuelo en la azotea de su casa, limpiando, clasificando y describiendo sus cientos de fósiles, el más pequeño de ellos alguna vez presentó en su escuela a su abuelito "fosilero".

En una ocasión, cuando sus nietos eran pequeños, los llevó de excursión al pequeño pueblo de San Juan Raya y sus alrededores, en el Estado de Puebla, él los fue guiando, "mira, mira bien, ahí, ahí", y así los chiquillos *descubrieron* en sedimentos cuaternarios los restos fósiles de un caballo –*después les explicaría el contexto geológico y la importancia de su hallazgo*-. Ahí impulsó el Museo Comunitario Paleontológico de San Juan Raya. Más allá de promover el conocimiento de la geología y la paleontología de esa zona, llevó el nombre de este poblado, como el de Nochixtlán o Huetamo, a los libros científicos, a los periódicos y a la memoria colectiva, dio a la gente de cada uno de esos lugares la posibilidad de decir: "aquí, donde vivo, esto ha sido".

Familia Pantoja; esposa, hijos y nietos

Lista parcial de publicaciones

Pantoja-Alor, J., Elias-Herrera, M., Sánchez Zavala, J.L., and De Cserna, Z., 1994, Calc-alkaline volcanic rocks in the pre-Upper Jurassic basement of south-central Mexico--a late Paleozoic-early Mesozoic convergent plate

Pantoja-Alor, J., 1992, Geología y paleoambientes de la Cantera Tlayúa, Tepexi de Rodríguez, estado de Puebla: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, UNAM, Revista 9,2 p. 156-176.

Pantoja-Alor, J., 1990, Redefinición de las unidades estra Huetamo–Ciudad Altamirano, Estados de Michoacán y Guerrero (resumen), en Décima Convención Geológica Nacional, México, D. F.: Sociedad Geológica Mexicana, memoria, p. 66.

Pantoja-Alor, J., y Barraza-Estrada, S., 1986, Estratigrafía de los alrededores de la mina de fierro de El Encino, Jalisco: Bol. Soc. Geol. Mexicana, Tomo XLVII, No. 1.

Pantoja-Alor, J., 1983, Geocronometría del Magmatismo Cretácico-Terciario de la Sierra Madre del Sur. Soc. Geol. Mex. Bol. XLIV, No. 1, P 1-20.

Pantoja-Alor, J., 1974, Estudio Geológico-Estructural del Tajo San Pascual, Pihuamo, Jal. Archivo técnico. Las Encinas, S.A. Informe Inédito.

Pantoja-Alor, J., Rincón-Orta, C., Fries, C, Silver, L.T., and Solorio-Munguía, 1974, Contribuciones a la geocronología de Chiapas: Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros Boletín, v. 26, p. 207-223.

Pantoja-Alor, J., 1969, Localización de Calizas para la Fabricación de Cal Industrial en Atenquique, Archivo técnico de la Cía. Industrial de Atenquique, S.A, Informe Inédito.

Pantoja-Alor, J., and Robison, R.A., 1967, Paleozoic Sedimentary Rocks in Oaxaca, Mexico: Science, v. 157, issue 3792, p. 1033-1035.

Pantoja-Alor, J., 1963, Hoja San Pedro del Gallo 13R-k(3) con Resumen de la Geología de la Hoja San Pedro del Gallo, Estado de Durango (Carta Geológica de México Serie de 1:100,000).

Pantoja-Alor, J., 1959, Estudio Geológico de Reconocimiento de la Región de Huetamo, Estado de Michoacán. Cons. Recursos Nat. No Renovables. Bol. 50, p. 44.



Haciendo la geología de la Hoja San Pedro del Gallo, Durango.



Asesoría en materiales no metálicos en el Estado de Puebla.

<https://www.researchgate.net/profile/Jerjes-Pantoja>

Semblanza del Dr. Luis M. Alva Valdivia



Nació en la Ciudad de México. Realizó sus estudios profesionales en la UNAM: Ingeniería Geofísica (1973-1977), Maestría en Ciencias (1982-1985) y Doctorado en Geofísica (1987-1991). Estancia de Post-Doctorado en el Laboratorio de Magnetismo de Rocas de la Universidad de Toronto, Canadá (jul. 1992 – jun. 1994). Estancias de año sabático: Instituto Mexicano del Petróleo (2001); Universidad de Montpellier, Francia (2007); Instituto Tecnológico de Karlsruhe, Alemania (2014). Estancias 3-4 en Centre National de la Recherche Scientifique, Montpellier, Francia.

Líneas de investigación: Paleomagnetismo y su aplicación en diversos problemas geocientíficos: tectónica, magnetoestratigrafía, arqueomagnetismo y fluctuaciones del campo geomagnético, etc... Adicionalmente se ha especializado en estudios finos de propiedades magnéticas de las rocas y minerales en combinación con estudios de microscopía y análisis de anomalías magnéticas. Estas aplicaciones las ha desarrollado en prácticamente toda América Latina en colaboración con investigadores de Universidades y/o Institutos, estrechando así los lazos académicos de la UNAM.

Ha publicado y presentado los resultados de estas investigaciones en los diferentes foros académicos nacionales e internacionales (poco más de 100 publicaciones dentro del Science Citation Index y 20 no indizadas, 8 en manuales y monografías, 18 resúmenes en extenso y más de 300 presentaciones en congresos y finalmente cerca de 10 participaciones en divulgación y difusión científica y tecnológica).

Ha sido Editor Invitado en diversas revistas científicas. y es ahora Editor Científico de la Revista Mexicana de Ciencias Geológicas (Instituto de Geología, UNAM).

Ha impartido regularmente cursos de Magnetismo de Rocas y Paleomagnetismo en el posgrado del Instituto, así como en otras universidades nacionales y extranjeras. Ha sido director de tesis: 15 de licenciatura, 8 de maestría y 5 de doctorado. Ha pertenecido al comité tutorial de más de 70 estudiantes.

Durante el desarrollo de sus proyectos de investigación, internos y externos, ha visitado distintos países, promoviendo la imagen de nuestra UNAM, formando de esta manera un eslabón entre la comunidad científica nacional e internacional.

Investigador Nacional Nivel III, PRIDE nivel 'D' desde el 2000, Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias, desde 2002 y Responsable Científico del Laboratorio de Paleomagnetismo del Instituto de Geofísica, desde 1999.

Lista parcial de publicaciones

- Alva-Valdivia, L.M., Agarwal, A., Caballero-Miranda, C., García-Amador, B.I., Morales-Barrera, W., Rodríguez-Elizarraráz, S., Rodríguez-Trejo, A., 2016. Paleomagnetic and AMS studies of the El Castillo ignimbrite, central-east Mexico: Source and rock magnetic nature. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2017.02.014>.
- Alva-Valdivia, L.M., Rivas, M.L., Goguitchaichvili, A., Urrutia-Fucugauchi, J., Gonzalez, J.A., Morales, J., Gómez, S., Henríquez, F., Nyström, J.O., Naslund, R.H., 2003. Rock-magnetic and oxide microscopic studies of the el laco iron ore deposits, Chilean andes, and implications for magnetic anomaly modeling. *International Geology Review* 45, 533–547. <https://doi.org/10.2747/0020-6814.45.6.533>.
- García-Amador, B.I., Alva-Valdivia, L.M., Palacios-García, N.B., Pompa-Mera, V., 2020. Paleomagnetism and Geochronology of the Early Cretaceous Dipilto Batholith (NW Nicaragua): Chortís Block Large Rotation With Respect to SW North America. *Tectonics* 39. <https://doi.org/10.1029/2019TC005540>.
- Hervé, G., Perrin, M., Alva-Valdivia, L., Tchibinda, B.M., Rodríguez-Trejo, A., Hernandez-Cardona, A., Tello, M.C., Rodríguez, C.M., 2019. Critical analysis of the Holocene palaeointensity database in Central America: Impact on geomagnetic modelling. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 289, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.pepi.2019.02.004>.
- Mahgoub, A.N., García-Amador, B.I., Alva-Valdivia, L.M., 2021. Comprehensive palaeomagnetic study of San Borja and Jaraguay monogenetic volcanic fields, Baja California (28–30°N): considerations on latitudinal corrections. *Geophysical Journal International* 225, 1897–1919. <https://doi.org/10.1093/gji/ggab064>.
- Rivas-Sánchez, M.L., Alva-Valdivia, L.M., Arenas-Alatorre, J., Urrutia-Fucugauchi, J., Perrin, M., Goguitchaichvili, A., Ruiz-Sandoval, M., Ramos Molina, M.A., 2009. Natural magnetite nanoparticles from an iron-ore deposit: Size dependence on magnetic properties. *Earth, Planets and Space* 61, 151–160. <https://doi.org/10.1186/BF03352895>.
- Vidal-Solano, J.R., Rodríguez-Trejo, A., Alva-Valdivia, L.M., 2019. Paleomagnetism and rock magnetic properties of Late Pleistocene volcanism from El Pinacate Volcanic Field, northwest Mexico: *Journal of South American Earth Sciences*.
- Alva-Valdivia, L.M., Agarwal, A., Agarwal, K.K., García-Amador, B.I., Morales-Barrera, W., López-Rodríguez, S.M., 2019. Paleomagnetism and tectonics from the late Pliocene to late Pleistocene in the Xalapa monogenetic volcanic field, Veracruz, Mexico: *Geological Society of America bulletin*, DOI:10.1130/B32006.1.

Dr. Luis Manuel Alva Valdivia

<http://usuarios.geofisica.unam.mx/alva/>

<https://www.researchgate.net/profile/Luis-Alva-Valdivia>

Pioneros de las Geociencias

Manuel Alvarez Jr.
(1905 – 1989)



Manuel Alvarez, Jr., dean of Mexican geologists, was born in Mexico City on August 10, 1905. He spent his childhood in his birthplace and in New York City. He began his studies in petroleum engineering in 1927 at the Escuela Nacional de Ingenieros (National School of Engineering, later Facultad de Ingeniería), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). From 1928 to 1930 he pursued his studies at the University of California, Berkeley. In 1930 he studied under Professor Ivan Korzujin, of the University of Mexico, and returned to Berkeley in 1931. Back in his country in 1932 he finished his career, with the first generation of Mexican petroleum engineers, at UNAM, obtaining his degree in 1938. From 1932 to 1934, he was assistant geologist at the Instituto de Geología, in Mexico City. In 1934, he worked at Compañía Mexicana de Petróleo “El Aguila” (subsidiary to the Shell Oil Company) as geophysicist and assistant seismologist. As a geologist he worked at Petróleos de México from 1935 to 1937 and at the Administración General del Petróleo Nacional from 1937 to 1940. At Petróleos Mexicanos he worked as an engineer specializing in geology and was Chief of the Special Studies Department of the Exploration Management from 1940 to 1964. During the late 1940’s Manuel became the first editor of the Mexican Association of Petroleum Geologists. In 1943 he conducted special research on subsoil geology in Dallas, Texas. One of his most important contributions to geology, *Tectonics of Mexico*, was published in 1948. In 1963 he translated into Spanish the work *Principles of Stratigraphy*, by C. O. Dunbar and John Rodgers, which became a major textbook for geologists in Mexico and other Spanish-speaking countries. From 1965 to 1969 Manuel was a consultant for Proyecto Texcoco. He was a counselor for Comisión Nacional de Energía Nuclear from 1966 to 1970, at Instituto Nacional de Energía Nuclear from 1971 to 1980, and at Uranio de México (Uramex) from 1980 to 1983.

During his thirty years as a professor, Manuel Alvarez, Jr., taught several generations of geologists at the Faculty of Engineering, UNAM, and at Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura of the Instituto Politécnico Nacional. His subjects included historical geology, petroleum geology, petrology, paleogeographic geology, tectonics of México, stratigraphic sedimentology, structural geology, geohydrology, economic geology, geology of the petroleum regions of Mexico, and a seminar on geologic problems. His field practice covered the Mexican states of Sonora, Chihuahua, Nuevo León, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, and Quintana Roo.

Manuel Alvarez, Jr., received many honors for his work as a geologist. In 1956 the International Geological Congress bestowed upon him the Leonide Speniarov Award. In 1965 he was Other recognitions include the following appointments: from 1947 to 1958, he was President of the Mexican Geological Society (Sociedad Geológica Mexicana). In the early 1950s he was representative of Petróleos Mexicanos on the Coordinating Committee in charge of elaborating the geologic map of Mexico. From 1951 to 1957, he was a counselor of Instituto Nacional para la Investigación de los Recursos Minerales. The President of Mexico appointed him counselor to the Geological Resources Department of Instituto Nacional para la Investigación Científica, a position he held from 1951 to 1962. In 1954 he was President of the National Geological Convention. From 1955 on, he was National Representative to the International Stratigraphic Commission. From 1955 to 1969 he was a member of the



North American Commission on Stratigraphic Nomenclature. In 1956 he was appointed counselor of the Executive Committee and Council of the International Geological Congress, and he was appointed vice president of the Organization Committee of the 20th session of the International Geological Congress. From 1956 to 1960 he was President of the International Committee on Geologic Nomenclature in Spanish, and in 1961 he published, in collaboration with Carl Fries of Instituto de Geología, UNAM, the first edition of the Code of Stratigraphic Nomenclature in Spanish (Código de Nomenclatura Estratigráfica). From 1958 to 1962 he was a member of the Technical Consultive Committee of the Consejo de Recursos Naturales No Renovables. From 1953 to 1969 he was a member of the Honorable Technical Council of the Faculty of Engineering, UNAM, which authorized the transformation of Escuela Nacional de Ingenieros into the present Facultad de Ingeniería. In May 1981, Manuel was appointed Honorary Member of the Mexican Academy of Engineering (Academia Mexicana de Ingeniería).

His knowledge of English and French enabled him to keep up to date with advances in geology throughout the world. The scientific academies and societies to which he belonged include Sociedad Geológica Mexicana; Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros; Asociación de Ingenieros Mineros, Metalurgistas y Geólogos de México; Colegio de Ingenieros Mineros, Metalurgistas y Geólogos de México; American Association of Petroleum Geologists; Geological Society of America; American Association for the Advancement of Science; Society of Exploration Geophysicists; New York Academy of Science; American Geophysical Union; Société Géologique Suisse; Association Suisse des Géologues et Ingénieurs du Pétrole, and Academia Mexicana de Ingeniería. He attended and participated in many congresses and conventions which provided him with the opportunity to visit the United States, Holland, Belgium, England, France, Italy, Germany, Austria, Spain, Switzerland, and Algeria. He gave papers at many meetings, both in Mexico and abroad.

On August 9, 1989, Manuel Alvarez, Jr. died in Cuernavaca, Morelos, Mexico. He is survived by his devoted wife, María de Lourdes Klein Quintana; by his daughters, Luz de Lourdes and Beatriz Eugenia Alvarez Klein; and by his grandson, Julián Vélez Alvarez. Manuel Alvarez, Jr., is remembered, by his students, colleagues, and all others who knew him, as a great man, for his kind heart and his generosity. He gave himself completely, always sharing his knowledge and stimulating his students to deepen and widen theirs by thorough research, taking pride and rejoicing in the success they attained. He is remembered also for his integrity as a man and as a scientist, the nobility of his attitudes, and the elegance of his attire.

He was a learned man. His interest in studying what lies beneath the surface of the earth and the seas was aroused early by his reading on Atlantis. This also led him to the world of philosophy; his deepest affinities were with the thought of St. Thomas Aquinas, but his remarkable private library includes many different subjects, ranging from ancient times to the present century, and he sought the philosophical convergence of East and West. Equally profound and extensive was his interest in the fine arts. A true humanist, Manuel Alvarez, Jr., defined geology as "the architecture of the Earth."

General Works

1951, Coordinación de los datos geológicos y geofísicos (Coordination of geological and geophysical data): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. 2, p. 693-696.

1953, Isostasia (Isostasy): Petróleos Mexicanos, Servicio Informativo, Ep. 2, v. 1, no. 4, p. 211-253.

1955, Ideas modernas sobre el origen del petróleo (Modern ideas on the origin of petroleum): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. 7, no. 5-6, p. 213-236.

1956, Clasificación y descripción de muestras de caliza (Classification and description of limestone samples): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. XIX, no. 2, p. 13-26.

1957, Comments on Minority Report of the American Commission on Stratigraphic Nomenclature: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 41, p. 1888-1889.

1958, Consideraciones generales sobre depósitos de uranio (General considerations on uranium deposits): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. XXI, no. 1, p. 43-66.

-----Bases científicas de la exploración minera (Scientific bases of mining exploration): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. XXI, no. 1, p. 67-82.

1959, Clasificación de rocas sedimentarias de Paul O. Krynine (Resumen) (Classification of Sedimentary Rocks by Paul O. Krynine: A Summary): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. XXII, no. 2, p. 41-50.



1961, Ideas actuales sobre la génesis del petróleo (Present ideas on the genesis of petroleum): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. XXIV, no. 1.

1963, Main rules of the accumulation of petroleum and gas throughout the World, by I. O. Brod (translation): American Association of Petroleum Geologists, Bulletin v. XIV, nos. 9 and 10, p. 227-246.

Regional Geology of Mexico

1948, Tectonics of Mexico: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 33, p. 1319-1335; Summary: v. 32, no. 12, p. 2312-2314; Oil and Gas Journal, v. 47, no. 25, p. 129, October.

1949, Las grandes unidades estructurales de la República Mexicana (Great structural units of the Mexican Republic): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. 14, p. 1-22.

1950, Futuras provincias petroleras de México (Future petroleum provinces of Mexico): Petróleos Mexicanos, Servicio Informativo, no. 81, p. 72-93; Summary: Petróleo Interamericano, v. 8, no. 5, p. 24-25.

1951, Geological significance of the distribution of the Mexican oil fields (with discussion): World Petroleum Congress, 3rd, The Hague, Proceedings, Sec. 1, p. 73-85 (summary in French). -----Mexico, in Ball, W. W., ed., Possible future petroleum provinces of North America: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 35, p. 361-381.

1953, Recursos petroleros de México (Petroleum resources of Mexico): Congreso Científico Mexicano Mensual (V) 3, Ciencias Físicas y Matemáticas, Geología, p. 267-276.

1954, New oil development in Mexico in relation to regional geologic setting, in Les champs de pétrole des régions mésogènes: International Geological Congress, 19th, Algiers, Comptes Rendus, Sec. 14, fasc. 16, p. 9-31. -----Exploración geológica preliminar del Río Hondo, Quintana Roo (Preliminary geologic exploration of the Hondo River, Quintana Roo): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. VI, no. 5-6, p. 207-213.

1958, Tectónica profunda de México (Profound tectonics of Mexico): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. X, no. 3 and 4, p. 163-182.

1961, Epocas metalogénicas (Metallogenic epochs): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. XXIX, no. 1.

1961, Las provincias fisiográficas de México (Physiographic provinces of Mexico): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. XXIV, no. 2, p. 3-29. -----El mecanismo del ciclo geotectónico Mexicano (Mechanism of the Mexican geotectonic cycle): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. XIII, no. 7 and 8, p. 279-282.

1962, Orogenias pre-terciarias en México (Pre-Tertiary orogenies in Mexico): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. XIV, no. 1 and 2, p. 23-36.

1969, Messico, in Enciclopedia del Petrolio e del Gas Naturale, v. VIII: Ente Nazionale Idrocarburi. Stratigraphy of Mexico

1948, (with Ralph Willard Dalay, Edmundo Cepeda, and Teodoro E. Díaz González). Stratigraphic relations of certain Jurassic formations in eastern Mexico: American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 32, p. 1750-1761.

1961, A propósito de la formación Paltotecoya (Concerning the Paltotecoya Formation): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. XIII, no. 11 and 12, p. 357-360.

Regional Geology of other Countries

1948, Provincias geológicas y cuencas petroleras alrededor de Los Angeles, California, Estados Unidos (Geologic Provinces and petroleum basins surrounding Los Angeles, California, U.S.A.): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. 13, pt. 1, p. 21-39.



1953, Elmarco regional de los campos petroleros de Indonesia (Regional geologic setting of Indonesian oil fields): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. V, no. 3-6.

1953, The 19th International Geologic Congress (El 19° Congreso Geológico Internacional): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. V, no. 4, 9-10, p. 377-396.

1956, Nuevos libros (New books): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. VIII, no. 3-4, p. 183-187.

1957, Informe de la reunión sobre nomenclatura estratigráfica (Report on the meeting on stratigraphic nomenclature): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. XX, no. 2, p. 49-54.

1959, La Tierra y su campo gravitacional (The Earth and its gravitational field), by Heiskanen and Vening Meinesz (translation): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. XI, no. 5-6, p. 351-368.

1957, Tabla para la determinación megascópica de las rocas ígneas (Table for the megascopic determination of igneous rocks), translation. Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. XX, p. 71-74.

Memorials

1953, Dr. Frederick Karl Gustav Mullerried (1891-1952): Ciencia, v. 12, no. 9-10, p. 265-266.

1956, Memorial to Teodoro Flores Reyes: Geological Society of America Annual Report for 1956, p. 123-126.

1957, Everett Lee DeGolyer: Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Bulletin, v. IX, no. 3-4.

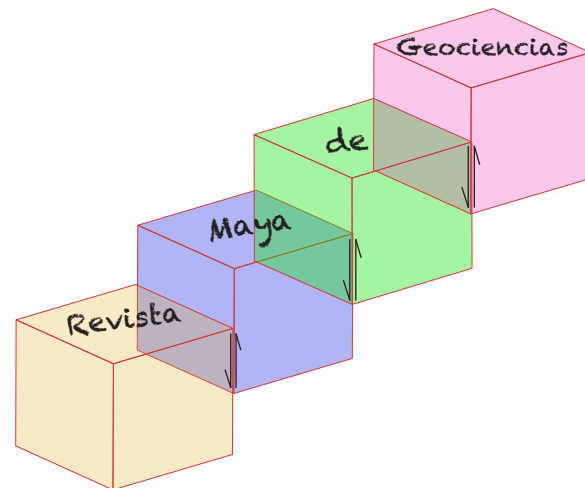
-----Manuel Rodríguez Aguilar (1910-1956): Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Boletín, v. IX, no. 7-8, p. 571-573.

Histories Works

1954, The Mexican Geological Society (La Sociedad Geológica Mexicana): Sociedad Geológica Mexicana, Boletín, v. 17, no. 2, p. 3-9.

1984-1985, Antecedentes históricos de las actividades exploratorias de Petróleos Mexicanos (Historical background of the exploration activities of Petróleos Mexicanos): Academia Mexicana de Ingeniería, Volumen de Alternativas Tecnológicas, no. 12, p. 261-266.

Source: Ruiz-Vázquez, M., and Calderón-Gargia, A., 1991, Memorial to Manuel Alvarez, Jr., Geological Society of America.



Ralph W. Imlay (1908 – 1989)



Ralph W. Imlay, one of the world's most distinguished authorities on Jurassic and Lower Cretaceous ammonites, bivalves, stratigraphy, and paleontology, died on March 4, 1989, in Santa Barbara, California, at the age of 81. Ralph led a brilliant and productive life equalled by few in American paleontology. The scientific excellence of his work, based on meticulous collection and interpretation of data, has served as a model to generations of students and colleagues that have followed his footsteps through the Americas and the Caribbean Province. Ralph was born on February 21, 1908, in Hampton, Iowa, and shortly afterward his family moved to Reed Point, Montana, where he received his primary and secondary education. He attended The University of Montana, receiving his B.Sc. in Geology in 1930, and then moved to the University of Michigan where he studied with the renowned E. C. Case and L. B. Kellum. This was the time that Kellum was engaged in his pioneer geological and biological studies of interior Mexico. Through his Doctoral thesis work and subsequent contributions, Ralph became an integral part of the University of Michigan's Mexican Research Team, having primary responsibility for Jurassic and Lower Cretaceous regional geology, stratigraphy, and paleontology. His research in Mexico was to become the first comprehensive study of the middle Mesozoic in this region. It had such a profound and lasting impact on the geological development of that nation that, in 1968, Ralph was made an Honorary Professor of Geology at the University of Mexico. This award was only the fourth such honorary professorship to be granted in the history of this, the oldest University in the Western Hemisphere, since its establishment in the 1500's.

Ralph received his Ph.D. from the University of Michigan in 1933, and after two years of teaching at Rutgers and four years at Michigan, he joined the Paleontology and Stratigraphy Branch of the U.S. Geological Survey in Washington, D.C. Initially, he continued his pioneering work in Mexico as part of the U.S. Government's Point 4 Program. In 1940, Ralph began entirely new research on the Jurassic and Lower Cretaceous of the United States Gulf Coastal Plain and nearby Caribbean islands. Through integration of surface and subsurface data Ralph delineated the complex Mesozoic geologic history of this important province. He was subsequently a leading figure in the formulation of the Geological Society of America-sponsored correlation charts for this region as well as for Mexico, Central America, and the Jurassic of North America. In 1945, Ralph began a 38-year investigation of the Jurassic stratigraphy, paleontology, and paleogeography of the Western Interior, Pacific Coast, and Alaska regions of North America, which culminated in his world-known synthesis *The Jurassic Paleogeography of the Conterminous United States and its Continental Setting*, published as U.S. Geological Survey Professional Paper 1062.

Ralph's international reputation as a Mesozoic paleontologist and stratigrapher led to a series of justly deserved awards, including an honorary Ph.D. from the University of Montana in 1959, his election as President of The Paleontological Society in 1964, his Honorary Professorship at the University of Mexico in 1968, and his receipt of the U.S. Department of the



Interior's highest honor, the Distinguished Service Award, in 1974. He was an elected Fellow of the Geological Society of America and RALPH WILLARD IMLAY (1908-1989) the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists; he was an early moving force in the JOIDES Deep Sea Drilling Program and an original member of its Paleontology and Stratigraphy Panel. In 1982, during his last year of reasonably good health, Ralph, along with J. A. Jeletzky, was honored with a special Symposium at the Third North American Paleontological Convention, in Montreal, Canada (Geological Association of Canada Special Paper 27, 1984). Ralph Imlay's contributions to our science were especially immense in the fields of systematic paleontology, biostratigraphy, paleogeography, and regional geology. His impact was far greater than the more than 100 major publications, 2,500 pages, and innumerable maps and charts he published. He will long be remembered as a one-man service organization for field geologists working in Jurassic and Lower Cretaceous Rocks throughout North America. Identifying fossils, interpreting stratigraphy and paleoenvironments, providing dates and precise correlations, and generally counseling the geologists of the North American Jurassic community was Ralph's passion for over thirty years. Evidence of this service and his hidden impact on our science lies among the reams of unpublished reports for field geologists, housed in the files of the U.S. Geological Survey, that, in magnitude, exceed his published work. Ralph described and named more molluscan species, and had more named after him, than almost any single Mesozoic paleontologist now alive. The material he described was almost all collected by himself. He was an indefatigable field geologist with a great love for the natural beauties of the areas in which he worked. Even when not in the field he spent many weekends with his wife Bertha, camping and hiking the trails of the nearby Appalachians.

He took pride in having seen and personally collected from virtually every major area of Jurassic exposure from Alaska to the Cordillera of Mexico. Hopefully, a new generation will produce a successor that will match the breadth of his field experience and be so willing to share his knowledge. Ralph retired from the U.S. Geological Survey in 1983, but remained an active member of the research community as a Senior Scientist (USGS) and Honorary Research Associate of the Smithsonian Institution until 1986, when poor health forced him to leave Washington to spend his final years with his family. He is survived by his three sons, Mark, Richard, and Gary. We have lost a giant in our science. His excellence and dedication to paleontology are sorely missed. *From ERLE G. KAUFFMAN University of Colorado, Boulder and NORMAN F. SOHL U.S.G.S., Reston, VA

Selected Publications

Imlay, R.W., 1982, Jurassic (Oxfordian and Late Callovian) ammonites from the western interior region of the United States. Geological Survey professional paper, 1232.

Imlay, R.W., 1976, Middle Jurassic (Bajocian and Bathonian) ammonites from northern Alaska. Geological Survey professional paper, 854.

Imlay, R.W., 1975, Stratigraphic distribution and zonation of Jurassic (Callovian) ammonites in southern Alaska. Geological Survey professional paper, 836.

Imlay, R.W., 1948, Characteristic marine Jurassic fossils from the western interior of the United States. USGS Prof. Pap. 214-B; pp. 13-32, 1 fig., 5 pls. h.t. w. molluscs (most ammonites).

Imlay, R.W., 1955, Characteristic Jurassic mollusks from Northern Alaska. - United States Geological Survey Prof. Pap. 274-D; pp. 69-96, 1 fig., 6 pls. h.t. with bivalves (2) and cephalopods (4), fold. stratigr. table in pocket.

Imlay, R.W., and Jones, D.L., 1970, Ammonites from the Buchia zones in northwestern California and southwestern Oregon. USGS Professional Paper 647-B: 1-59.

Imlay, R.W., 1937, Geology of the middle part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico: GSA Bulletin 48 (5): 587-630.

Imlay, R.W., 1936, Part IV. Geology of the western part of the Sierra de Parras, Coahuila, Mexico: GSA Bulletin 47 (7): 1091-1152.

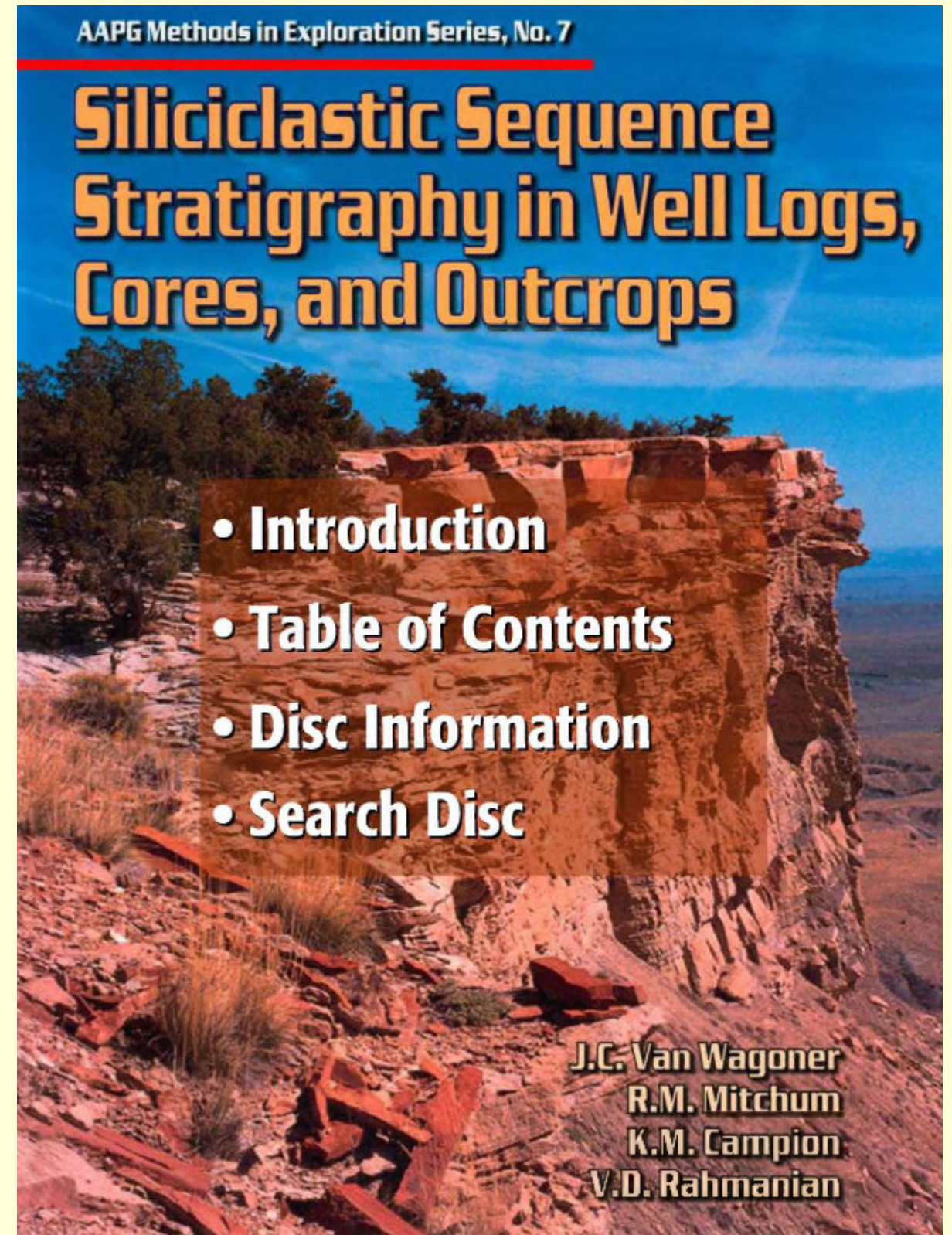
Imlay, R.W., 1940, Upper Jurassic Pelecypods from Mexico: Journal of Paleontology vol. 14, no. 5, pp. 393-411 (25 pages), Published By: SEPM Society for Sedimentary Geology.

Imlay, R.W., 1937, Lower Neocomian Fossils from the Miquihuana Region, Mexico: Journal of Paleontology, Vol. 11, No. 7, pp. 552-574 (37 pages): Published By: SEPM Society for Sedimentary Geology.



El libro recomendado

<https://pubs.geoscienceworld.org/books/book/1251/Siliciclastic-Sequence-Stratigraphy-in-Well-Logs>

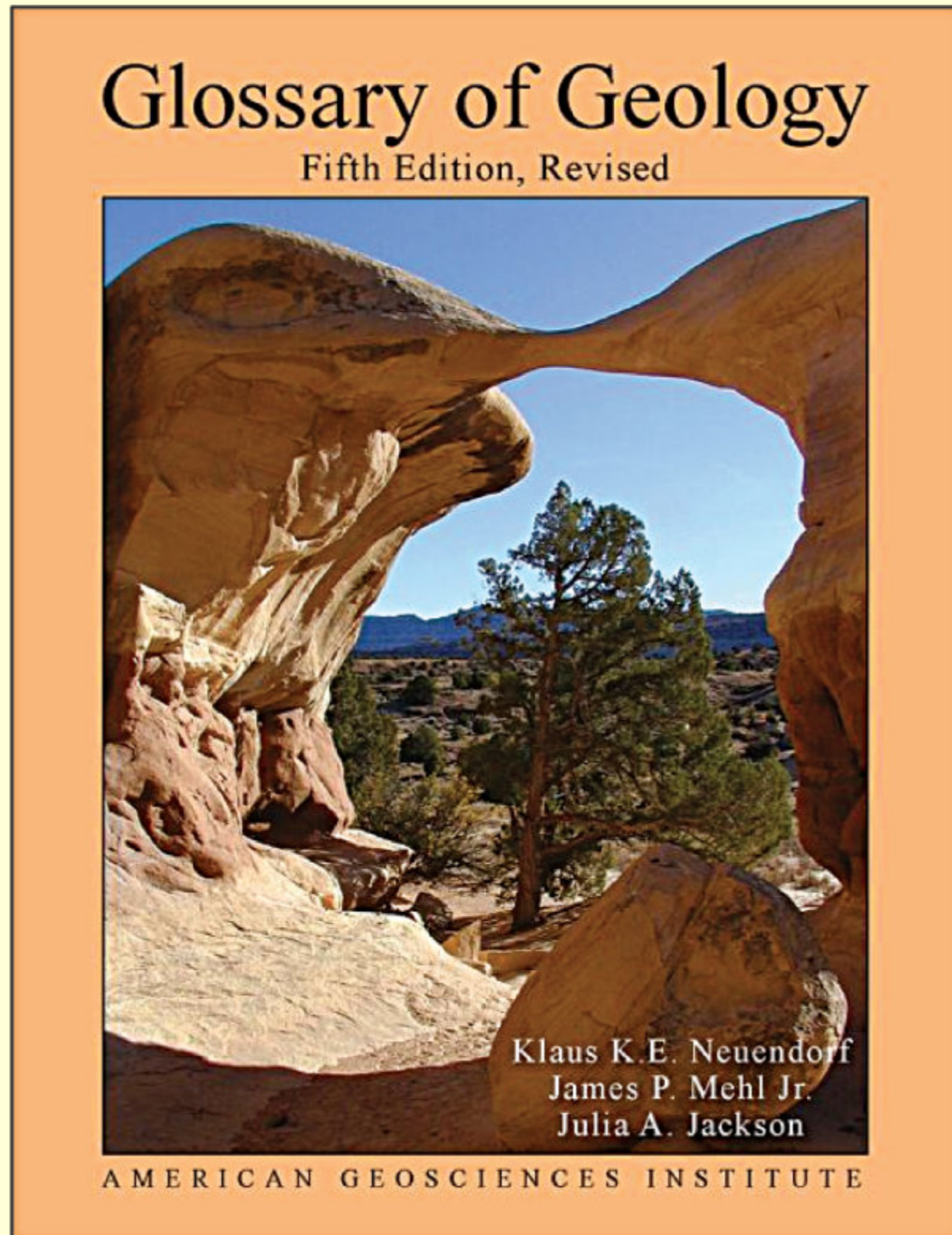




El libro recomendado

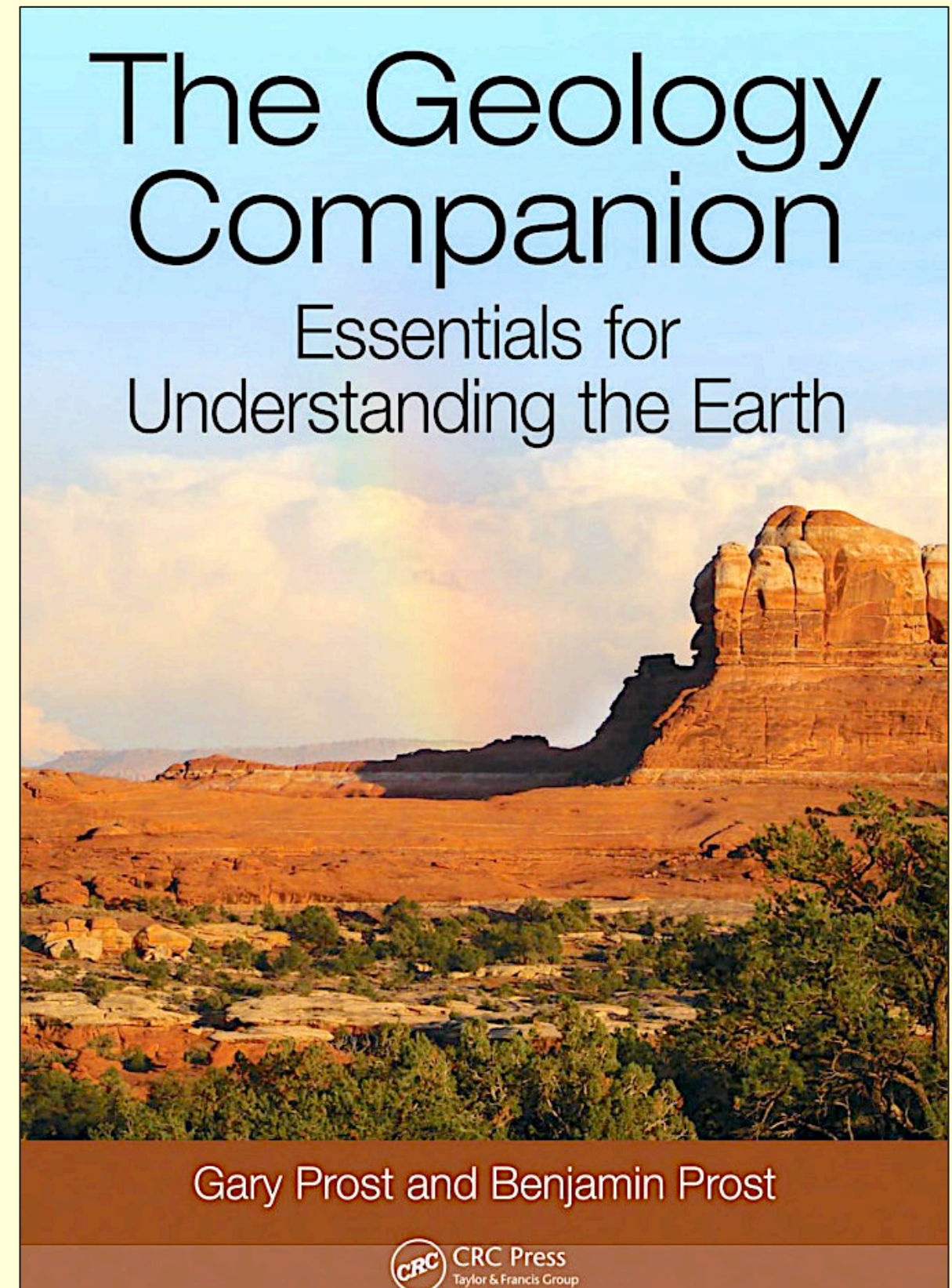
Glossary of Geology, Fifth Edition (revised)

<https://store.americangeosciences.org/glossary-of-geology-fifth-edition-revised.html>



El libro recomendado

<https://garyprostgeology.com/publications>





TESIS SELECTA PRESENTADA DURANTE EL 2021
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Relaciones espacio-temporales y petrología de los batolitos de la región de Jamiltepec-Puerto Escondido, Oaxaca

Tesis de Maestría en Ciencias de la Tierra
Sustentante: **Hermes Martín García Rodríguez**
(Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM)
Asesor: Dr. Dante Jaime Morán Zenteno
(Instituto de Geología, UNAM)

Resumen.

La margen continental del sur del estado de Oaxaca es conocida por la presencia de numerosos batolitos cenozoicos emplazados en el complejo metamórfico Xolapa. Estos cuerpos pertenecen a las raíces de un arco magmático extinto, expuestas en superficie como resultado de la rápida exhumación-erosión de la margen continental mexicana. En este trabajo se presentan nuevos datos para tres batolitos aflorantes entre las localidades de Jamiltepec y Puerto Escondido. Estos batolitos están expuestos en un área aproximada de 1300 km² y pertenecen a un pulso magmático oligocénico que se extiende de manera continua desde Pinotepa Nacional hasta Salina Cruz. Estos cuerpos intrusivos presentan composiciones modales principalmente monzo-graníticas, granodioríticas y tonalíticas, con biotita y hornblenda como las principales fases máficas. En el caso particular de los batolitos Jamiltepec y Progreso, destaca también la presencia conspicua de fenocristales de titanita. Los análisis de elementos mayores y trazas reflejan un típico comportamiento de magmatismo de arco, con un claro enriquecimiento de elementos LIL respecto a los HFSE, así como una alta relación de LREE / HREE, que sugieren fraccionamiento de una fuente relativamente somera. Las afinidades calciálicas y metaluminosas refuerzan esta interpretación, aunque también se cuenta con ligeros atisbos adakíticos en el batolito Jamiltepec, que también podrían indicar una fuente magmática profunda. Las relaciones ⁸⁷Sr / ⁸⁶Sr y ¹⁴³Nd / ¹⁴⁴Nd indican aportes corticales claros, mientras que los datos termobarométricos indican una profundidad de emplazamiento de ≈ 14 km. Los fechamientos de U-Pb arrojaron 4 edades de cristalización que oscilan entre 27.5 y 25.9 Ma, las cuales se asemejan a las edades de enfriamiento de K-Ar previamente obtenidas en el área. Esto indica procesos rápidos de emplazamiento y enfriamiento magmático, seguidos de una exhumación moderadamente rápida estimada en 0.4 km/Ma. De estos fenómenos se deduce la remoción de la margen continental mexicana, favorecida por el desplazamiento siniestral del bloque Chortís y la subsecuente erosión por la subducción. Con el avance del bloque, el límite transcurrente evolucionó a un margen convergente activa, lo que produjo la reducción del ángulo de subducción y la migración paulatina del magmatismo hacia el norte y el este. Al considerar las edades de cristalización de U-Pb obtenidas en batolitos adyacentes se puede estimar una tasa de extinción magmática de 23.6 km/Ma para el segmento Tierra Colorada - Salinas Cruz, con una dirección NW-SE. Finalmente, la obtención de 2 edades paleozoicas permitió reconocer la presencia de un basamento pérmico en el área de Puerto Escondido, el cual parece tener afinidad con el Complejo Juchatengo.

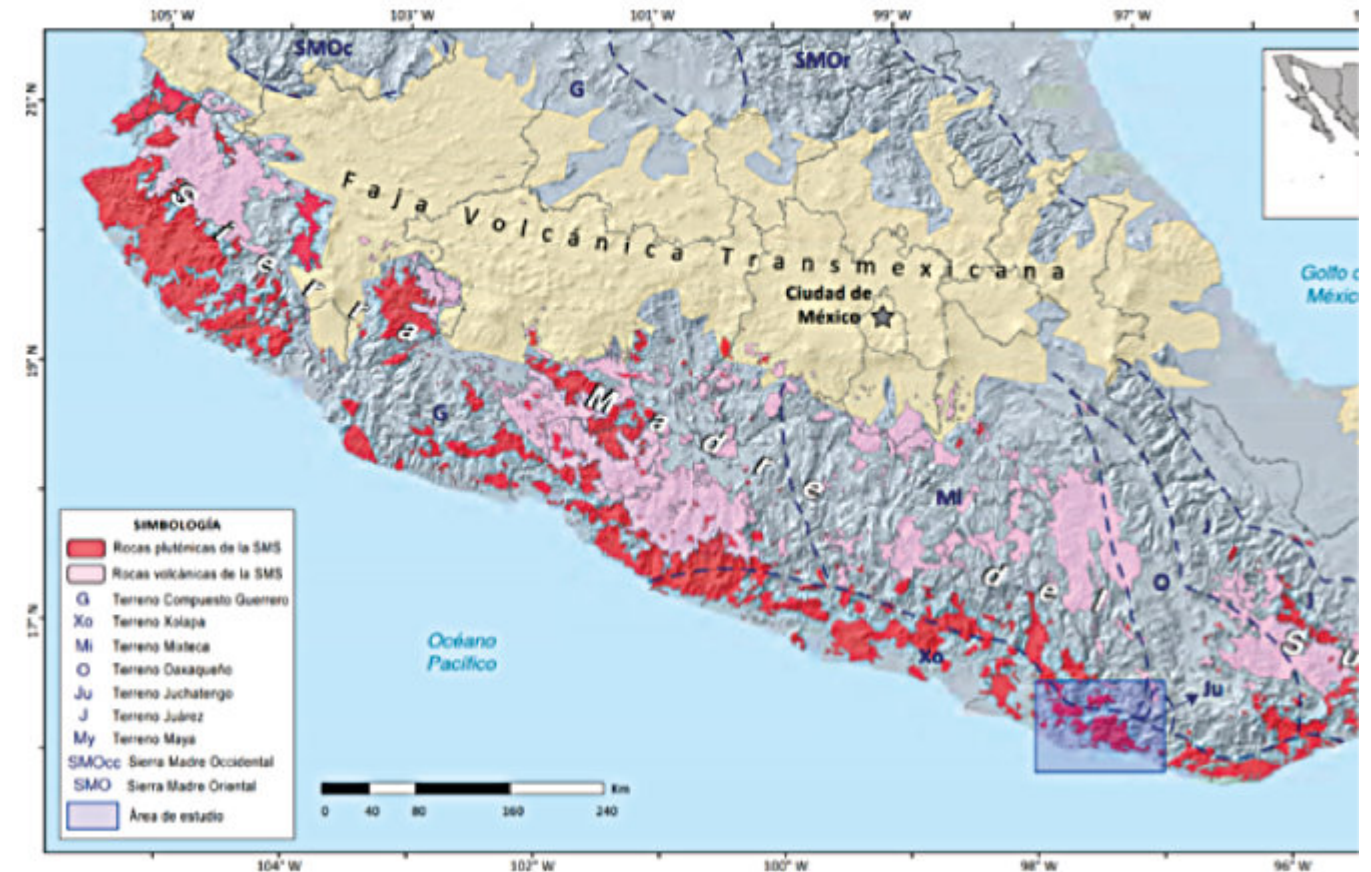
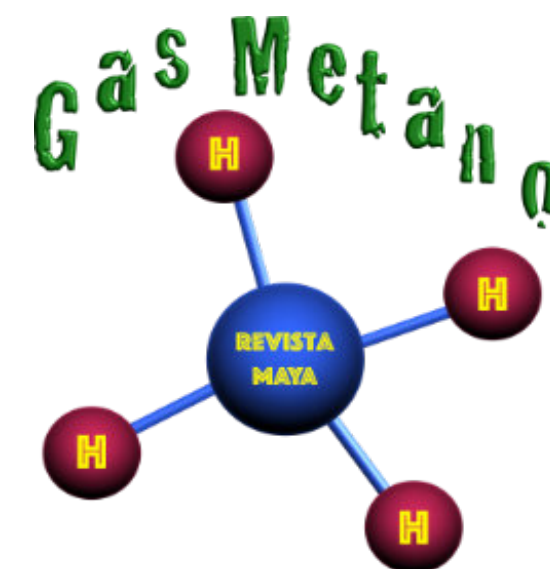


Figura 1.1. Distribución regional de las rocas magmáticas de la SMS. Modificado de Morán-Zenteno et al. (2018). Límites de los terrenos tectonoestratigráficos por Campa y Coney (1983); Sedlock et al. (1993).



TESIS SELECTA PRESENTADA DURANTE EL 2017
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

ESTUDIO DE MORFOLOGÍA TECTÓNICA DE DETALLE Y SISMOTECTÓNICA DE LAS FALLAS NAVARRO Y AGUACALIENTE EN LA PROVINCIA DE CARTAGO

Tesis de Licenciatura en Geología

Sustentante: Nathalie Chavarría Esquivel

(Facultad de Ciencias Básicas, Escuela Centroamericana de Geología, UCR)

Asesor: Dr. Oscar Lücke Castro

(Facultad de Ciencias Básicas, Escuela Centroamericana de Geología, UCR)

Resumen.

El Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica (CDCCR) es una zona activa, cuya deformación ocurre a lo largo de un arreglo de fallas regionales. Los sistemas de fallas de Aguascaliente y Navarro, pertenecientes al CDCCR, se componen por fallas de gran extensión ubicadas en los alrededores de la Gran Área Metropolitana. Éstas son responsables de importantes eventos sísmicos ocurridos en el pasado. El sistema Aguascaliente tiene un rumbo variable entre ENE y WNW. Abarca desde Escazú hasta Santa Cruz de Turrialba, mientras que el sistema Navarro se extiende desde la cabecera del río Tarrazú, hasta el norte de Lajas en Turrialba. La identificación de las trazas de las fallas es importante ya que la potencial ruptura en superficie de una falla activa es considerada como una amenaza natural. Es por esto que se ha escogido realizar esta investigación, analizando estos sistemas desde un punto de vista morfotectónico y sismológico.

Para el estudio morfotectónico, se utilizaron métodos de geomorfometría, la cual mide las formas del terreno mediante programas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). En este trabajo se utilizó información topográfica obtenida mediante sensores remotos de la misión Shuttle Radar Topography (SRTM) de la NASA, cartografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Esta información fue analizada mediante funciones de cálculo mediante las cuales se determinaron alineaciones de origen tectónico a nivel regional. A nivel local, se realizaron modelos locales realizados mediante Real Time Kinematic (RTK), que mostraron rasgos de las fallas en zonas donde las expresiones son de pequeña escala y difíciles de interpretar. A partir de esto se planearon las trazas de las principales fallas del sistema Aguascaliente y Navarro. De forma conjunta, se seleccionaron 328 sismos registrados en el catálogo la Red Sismológica Nacional (RSN). De estos se relocalizaron 105 para poder generar mecanismos focales.

Se obtuvieron 6 mecanismos focales asociados al sistema de fallas Aguascaliente y 3 mecanismos asociados al sistema de fallas Navarro. Éstas son del tipo inverso, oblicuo inverso y transcurrente. Dentro del área de estudio no se observó ningún sismo con componente normal.

Integrando los resultados en el análisis geomorfológico y sismológico se comparó la ubicación de las fallas inferidas en relación con los sismos estudiados. Dentro del análisis realizado, se observa que cómo dentro de los años analizados, la mayor cantidad de actividad sísmica se concentra principalmente en la cabecera del río Navarro, así como en el sector sur

de la ciudad de Cartago. Hay una concentración importante cerca del cráter del volcán Irazú, por lo que se considera que estos sismos son de origen volcanotectónicos. En este estudio también se nota como en los alrededores de Capellades y la depresión de Ujarrás hay poca actividad sísmica durante el período de tiempo analizado.

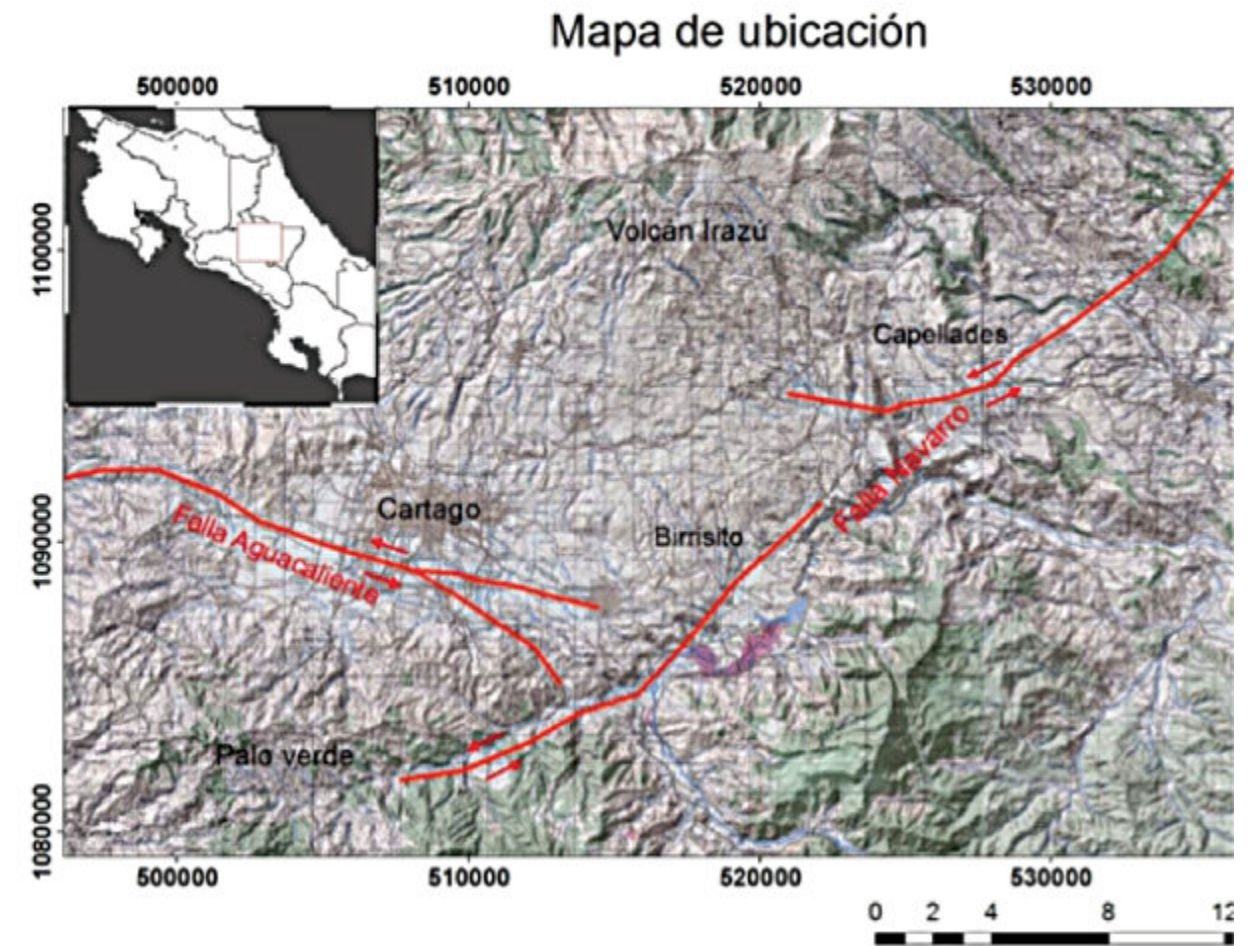


Figura 1-1. Ubicación del área de estudio, localización de las fallas Aguascaliente y Navarro (Modificado de Denyer et al., 2003).

Eres estudiante de geología y tienes fotografías de afloramientos de tu área de estudio o de viajes de campo?

Envíanos dos fotografías a cualquiera de los editores, para que sean publicadas en nuestra revista de geociencias.

***Por favor incluye una breve descripción y la localización del afloramiento.**

TESIS SELECTA PRESENTADA DURANTE EL 2020
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

Cartografía Geológica a escala 1:50,000, del Sector NW del Municipio de Santa María de Pantasma, Departamento de Jinotega, Nicaragua

Presentado por: **Br. Ariel José Morales Bravo T.**
Tesis de Licenciatura

Tutor: PhD. Carlos Ariel Rubí Téllez
Asesor: Ing. Enrique Antonio Navarro
Asesor metodológico MSc. Karen María Acevedo Mena

Abstract

El presente estudio, tuvo como objetivo principal elaborar una cartografía geológica a escala 1:50,000 del sector NW del municipio de Santa María de Pantasma, del Departamento de Jinotega. La metodología que se llevó a cabo en esta investigación consistió tres etapas principales; 1) etapa de trabajo de gabinete, donde se logró recopilar la información más relevante de la zona de estudio, así mismo, se realizó la fotointerpretación para elaborar un mapa preliminar, 2) etapa geológica de campo; consistió en descripción de afloramientos y estructuras geológicas, y la 3) etapa de procesamiento de datos y preparación del informe final. La geología local se caracteriza por seis unidades litológicas distribuidas en la zona, donde identificaron; la unidad metamórfica (PTm), unidad de brechas aglomeráticas (Tomms-b), unidad andesítica (Tomms-a), unidad ignimbrítica (Tomms-i), unidad riolítica y la unidad de depósitos aluvionales del Cuaternario (Qal). También, se determinaron tipos de fallas y fracturas las cuales presentaron direcciones preferenciales hacia el NW-SE y NE-SW. La geomorfología de la zona se representa por cinco unidades geomorfológicas donde se identificaron las unidades: 1) Llanuras Aluviales, 2) Lomas Erosionadas, 3) Colinas y Cerros Escarpados, 4) Relieves Abruptos y Montañosos y 5) Cráteres y Calderas. En conclusión la zona de estudio predominan rocas volcánicas de edad Terciaria y rocas metamórficas del Paleozoico. La caldera Pantasma se encuentra afectadas por estructuras geológicas más recientes que se orientan hacia el NW-SE y las más antiguas hacia el NE-SW. Palabras clave: caldera Pantasma, geología, geomorfología, cartografía geológica.

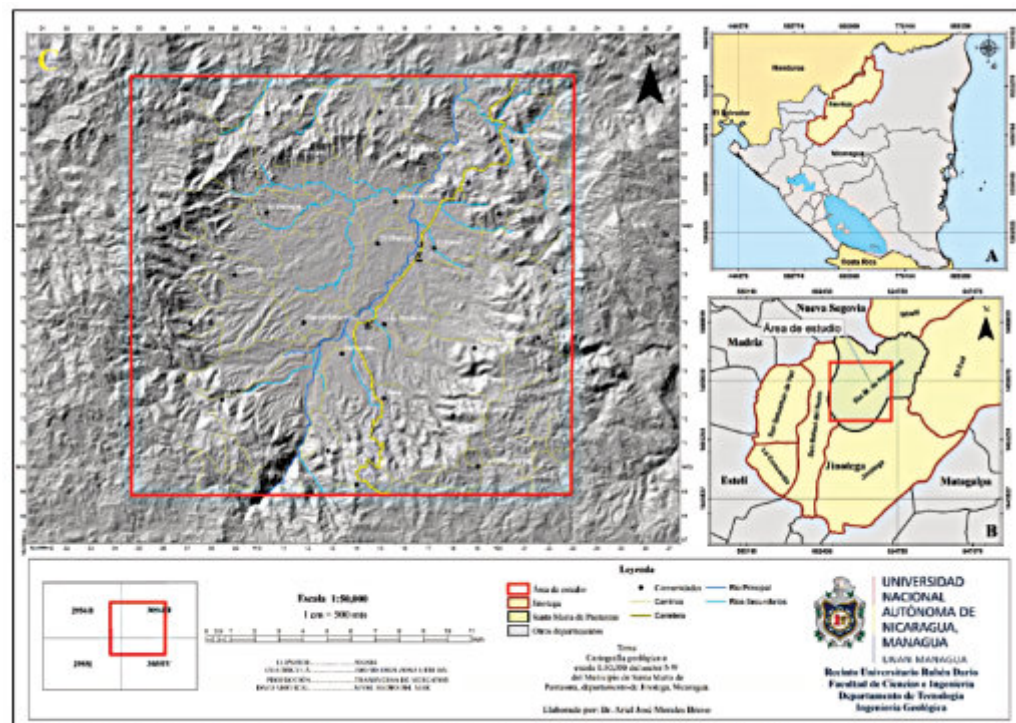


Ilustración 1. Mapa de ubicación del área de estudio. Fuente: Extraído de un DEM de la base de datos de la NASA EOSDIS (ASF Data Search Vertex, 2011).
Br. Ariel José Morales Bravo

TESIS SELECTA PRESENTADA DURANTE EL 2021
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Identificación de rasgos geológicos mediante la aplicación del atributo sísmico de descomposición espectral en el proceso de caracterización estática de yacimientos.

Tesis de Licenciatura, Ing. Geofísica

Felipe De Jesús Bohórquez Toribio

Resumen

El objetivo de este trabajo consistió en el desarrollo e implementación de una metodología que incluye los procesos de caracterización estática de yacimientos e incorporación del atributo sísmico de descomposición espectral como una integración para reducir el grado de incertidumbre en la exploración de un área determinada. El estudio parte del análisis de tres pozos exploratorios presentes en la zona, la interpretación de estos pozos permitió calcular las propiedades petrofísicas de volumen de arcilla (Vsh), porosidad efectiva (ϕ_e) y saturación de agua (S_w). Los datos sísmicos utilizados en la interpretación de horizontes y fallas fueron escalados al dominio de la profundidad usando como base un modelo de velocidades generado a partir de los registros geofísicos de pozo.

La caracterización estática se basa en el análisis geoestadístico de las propiedades petrofísicas y su distribución espacial, su desarrollo parte de tres procesos principales: la generación de una malla geológica sustentada por la interpretación sísmica, el escalamiento de las propiedades petrofísicas al tamaño de la malla y la distribución de dichas propiedades por el método de simulación secuencial gaussiana. Esta metodología permitió generar un modelo regional para cada propiedad calculada. El estudio se complementó con la aplicación del atributo sísmico de descomposición espectral, generado a partir de la visualización conjunta de las frecuencias de 15, 27 y 45 Hz, permitiendo identificar una zona de canales en área de interés.

Al analizar los resultados obtenidos tanto de la caracterización estática de yacimientos como del atributo sísmico de descomposición espectral se determinó que la aplicación conjunta de estos métodos logra reducir la incertidumbre al estudiar áreas con una baja densidad de datos, ya que permite enfocar el estudio en áreas más pequeñas donde se presenten estructuras relevantes para la búsqueda de hidrocarburos.

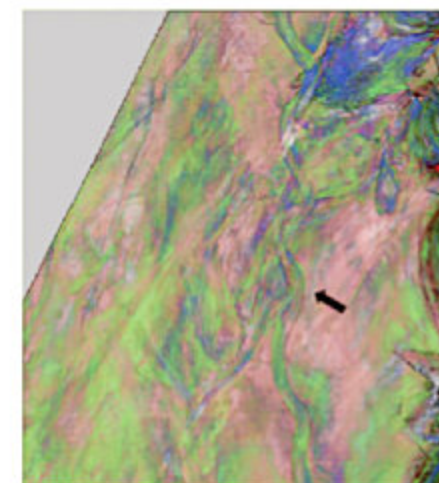


Figura 71. Atributo sísmico de descomposición espectral. Corte horizontal a 4068 m principal (Canal A).

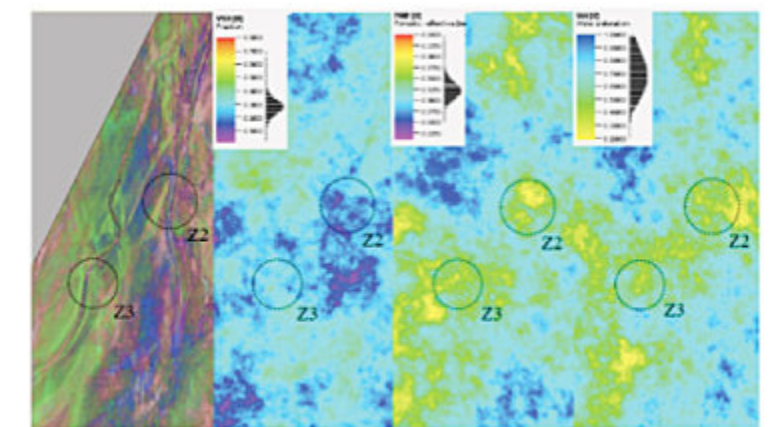


Figura 76. Relación del atributo sísmico de descomposición espectral (4240 metros de profundidad) con la distribución de propiedades petrofísicas (V_{sh} , ϕ_e y S_w). La zona dos y tres (Z2, Z3) muestran las regiones de interés tanto en el atributo como en la distribución de propiedades.



Derivado de los convenios que la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad - Ticomán del Instituto Politécnico Nacional realiza con el sector industrial, el pasado mes de mayo se invitó a 25 estudiantes de dicho plantel educativo a cursar: el Primer Taller de Tecnologías de Exploración TOTAL IPN, con actividades teórico-prácticas, impartido por la empresa petrolera TOTAL.

El taller se llevará a cabo a través de internet y, cada alumno tendrá material didáctico en forma física en sus domicilios para poder realizar los ejercicios correspondientes, de esta manera y a pesar de las condiciones de aislamiento, se tienen grandes expectativas de aprovechamiento por parte de los alumnos.

TOTAL E&P MEXICO

y la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura-Unidad Ticomán

**Te invitan a participar en el:
Primer Taller de Tecnologías de Exploración TOTAL-IPN**

REQUISITOS:

- ◆ Cursar el 7º, 8º o 9º semestre de las siguientes carreras:
 - ◆ Ing. Petrolera
 - ◆ Ing. en Geología
 - ◆ Ing. en Geofísica
- ◆ Disponibilidad de horario durante los días del taller: De 8:00 am a 12:00 pm
- ◆ Es recomendable contar con un mínimo 70% de inglés (El curso se impartirá en español, pero el material se presentará en inglés).

31 de mayo - 04 de junio

TEMAS A CUBRIR:

- ◆ Reprocesamiento sísmico
- ◆ Interpretación estructural
- ◆ Yacimientos carbonatados
- ◆ Yacimientos clásticos
- ◆ Tectónica salina

***Al finalizar los talleres se entregará una constancia con valor curricular a quienes acrediten al menos el 80% de asistencia**

Cupo máximo 25 personas
 Interesados enviar solicitud a: cursos.esia.ticomán@gmail.com
 Más informes con el M. en C. Luis Angel Valencia Flores al correo: lvalenciaf@ipn.mx

Inscríbete y participa de esta oportunidad con profesores internacionales de Total E&P
 Inscripciones abiertas del 04 al 14 de mayo

Dra. Susana A. Alaniz Álvarez

El Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México

CONVOCA

a egresados de una licenciatura en Ciencias de la Tierra, maestros de educación básica y media, y a personas interesadas en la divulgación de la ciencia a participar en el

Diplomado en Enseñanza de Ciencias de la Tierra

Inscripciones: 01 de mayo al 30 de junio del 2021

Duración: 125 h, inicia el 1 agosto del 2021
 Costo único: MX \$ 5000.00, US\$ 250.00

Formulario de inscripción:
<https://forms.gle/cmFCpDjgc8PxQGPD7>

Informes:
 Correo electrónico: diplomadoCT@geociencias.unam.mx
 Página web: <https://sites.google.com/view/diplomado-en-ensenanza-de-ct>

Inscripciones Abiertas!



La Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad -Ticomán del Instituto Politécnico Nacional, convocan a participar en el proceso de selección.

Visítanos en Facebook y hazte miembro: Mexico Petroleum Geology

<https://www.facebook.com/groups/430159417618680/>



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD TICOMÁN
CONVOCATORIA



EL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, a través de la sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad Ticomán, convoca a los interesados en cursar estudios en el programa de MAESTRÍA EN GEOCIENCIAS Y ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES, en MODALIDAD ESCOLARIZADA, para iniciar en el CICLO B-2021 de tiempo completo, bajo las siguientes bases

REQUISITOS PARA EL INGRESO:

Con base en el artículo 7 fracciones de I a V, y 9, 10 fracciones de I a IV, 11, 12 y 13 del reglamento general de estudios de posgrado los aspirantes deberán:

- > Tener título de licenciatura o carta de Pasante en áreas de ingeniería, geociencias, administración de recursos naturales y carreras afines.
- > Haber obtenido promedio mínimo de 8.0 en el nivel inmediato anterior. Contar con conocimientos, habilidades, aptitudes y/o experiencia en las líneas de investigación de este posgrado.
- > Recomendación de un profesional en el área de interés (proporcionar datos de contacto).
- > Realizar registro en línea en la fecha correspondiente.
- > Aprobar examen de Admisión.
- > Presentar y entregar Currículo con documentos probatorios.
- > Realizar entrevista con la comisión de admisión.
- > Presentar y defender protocolo de investigación.
- > El aspirante deberá demostrar el cumplimiento reglamentario del dominio en dos habilidades del idioma inglés mediante:
 - La obtención de una calificación mínima de ocho en el examen de dominio de inglés que aplique el Centro de Lenguas Extranjeras (CENLEX) Zacatenango o Santo Tomás;
 - La presentación de una constancia de estudios realizados en los Cursos Extracurriculares de Lenguas Extranjeras (CELEX) del IPN, avalada por la Dirección de Formación en Lenguas Extranjeras.
 - La presentación de una constancia de otro tipo de examen reconocido nacional o internacionalmente y aprobado por el Colegio Académico de Posgrado. Este tipo de constancias deberán ser avaladas por la Dirección de Formación en Lenguas Extranjeras para verificar el cumplimiento del dominio requerido del idioma así como de vigencia correspondiente.

Para mayor información consultar la siguiente liga: <http://www.cenlex.ipn.mx> o <http://www.stomas.cenlex.ipn.mx>

REQUISITOS PARA OBTENCIÓN GRADO ACADÉMICO de conformidad con el Artículo 46º del Reglamento de Estudios de Posgrado: http://www.posgrado.ipn.mx/Documentos/registro_posgrado.pdf

Para obtener el grado de maestría, el alumno deberá:

- Estar registrado en el programa de maestría correspondiente;
- Haber cumplido con los requisitos señalados en los artículos 7 y 26 del presente Reglamento;
- Haber cumplido el programa individual de estudios asignado por el colegio de profesores, y
- Para las maestrías en ciencias y maestrías en ingeniería con orientación científica, adicionalmente el alumno deberá haber desarrollado una tesis con las características señaladas en el presente Reglamento y aprobado el examen de grado.

Para las maestrías en ingeniería con orientación profesional y maestrías en administración, el requisito de elaboración de tesis podrá ser sustituido por el desarrollo de una tesis y examen de grado o por un examen general de conocimientos escrito. En ambos casos, el colegio de profesores correspondiente propondrá a la Secretaría las características de estas evaluaciones, quien las aprobará, en su caso, con la opinión favorable del colegio académico.

En aquellos programas de maestría en que se haya autorizado la opción de examen general de conocimientos para la obtención del grado, cada alumno deberá manifestar por escrito, a más tardar al finalizar el segundo semestre de estar inscrito en el programa, su intención de obtener el grado por esa vía. De no haber dicha manifestación, se entenderá que selecciona la opción de tesis o tesis. Una vez cumplido el lapso antes señalado sin dicha manifestación escrita, el alumno sólo tendrá la opción de elaboración de tesis o tesis y examen de grado.

PROCESO DE ADMISIÓN

| ACTIVIDAD | FECHAS |
|---|--|
| Registro de aspirantes en línea. http://www.esiatc.ipn.mx Capturar documentación completa y protocolo (1500 palabras máximo). | 4 al 6 de junio 2021 |
| Examen de Inglés. | 21 al 25 de junio 2021 Por confirmar con CENLEX |
| Examen de conocimientos. | 28 de junio 2021 |
| Entrevista y defensa de protocolo de investigación. Donativo | 1 al 2 de julio 2021 (según programación) |
| Publicación de resultados* en la página del posgrado: http://www.esiatc.ipn.mx *El fallo será inapelable. | 9 de julio |
| Inscripción. **Trámite personal. | 2 al 6 de agosto 2021 |
| Inicio de clases. | 9 de agosto 2021 |

DIRECTORIO:
M. EN C. EZEQUIEL ROJAS HERNÁNDEZ
JEFE DE LA SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
erolash@ipn.mx
Ext.56017 y 56087

Dr. FRANCISCO ESTRADA GODOY
COORDINADOR DEL PROGRAMA
festrada@ipn.mx
Ext. 56010 y 56017

Dr. DANIEL ROMO RICO
JEFE DEL DEPTO. DE INVESTIGACIÓN
dromorico@ipn.mx
Ext. 56047

M. EN C. PEDRO VERA SÁNCHEZ
JEFE DEL DEPTO. DE POSGRADO
pveras@ipn.mx
Ext.56010

Av. Ticomán No 600; Col. San José Ticomán; Delg. Gustavo A Madero; México D.F. C.P. 07340; Teléfono 57 29 60 00 Ext. 56017 <http://www.esiatc.ipn.mx>

Necesitas la Tabla del tiempo geológico?

https://www.geosociety.org/GSA/Education_Careers/Geologic_Time_Scale/GSA/timescale/home.aspx

Asociaciones de Geología y Geofísica

AMGP: <https://www.amgp.org/>

AAPG: <https://www.aapg.org/>

AMGE: <https://amge.mx/>

SEG: <https://seg.org/>

UGM: <https://ugm.org.mex>

Gaceta Geológica de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros

<https://www.amgp.org/publicaciones/gacetas/nacional>

Sequence Stratigraphy: Methodology and Nomenclature

Octavian Catuneanu, William E. Galloway, Christopher G. St. C. Kendall, Andrew D. Miall, Henry W. Posamentier, André Strasser, and Maurice E. Tucker

https://pdfs.semanticscholar.org/011f/5297d-b5d4661d42f5b7148e87d07677e0f63.pdf?_ga=2.234966403.38414444.1612560076-1551899140.1612560076

El Código de Nomenclatura Estratigráfica está disponible en el siguiente sitio en la red:

https://www.researchgate.net/publication/330409455_North_American_Stratigraphic_Code

Aquí puedes bajar la Tabla Cronoestratigráfica Internacional:

<https://stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2018-07.pdf>

Clasificación de las rocas sedimentarias: <http://www.kgs.ku.edu/General/Class/sedimentary.html>

Escala Granulométrica: <https://www.britannica.com/science/grain-size-scale>

English-Spanish and Spanish-English
Glossary of Geoscience Terms

Gary L. Prost

Glosario de Geología (Español)
Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas, y Naturales
https://www.ugr.es/~agcasco/personal/rac_geologia/rac.htm

<https://garyprostgeology.com/publications>

Un Recorrido Geológico de la Cuenca La Popa, Nuevo León, Mexico

Gary L. Prost*

Introducción

La Cuenca La Popa es admirada por sus afloramientos excepcionales de tectónica salina. Este transecto de 337 km nos llevará desde la zona frontera del Golfo de México a través de estructuras gigantes de sal de la Cuenca La Popa, hasta los pliegues frontales de la Sierra Madre Oriental. Examinaremos los levantamientos estructurales con núcleos de sal jurásica y las soldaduras de sal, y su relación con los carbonatos de la plataforma. Cerca de Monterrey, veremos pliegues de antepaís desarrollados en depósitos sintectónicos a lo largo del flanco sur de la Cuenca La Popa, así como también, enormes pliegues Laramídicos de despegue de la Sierra Madre Oriental, que se desarrollaron sobre una superficie de decollement evaporítico.

Overview

The La Popa Basin is admired for its outstanding exposures of salt tectonics. This 337 km transect will take us from the Gulf of Mexico borderlands across giant salt structures of the La Popa Basin to the frontal folds of the Sierra Madre Oriental. We will examine Jurassic salt-cored uplifts and salt welds and their relationship to platform carbonates. Near Monterrey we will see foreland folds developed in syntectonic deposits along the south flank of the La Popa Basin, as well as enormous Laramide detachment folds of the Sierra Madre Oriental that developed on an evaporite decollement surface.



Fig 1. Map of the La Popa Basin geo-tour.

Begin—Monterrey

Monterrey, the largest city and capital of Nuevo León, lies at the boundary between the La Popa Basin and Sierra Madre Oriental. The La Popa Basin is part foreland basin, part Gulf of Mexico margin basin. The Sierra Madre Oriental is a classic Laramide-age fold-thrust belt.

Geologic Background

The La Popa Basin developed east of the Coahuila block, a basement block uplifted during the Triassic-Jurassic opening of the Gulf of Mexico (Figures 2, 3). Jurassic salt and gypsum were deposited by evaporating seawater when the basin was temporarily isolated during initial rifting. These evaporite units are overlain by as much as 7 km of rock ranging in age from Early Cretaceous to Paleogene. The lower 3 km is mainly limestone with minor shale, whereas the upper 4 km is primarily shale and sandstone. The transition from carbonate to clastic deposits indicates the uplift and erosion of the Sierra Madre Oriental to the south.

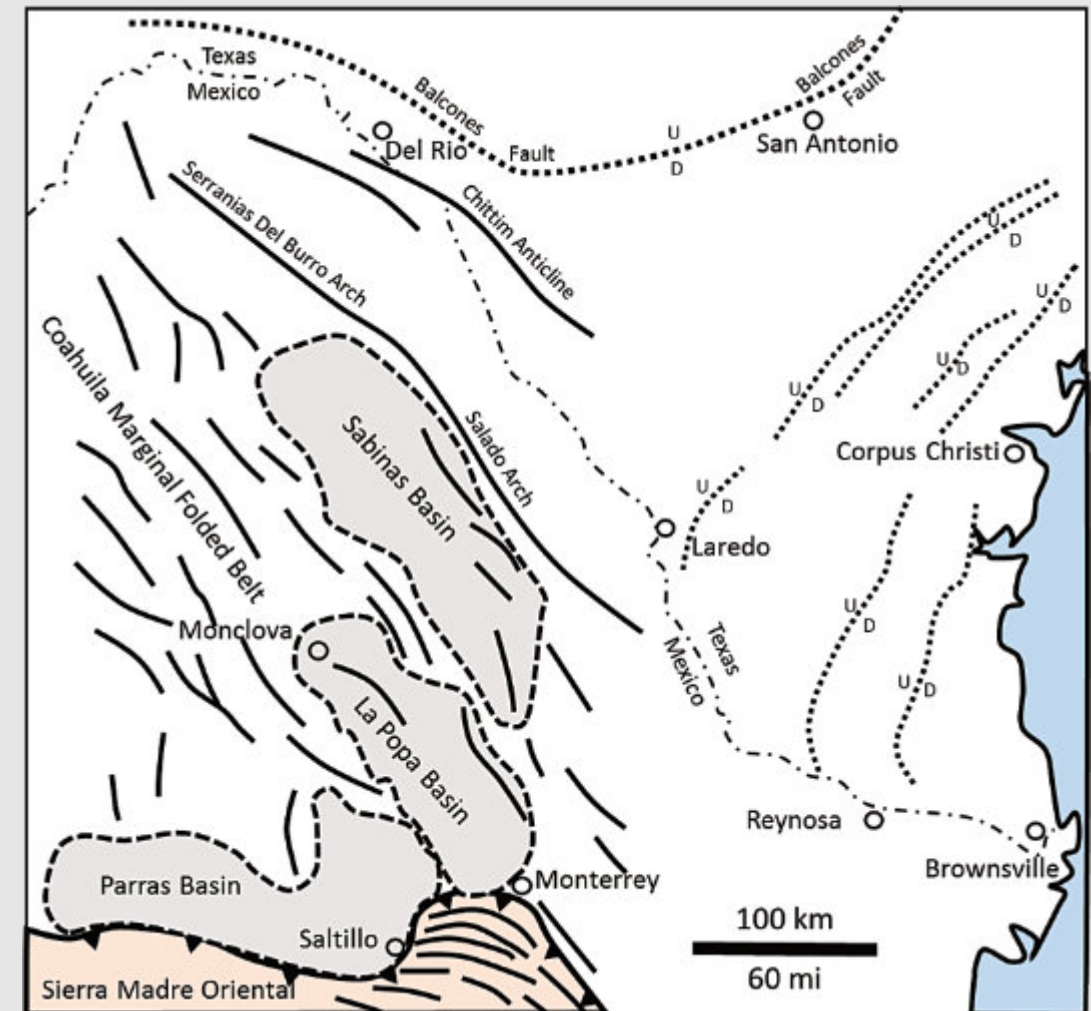


Fig. 2. Tectonic setting of the La Popa Basin. Solid lines represent anticlines and uplifts; dotted lines are normal faults (D = down; U = up). Modified after Fischer and Jackson, 1999.

Diapirism, the slow upward movement of salt and gypsum, is a result of low-density rocks moving, by buoyancy and compression, into higher-density sedimentary rocks. Upward movement began shortly after deposition and influenced the sedimentation of later units in the basin. Salt movement, as determined by sediment thickness variations, initiated in the Lower Cretaceous (probably Aptian) and continued until just after early Eocene time.

During latest Cretaceous (Maastrichtian), northeast-directed shortening and folding of the Sierra Madre Oriental began to overprint the earlier salt deformation (Eguiluz de Antuñano, 2017). Thrusting is similar in style to the 'thin-skinned' Sevier Orogeny of North America, but occurred later in time, closer to the Laramide Orogeny (80–35 Ma) and is generally called Laramide (Gray and Lawton, 2011). The timing of deformation is revealed by thinning of sedimentary units. The Maastrichtian Muerto Formation, for example, thins over the El Gordo salt dome, but maintains a constant thickness over the nearby El Gordo Anticline.



Fig. 3. Upper Jurassic paleogeography and distribution of evaporites in northeast Mexico. Arrows show movement of seawater to areas of evaporation. Modified after Eguiluz de Antuñano et al., 2000.

Thus, uplift of the diapir occurred before deposition of the Muerto Formation, and movement on the anticline was later. The large anticlines and synclines in the La Popa Basin are considered to be detachment folds above Jurassic evaporites.

The foreland basins contain sediments ranging in age from Late Triassic to Eocene (Figure 4). The Late Triassic-Early Jurassic pre-rift/early rift section is primarily red-bed sandstone and shale with some volcanics: the units include the Upper Triassic El Alamar and Lower-Middle Jurassic La Boca formations, equivalent to the Gulf Coast Eagle Mills Formation. These are overlain by Upper Jurassic salt and gypsum of the Olvido and Minas Viejas formations, equivalent to the Louann Salt of the Gulf Coast (Wilson et al., 1984). Both salt and gypsum occur north of Monterrey; mainly gypsum occurs south of there. Gypsum forms the main detachment surface in the Monterrey Salient of the Sierra Madre Oriental, the large bend in the mountain front south of Monterrey.

Limestone ramp and nearshore clastic deposits of the Late Jurassic Zuloaga Formation surround the Coahuila peninsula block. The Zuloaga is equivalent to the Smackover of the U.S. Gulf Coast.

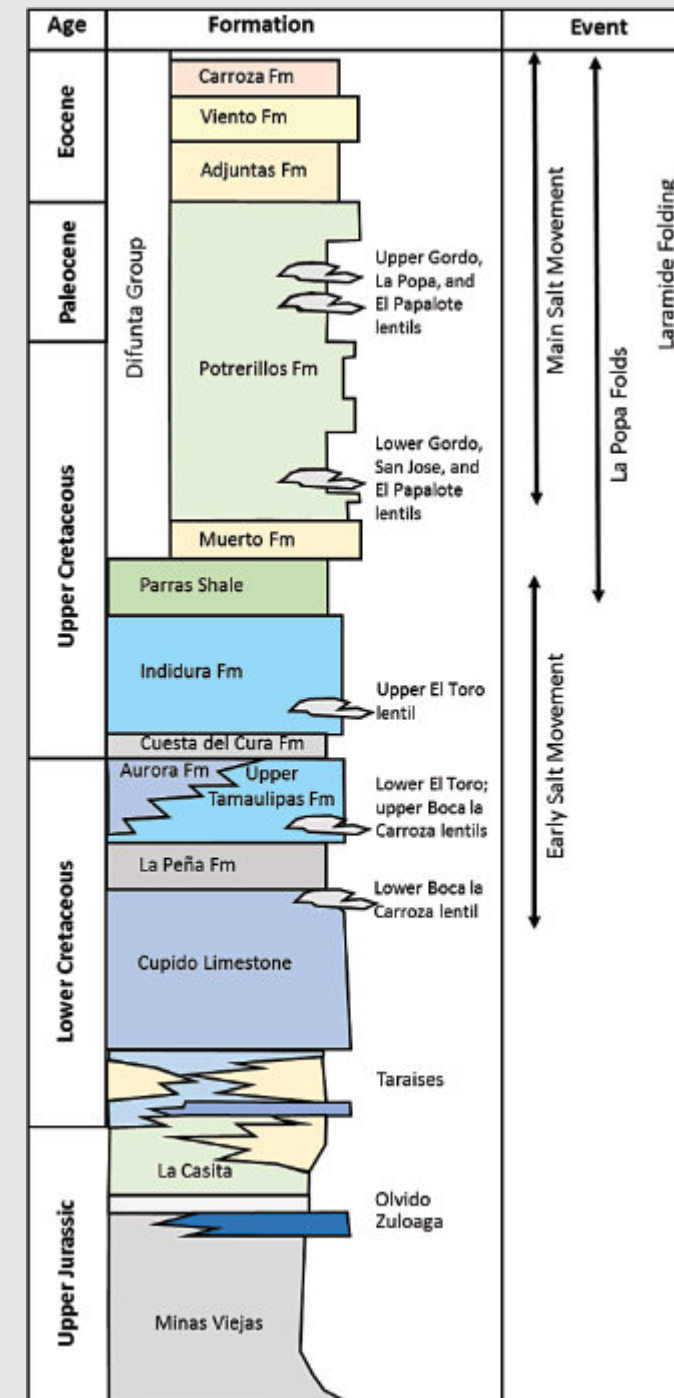


Fig. 4. Formations exposed in the La Popa Basin. Modified after Gray and Lawton, 2011; Cross, 2012.

This succession is overlain by Late Jurassic shale and sandstone of the La Casita Formation, equivalent to the Cotton Valley-Buckner section on the Gulf Coast. In latest Jurassic time, La Casita limestone was deposited across the La Popa Basin; the La Casita grades laterally into shale and sandstone near the Coahuila peninsula.

A carbonate platform developed around the Coahuila peninsula as sand and shale deposition decreased during the Lower Cretaceous. The Taraises Formation, an open-shelf carbonate (equivalent to the Hosston on the Gulf Coast), was followed by the Cupido Formation, a massive reef limestone. Both the Taraises and Cupido grade laterally into the Lower Tamaulipas limestone farther south. The Cupido is equivalent to the Sligo of the Gulf Coast. Cupido platform limestones were buried under marine shale of the La Peña Formation (Pearsall equivalent), which thickens south and west of the platform.

Above the La Peña is basinal limestone of the Cuesta del Cura and Aurora formations, equivalent to the Glen Rose-Fredricksburg section in Texas. Upper Cretaceous strata include interbedded deep-water limestone and shale of the Agua Nueva-San Felipe (Eagle Ford and Austin Chalk), and Parras Shale. Shale becomes dominant up-section. The uppermost Cretaceous is represented by interbedded shale and sandstone of the Difunta Group foreland facies, time equivalent to the Taylor-Navarro section in Texas. These units are capped by Paleocene-Eocene sandstone and shale units and recent alluvium.

The Sierra Madre Oriental thrust belt is a result of convergence and subduction along the Pacific coast of Mexico that caused uplift and regional northeast-directed thrusting. Deformation in the Sierra Madre Oriental consists of gigantic Laramide-age folds detached above Jurassic gypsum. In the Monterrey Salient, those folds turn a corner from east-west to north-south. Deformation began in Late Cretaceous time in the hinterland to the southwest, and is as young as Eocene in the frontal folds that extend into the La Popa Basin. The amount of shortening is estimated around 33% in the Monterrey Salient.

Monterrey airport to Potrero Chico: Leave Monterrey airport and turn left (west) on México 54; turn right (northwest) onto Nuevo Leon 100 and drive to México 53; turn right (north) on México 53 and drive to Niños Heroes in Hidalgo; turn left and take Niños Heroes to Porfirio Diaz; turn left on Porfirio Diaz and drive to Guadalupe Lozano; turn right on Guadalupe Lozano and drive to Gral. Francisco Villa; turn left on Gral. Francisco Villa, which becomes Potrero Chico; continue on Potrero Chico until it merges with Antiguo Camino a Potrero Chico; follow signs to **Stop 1, Parque Recreativo Potrero Chico** (25.949032, -100.476218), a total of 48.9 km (~54 min).

Stop 1 Entrance to Potrero Chico

It is difficult to describe Potrero Chico as small. The massive enclosing walls are up to 880 m high (Figures 5, 6). The central pasture is the result of salt and gypsum being dissolved in the core of the mountain (Figures 7, 8).

You are between vertical walls of Lower Cretaceous Cupido Formation limestone. These shear cliffs attract rock climbers from around the world (Figure 6). The Cupido Formation was deposited in reef and fore-reef environments. Rudist reefs, as well as accumulations of fore-reef corals broken by waves and storms, can be seen along the road (Figure 9).

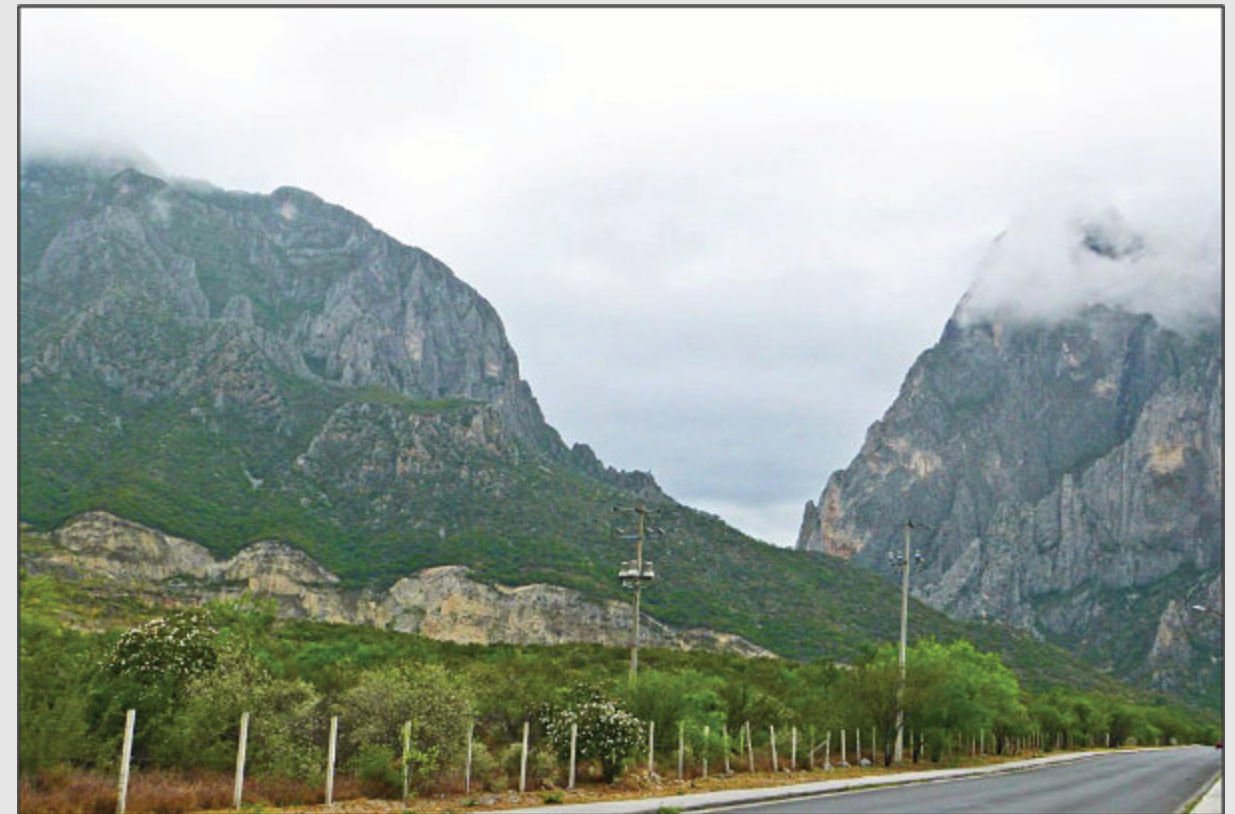
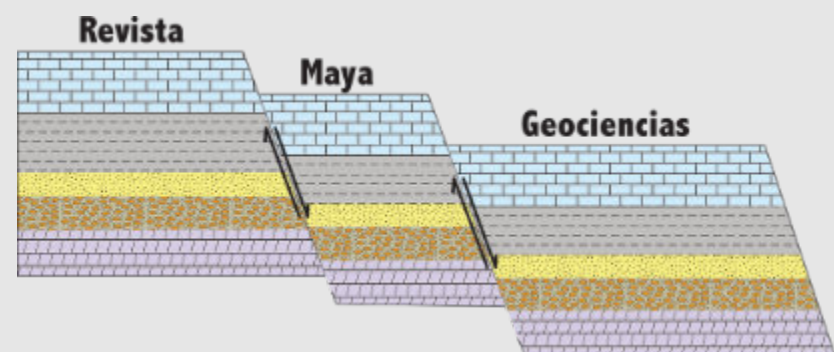


Fig. 5. View west to entrance to Potrero Chico. Cliffs are Lower Cretaceous Cupido Formation limestone.

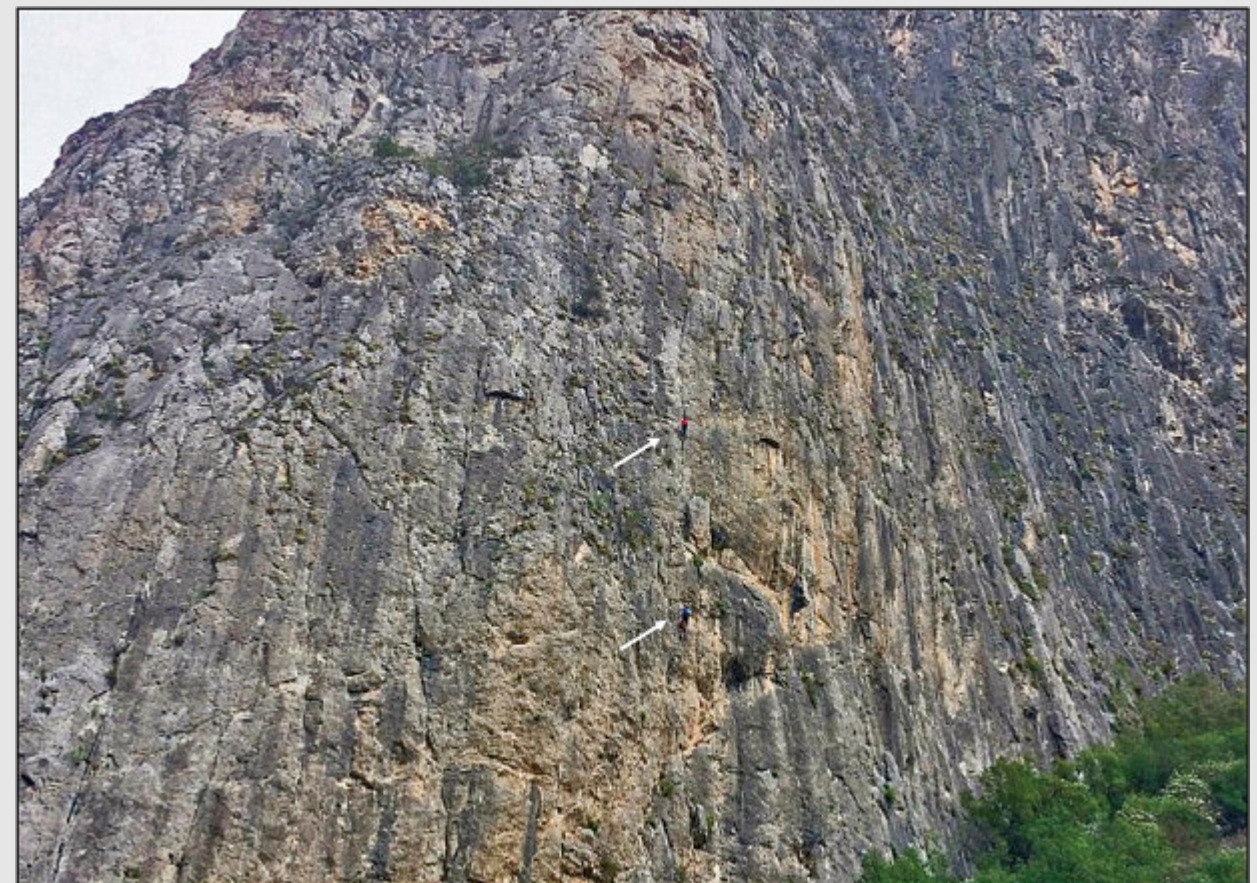


Fig. 6. Vertical wall of Cupido Formation. Note the climbers (arrows).

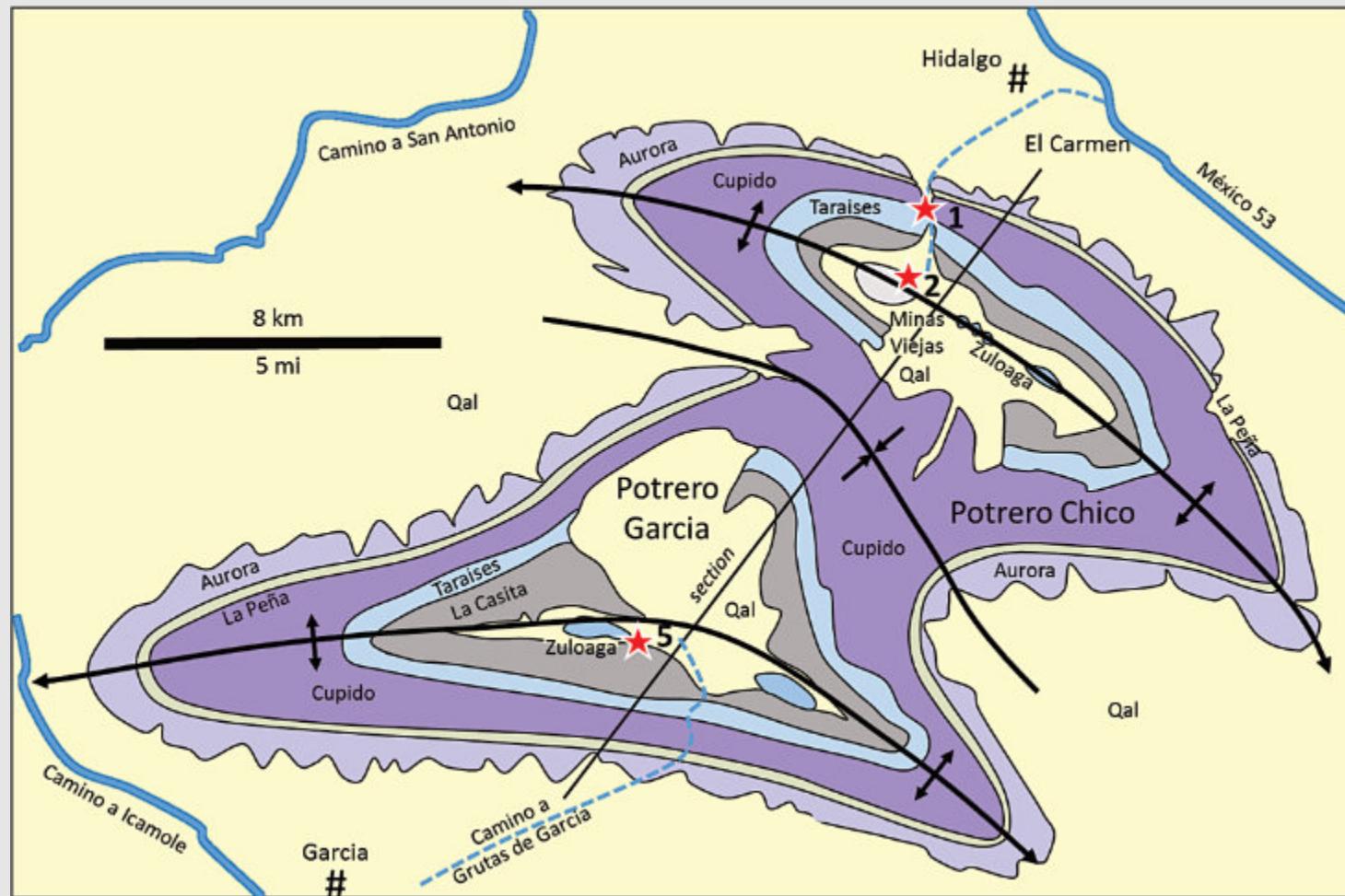


Fig. 7. Geologic map of Potrero Garcia and Potrero Chico, Sierra El Fraile. Modified after Russell et al, 1984.



Fig. 9. Rudist reef limestone in the Cupido Formation, entrance to Potrero Chico. Centimeter scale is shown.

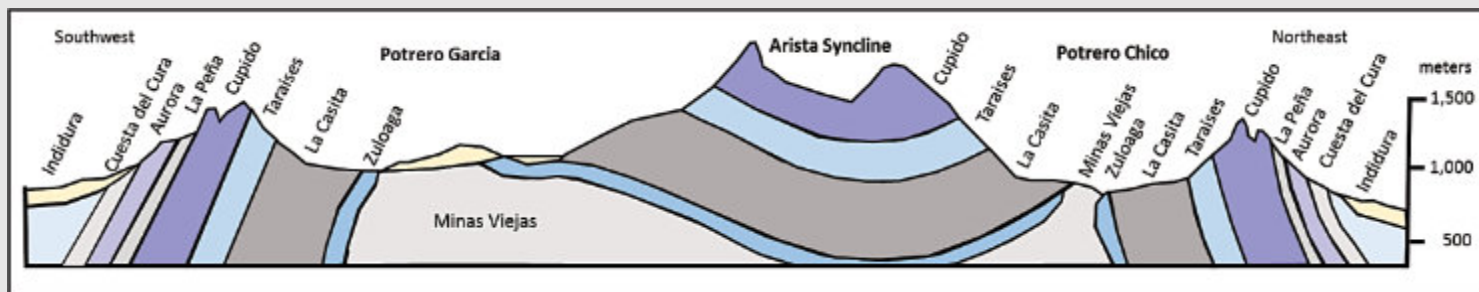


Fig. 8. Cross section through Potreritos Garcia and Chico. Modified after Weidie and Ward, 1987.

Entrance Potrero Chico to Potrero Chico Diapir: Drive 1.6 km (1 mi; ~2 min) south into Potrero Chico to **Stop 2, core of Potrero Chico** (25.949032, -100.476218). Walk northwest about 200 m to gypsum outcrops.

Stop 2 Potrero Chico Diapir

Jurassic Minas Viejas Formation gypsum is exposed in the center of the valley (Figure 10). Flow structures and bits of red-purple shale inclusions occur in the gypsum. The PEMEX Los Ramones #1 well east of Monterrey encountered 1,067 m of salt and gypsum (Weidie and Ward, 1987). The total thickness of salt in the core of Potrero Chico has been estimated at over 2 km.

Uniquely in northern Mexico, the La Popa Basin contains salt and gypsum diapirs. Potrero Chico is one of many diapirs near Monterrey. Others include Potrero Garcia, Potrero Grande, El Gordo, El Papalote, and La Popa. The diapirs, circular to anticlinal folds, began to flow and uplift the overlying rocks while the Late Cretaceous Cupido Formation limestone was still being deposited. Lenticular reefs, or “lentils,” grew on slightly elevated areas above the early salt domes. The latest documented movement on these domes is early Eocene.



Fig. 10. Outcrop of Minas Viejas gypsum in the core of Potrero Chico.

Above the salt and gypsum is the 550 m thick Zuloaga Limestone, overlain by the largely covered La Casita Formation limestone, the Taraises Formation limestone, and the Cupido Limestone that forms the vertical walls of the potrero.

Potrero Chico to Soldadura La Popa: Return to México 53 and turn left; drive northwest on México 53 to a road on the left to San José de la Popa; turn left and drive west on an unimproved track; immediately after the track to “Los Lirios” turn left (southwest) and head for the gap in the ridge ahead; drive through the ridge and pull over at **Stop 3, Soldadura La Popa** (26.091334, -100.692186), a total of 35.8 km (~42 min).

Stop 3 Soldadura La Popa

The “soldadura” is a weld, or shear zone between two bodies of rock that once contained rising salt (Figures 11, 12, 13). The salt has since moved on and the two sides are now in apparent fault contact. This northwest-trending salt weld puts a near-vertical Cupido limestone lentil to Parras Shale (northeast side) against Paleocene-Eocene sandstone of the Viento Formation (southwest side; Figures 12, 13, 14, 15). The weld contains veins of gypsum and dead oil (bitumen), indicating that hydrocarbons at one time migrated through the zone.



Fig. 11. Google Earth satellite image of the Soldadura La Popa and El Papalote stops. Imagery © 2019 CNES/Airbus; Landsat/Copernicus; Maxar Technologies.

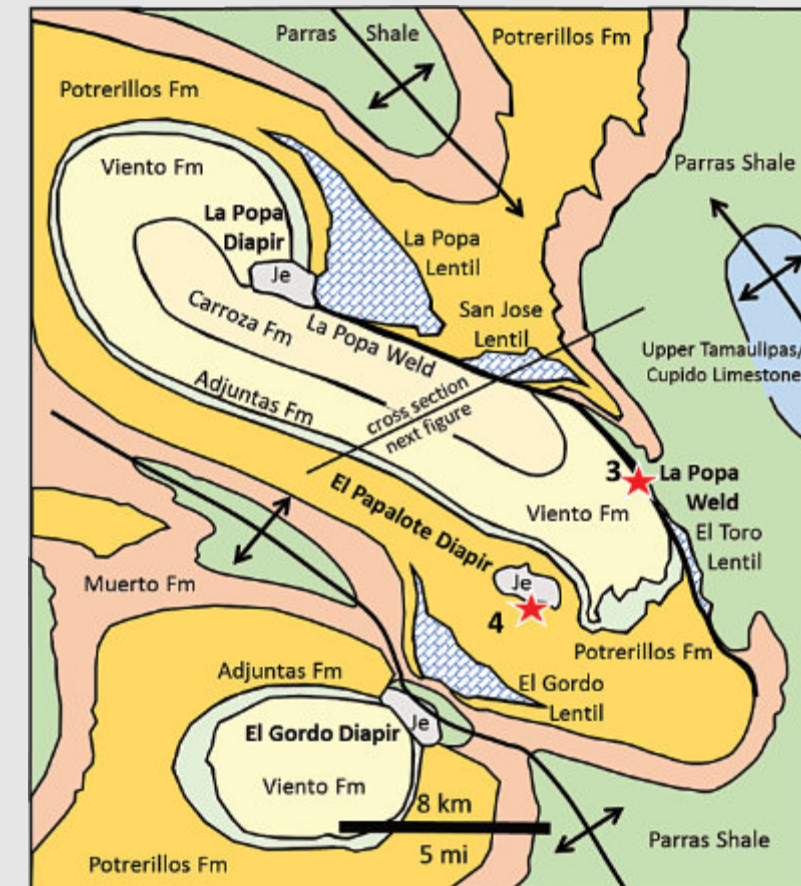


Fig. 12. Simplified geologic map of part of the La Popa Basin. Je = Jurassic evaporite (salt and/or gypsum). Stars indicate stops. Modified after Giles and Lawton, 2002.

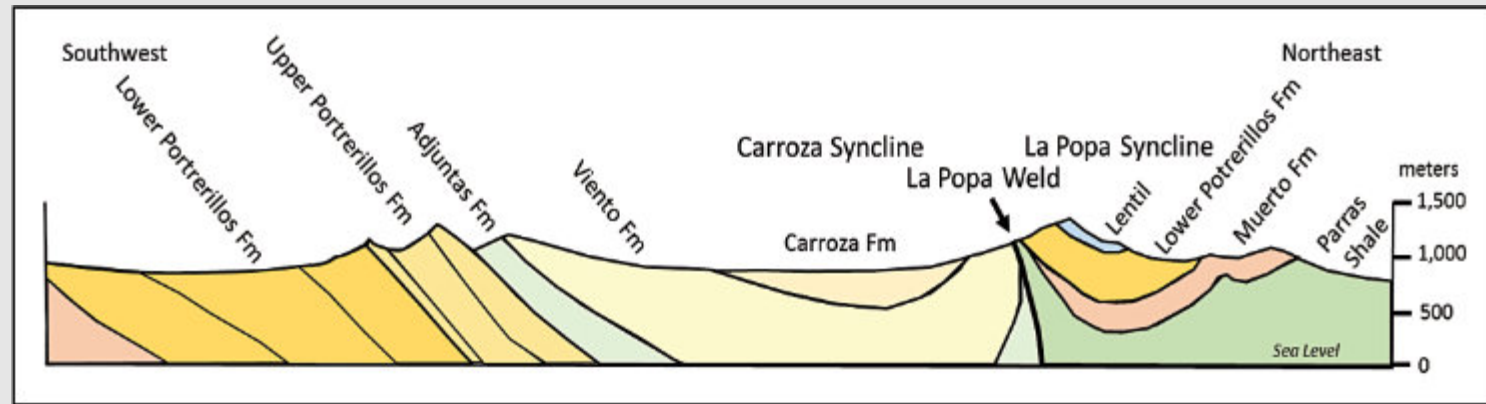


Fig. 13. Cross section through the Soldadura near Stop 3. Modified after Smith et al., 2012.



Fig. 14. View southeast along the salt weld. Near-vertical Cupido Limestone is on the northeast (left) side of the figure; Tertiary Viento Formation is on the southwest (right) side.



Fig. 15. Detail of the Soldadura La Popa salt weld showing near-vertical shear fabric containing broken, elongated, and aligned rock fragments. View southeast.

Soldadura La Popa to El Papalote Diapir: Return to México 53 and turn right (south); drive 3.5 km to the curve in the highway and a graded dirt road (no sign); turn right (west) onto the road and drive to Yesera Monterrey (gypsum mine) at **Stop 4, El Papalote Diapir** (26.066681, -100.749020), a total of 24.4 km (~35 min). Stop at gate and request permission to enter the mine.

Stop 4 El Papalote Diapir

Gypsum is being actively mined at this diapir. Layers adjacent to the diapir show thinning and intense deformation. Patch reefs (“lentils”) that grew on the rising salt dome can be seen outside the mine (Figures 16, 17). These reefs grow on the seafloor above the diapir and are rotated to the side as the dome continues to uplift. New reefs grow on the high point during the next period of stability (Vega and Lawton, 2011). You can see flow structures, folding, and limestone inclusions within the gypsum (Figure 18).

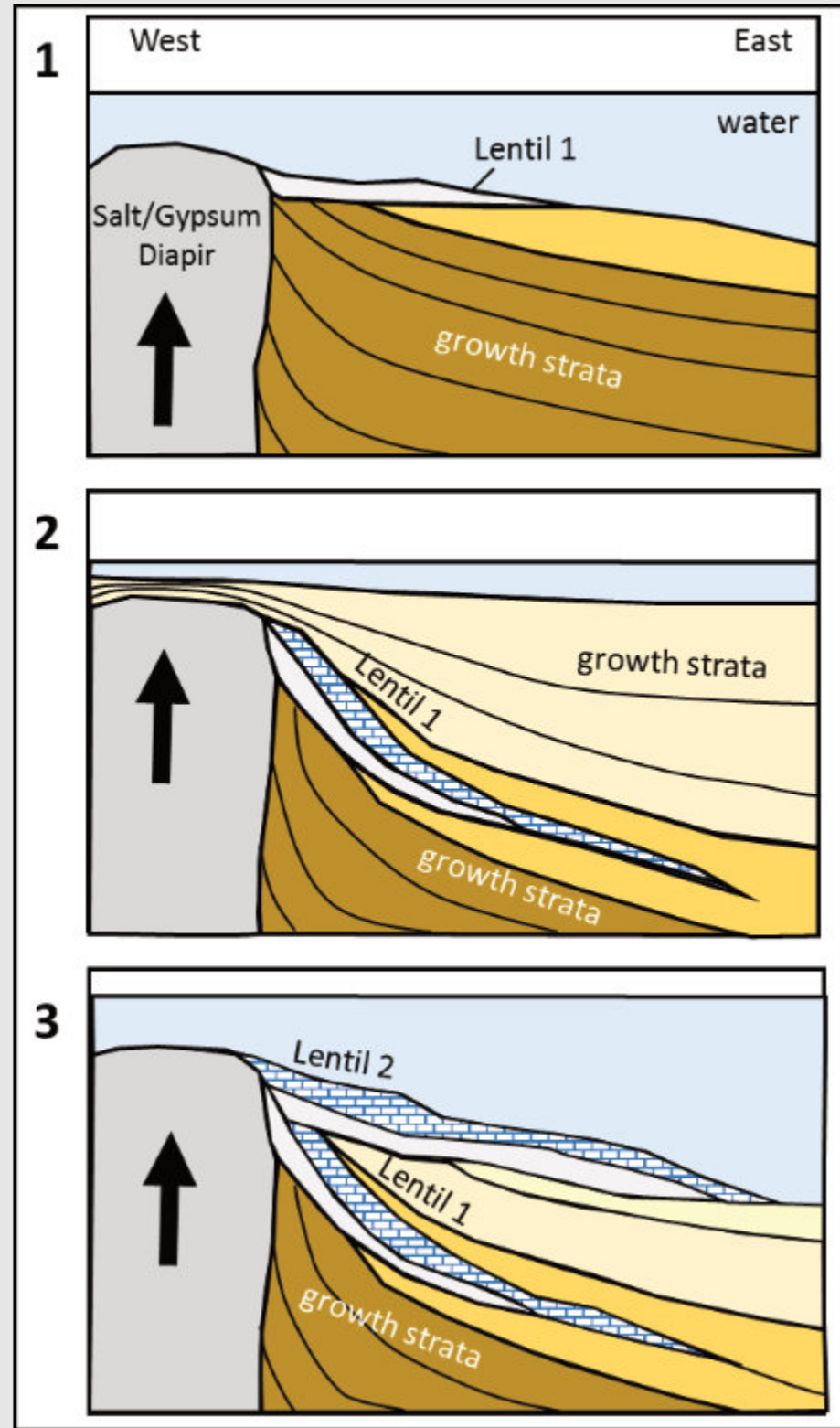


Fig. 16. Upper Cretaceous to Early Paleogene development of El Papalote Diapir. 1) The diapir breaches the sea bottom and forms a dome. Lenticular reefs, or "lentils," grow on slightly elevated areas above the dome. 2) Sediments bury the dome as it continues to rise. 3) A repeat of step 1 creates a second lenticular reef. Modified from Giles and Lawton, 2002.

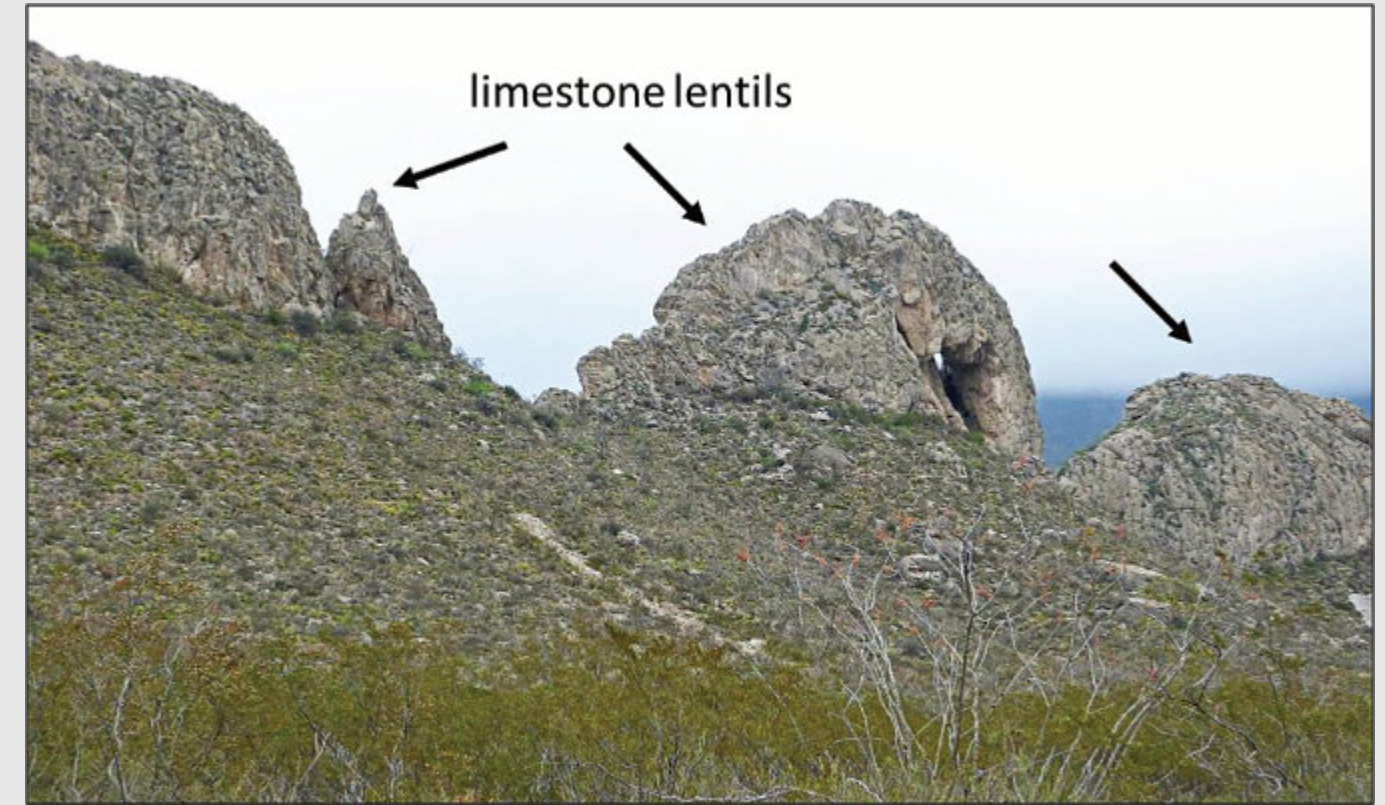


Fig. 17. Lower Cretaceous reef lentils adjacent to El Papalote Diapir.



Fig. 18. Shale inclusions in gypsum, El Papalote Diapir, Yesera Monterrey mine.

As you approach and leave the Yesera (gypsum quarry), the west-dipping ridges north of the road contain the Cretaceous-Tertiary (KT) boundary just below the ridge top (Figure 19).

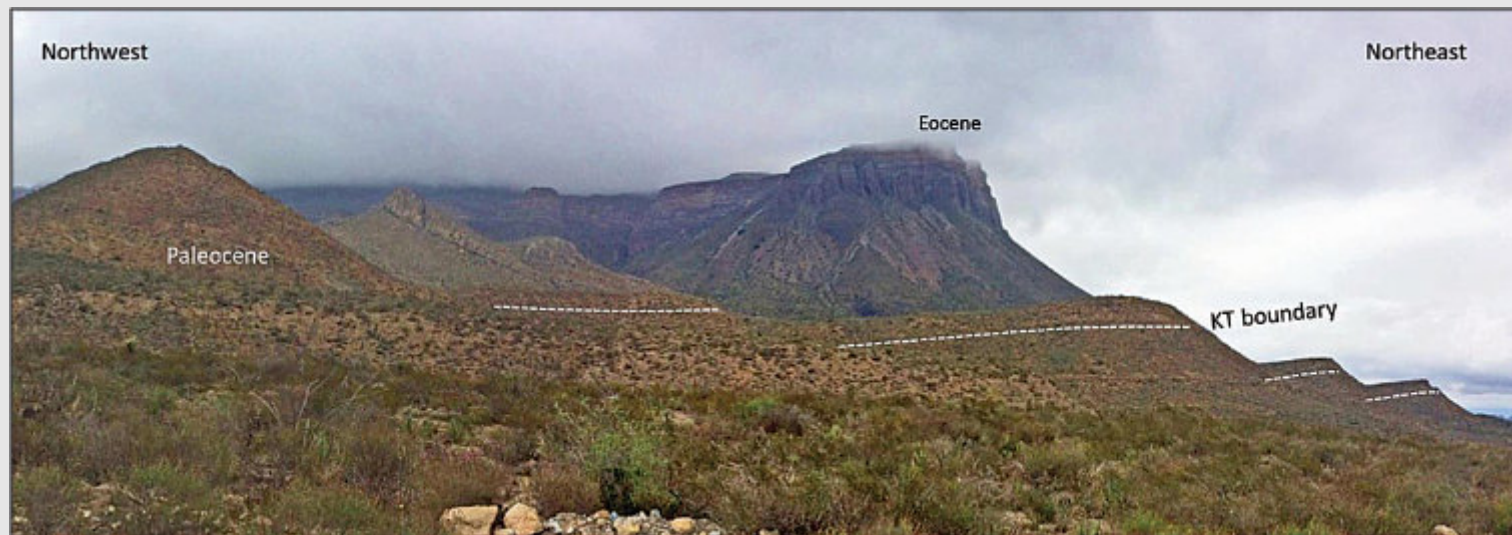


Fig. 19. View north to the K-T boundary just east of Yesera Monterrey.

The mine administration prefers advance notice of visitors. Groups are required to sign a safety waiver and use a guide while in the mine.

Address: Yesera Monterrey, Serafín Peña 938 Sur, Centro, 64000 Monterrey, N.L., Mexico.
 Phone: +52 (81)8345-1200 or +52 (81)8345-1122
 Email: infoyesera@gpromax.com
 Website: www.yeseramonterrey.com/

El Papalote to Potrero Garcia: Return to México 53 and turn right (south); just before the town of Mina turn right (west) toward San Antonio de Arista; continue west on Camino a San Antonio till you see the sign to “Garcia 19 km;” turn left (southeast) and take Camino a Icamole to Garcia; on the northern outskirts of Garcia bear left onto Camino a Grutas de Garcia and drive to the “Centro Recreativo Los Faisanes.” Turn left (west) and drive 1.5 km on a dirt track to a large excavation in the core of the structure. This is **Stop 5, Potrero Garcia** (25.869972, -100.543506), for a total of 76.7 km (~1 h 23 min).

Stop 5 Potrero Garcia

Potrero Garcia is the western part of the Sierra El Fraile, immediately adjacent to Potrero Chico. Potrero Garcia is another gigantic evaporite-cored anticline (Figure 20). As you enter the structure you pass near-vertical, 790 m high walls of Lower Cretaceous Aurora, La Peña, Cupido, and Taraises formations.

Las Grutas are caves developed in the Lower Cretaceous Cupido limestone. The caves may have formed as long ago as 50 to 60 million years, but were not discovered until Juan Antonio Sobrevilla stumbled onto them in 1843. Individual chambers are up to 300 m long and 105 m deep. The caves have been developed for tourism: a 2.5 km trail passes through 16 separate chambers, while the temperature is a constant 18 °C. The caves contain a remarkable collection of stalagmites and stalactites. One of the most impressive chambers, “El salón de la luz,” actually has outside light filtering through the ceiling rock.

The core of the uplift collapsed over dissolved evaporites (Figures 21, 22). Locally, salt is mined from the evaporite layers by pumping water into the unit, then separating the salt from the produced brine.



Fig. 20. The outer walls of Potrero Garcia consist of Cretaceous Aurora over Cupido limestone. View north from near the town of Garcia.



Fig. 21. Interior of Potrero Garcia looking west. Walls are outward-dipping Cupido over Taraises formations.



Fig. 22. Outcropping gypsum of the Jurassic Minas Viejas Formation in the core of Potrero Garcia.

Potrero Garcia to Torre Microondas: Return to Garcia and turn left (south) on Eje Metropolitano 36/Av Abraham Lincoln; drive southeast on EM 36 to México 100 and turn right (southwest) onto México 100; take México 100 to México 40 West; drive west on México 40 for 20 km to an unmarked dirt road to PEMEX Station 7 and Pista Huracanes on the right; drive 225 m east to an unmarked road on the left just before Pista Huracanes; turn left and drive on a rock-paved road to **Stop 6, Torre Microondas** (25.663961, -100.749169) on top of the mountain, a total of 61.3 km (~1 h 26 min).

Stop 6 Torre Microondas

We are now in the frontal folds of the Sierra Madre Oriental. Even before you reach the mountain front, large folds have developed in the younger, syntectonic foreland strata of the Difunta Group.

To the west and north you see folds in the Upper Cretaceous to Paleocene Difunta Group (Figure 23). Folding in these shales and sandstones is more-or-less symmetrical. A close look at the shale reveals a pervasive cleavage that indicates a fair amount of burial since the end of Cretaceous time.

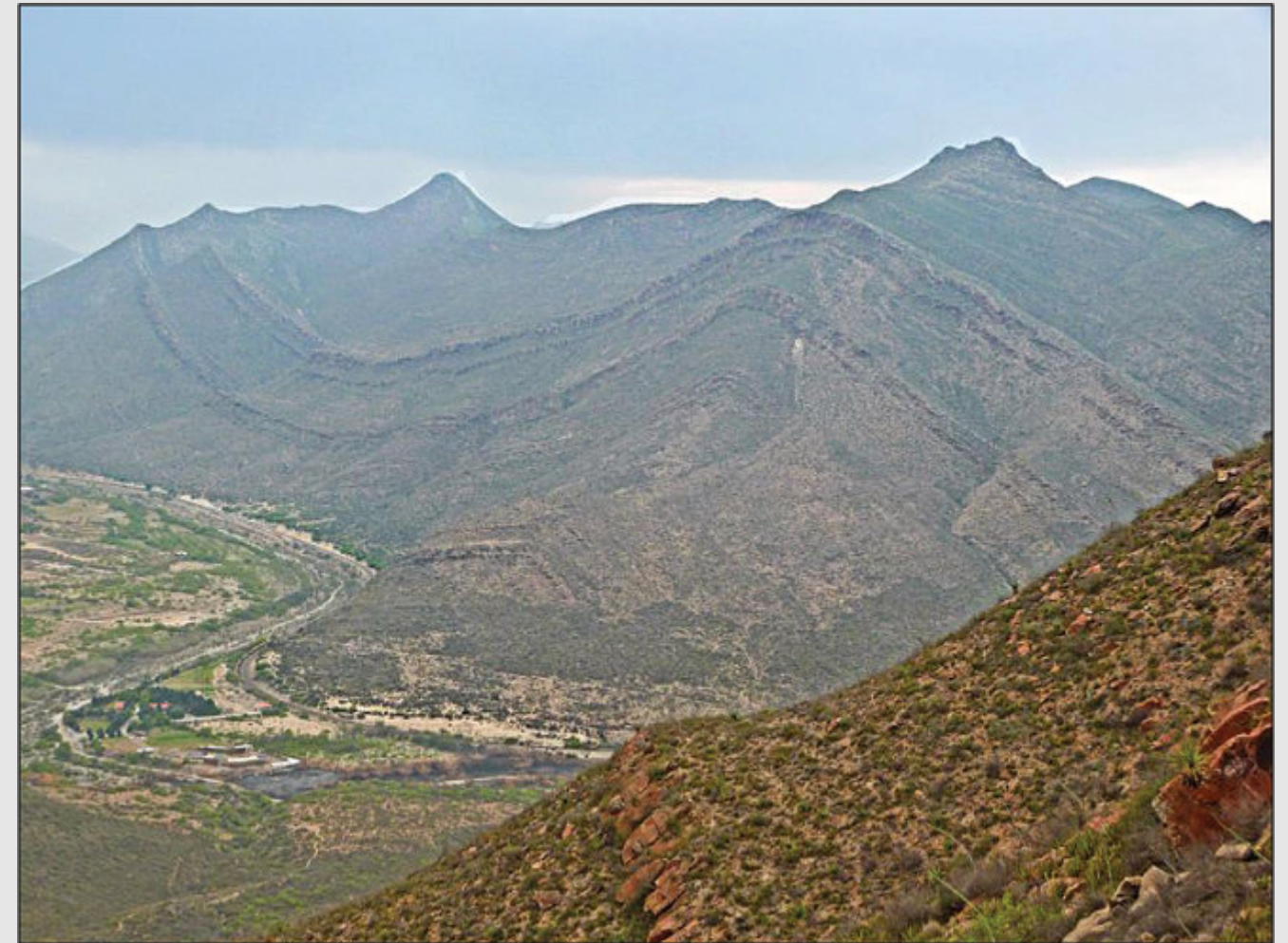


Fig. 23. View west from the microwave tower to open folds in the Difunta Group.

From atop this 1620 m ridge you can see the sweeping arc of the Sierra Madre Oriental to the south. Starting with Anticlinal de Los Muertos, the frontal fold of the Monterrey Salient is visible to the east and southeast (Figures 24, 25). Anticlinal Los Muertos is a box fold characterized by long, straight flanks and abrupt changes in dip at fold hinges. The fold is overturned toward the north in Cortinas Canyon southeast of here (Figure 24) and in Los Nuncios Canyon southwest of here (Figure 26).



Fig. 24. View southeast from the microwave tower to the overturned north limb of Anticlinal de Los Muertos at Cortinas Canyon. Cliffs are Lower Cretaceous Cupido Limestone. A small parasitic fold is enlarged on the right.



Fig. 25. View east from the microwave tower to the overturned north flank of Anticlinal de Los Muertos. Fog fills the valley containing Monterrey.

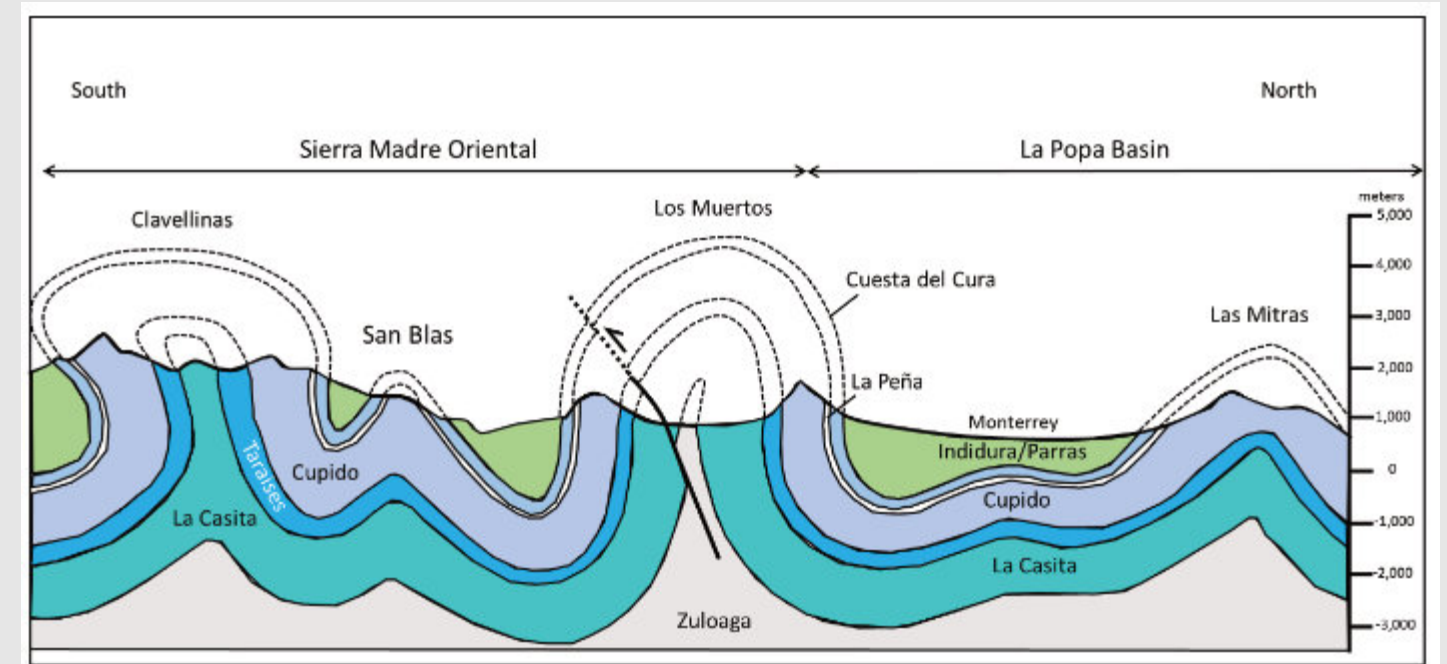


Fig. 27. Cross section through the Sierra Madre mountain front at Monterrey show detachment folds. Modified after South Texas Geological Society, 1999.

Return to México 40 and drive east to México 100; turn left (northeast) onto México 100 and drive around the north side of Monterrey to the airport turnoff. Follow the signs to the airport (89 km; 1 hr 25 min).

If you enjoyed this geo-tour, please check out others in the Geologic Tours of the World series, <https://www.routledge.com/Geologic-Tours-of-the-World/book-series/GTW> (Prost, 2020).

Acknowledgments

The assistance of Jon Blickwede and Samuel Eguiluz de Antuñano is gratefully acknowledged.

References

Cross, G.E. 2012. Evaporite deformation in the Sierra Madre Oriental, northeastern Mexico: Décollement kinematics in an evaporite-detached thin-skinned fold belt. PhD Dissertation, University of Texas Austin, TX, 575 p.

Eguiluz de Antuñano, S. 1991. Interpretación geológica y geofísica de la curvatura de Monterrey, en el noreste de México. Revista Ingeniería Petrolera, v. 31, pp. 25–39.

Eguiluz de Antuñano, S. 2017. Exploración Petrolera en el Frente Plegado Laramide de la Sierra Madre Oriental. CIENCIA UANL No. 85, pp. 21–26.

Eguiluz de Antuñano, S., M. Aranda-García, and R. Marrett. 2000. Tectónica de la Sierra Madre Oriental. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, v. LIII, pp. 1–26.

Fischer, M.P., and P.B. Jackson. 1999. Stratigraphic controls on deformation patterns in fault-related folds: A detachment fold example from the Sierra Madre Oriental, northeast Mexico. Journal of Structural Geology, v. 21, pp. 613–633.

Giles, K.A., and T.F. Lawton. 2002. Halokinetic sequence stratigraphy adjacent to the El Papalote Diapir, northeastern Mexico. American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 86, no. 5, pp. 823–840.

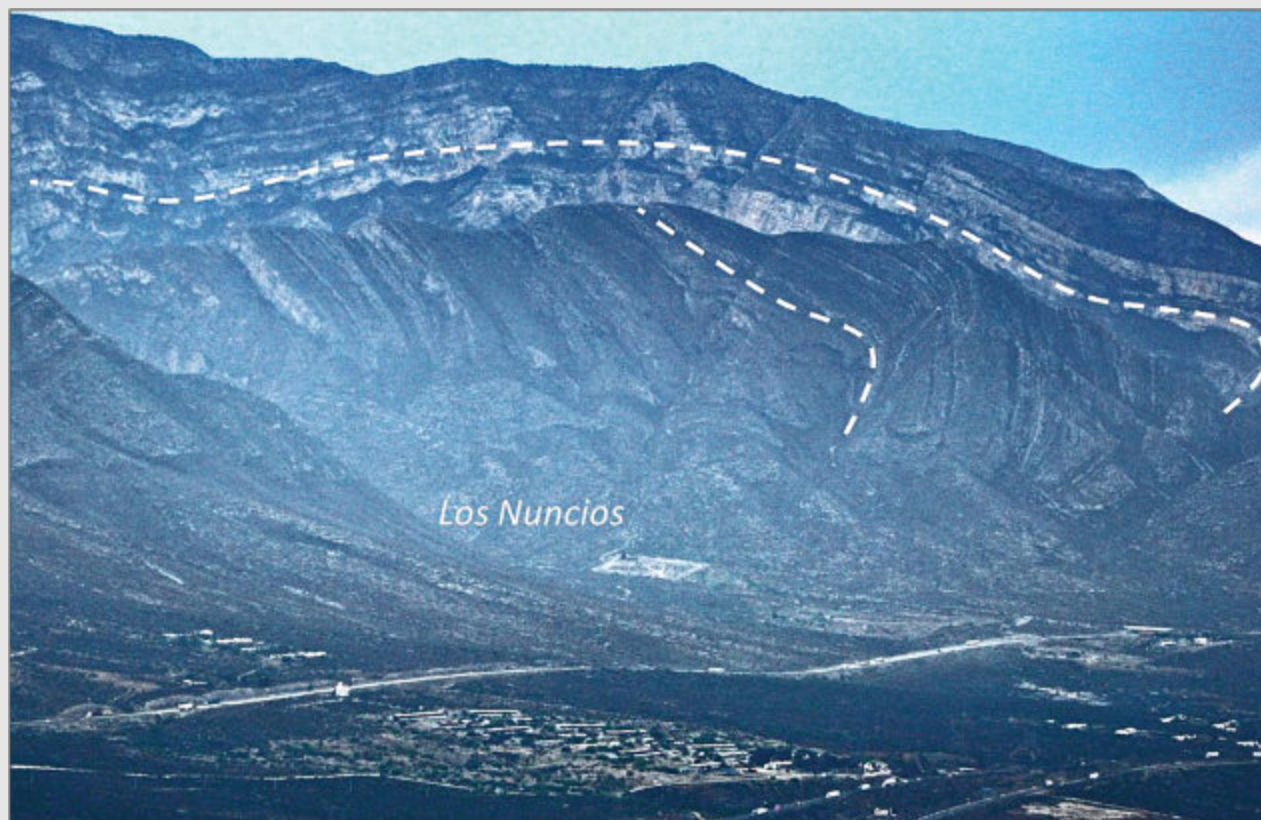
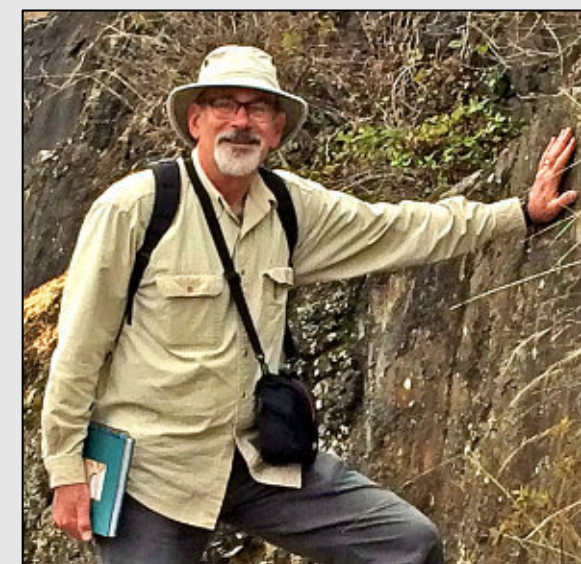


Fig. 26. View southwest from Torre Microondas to the frontal folds of the Sierra Madre Oriental at Los Nuncios.

- Gray, G.G., S. Eguiluz de Antuñano, R.J. Chuchla, and D.A. Yurewicz. 1997. Structural evolution of the Saltillo-Monterrey corridor, Sierra Madre Oriental: Applications to exploration challenges in fold-thrust belts – A field guidebook. 1997 AAPG/AMGP International Research Symposium: Oil and Gas Exploration and Production in Thrust Belts, pp. 1–20.
- Gray, G.G., and T.F. Lawton, 2011. New constraints on timing of Hidalgoan (Laramide) deformation in the Parras and La Popa basins, NE Mexico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, v. 63, no. 2, pp. 333–343.
- Lehman, C., D.A. Osleger, and I.P. Montañez. 2000. Sequence stratigraphy of Lower Cretaceous (Barremian-Albian) carbonate platforms of northeastern Mexico: regional and global correlations. *Journal of Sedimentary Research*, v. 70, no. 2, pp. 373–391.
- Lehman, C., D.A. Osleger, I.P. Montañez, W. Sliter, A. Arnaud-Vanneau, and J. Banner. 1999. Evolution of Cupido and Coahuila carbonate platforms, Early Cretaceous, northeastern Mexico. *GSA Bulletin*, v. 111, no. 7, pp. 1010–1029.
- Prost, G.L. 2020. North America's Natural Wonders. *Geologic Tours of the World*, CRC Press, Boca Raton-London-New York, 2 volumes.
- Rowan, M.G., F.J. Peel, and B.C. Vendeville. 2004. Gravity-driven fold belts on passive margins. In McClay, K.R. (ed.), *Thrust Tectonics and Hydrocarbon Systems*. American Association of Petroleum Geologists Memoir 82, Tulsa, OK, pp. 157–182.
- Russell, J.L., J.A. Baskin, and J.A. Peterson. 1984. Structure & Mesozoic Stratigraphy of Northeast Mexico. *Field Trip Guidebook*, AAPG-SEPM Annual Meeting, San Antonio, Texas, May 1984, p.
- Smith, A.P., Fischer, M.P., and Evans, M.A. 2012. Fracture-controlled palaeohydrology of a secondary salt weld, La Popa Basin, NE Mexico. In Alsop, G.I., S.G. Archer, A.J. Hartley, N.T. Grant, and R. Hodgkinson (eds), *Salt Tectonics, Sediments and Prospectivity*. Geological Society, London, Special Publications, 363, pp. 107–130.
- South Texas Geological Society. 1999. Stratigraphy and structure of the Jurassic and Cretaceous platform and basin systems of the Sierra Madre Oriental – a field book and related papers. Annual Meeting of the AAPG and SEPM, San Antonio, TX.
- Vega, F.J., and Lawton, T.F. 2011. Upper Jurassic (Lower Kimmeridgian-Olvido) carbonate strata from the La Popa Basin diapirs, NE Mexico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, v. 63, no. 2, pp. 313–321.
- Weidie, A.E. Jr., and W.C. Ward. 1987. *A Field Guide to Jurassic and Lower Cretaceous Stratigraphy of northeastern Mexico*. New Orleans Geological Society, New Orleans, LA, 75 p.
- Wilson, J.L. 1981. Lower Cretaceous stratigraphy in the Monterrey-Saltillo area. In Smith, C.I. (ed.), *Lower Cretaceous Stratigraphy and Structure, northern Mexico*. West Texas Geological Society Publication, Midland, TX, pp. 81–74.
- Wilson, J.L., W.C. Ward, and J.M. Finneran. 1984. *A Field Guide to Upper Jurassic and Lower Cretaceous Carbonate Platform and Basin Systems, Monterrey-Saltillo Area, Northeast Mexico*. Gulf Coast Section, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Houston. 42 p.

Gary L. Prost (Ph.D.)

Consulting Geologist



Gary L. Prost obtained his BSc in geology from Northern Arizona University and an MSc and PhD in geology at Colorado School of Mines. Over the past 45 years, he has worked for Norandex (mineral exploration), Shell (petroleum exploration), the U.S. Geological Survey (geologic mapping, coal), the Superior Oil Company (mineral and oil exploration), Amoco Production Company (oil exploration, remote sensing, and structural geology), Gulf Canada (international new ventures), and ConocoPhillips Canada (Arctic exploration, gas field development, oil sands development). He spent 20 years working as a satellite image analyst searching for hydrocarbons and minerals in over 30 countries. He has been involved in 2 field discoveries as well as oil and gas field development. His most recent work is leading field trips and educating the public on topics of geological interest. He is the principal geologist for G.L. Prost GeoConsulting of El Cerrito, California. He has published five books: *North America's Natural Wonders* (2 volumes; Taylor & Francis, 2020); *The Geology Companion: Essentials for Understanding the Earth* (Taylor & Francis, 2018); *Remote Sensing for Geoscientists: Image Analysis and Integration* (third edition, Taylor & Francis, 2013); and the *English-Spanish and Spanish-English Glossary of Geoscience Terms* (Taylor & Francis, 1997). He is currently working on *Geologic Tours of the World – South America's Natural Wonders* and *Europe's Natural Wonders*.

<https://garyprostgeology.com/publications>

<https://www.researchgate.net/profile/Gary-Prost>

<https://www.linkedin.com/in/gary-prost-64287a16>



Notas Geológicas

Las notas geológicas tienen como objetivo el presentar síntesis de trabajos realizados en México y en diferentes partes del mundo por jóvenes profesionales y prestigiosos geocientíficos. Son notas esencialmente de divulgación, con resultados y conocimientos nuevos, en beneficio de nuestra comunidad de geociencias. Estas notas no están sujetas a arbitraje.

Los Recursos No Convencionales de México Una Oportunidad Desperdiciada

Alfredo E. Guzmán
Geólogo Petrolero

La Cuenca de Tampico - Misantla ubicada en el centro-este de México (Fig.1) es de las más ricas del mundo en recursos no convencionales de aceite y gas, contiene del orden de 90 mil millones de barriles (mmb) de aceite y 40 millones de millones (mmpc) de gas. El desarrollo de estos recursos podría añadir millones de barriles diarios (mmbd) de aceite y miles de millones de pies cúbicos diarios (mmpcd) de gas, aportándole suficientes ingresos a Pemex, la compañía estatal petrolera más endeudada del mundo, para sacarla de sus problemas económicos, al tiempo que aportaría los requerimientos que el país necesita para recuperar su economía. Inexplicablemente nada se está haciendo para poner estos recursos en producción.

Fryklund y Stark analistas de HIS Markit desarrollaron el concepto de súper cuenca para aquellas que tiene los atributos necesarios para poder revitalizar su sector de exploración y producción petroleros y propusieron a la Cuenca Pérmica como el ejemplo icónico de ese tipo de cuenca. La Cuenca de Tampico - Misantla tiene características similares que la hacen un excelente candidato para ser rejuvenecida.

La Cuenca Pérmica **inició producción en los años 1920's a partir de yacimientos en calizas, alcanzó 2 mmbd a mediados de los años 1970's declinando desde entonces, aminorado esto por la optimización de sus campos antiguos y el incipiente desarrollo de**

yacimientos en areniscas depositadas como turbiditas en aguas profundas (Fig. 2).

En 2010 cuando la producción ya estaba por debajo de 1 mmbd la perforación horizontal con fracturas múltiples empezó a permitir que el gas y aceite contenido en rocas a tal grado compactas que hasta entonces no se consideraban yacimientos, fluyeran en forma económica, resultando en un crecimiento exponencial que para 2020 había alcanzado 4.8 mmbd y 18 mil mmpcd. La crisis sanitaria suspendió el crecimiento y la extracción se redujo pero ya para principios de 2021 había recuperado su crecimiento aunque a menor ritmo.

Los recursos originales de la Cuenca Pérmica, que a principios de los años 2000 se consideraban del orden de 30,000 mmbpce (millones de barriles de petróleo crudo equivalente) ahora se estiman del orden de 150,000 mmbpce recuperables. No solo la Cuenca Tampico - Misantla tiene una cantidad similar (Tabla 1), sino que sus yacimientos son del mismo tipo de los que permitieron a la Cuenca Pérmica multiplicar por seis su extracción en menos de 10 años.

Tampico - Misantla tiene cuatro plays convencionales que fueron el foco de atención de la E&P de México hasta los años 1980's (Fig. 3), - aceite pesado en calizas fracturadas al oeste de Tampico (Ébano -Pánuco), - la Faja de Oro, - la franja Tamabra (Poza Rica trend) y - los yacimientos Jurásicos; y tiene dos plays no



Fig.1. Cuenca de Tampico - Misantla.

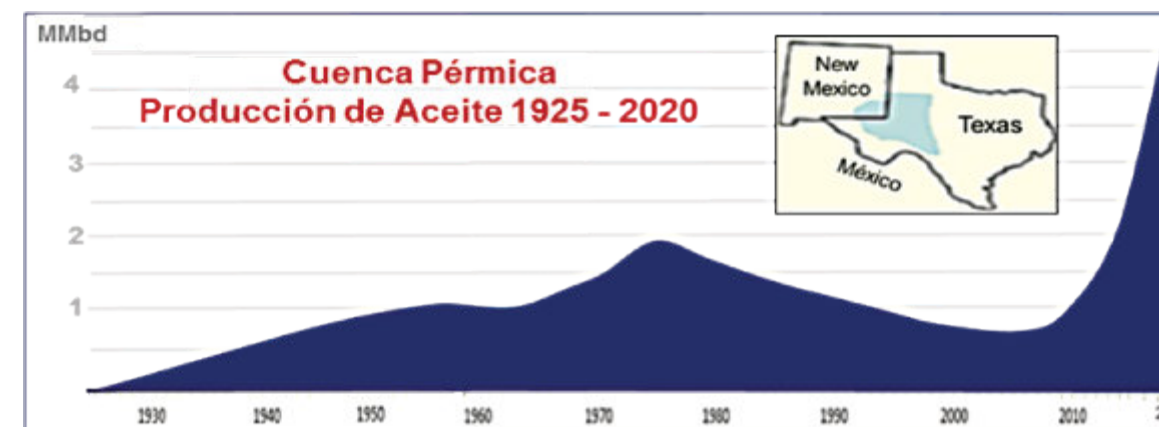


Fig. 2. Rejuvenecimiento de la Cuenca Pérmica



| Tipo de Yacimiento | Original "in situ" (mmbpce) | Prodn. Acum. (mmbpce) | Reservas 3P (mmbpce) | Factor de Recuperación % |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| Calizas (Convencional) | 35 | 7 | 1.6 | 20 |
| "Tight oil" (No convencional) | 65.4 | 0.3 | 6.3 | 0.4 |
| "Shale oil" (No convencional) | 38.9 | - | - | - |
| Por descubrir (Convencional) | 2.3 | - | - | - |
| Total | 141.6 | 7.3 | 7.9 | 14.4 |

Tabla 1. Recursos totales de aceite y gas en la cuenca Tampico - Misantla Basin (CNH)

convencionales: - aceite en rocas compactas de Chicontepec y, - aceite en lutitas del Tithoniano - Turoniano y en menor cantidad del Oxfordiano y Kimmeridgiano.

En los años 1960's y 1970's las areniscas de baja permeabilidad de la Fm. Chicontepec fueron probadas al tiempo que rocas muy similares estaban empezando a ser desarrolladas en la Cuenca Pérmica de los EUA y después de 2010 que se empezó a extraer aceite a partir de lutitas en EUA, México empezó a evaluar sus lutitas.

Antes de 1975 prácticamente todo el aceite de México venía de plays convencionales de la Cuenca de Tampico - Misantla (Fig. 4), sin embargo una vez que se descubrieron los campos mesozóicos del Sureste la producción creció de 0.5 mmbd a 2.7 mmbd y las reservas totales pasaron de 6,300 a 72,500 mmbpce. Las autoridades de México consideraron que estas reservas podían sostener la extracción en el largo plazo y redujeron el presupuesto para la exploración, de poco menos de \$2,000 mm de dólares en 1981 a \$400 mm en 2001, y concentraron todos los recursos en el Sureste relegando a Tampico - Misantla, que desde entonces ha declinado y donde la exploración para nuevas reservas ha sido mínima.

El enfoque en la Cuenca del Sureste se debió a que los pozos en Tampico - Misantla eran menos productivos, sus campos estaban entrando en una etapa madura y el aceite de rocas compactas era menos productivo y más costoso. Sin embargo, después de 40 años, las circunstancias han cambiado y actualmente la Cuenca del Sureste tiene pocas

reservas no desarrolladas, no tiene recursos no convencionales y aunque aún tiene buen potencial exploratorio, los yacimientos son muy difíciles de encontrar, profundos y cualquier nuevo descubrimiento requiere instalaciones muy costosas que requieren largos tiempos para construir e instalar tanto en tierra como en el mar.

El Play Chicontepec (tight oil)

El recurso no convencional más abundante y fácil de poner en producción es el aceite y gas en las arenas que rellenan el paleo cañón de Chicontepec (Fig. 5). El paleo cañón de Bejuco - La Laja, rasgo similar al norte de la plataforma de Tuxpan, requiere conocerse mejor.

Los primeros pozos perforados en Chicontepec en los años 1920's tenían productividades muy bajas lo que no favoreció su desarrollo aunque a mediados del siglo algunos pozos aislados fueron puestos en producción.

A finales de los años 1970's la tecnología mejoró algo la productividad y algunos de sus yacimientos fueron desarrollados. Los flujos iniciales eran muy variables del orden de 120 bd promedio que declinaban rápidamente y se estabilizaban en alrededor de 40 bd. Los pozos requerían ser estimulados con fracturamiento para poder fluir a tasas comerciales y se perforaban desde localizaciones centrales para minimizar el impacto ambiental. La calidad de los aceites en este play es muy variable, siendo muy ligero en la parte norte (40º API) a muy pesado al sur (10º API).

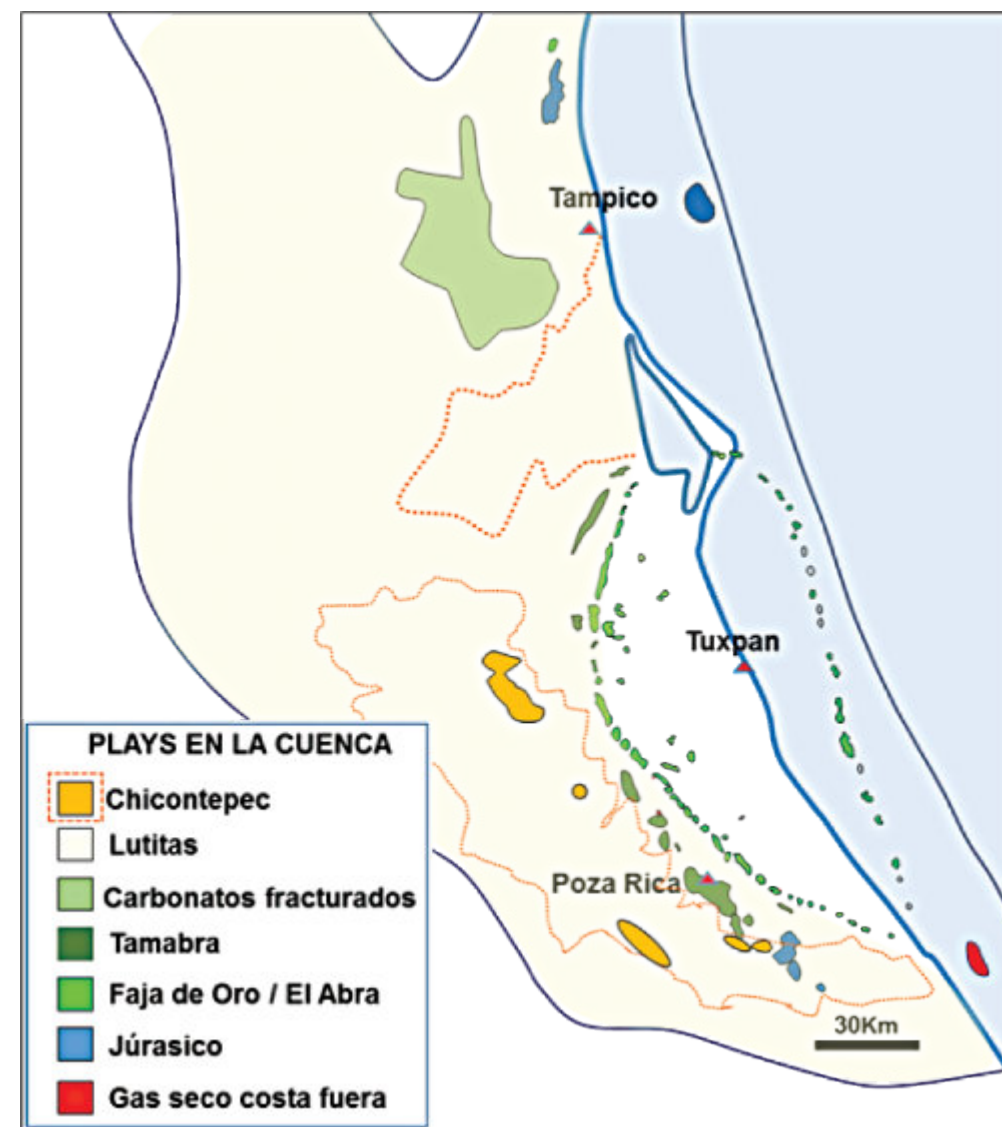


Fig. 3. Plays convencionales y no convencionales de la Cuenca Tampico - Misantla.

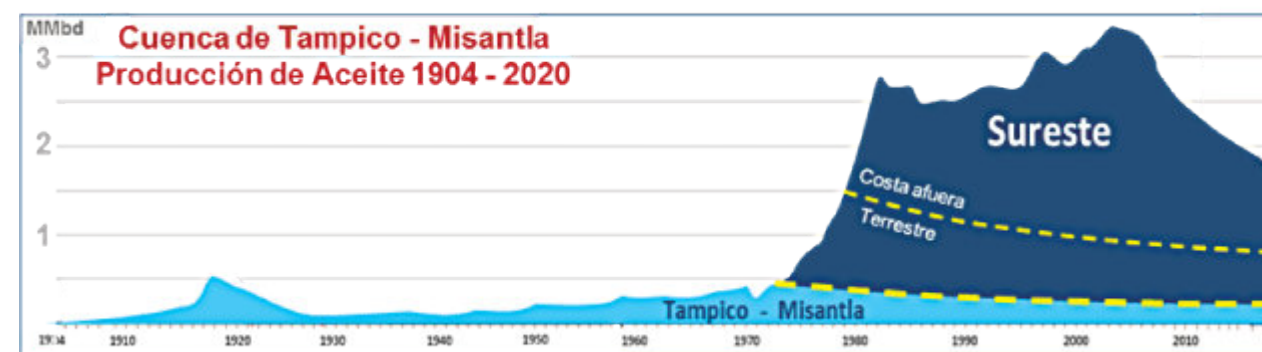


Fig. 4. Producción histórica de aceite en México.



Entre 40 y 90 pozos por año fueron perforados entre 1973 y 1982 incrementando la producción de menos de 1,000 bd a más de 12,000 bd. En 1978 DeGolyer y Macnaughton certificaron las reservas y establecieron que el paleo cañón tenía un volumen original *in situ* de 106,000 mmbpce. Se determinó que todos los campos pertenecían a una sola acumulación súper gigante con una extensión de 3,000 km² y se consideró que se requerirían más de 16,000 pozos para desarrollar todas las yacimientos y que 11,000 mmbpce podrían ser recuperados.

En ese tiempo la producción de México era de 500 mil bd (Fig. 4) y ya insuficientes por lo que Chicontepec parecía ser la solución, pero para cuando el proyecto iba a iniciar se descubrieron los campos gigantes del Mesozóico en la Cuenca del Sureste y todos los recursos de la empresa del estado fueron dedicados a ponerlos en producción.

Durante los siguientes 30 años se hicieron pocos esfuerzos en Chicontepec poniendo en producción sólo

algunos de los yacimientos con mejor permeabilidad a pesar de su pobre productividad.

A principio de los años 2000's se hizo un nuevo intento para desarrollar estas rocas recertificando sus volúmenes lo que confirmó un potencial de 137,300 mb de aceite original *in situ* (OOIP) y 63 mmmmpc de gas original *in situ* (OGIP) y 17,100 mmbpce de reservas 3P. Este esfuerzo se sustentó en aplicar mejores técnicas de perforación y terminación que resultaban en mejores producciones iniciales (como producir varias arenas a la vez en el mismo pozo, fracturas más extensas, barrenas de PDC, sísmica 3D, mejores instalaciones, etc.).

Como resultado la producción creció a más de 30,000 bd en poco tiempo y sirvió de soporte para la documentación de un plan de 10 años que implicaba perforar intensamente, y levantaría la extracción a más de 600,000 bd. El Proyecto Integral de Chicontepec, como se llamó, era muy importante ya que el campo marino de Cantarell (que en 2004 alcanzó 2.2 mmbd) empezó a declinar y las

| Periodo | Epoca | Edad | Estratigrafía | No Convencional | | |
|------------|-------------|--------------------|------------------|---------------------------|--------|--|
| Paleogene | Paleocene | Ypresian | Guayaba-Tempoall | Generadora / Almacenadora | | |
| | | Thanetian | Chicontepec | ● | | |
| | | Selandian | Velasco | | | |
| | Cretaceous | Upper | Maastrichtian | Méndez | | |
| | | | Campanian | San Felipe | | |
| | | | Santonian | Agua Nueva | ◆ ● | |
| | | | Coniacian | Tamabra | | |
| | | | Turonian | Tamaulipas Superior | | |
| | | "Middle in Mexico" | Cenomanian | El Abra | Otates | |
| | | | Albian | Tamaulipas | | |
| Lower | | | Aptian | Inferior | ● | |
| | | | Barremian | | | |
| | | | Hauterivian | | | |
| | Valanginian | | ● | | | |
| Berriasian | | ● | | | | |
| Jr | Upper | Tithonian | Pimienta | ◆ ● | | |
| | | Kimmeridgian | San Andrés | | | |
| | | Oxfordian | Chipoco | ◆ ● | | |
| | | | Tamán | | | |
| | | | Santiago | ◆ ● | | |

Fig. 5. Estratigrafía de los principales yacimientos no convencionales en Tampico -



Fig. 6. Distribución de aceite y gas en lutitas de México (Escalera, modificado)

únicas reservas importantes no desarrolladas que podían compensar la producción perdida eran las del campo marino Ku-Maloob-Zaap con aceite de 10 - 12° y las de Chicontepec, con todo y su alto costo de producción de más de \$60.00 US/b y enorme requerimiento en gastos de inversión. En ese momento el precio del petróleo estaba en su valor más alto y después de un arranque lento Chicontepec aumentó a más de 70,000 bd, pero al colapsar los precios del petróleo en 2008 el gobierno decidió suspenderlo.

Una vez recuperado el precio del petróleo, se convirtió en realidad la tecnología para extraerlo económicamente a partir de rocas compactas se volvió a hacer un intento para desarrollar Chicontepec, esta vez a través de lo que se llamó "Contratos Integrales de Exploración y Producción".

Los CIEP's implicaban incorporar tecnología, las mejores prácticas y capital de inversión, sin embargo la Constitución prohibía la participación directa de terceros en exploración y producción y los contratos fueron

otorgados para llevar a cabo el desarrollo como un servicio.

Estos contratos no resultaron en un aumento importante de la producción ya que los incentivos para los contratistas estaban en los servicios, no en crecer la extracción o las reservas y para entonces (2012) el gobierno estaba considerando implementar una reforma energética que contemplaba la participación privada en proyectos de exploración y producción, por lo que las autoridades decidieron que la mayor parte del desarrollo de Chicontepec se haría por terceros a través de contratos con compañías operadoras de E&P y los CIEP "migrarían" a esta nueva forma contractual una vez implementada la Reforma Energética.

Una certificación reciente redujo los volúmenes de Chicontepec, por lo que para 2017 los números oficiales eran 59,000 mmb de aceite original y 31.5 mmmmpc de gas original con reservas 3P de tan solo 6,300 mmbpce, En 2020 la CNH reportó un volumen original de 65,350 mmbpce y reservas 3P de tan solo 4,600 mmbpce. No hace

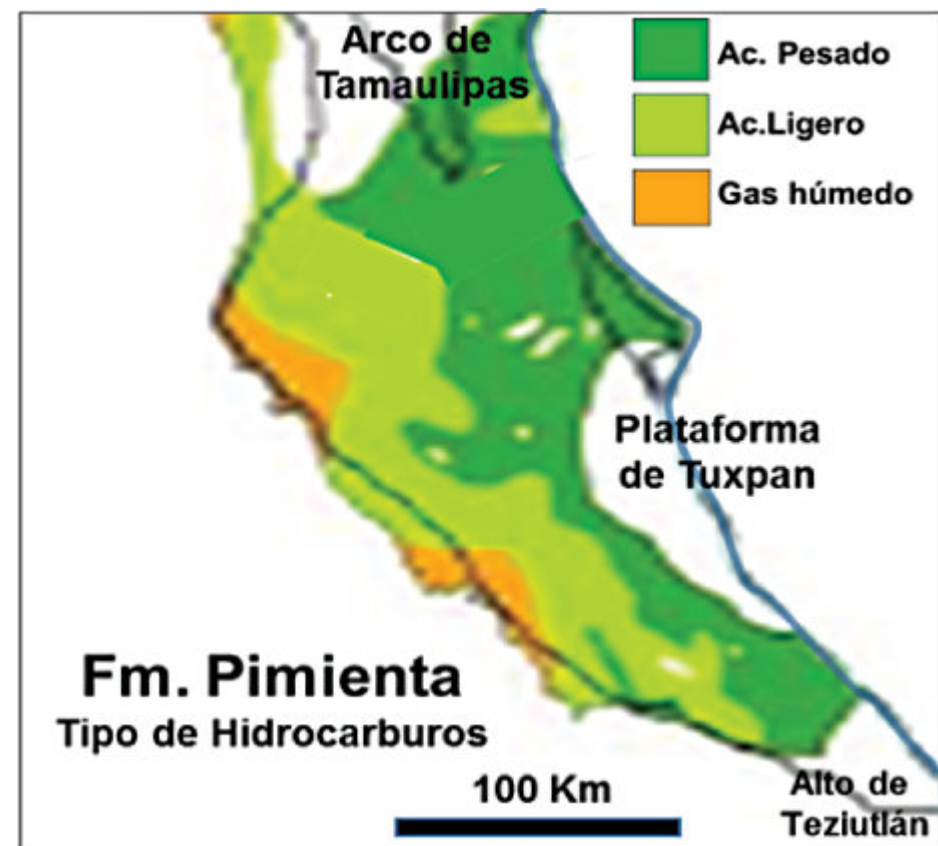


Fig. 7. Tipo de hidrocarburos en el Tithoniano de Tampico - Misantla (CNH).

sentido que se hayan reducido estos recursos no convencionales cuando en todo el mundo éstos están siendo revisados a la alza. Aparentemente no se tomaron en cuenta tecnologías y conceptos que desde 2010 permiten que rocas que previamente no se consideraban productoras actualmente ya lo sean.

El *outsourcing* del desarrollo no se ha dado, Pemex está operando solo unos cuantos campos y el play está prácticamente abandonado. Desde 2018 hay una moratoria en la licitación de nuevos proyectos y en el uso del fracturamiento hidráulico que se ha usado en México desde los años 1960's y los CIEP no han migrado, por lo que, actividad está en un mínimo a pesar de que los precios actuales del petróleo pueden perfectamente sustentar proyectos de desarrollo de recursos no convencionales, pues las compañías operadoras han logrado reducir costos de desarrollo y extracción por debajo del punto de equilibrio y continúan desarrollando estos recursos en varias cuencas.

Los volúmenes originales de aceite y gas reportados (aún reducidos) son asombrosos (Tabla 2), sin embargo solamente ha sido extraído 0.5%. Si solo una fracción de este aceite y gas fueran producidos esto tendría un enorme impacto en la industria de la exploración y la producción y en la economía de México.

Los Plays en Lutitas (shale oil)

Hay varias formaciones de lutitas y margas en la Cuenca Tampico - Misantla, ricas en materia orgánica madura, tres de ellas, la Formación Agua Nueva del Turoniano, la Pimienta del Tithoniano y la Santiago del Oxfordiano contienen aceite y gas que pueden ser producidos. También la Fm. Tamán del Kimmeridgiano tiene características de roca generadora aunque su potencial para producir no se ha evaluado plenamente. Estas lutitas y margas están ampliamente distribuidas en el norte y este de México (Fig. 6).



| Volumen Original (2009) | Reservas 3P (2009) | Volumen Original (2016) | Reservas 3P (2020) | Prod. Acum. Ac. (2020) | Prod. Acum. Gas (2020) |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|
| (M MMbpce) | (MM bpce) | (M MMbpce) | (MM bpce) | (MM bbl) | (M MMpc) |
| 147.18 | 17,096.8 | 65.35 | 4,638.1 | 275.1 | 505.9 |

Tabla 2. Volumen original y reservas 3P de Chicontepec (antes y después de degradarlos) y producción acumulada a 2020 de aceite y gas (CNH).

El Tithoniano, presente en casi toda la cuenca (Fig. 7), es la roca más prolífica con excelentes características como su contenido de Carbono Orgánico Total (COT), índices de hidrógeno (IH), reflectancia de vitrinita (Ro) y tipo de kerógeno, indicativos de materia orgánica madura precursora de aceite, y que por ser ricas en carbonato tienen un muy buen potencial como recurso no convencional.

Dan Jarvie, experto en la producción a partir de lutitas presenta evidencias claras del potencial del Jurásico Superior en la Cuenca Tampico - Misantla, concluyendo que hay un alto potencial de producción no convencional debido a la alta cantidad de aceite retenido en la roca y tener propiedades favorables, madurez que favorece líquidos y un gran espesor neto. Estima que el Jurásico Superior tiene 20 mmb / km², de los mejores del mundo y considera que el potencial generador del Tithoniano es de 840 barriles por acre-pie (para vitrinita con 1.0% de reflectancia).

En la última década las lutitas en varias de las cuencas de México han sido estudiadas extensivamente y se ha probado su potencial para producir aceite y gas. Pemex ha establecido que el Tithoniano tiene 1 - 8% COT, kerógeno tipo II/III, está en la ventana de generación del aceite y tiene poca complejidad estructural, mientras que el Turoniano tiene 0.5 - 8% COT, kerógeno tipo II, y está en la ventana del aceite / gas. A la fecha nada del potencial en las lutitas y en Chicontepec han sido aprovechados a pesar de que estos recursos recuperables son tan grandes que por sí solos podrían aportar todo el aceite, gas y recursos económicos que el país requiere (Tabla 3). El desarrollo de estos recursos en Tampico - Misantla junto con la re exploración de la cuenca usando nuevos conceptos y tecnologías, más la optimización de sus campos antiguos pondría a México de vuelta entre las principales naciones productoras. Esto es muy factible de lograrse, lo único que se requiere es cambiar la política energética.

| Yacimientos en Lutitas | Aceite (mmmb) | Gas húmedo (mmmpc) | Crudo Equivalente (mmmbpce) |
|------------------------|---------------|--------------------|-----------------------------|
| Turoniano Agua Nueva | 13.0 | 7.6 | 14.5 |
| Tithoniano Pimienta | 17.8 | 13.1 | 20.4 |
| Oxfordiano Santiago | 4.0 | - | 4.0 |
| Total | 34.8 | 20.7 | 38.9 |

Tabla 3. Recursos de aceite y gas en las lutitas de Tampico - Misantla (CNH).

Referencias utilizadas

- CNH, 2016, Reporte de reservas. Ene. 2016. <http://www.hidrocarburos.gob.mx/estadisticas/>
- CNH, 2021, Reporte de reservas. Ene. 2021. <http://www.hidrocarburos.gob.mx/estadisticas/>
- EIA, 2021, Energy Information Administration, <http://www.eia.gov>
- Escalera, A., 2013, Potencial en México y estrategia exploratoria de los plays no convencionales en Conferencia tecnológica temática para la exploración y explotación de aceite y gas de lutitas, AMGP, Abril 4, 2013.
- Guzman, A. E. 2021, Unconventionals in Mexico. GeoExPro, en edición Junio 2021.
- Guzman, A. E., 2021, Tampico - Misantla a Super Basin. AAPG Bulletin en edición, Dic 2021.
- HIS Markit, 2017, As Mexico's deepwater beckons E&P companies, new 'Super Basin' analysis from IHS Markit says onshore Tampico-Misantla Basin has large, untapped potential. In <http://www.businesswire.com/news/home/20170303005842/en/>
- Jarvie, D., and A. Maende, 2016, Mexico's Tithonian Pimienta Shale: potential for unconventional production, en Proceedings 4th URTEC. <http://www.doi.org/10.15530/URTEC-2016-2433439>.
- Pemex, 2011, Reporte de reservas, Publicación de Pemex.

ALFREDO EDUARDO GUZMÁN

Nació en la Cd. de México y obtuvo sus grados de licenciatura (1971) y maestría (1973) en Geología en Texas Tech University.

Su experiencia laboral la inició en el Instituto Mexicano del Petróleo (1972 – 1973), continuando en Pemex Exploración y Producción (1974 – 2007), en la Comisión Nacional de Hidrocarburos (2009 – 2010) y en diversas empresas internacionales de exploración y producción (2008 – 2021)

Es miembro de la AAPG, desde 1967 donde fue vicepresidente internacional y candidato a la presidencia; de la AMGP, donde fue presidente de la Delegación Poza Rica y presidente nacional; de la AIPM donde fue presidente de la Delegación Poza Rica y es Académico de Número de la Academia Mexicana de Ingeniería.

Múltiples premios y reconocimientos.

Ha sido catedrático en las universidades:

- Texas Tech, 1971 - 1972
- De Sonora, 1979 - 1980
- Autónoma de Chihuahua, 1982 - 1984
- Autónoma de San Luis Potosí, 1986 - 1989

Y es autor, coautor y ha sido conferencista de cientos de publicaciones y presentaciones.



Sergio Sarmiento (Ph.D.)

Consulting Reservoir Modeler and DFN Expert

Houston, Texas

Notes on Fracture Analogs

Natural fractures play an important role in reservoir permeability and potentially storage in oil and gas reservoirs. Fractures in nature range widely in scale from microfractures to large scale faults of tens of kilometers in length (figure 1). The difficulty in characterizing length, height and apertures on fractures resides in sampling these discontinuities in depth due to their scale being much less than the seismic resolution; an additional challenge is the uncertainty to determine if the fractures that are recorded on a core or borehole image are representative of the reservoir in question.

Fracture surface analogs are used in lieu of the lack of sampled fractures below the seismic resolution. Budgetary restrictions to drill new wells and acquire borehole image logs and core influence the scarcity of measured sub-seismic fractures in depth. These analogs are the best approximation in the surface of the spatial organization of fractures in depth.

What is a Fracture Analog?

Fracture surface analogs are outcrops where fractured formations associated to a prospective or proven reservoir in depth are exposed at the surface. Fracture spatial organization must not be assumed the same of the reservoir in depth for the following reasons:

- ☐ Differences in structures and/or structural position between the analog and the reservoir (figure 2).
 - ☐ Differences in vertical stress as fracture apertures and organization are affected by the effect of the overburden or residual stress at the surface. Fractures that appear open for flow might not be in depth as the stress ratios are different
 - ☐ Influence of diagenesis is usually localized and can make a big impact specially on carbonates.
- Finding the correct analog requires a knowledge of the existing reservoir if wells are drilled and if there is a frontier prospect, the key is to build a fracture conceptual model and determine the fracture drivers.

What is a Fracture Conceptual Model?

A fracture conceptual Model is the framework used to build a Discrete Fracture Network. A conceptual model has the goal to develop a visual representation of the fracture spatial distribution for a reservoir in depth based on data if available (seismic, wells, production) and enhanced by the information observed on a fracture analog. For instance, a fracture conceptual model might establish a fracture scale hierarchy each scale with a spatial distribution either confined to a mechanical or stratigraphic layer or a fracture that cut across multiple layers (figure 3).

An important question of a conceptual model is how well this model can reproduce or forecast the spatial fracture distribution in the reservoir. The fracture driver which is the mechanism(s) that best explained that distribution must be include in any conceptual model.

There are two main fracture drivers: Structural and Stratigraphic or a combination of both of them.

When the spatial arrangement of fractures is mainly associated to structures, the driver is structural. If fractures are layer confined or bounded, mechanical stratigraphy might be a driver. Mechanical layers not necessarily coincide with a uniform lithology or lithologies as what determine the fracture generation is a combination of the rock mechanical properties and the effective stresses present at the time of fracture formation.

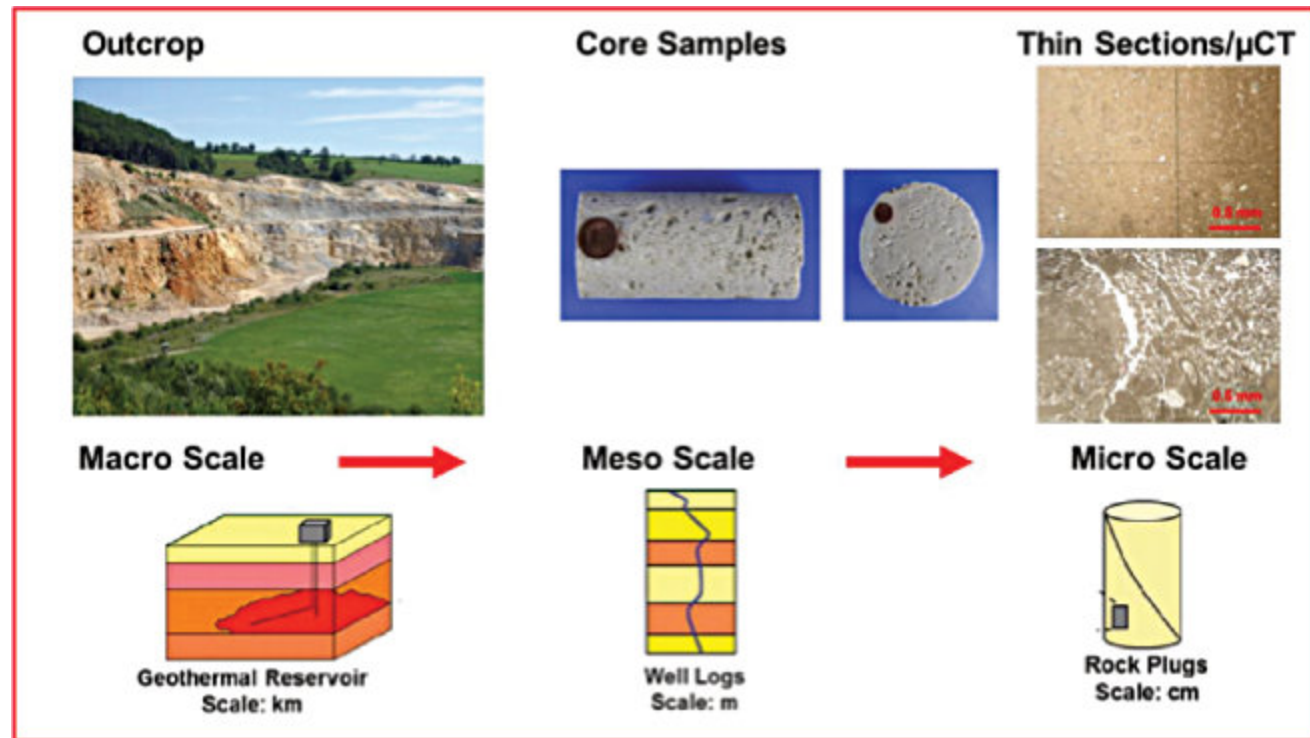


Figure 1. Fracture Scale Ranges. (figure after Homuth and Saas, 2014). Fractures characterization needs to include multiple scales and determine what is their relation between them. Power law distributions are noted in many fracture sets with more of the smaller scale and less of larger scales.

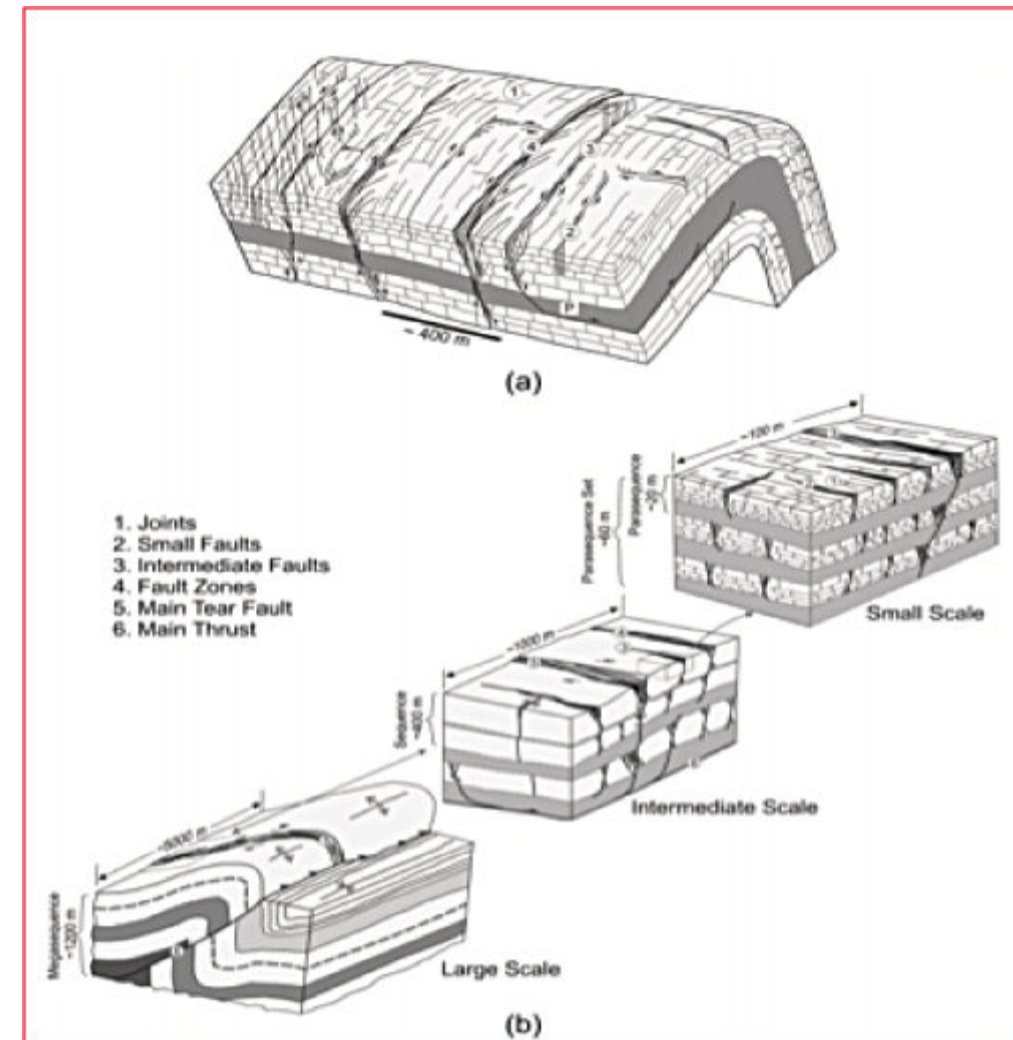


Figure 3. Example of a fracture conceptual model where there is a hierarchy in fractures at different scales. (figure after Florez-Nino et al, 2004).

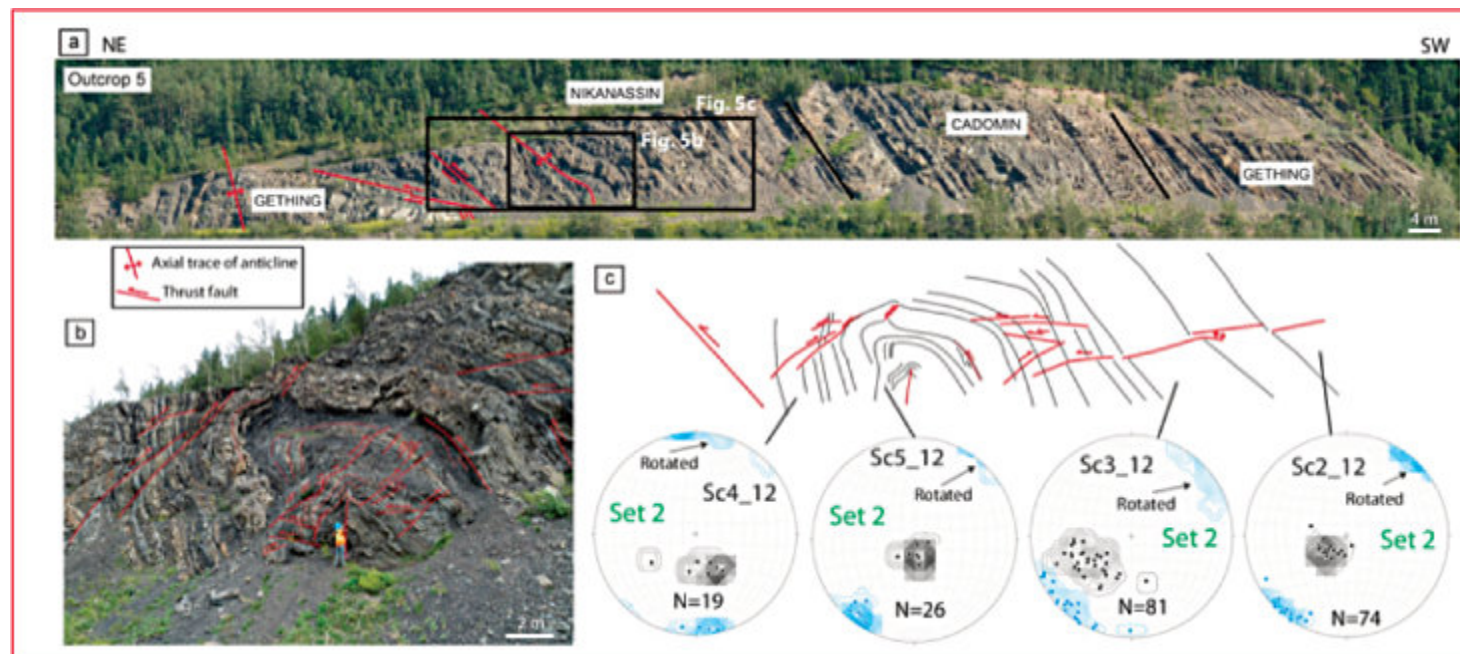


Figure 2. Fracture distribution across an anticline (Figure after Ukar et al, 2019). Observe how fracture distribution change according to the structural position.

Characterization of a Fracture Surface Analog

Data collection of fracture analogs include the generation of scanlines where fracture types, apertures and orientations are recorded and fracture intensity calculations are derived. Limitations on the number of scanlines and the presence of vegetation and other physical barriers make methods like LiDAR (Light Detection and Ranging), drones and giga pans image improve the resolution and scan the entire exposed volume of the analog.

References

Florez-Niño, J, M. Aydin, A. Mavko, G. Antonellini, M and A. Ayaviri. *Fault and fracture systems in a fold and thrust belt: An example from Bolivia*; 2005. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin. 89: pp. 471-493.

Homuth, S; and I. Saas. 2014. *Outcrop Analogue vs. Reservoir Data: Characteristics and Controlling Factors of Physical Properties of the Upper Jurassic Geothermal Carbonate Reservoirs of the Molasse Basin, Germany*. Proceedings, Thirty-Eighth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, February 24-26, 2014.

Ukar, E., S.E. Laubach and J.N. Hooker; 2019. *Outcrops as guides to subsurface natural fractures: Example from the Nikanassin Formation tight-gas sandstone, Grande Cache, Alberta foothills, Canada*. Marine and Petroleum Geology 103: pp 255-275.



Sergio Sarmiento (Ph.D.)

Consulting Reservoir Modeler and DFN Expert

Houston, Texas

Sergio Sarmiento holds a Bachelor of Science in Geology from Universidad Nacional de Colombia- Bogota; Master of Science in Geological & Geophysical Oceanography from Texas A&M University at College Station and a Ph.D. in Geology from the University of Houston.

Sergio has 20+ years of professional experience in reservoir modeling for conventional, unconventional and crystalline basement reservoirs with emphasis in fracture & geomechanics modeling, including the interaction between natural and hydraulic fractures and the dynamic calibration of multi-scale discrete natural fracture networks (DFN). Sergio has worked in R&D of numerical and analytical Discrete Fracture Network applications. He has also been involved in the use of novel technologies for the characterization of fractured outcrop analogs to more precisely determine the mineral composition and geometry of fracture networks from individual fracture forming events and the effect of diagenesis on fracture distribution and reservoir permeability.



<https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Sergio-Sarmiento-2078201848>

<https://www.linkedin.com/in/sergio-sarmiento-ph-d-reservoir-modeler-dfn-expert>

PUBLICATIONS

Sarmiento, S, A. Briceno, B. Fontecha, S. Winstanley, and L. Navarrete. A Clustered DFN from sequence spacing analysis in the Mississippian Lime; 2018. Proceedings of the 2th International Discrete Fracture Network Engineering Conference and 52th American Rock Mechanics Association symposium. DFNE 18-215. Seattle.

García-Sellés, D; S. Sarmiento, O. Gratacós, P. Granado, N. Carrera, M.R. Lakshmikantha; J.C. Cordova, and J.A. Muñoz. 2018. Fracture Analog of the subandean devonian of southern Bolivia: LIDAR applied to Abra del Condor. AAPG Memoir 117: pp. 577-612. Petroleum Basins and Hydrocarbon Potential of the Andes of Peru and Bolivia, Editors Gonzalo Zamora Valcarce, Ken McClay, Victor A. Ramos.

Biber, K., S.D. Khan, T.D. Seers, S. Sarmiento, and M.R. Lakshmikantha; 2018. Quantitative characterization of a naturally fractured reservoir analog using a hybrid lidar-gigapixel imaging approach. Geosphere.14. n.2, 1-21.

Sun, L., S.D. Khan, S. Sarmiento, M.R. Lakshmikantha, and H. Zhou. 2017. Ground-based hyperspectral imaging and terrestrial laser scanning for fracture characterization in the Mississippian Boone Formation. Int. J Appl Earth Obs Geoinformation. 63, 222-233.

Sarmiento, S, E. Macaulay, V. Sifontes, J. Arregui, and M.R. Lakshmikantha; 2016. A Novel Approach to model DFNs Validating the Geological Evolution with Present Day Fracture Distributions. Proceedings of the 50th American Rock Mechanics Association/ Geomechanics symposium. ARMA 16-172. Houston.

Okay, U. S.D. Khan, M.R. Lakshmikantha, and S. Sarmiento. 2016. Ground-based hyperspectral image analysis of the Lower Mississippian (Osagean) Reeds Spring Formation rocks in Southwestern Missouri. Remote Sensing 8, 1-21.

CONFERENCE PRESENTATIONS

Sarmiento, S; Walker, G; Briceno, A; Fontecha, B; Segnini, C; Navarrate, L; 2018. Fracture Intensity as a False Positive for Productivity: Indications of Geothermal Activity, American Geophysical Union Fall Meeting Conference. Washington DC.

Sarmiento, S., E. López Puiggené, A. Díaz Aguado, N. Rodríguez Morillas, and C. Santos. 2015. Holistic Approach to Determine Wellbore Fracture Density, 77th EAGE Conference & Exhibition Madrid.

Díaz, A., E. López, J. Alvarillos, C. Santos, C., S. Sarmiento, and M.R. Lakshmikantha. 2015. Integration of Multiple Tools for Geomechanical Models Across Fractured Formations, 77th EAGE Conference, Madrid, Spain.



FOUNDERS OF MODERN GEOLOGY



James Hutton, (born June 3, 1726, Edinburgh, Scotland—died March 26, 1797, Edinburgh),

Scottish geologist, chemist, naturalist, and originator of one of the fundamental principles of geology—uniformitarianism, which explains the features of the Earth’s crust by means of natural processes over geologic time.

Hutton was the son of a merchant and city officeholder. Though Hutton’s father died when his son was quite young, Hutton managed an education in the local grammar school and at the University of Edinburgh. Although already interested in chemistry, he entered the legal profession. But as a lawyer’s apprentice, he is said to have devoted more time to amusing his fellow clerks with chemical experiments than to copying legal documents. He, along with his friend James Davie, was also deeply interested in investigating the manufacture of sal ammoniac from coal soot. As a result, he was released from law apprenticeship before his first year was out, and he turned to the study of medicine, as it was most closely related to chemistry. He spent three years at the University of Edinburgh, then two in Paris, and finally was granted an M.D. degree in Holland in September 1749.

But medicine held small appeal for Hutton. His association with Davie in developing an inexpensive method for the manufacture of sal ammoniac proved financially rewarding, and so Hutton decided to take up farming in Berwickshire, Scotland. By 1765 both the farm and the company producing sal ammoniac were prospering, and with a good income available, he gave up farming in 1768 to establish himself in Edinburgh, where he could pursue his scientific interests.

Hutton devoted his time to extensive scientific reading and traveled widely to inspect rocks and observe the actions of natural processes. His chief contribution to scientific knowledge, the uniformitarian principle, was put forward in his papers presented to the Royal Society of Edinburgh in 1785. Two of these papers were published in 1788 in the *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* under the title “Theory of the Earth; or an Investigation of the Laws Observable in the Composition, Dissolution, and Restoration of Land Upon the Globe.”

Hutton’s view as stated in these papers was that the world’s geologic phenomena can be explained in terms of observable processes, and that those processes now at work on and within the Earth have operated with general uniformity over immensely long periods of time. These two papers marked a turning point for geology; from that time on, geology became a science founded upon the principle of uniformitarianism.

Hutton’s ideas were astonishing when viewed in the context of the opinion of his day. By the late 18th century, much knowledge had been gained about rocks, strata, and fossils, but none of this wealth of data had been synthesized into a



workable general theory of geology. Such a task was seriously impeded by the still-accepted belief that the Earth had been created only about 6,000 years ago, according to the narrative in the biblical book of Genesis. The world's sedimentary rocks were believed by some geologists to have been formed when immense quantities of minerals precipitated out of the waters of the biblical flood. Erosional processes had long been recognized, but there was no equivalent explanation for the creation of land surfaces, as opposed to their destruction by erosion. The significance of rock formation by means of volcanism and other heat-generated processes in the Earth's crust was almost completely unrecognized, as was the existence of igneous rocks in general.

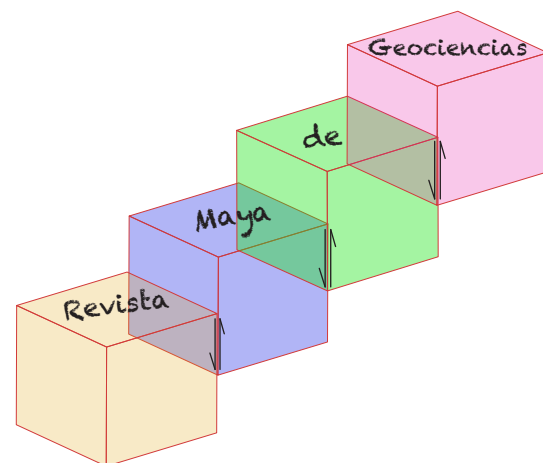
Hutton's ideas were diametrically opposed to much of this contemporary theory. He asserted that many rocks had indeed been formed by sedimentary processes—i.e., that rock particles had been washed off the land into the oceans, had accumulated in beds there, and had solidified into rocks. But he posited that the solidification into rocks was due not to the particles' simple precipitation out of a watery solution but rather was due to the effects of pressure and heat, an explanation which stands to the present day. Hutton asserted that the wearing down of land surfaces by erosion was countered by the formation of new land surfaces due to volcanism and other processes in which the internal heat of the Earth brought new rock constituents up to the Earth's surface. These new mountains and other landforms were then in turn eroded and were deposited as sediments in the sea, from which they could be upthrust into new land surfaces by subterranean heat-generated processes.

Hutton claimed that the totality of these geologic processes could fully explain the current landforms all over the world, and no biblical explanations were necessary in this regard. Finally, he stated that the processes of erosion, deposition, sedimentation, and upthrusting were cyclical and must have been repeated many times in the Earth's history. Given the enormous spans of time taken by such cycles, Hutton asserted that the age of the Earth must be inconceivably great.

Hutton summarized his views and provided ample observational evidence for his conclusions in a work published in two volumes, Theory of the Earth, in 1795. A third volume was partly finished at the time of Hutton's death.

Although Hutton's ideas received a fairly wide circulation among European scientists, their immediate impact was blunted by the fact that Hutton's writing style was difficult to understand. Fortunately, his close friend John Playfair wrote a clear and precise condensation of Hutton's work, embellished with additional observations of his own, and published it in 1802 under the title Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth. It went far toward establishing the correctness of uniformitarianism, the cornerstone on which the science of geology is erected.

Source: Britannica Encyclopedia.



Investigación sobre terremotos en Guatemala recibe financiamiento

El estudio de Jonathan Obrist-Farner recibió el premio CAREER y un financiamiento de US\$720 mil para analizar sedimentos de lagos de Guatemala. La información podría ayudar a predecir futuros terremotos.

La investigación del doctor Jonathan Obrist-Farner sobre la historia de terremotos antiguos a lo largo del Límite de la Placa Tectónica de América del Norte y el Caribe, que atraviesa Haití, Guatemala y México recibió financiamiento para continuar las evaluaciones de campo.

El profesor de geología y geofísica recibió el premio de Desarrollo Profesional Temprano de la Facultad (CAREER) de la Fundación Nacional de Ciencias que le otorgó **US\$720 mil por cinco años** para apoyar el estudio de los sedimentos de los lagos en Guatemala para determinar cuándo ocurrieron los terremotos.

El equipo de investigación dirigido por Obrist-Farner recolectará núcleos de sedimento de 10 metros que se forma cuando ocurre un terremoto para intentar identificar tipos específicos de características sedimentarias e identificar su antigüedad por medio de la datación de carbono.

De acuerdo con el científico, la información podría usarse para determinar con qué frecuencia han ocurrido terremotos a lo largo del límite de la placa y posiblemente predecir futuros terremotos.

Carrera

El doctor Jonathan Obrist-Farner se unió a la facultad de Missouri S&T en 2016. Tiene un doctorado y una maestría en geociencias de S&T y una licenciatura en geociencias de la Universidad Estatal de Wichita.

Obrist-Farner recibió este año el premio NSF CAREER que apoya a los profesores jóvenes que ejemplifican el papel de los profesores académicos a través de sus destacadas contribuciones a la investigación y la educación. Obrist-Farner es considerado de los mejores investigadores de carrera temprana en los Estados Unidos.

Fuente: El Periodico, Guatemala, Mayo 11, 2021.



Glosario de términos geológicos

Compilado por:

Saúl Humberto Ricardez Medina

Esta compilación selecta de términos geológicos que utilizan regularmente los profesionistas de las Ciencias de la Tierra, tiene la intención de apoyar a aquellos estudiantes que requieran de una referencia sobre el tema.

Anticlinal: Pliegue arqueado con la convexidad ascendente en el que los materiales más antiguos se localizan en el núcleo.

Bending: Mecanismo de plegamiento producido por fuerzas convergentes no colineales.

Buckling: Mecanismo de plegamiento producido por fuerzas colineales y paralelas a la estratificación.

Buzamiento: Es el ángulo entre la línea de intersección del plano geológico con un plano vertical y horizontal, siendo la línea de mayor pendiente del plano, siempre es perpendicular a la línea de rumbo de este. El buzamiento del plano siempre será un ángulo entre 0 y 90 grados.

Cabeceo, Pitch o Rake: es el ángulo, entre una línea y el rumbo del plano inclinado que la contiene, se mide en este plano inclinado, este ángulo siempre se encuentra en 0 y 90 grados.

Fábrica: Es un término usado para describir las relaciones geométricas y espaciales de los componentes de una roca, estos elementos incluyen estructuras planares, lineales y todo constituyente de una roca.

Falla: Fractura a lo largo de la cual ha habido un desplazamiento relativo de bloques rocosos que son separados por ella.

Foliación: Estructura planar homogéneamente distribuida en una roca. Ej. Estratificación, planos definidos por la orientación de minerales tabulares en distintos tipos de rocas.

Inmersión o Plunge: Ángulo vertical definido por una línea inclinada y su proyección horizontal, este ángulo siempre se encuentra en 0 y 90 grados.

Lineación: Estructura linear homogéneamente distribuida. Penetrativa si ocurre en todo el volumen considerado. Ej. Ejes de pliegues de crenulaciones. Lineales no penetrativas: fibras minerales en algunos planos de cizalla.

Rumbo: Es el ángulo que se forma con respecto al norte geográfico la línea que resulta de la intersección de un plano horizontal imaginario con la capa, estrato o estructura estudiada.

Sinclinal: Pliegue arqueado o con la convexidad descendente en el que las capas de roca más jóvenes se localizan en el núcleo.



Consortios de Investigación

En varias universidades de Estados Unidos se han establecido numerosos consorcios para atender la demanda de especialidades geológicas de la industria del petróleo. Esto ha permitido que los grupos de investigación y académicos en dichas universidades, perciban ingresos económicos que utilizan para el desarrollo de proyectos de investigación, y la financiación de equipos y materiales.

A continuación listamos algunos de esos consorcios, para que tengamos una noción de cómo se se organizan sus capacidades en relación con la industria petrolera.

Consortio Interdisciplinario de Carbonatos de Kansas: <https://carbonates.ku.edu/>

Consortio de Cuencas Conjugadas, Tectónica, e Hidrocarburos: <http://cbth.uh.edu/>

Programa de Bases de Datos de Análogos Sedimentarios: <https://geology.mines.edu/research/sand/>

Consortio para Modelado Electromagnético e Inversión: <http://www.cemi.utah.edu/>

Consortio de Investigación de Interacción Sal-Sedimento: <https://www.utep.edu/science/its/>

Consortio de Laboratorio de Geodinámica Aplicada: <https://www.beg.utexas.edu/agl>

Proyecto de Síntesis Depositional: Golfo de México: <https://ig.utexas.edu/energy/gbds/>

Consortio de Investigación de Fracturas y su Aplicación: <https://www.beg.utexas.edu/frac>

Consortio para la Energía Avanzada: <https://www.beg.utexas.edu/aec>

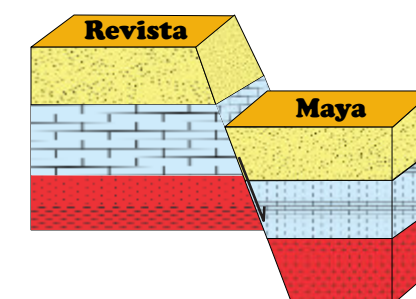
Laboratorio de Sedimentología Cuantitativa: <http://www.qsc.uh.edu/>

Consortio: Análisis Tectónico: <https://www.tectonicalysis.com/#top-bar>

Investigación por Hidrocarburos (EGI): <https://egi.utah.edu/research/hydrocarbon/>

Procesado Sísmico e Interpretación Atributos: <http://mcee.ou.edu/aaspi/>

Laboratorio de Registros de Pozo: https://www.spwla.org/SPWLA/Technical/Software/WELL_LOGGING_LABORATORY.aspx





Referencias de tesis de licenciatura y posgrado de la UNAM
sobre Geociencias del Petróleo: de 1949 a 2007

- Alcántara García, J. R. (1991). *Integración y evaluación petrolera regional de una porción de las provincias geológicas Sierra de Chiapas y cuencas del sureste, estados de Veracruz, Oaxaca, Tabasco y Chiapas.*
- Badillo Rivera, J. H. (2007). *Análisis AVO e inversión sísmica del Play Vicksburg en el Cubo Pipila 3D área occidental, Cuenca de Burgos, México.*
- Barreda García, H. M. (1954). *Estudio geológico del anticlinal de Caimba, estado de Chiapas.*
- Bérbabe Martínez, M. G. (2006). *Análisis estratigráfico-sedimentológico y calidad de yacimiento en la Formación Frío, Campos Francisco Cano, Cuenca de Burgos.*
- Chávez Garduño, J. A. (2004). *Determinación de los gradientes de presión de formación y fractura del campo Lankahuasa.*
- Cortes-González, J. A. (2007). *Reactivación y desarrollo del campo San Bernardo utilizando sísmica tridimensional.*
- Estrada Gracia, J. R. (2007). *Estratigrafía de secuencias y elementos de riesgo del sistema petrolero en el área occidente del Cubo Pipila 3D: Cuenca de Burgos.*
- Fernández Turner, R. (2006). *Estratigrafía de secuencias del play Paleoceno Wilcox en el área China-Barrilete, Cuenca de Burgos.*
- García Arias, J. A. (2006). *Estudio Petrofísico del play Paleoceno Wilcox al oeste de la Cuenca de Burgos, en el área China-Barrilete, Estado de Nuevo León.*
- García Cano, L. R. (2002). *Análisis de inversión sísmica recursiva y lineal generalizada para definir un modelo sismoestratigráfico en la Cuenca de Burgos.*
- García Esparza, J. (1999). *Caracterización Geológica-Geofísica y evaluación económica del Play Frío del Oligoceno en la Cuenca de Burgos.*
- Grajales Nishimura, J. M. (2001). *Origen diagénesis e importancia petrolera de la secuencia carbonatada del límite Cretácico-Terciario en el sureste de México.*
- Gutiérrez Paredes, H. C. (2005). *Áreas de proveniencia de los clásticos del Mioceno Medio y superior de la cuenca de Veracruz.*
- Gutiérrez Puente, N. A. (2006). *Estudio Micropaleontológico y Bioestratigráfico de la Columna del Pozo Cupelado - 10 (Cuenca Tampico Misantla).*
- Hernández Bravo, J. (2000). *Análisis de Facies Sísmicas para la identificación de cuerpos arenosos del Eoceno Tardío al noroeste del Campo Mecatepec en la Cuenca Tampico Misantla.*
- Hernández Diazgirón, E. M. (2005). *Análisis estratigráfico-sedimentológico de las areniscas almacenadoras de hidrocarburos del pozo Lankahuasa-1.*
- Hernández Reyes, M. G. (2005). *Estudio de estratigrafía de secuencias Pleistoceno Temprano, en una porción de región marina del estado de Campeche.*
- Herrera Palomo, A. (2006). *Identificación y caracterización de las litofacies del Play Paleoceno Wilcox en el área China-Barrilete de la Cuenca de Burgos; NE de México.*
- Iniestra Gutiérrez, I. E. (2005). *Estratigrafía de las secuencias en los sistemas siliciclásticos del Eoceno inferior-Paleoceno del campo Coapechaca.*
- Martínez Cedillo, A. R. (2005). *Conceptos sedimentológicos, estratigráficos y estructurales en la geología de yacimientos de fluidos.*

Fotografías enviadas por
estudiantes de geología



**Formación Coyotepec
(Albian-Cenomanian)**

Fotografías de una sección de la Barranca El Gavilán, en el estado de Puebla, México. En el primer tramo de la sección se aprecia la Caliza Coyotepec con estratos de espesores variables entre 2-7 cm y hasta 20-60 cm, además de un considerable grado de fracturamiento debido al contacto tectónico.

Así mismo, se pueden diferenciar horizontes limoarenosos calcáreos correspondientes a la Formación Magdalena (areniscas y lutitas calcáreas), la cual se encuentra cabalgada por la Caliza Coyotepec.

**Aportaciones de: Nayra Atziri Aguilar García,
pasante de Ingeniería Geológica, EISA, IPN.**





Foto del volcán Parícutín

El 20 de febrero de 1943 nace el volcán Parícutín, en el estado de Michoacán, este edificio volcánico estuvo activo durante 9 años, 11 días y 10 horas. Es un estrato volcán, presentando capas sucesivas de distintos materiales expulsados a través de sus diferentes episodios de erupción predominando las de tipo estrombolianas. Se encuentra unos 300 km al oeste de la capital de la Ciudad de México, en el estado de Michoacán. En el momento de su nacimiento los poblados más cercanos eran Parícutín (hoy desaparecido), San Juan Parangaricutiro (que fue evacuado y dio posteriormente nacimiento a la ciudad Nuevo San Juan Parangaricutiro), y Angahuan. Toda la zona está enmarcada en la meseta Purépecha, elevada alrededor de 2400 metros sobre el nivel del mar. El Parícutín es el más nuevo de los volcanes que constituyen lo que geológicamente se conoce como Eje Neovolcánico o Cordillera Neovolcánica, que fue denominada así, precisamente por lo reciente del evento que terminó de conformarla, cuando el Parícutín se sumó a los volcanes preexistentes, hace menos de 100 años.

Aportación de: Damaris Cinthia Aguilar González, pasante de Ingeniería Geológica, EISA, IPN.



Fotografía de icnofosil: terópodos grande del grupo de los alosaurios Fm. San Juan Raya

ICNOFOSIL preservado en arenisca parda de grano fino a mediano. La icnita representa las principales características de huellas generadas por terópodos grandes, tales como tridactilares, con forma romboidal, más largas que anchas, con una superficie planar ancha, con dedos moderadamente largos robustos y separados en forma de "V". Siendo su morfología similar a la del icnogénero eubrontes.

Aportación de: Saul Humberto Ricardez Medina, pasante de ingeniería geológica, EISA, IPN.



Las fotografías en las páginas 71 y 72 fueron proveídas por:

Dr. Jordi Tritlla Cambra

Geólogo Consultor

<https://bit.ly/gemix-earth>

Llançà, Prov. de Girona, Catalunya, (España)



Estalactitas de fluorita en una cavidad producto de la corrosión de las calizas cretácicas encajonantes de la Formación El Doctor (Albiano-Cenomaniano). Esta estalactitas se formaron a partir de fluidos hidrotermales a temperaturas moderadas (80°C) y de muy baja salinidad (0.18 wt% eq. NaCl; Levresse et al., 2003). Mina Las Cuevas, Villa de Zaragoza, Edo. de San Luís Potosí, México.



Gran botrioide de fluorita formado por el crecimiento a partir de un núcleo de cristales prismáticos radiales de fluorita, junto con óxidos de Fe (colores rojizos); este botrioide está roto y cementado por una generación posterior de grandes cristales de calcita en "diente de perro". Todo ello en una cavidad de disolución hidrotermal (karst hidrotermal; Levresse et al., 2003) desarrollado en el contacto de los carbonatos de la Formación El Doctor y un cuerpo de riolitas terciarias ricas en flúor (con topacio normativo). Mina Las Cuevas, Villa de Zaragoza, Estado de San Luís Potosí, México.



IV Congreso Guatemalteco de Geociencias Ambientales

Ciclo de Conferencias Virtuales

1ª. CIRCULAR
"Construyendo un país resiliente"
 Noviembre/2021
22-26

Ejes temáticos:

- Hidrogeología
- Riesgos Geológicos
- Exploración Geológica
- Geofísica Aplicada

FECHAS IMPORTANTES:

Abril 9: apertura del pre-registro de participantes para el evento e invitación para envío de trabajos de investigación. Envío de formato para redacción de resúmenes.

Septiembre 30: fecha límite para el envío de resúmenes de investigación.

Noviembre 22: bienvenida a los participantes e inicio del congreso.

Noviembre 23 - 26: Sesiones científicas

Organiza:











geologiausac@gmail.com
comunidadasga@gmail.com



Carrera Geología, CUNOR-USAC
GeocienciasGuatemalaASCA



www.geologiacunorusac.com



Desert View Watchtower
Grand Canyon, Arizona
High Dynamic Range photo
by Claudio Bartolini



Curiosidades de ciencias y cultura...

¿Qué edad tiene el árbol más viejo del mundo?

El ejemplar más longevo del mundo tiene 9,550 años. Ha pasado toda su vida en el mismo lugar, su crecimiento es radial y da lugar a sus anillos, está relacionado con la evolución de las temperaturas y las precipitaciones. Los árboles son auténticos testigos de la evolución del clima. Así, el patrón de anillos que se forma durante toda su vida revela las variaciones ocurridas en las condiciones ambientales en las que creció, sobre todo las climáticas.

Conocer la edad de estos árboles no es una tarea sencilla, pero las características de sus anillos de crecimiento y las pruebas de carbono ayudan a determinar una fecha muy cercana. Esto permitió localizar el árbol individual vivo más viejo del mundo, el cual recibió el nombre de Matusalén y cuyo tronco tiene más de 4,800 años, lo que lo hace más antiguo que las pirámides de Giza. El espécimen se encuentra a dos horas del famoso Parque Nacional Yosemite, en White Mountains, California. El Servicio Forestal de Estados Unidos no ha revelado una foto del pino ni su ubicación exacta con la intención de protegerlo.

Aunque Matusalén es un pino muy longevo, no se trata del organismo vegetal más antiguo del mundo. Si somos más específicos, el árbol Old Tjikko es el más viejo de todos, ya que data de hace más de 9,550 años. La razón por la que el título del árbol más antiguo del mundo lo tiene el de California y no éste es porque, aunque las raíces del espécimen sueco son de hace miles de años, el tronco apenas tiene unos cientos de años.

El tronco fue descubierto por el profesor Leif Kullman en la montaña Fulufjället en Suecia. Es un tipo de árbol clonal, el cual se caracteriza por vivir en colonias de árboles idénticos que comparten el mismo ADN. Estos especímenes se diferencian de otros porque las raíces se expanden por miles de años, mientras que los troncos sólo pueden vivir unos 600 años para abrir paso a una nueva corteza (de forma similar a un bonsai).

¿Cómo se estima la edad de un árbol?

Contar los anillos, desde el último formado junto a la corteza y el centro del tronco, permite determinar qué edad tiene un árbol. Es el principio básico de la **dendrocronología**, la ciencia que, a partir de la observación y análisis de los anillos de crecimiento anual de las especies leñosas, es capaz de establecer su edad y los cambios ambientales a los que han estado sometidas y que han sucedido en el territorio donde vivieron. Cuando las condiciones climáticas son favorables al crecimiento y no interfieren otros factores, los anillos son más anchos. Por el contrario, serán más estrechos en periodos fríos, si estamos en entornos de montaña o durante episodios secos, allí donde el factor que más limita el crecimiento es la humedad. Cualquier componente ambiental que afecte al crecimiento de un árbol puede estudiarse a partir de sus anillos. Repetidos incendios forestales, aludes, inundaciones o movimientos de ladera que afecten al crecimiento del árbol pueden analizarse a través de las huellas que han dejado en los anillos de crecimiento.

Árboles longevos y de gran tamaño como esta secuoya de National Park, fotografiada hacia 1910, permiten estudios dendrocronológicos que abarcan varios siglos.



Source: BBC NEWS

DRONES PARA LAS GEOCIENCIAS

Sitios de interés

https://geoinfo.nmt.edu/publications/periodicals/earthmatters/18/n1/em_v18_n1.pdf

<https://www.longdom.org/open-access/from-dronebased-remote-sensing-to-digital-outcrop-modelingintegrated-workflow-for-quantitative-outcrop-interpretation-2469-4134-1000237.pdf>

<https://www.commercialuavnews.com/energy/usgs-making-drones-work-scientific-research>

<https://www.geosociety.org/gsatoday/archive/25/7/article/i1052-5173-25-7-50.htm>

<https://eos.org/features/drones-in-geoscience-research-the-sky-is-the-only-limit>

<https://www.bgs.ac.uk/geology-projects/geodesy/drone-research/>

<https://eitrawmaterials.eu/game-of-drones-unmanned-aerial-vehicles-in-mineral-exploration-and-geological-mapping/>

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7014457/>

<http://www.geologyin.com/2014/08/drones-for-geology.html>

<https://www.queensu.ca/geol/two-uavs-join-geology>





Philip J. Currie Dinosaur Museum, Alberta, Canada

Haz click en la imagen



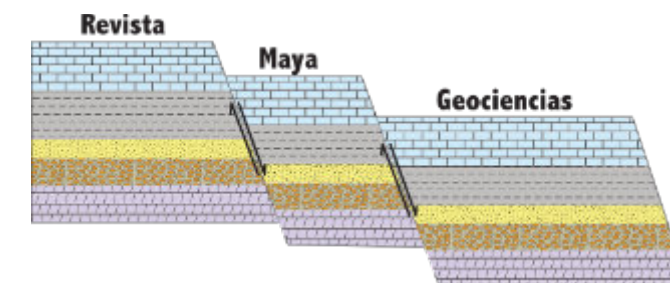
COMO PARTE DE LAS ACTIVIDADES DE DIFUSIÓN DE NUESTRA REVISTA DE GEOCIENCIAS, TENEMOS UNA RELACIÓN DE BUENA FE Y AMISTAD CON LAS SOCIEDADES Y ASOCIACIONES GEOLÓGICAS EN OTROS PAÍSES DEL MUNDO.

Asociación de Geólogos y Geofísicos Españoles del Petróleo

<https://aggep.org/>

Sociedad Geológica de España

<https://sociedadgeologica.org/>



Igualmente, otro de nuestros objetivos es lograr una mayor difusión de la Revista Maya de Geociencias entre los geocientíficos que laboran para la industria, y por este motivo, estaremos incluyendo mensualmente, información sobre una determinada empresa, misma que nos brindará apoyo con la difusión de la revista de geociencias, a través de sus redes.



Equipos de Perforación Ambiental y Geotécnica



EQUIPOS CAM

Corporación Ambiental de México S.A. de C.V. se distingue por la aplicación de soluciones innovadoras en todos nuestros servicios, apoyándonos siempre en el uso de tecnologías de vanguardia para cumplir con los requerimientos de nuestros clientes y a la vez eficientizar los costos operativos. Los equipos considerados para el cumplimiento específico para cada alcance se resumen en las siguientes secciones.

Equipos de liberación de infraestructura subterránea

Entre el inventario de CAM para descartar el daño en infraestructura subterránea mediante perforaciones mecánicas, cuenta con diferentes métodos. En la presente sección se detallan los aspectos más relevantes.

Liberación de infraestructura subterránea - método invasivo

CAM está en la búsqueda constante de tecnologías innovadoras que complementen nuestros servicios y garanticen beneficios adicionales a nuestros clientes. Con el equipo Vacmasters System 1000 estamos avanzando, fortaleciendo nuestra oferta de tecnologías únicas en México.

El Vacmasters System 1000 es un Sistema de Excavación al Vacío con Aire que permite realizar excavaciones con mayor precisión y altos niveles de seguridad. Su utilización es recomendable principalmente en zonas industriales donde existe la probabilidad de encontrar instalaciones subterráneas. La excavadora de vacío expone de forma segura la posición de los servicios subterráneos utilizando aire.

Este tipo de perforación permite romper el suelo facilitando la remoción por el potente sistema de vacío, manteniendo los residuos secos para reutilizar como relleno. Además, tiene menos impacto en el medio ambiente que los métodos convencionales, los cuales pueden dañar la infraestructura subterránea por contacto directo.

Equipos de perforación

La selección del equipo de perforación esta en función de las necesidades de nuestros clientes. Una de las gamas de equipos con los que cuenta CAM es denominada AMS POWER PROBE, que comprende los siguientes modelos: 9100 / 9500 / 9580 VTR, 9110 LAP y 9630 GAS, que utilizan el principio de Empuje Directo y modelos como 9630, 9500 y 9580 complementan el avance de perforación mediante barrenación helicoidal hueca (BHH), permitiendo mayor alcance con respecto a la profundidad y dureza del suelo.

Las máquinas AMS Power Probe, son equipos de perforación y de muestreo que cuentan con los sistemas de Empuje Directo, para suelos blandos tales como arenas, arcillas y limos, esta máquina provee al cliente la capacidad de muestreo de suelo, gas de suelo y agua subterránea de forma rápida y eficiente.

Los equipos como 9100 y 9110 por su tamaño, pueden emplearse en sitios de difícil acceso y poca altura, en el caso del 9110 se considera como un equipo portátil de empuje directo, diseñado para su uso en espacios cerrados o edificios donde no se pueda acceder con el equipo montado en un vehículo.

Las aplicaciones Principales del equipo de perforación ambiental Power Probe son las siguientes:

- Extracción de muestras inalteradas de suelo.
- Muestreo continuo de suelo.
- Descripción y conformación de estratigrafía de suelo de forma detallada y precisa.
- Muestreo de Agua subterránea.
- Instalación de pozos de monitoreo de agua subterránea
- Muestreo de Gases de suelo.
- Instalación de pozos de extracción de contaminantes.
- Instalación de pozos de inyección de aire.

Otro de los equipos con los que cuenta CAM es un equipo de Central Mine Equipment (CME) 75 es quizá la máquina más potente disponible específicamente para servicios ambientales en México. El equipo de perforación ambiental CME-75 se encuentra montado sobre un camión diésel marca International, modelo 7400, que permite una mayor eficiencia en el consumo de combustible durante el traslado a los sitios de trabajo.



La CME 75 usa tradicionalmente la BHH para servicios ambientales de perforación en suelo no consolidado pues no usa fluidos de perforación y puede obtener muestras inalteradas de suelo mediante el uso de tubos shelby o semi-alteradas con el uso de cucharas partidas, que también permiten obtener información geotécnica de la dureza y consolidación del suelo (martillo de penetración).

Estos equipos ofrecen el servicio de perforación en roca, mediante el uso de barrenos NWJ y brocas tricónicas o brocas de diamantes.

Geoprobe Direct Image MiHPT

Tecnología (de campo) para delimitación rápida de contaminación en el subsuelo, empleando una sonda de interfaz de membrana (MIP),

El sistema proporciona un servicio oportuno y rentable para de delinear múltiples plumas de compuestos orgánicos volátiles COV (por ejemplo, hidrocarburos, benceno, tolueno, solventes, algunos compuestos clorados).

Sistema de herramienta de perfilado hidráulico (HPT), determina la permeabilidad del suelo en tiempo real mediante el monitoreo de la presión - conductividad hidráulica estimada.

OIP (Perfil de imagen óptica) Perfilador de imágenes para sitios contaminados por hidrocarburo basado en la luminiscencia o fluorescencia característica del hidrocarburo.

"El uso de MIP ha logrado llevar la interpretación del detector del laboratorio y la ha colocado en el campo".

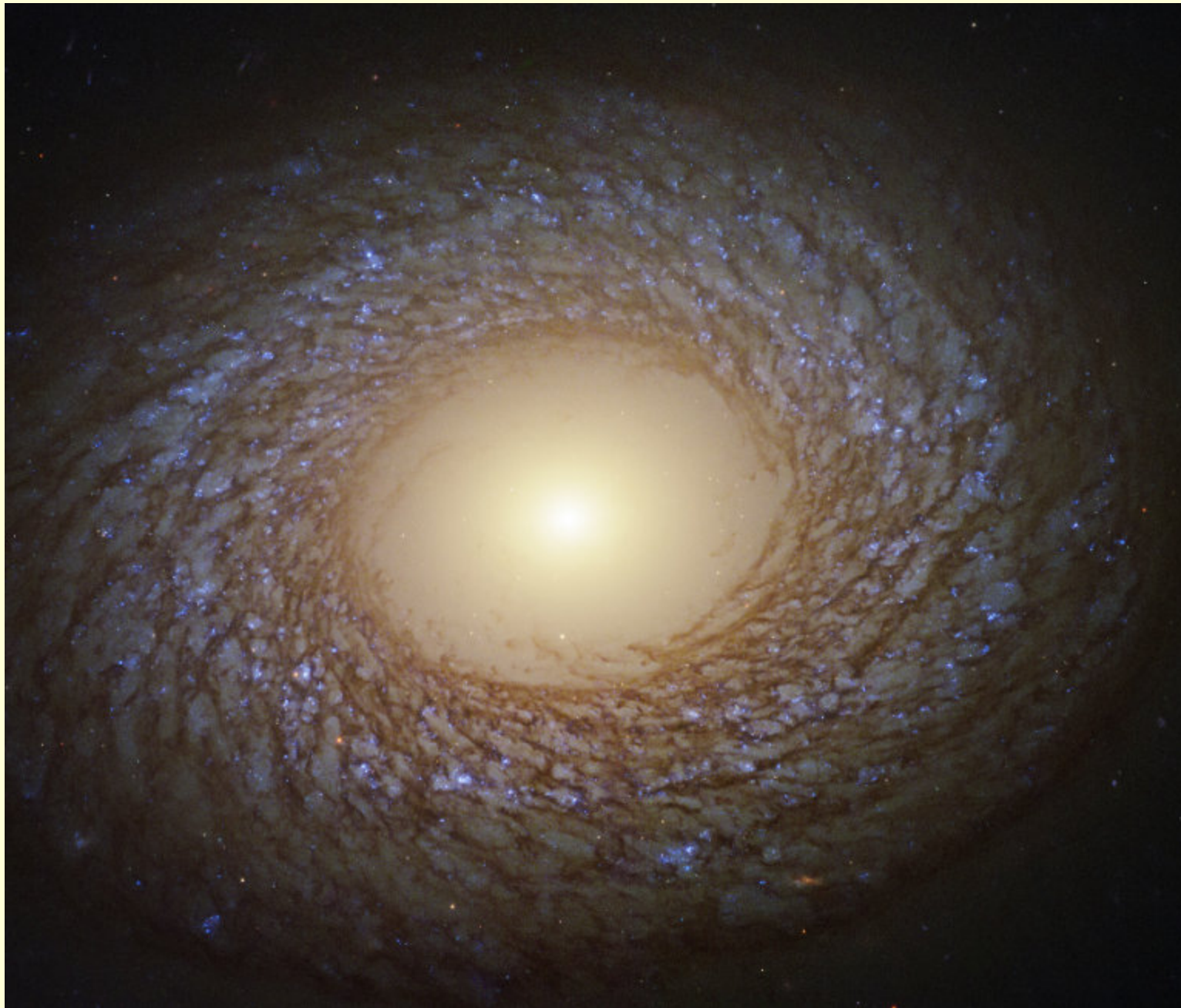
Si busca conocer más acerca de nuestros servicios, métodos y equipos especializados comuníquese a los teléfonos 55 8006 6138, 55 3698 5307, o visite nuestro sitio web www.cam-mx.com.





“LA TRAGEDIA DE LA VIDA ES LO QUE MUERE DENTRO DE UN HOMBRE MIENTRAS VIVE.”

EINSTEIN



Hubble Spots Feathered Spiral

NGC 2775 is classified as a flocculent (or fluffy-looking) spiral galaxy, located 67 million light-years away in the constellation of Cancer. Millions of bright, young, blue stars shine in the complex, feather-like spiral arms, interlaced with dark lanes of dust.



Invitamos cordialmente a todos los colegas de geociencias de cualquier país de las Américas, para que participen activamente en esta nueva revista.

REVISTA MAYA DE GEOCIENCIAS

TODO TIPO DE INFORMACIÓN ES BIENVENIDA

Manuscritos para la sección de notas geológicas

Fotografías de afloramientos

Semblanzas y Memorandas

Congresos y eventos de geología

Información sobre becas

Recomendación de libros

Tesis y disertaciones recientes

Tecnología y software geológico

Cursos, especialidades

Viajes de campo

EDITORES

Luis Angel Valencia Flores

luis.valencia.11@outlook.com

Bernardo García-Amador

bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu

Josh Rosenfeld

jhrosenfeld@gmail.com

Claudio Bartolini

bartolini.claudio@gmail.com

TAMBIÉN ESTAS INVITADO A SER PARTE DE NUESTRO GRUPO

DE FACEBOOK: MEXICO PETROLEUM GEOSCIENCE

<https://www.facebook.com/groups/430159417618680/>