

**AGOSTO
2022**



MAYA

REVISTA DE GEOCIENCIAS



AGOSTO
2022



MAYA

REVISTA DE GEOCIENCIAS

Revista Maya: Revista Maya de Geociencias que (RMG) nace 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 de Geociencias es incentivar a profesionales, académicos, e investigadores, a participar activamente en beneficio de nuestra comunidad joven de geociencias.

La Revista tendrá una publicación 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. La RMG es internacional y bilingüe. Si deseas participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comuníquese con cualquiera de los editores.

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.

**Es importante aclarar, que las opiniones científicas, comerciales, culturales, sociales etc., no son responsabilidad, ni son compartidas o rechazadas, por los editores de la revista.*

Portada de la revista: Bloque de dacita biotítica plegada y emplazada en un tuff dacítico alterado hidrotermalmente ("green tuff" por la presencia de montmorillonita), debido al colapso de una caldera submarina. Tateyamazaki, Península de Oga, Prefectura de Ákita, NE de Japón. Fotografía de Jordi Tritlla Cambra.

Revista Maya: The Revista Maya de Geociencias (RMG) springs from the enthusiasm of professionals with a desire to distribute knowledge related to academic research, exploration for resources and geoscience in general.

The main objective of the RMG is to provide a place for young professionals who wish to distribute their publications. The founders of the Revista are Luis Ángel Valencia Flores, Bernardo García and Claudio Bartolini.

A further objective of the RMG is to encourage professionals, academicians and researchers to actively participate for the benefit of our community of young geoscientists.

The RMG is published monthly as a PDF file distributed by email and shared through social media. This digital magazine has no commercial aim. It is international and bilingual (Spanish and English). If one wishes to participate or contribute a manuscript, please contact any of the editors.

The geological notes aim to synthesize work carried out in Mexico and other parts of the world both by young professionals and prestigious geoscientists. These notes are produced principally to reveal new understandings for the benefit of our geoscientific community and are not subjected to peer review.

Revista de divulgación
Geocientífica

EDITORES



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 y

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 pasión es entender las causas y consecuencias de la tectónica. Actualmente se encuentra en proceso de graduarse del doctorado, con un trabajo que versa en la evolución tectónica de Nicaragua (Centroamérica). Además imparte el

curso de tectónica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Recientemente Bernardo ha publicado parte de su trabajo de doctorado en las revistas Tectonics y Tectonophysics, además de ser coautor de otros artículos científicos de distintos proyectos.

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.

Claudio was made an Honorary Member of the AAPG in 2022 in recognition of his service to the Association, and his devotion to the science and profession of petroleum geology.

bartolini.claudio@gmail.com

COLABORADORES



Salvador Ortuño Arzate received his M. Sc. from the National Autonomous University of Mexico (UNAM) and his Ph.D. from the Université de Pau and Pays de l'Adour (UPPA) in France. He has been a researcher at the Instituto Mexicano del Petróleo and the Institut Français du Pétrole, focusing his work on the Exploration Petroleum field. Salvador has published several papers and a book, "El Mundo del Petróleo" (Petroleum's world),

examining and shedding light on the history of petroleum and the implications for the society. Also, he has worked as an advisor for several universities and national corporations. Lastly, he has served as faculty and has taught different courses at the Secretariat of National Defense and at the Engineering School of U.N.A.M.

soaortuno@gmail.com



El ingeniero cubano **Humberto Álvarez Sánchez** culmina 54 años como geólogo. Realizó estudios en la Cordillera de Guaniguanico y en su premontaña y en los macizos metamórficos, volcánicos y ofiolíticos de Cuba central. Autor de 18 formaciones y litodemas de la estratigrafía cubana. Descubridor del único depósito industrial de fosforitas marinas de Cuba. Miembro de la subcomisión Jurásico del primer Léxico Estratigráfico de Cuba. Como Country Manager y Senior Geologist de compañías canadienses, panameñas y de Estados Unidos, dirigió exploraciones en complejos del Paleozoico-Mesozoico en tres Estados de

Brasil, en los greenstone belts de Uruguay; Andes de Perú y complejos volcánicos de Honduras y Panamá y otros países. Miembro de la Comisión Ministerial "Ad Honorem" del Plan Maestro de Minería de Panamá, fue Consultor Senior del Banco Interamericano de Desarrollo para el proyecto geocientífico del país. Formely Miembro del Consejo Científico de Geology Without Limits. Formerly Representante para América Central del Servicio Geológico de la Gran Bretaña. Retirado en Panamá, se ocupa de redactar estudios sobre la geología de Cuba.

geodoxo@gmail.com



Ramón López Jiménez es un geólogo con 14 años de experiencia en investigación y en varios sectores de la industria y servicios públicos. Es un especialista en obtención de datos en campo, su análisis y su conversión a diversos productos finales. Ha trabajado en EEUU, Mexico, Colombia, Reino Unido, Turquía y España. Su especialidad es la sedimentología marina de aguas profundas. Actualmente realiza investigación en

afloramientos antiguos de aguas someras y profundas de México, Turquía y Marruecos en colaboración con entidades públicas y privadas de esos países. Es instructor de cursos de campo y oficina en arquitectura de yacimientos de aguas profundas y tectónica salina por debajo de la resolución sísmica.

r.lopez.jimenez00@aberdeen.ac.uk



Marisol Polet Pinzón Sotelo es Ingeniera Geóloga egresada de la Universidad Autónoma de Guerrero y Maestra en Ciencias Geológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León; ha colaborado en proyectos de investigación en el noroeste de México, siendo autora y coautora de publicaciones científicas; cuenta con 8 años

de experiencia en exploración de hidrocarburos en PEMEX Exploración y Producción. Se ha desarrollado en el modelado de sistemas petroleros en Proyectos de aguas profundas y someras en el norte del Golfo de México.

poletpinzon@gmail.com



José Antonio Rodríguez Arteaga es un ingeniero geólogo con 31 años de experiencia en investigación de geología de terremotos y riesgo geológico, asociado o no a la sismicidad. Es especialista en sismología histórica e historia de los sismos en Venezuela, recibiendo entrenamiento profesional en Geomática Aplicada a la Zonificación de Riesgos, Bogotá, Colombia. En sus inicios profesionales y por 5 años consecutivos, fue geólogo de campo, trabajando en prospección de yacimientos minerales no- metálicos en la región centro

occidental de Venezuela. Tiene en su haber como autor, coautor o coordinador, tres libros dedicados a la catalogación sismológica del siglo XX, al pensamiento sismológico venezolano y un Atlas geológico de la región central del país, preparado de manera conjunta con la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela. Actualmente prepara un cuarto texto sobre los estudios de un inquieto naturalista alemán del siglo XIX y sus informes para los terremotos destructores en Venezuela de los años 1812, 1894 y 1900.

rodriguez.arteaga@gmail.com



Rafael Guardado es graduado en la Universidad de Oriente en 1970 como Ingeniero Geólogo. Cursó estudios de especialización en la Universidad Minera de St Petersburgo en Rusia, antigua U.R.S.S., 1972-1974. Defendió el doctorado en Geología en 1983. Es Académico Titular de la Academia de Ciencias de Cuba, Profesor Titular, Profesor Consultante y Profesor Emerito de la Universidad De Moa. Orden

Carlos J. Finlay. Ha publicado más de 70 artículos, y es Tutor de tesis de Doctorado y maestrías. Ha recibido múltiples premios y distinciones, y es un profesor reconocido en Cuba y el extranjero en la Ingeniería Geológica, la Reducción de los Riesgos Geológicos y el enfrentamiento al Cambio Climático.

rafaelguardado2008@gmail.com



Jon Blickwede egresó de la Universidad de Tufts en Boston, Massachusetts, EEUU con un Bachillerato en Ciencias de la Tierra en 1977. Entró a la Universidad de New Orleans, Louisiana en 1979, donde hizo su tesis de Maestría en Geología sobre la Formación Nazas en la Sierra de San Julián, Zacatecas, México. Jon comenzó su carrera en 1981, trabajando por 35 años como geólogo de exploración petrolera para varias compañías tal como Amoco, Unocal, y Statoil. Realizó

proyectos de geología sobre EEUU, México, Centroamerica y el Caribe para estas empresas. Durante 2018, Jon fundó la empresa Teyra GeoConsulting LLC (www.teyrageo.com), donde está realizando un proyecto de crear afloramientos digitales y excursiones geológicas virtuales en EEUU y México, utilizando imágenes tomados con su drone, integrados con otros datos geoespaciales.

jonblickwede@gmail.com



Natalia Silva (MSc): Geóloga de la Universidad Industrial de Santander, Postgrado en Petroleum Geoscience de la Heriot-Watt University y Máster en Energías Renovables y Sostenibilidad Energética de la Universitat de Barcelona. Su carrera empieza en la minería de esmeraldas en el Cinturón Esmeraldífero Oriental de Colombia y en proyectos mineros de Níquel colombianos. Tiene más de 10 años de experiencia en el sector de hidrocarburos en desarrollo de

yacimientos y geomodelado en cuencas petrolíferas de los Estados Unidos, Colombia, Ecuador y Brasil. Más recientemente, su carrera está enfocada en el aprovechamiento de energías renovables, principalmente de energía solar, ha elaborado proyectos de generación eléctrica a partir de instalaciones fotovoltaicas en Europa y los Estados Unidos.

naticasilvacruz@gmail.com



Jesús Roberto Vidal Solano es doctor en Geociencias por la Universidad *Paul Cézanne* en Francia y realizó un postdoc en el Laboratorio Sismológico del *Caltech* en EEUU. Fue egresado de los programas de Geólogo y de la Maestría en Ciencias-Geología de la Universidad de Sonora en donde actualmente es profesor investigador desde hace 16 años. Es divulgador geocientífico y fundador del proyecto La Rocateca www.rocateca.uson.mx y actualmente es secretario del Instituto Nacional de Geoquímica AC. Su investigación

científica de tipo básico se centra en la obtención de conocimiento sobre los procesos magmáticos y geodinámicos de la litosfera, en particular de los vestigios petrológicos y tectónicos de los últimos 30Ma en el límite transformante de las placas Pacífico-Norte Americana. Sus investigaciones científicas de tipo aplicado se enfocan en el estudio de geomateriales para la solución de problemas geoarqueológicos, paleoclimáticos y de yacimientos minerales no-metálicos en el NW de México.

roberto.vidal@unison.mx



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



Miguel Vazquez Diego Gabriel, es estudiante de la carrera de Ingeniería Geológica en la Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Ingeniería), sus principales áreas de interés a lo largo de la carrera han sido la tectónica, geoquímica y mineralogía. Es un

entusiasta de la divulgación científica, sobre todo en el área de las Ciencias de la Tierra.

diegogabriel807@gmail.com



Uriel Franco Jaramillo, es estudiante de noveno semestre en la carrera de Ingeniería Petrolera en la Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, sus principales áreas de interés son la simulación matemática de yacimientos y la conducción, el manejo y el transporte de

hidrocarburos. Actualmente está prestando su servicio social como colaborador en la Revista Maya de Geociencias.

urielfranco.unam@gmail.com

Estimados colegas,

Es un gran placer informarles que ya tenemos una página web para nuestra Revista Maya de Geociencias, donde podrán encontrar (en formato PDF), todas las revistas que hemos publicado hasta ahora, mismas que pueden descargar de la página. También estaremos incluyendo información adicional que sea de utilidad para nuestras comunidades de geociencias.

<http://www.revistamaya.com/>



Visítanos en Mexico Petroleum Geoscience

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



CONTENIDO

AGOSTO
2022

Semblanzas.....	9
Pioneros de las Geociencias.....	13
Resúmenes de tesis y publicaciones.....	20
Los libros recomendados.....	29
Temas de interés.....	31
Fotografías de afloramientos/microscopio.....	45
Notas geológicas.....	48
Foro de discusión.....	66
Misceláneos	
Convocatoria: Encuentros de Posgrado IPN.....	68
Museos de historia natural.....	70
La Casa de los manantiales.....	71
Nueva revista de Geociencias.....	72
Tesis selectas presentadas en el Poli en 2021.....	73
Caverna del arte.....	74
Revista: Sucesos y Judiciales.....	77
Glosario de términos geológicos.....	79
Geoparque mundial comarca minera.....	80
Geo-caricatura (Wilmer Pérez Gil).....	82
La estructura Richat.....	83
Asociaciones geológicas hermanas.....	84

SEMBLANZAS

Teodoro Flores: (1873 - 1955)

El Ing. **Teodoro Flores** nació en la ciudad de México el 8 de abril de 1873, siendo sus padres el Ing. José Conrado Flores y la Sra. Doña Gerónima de los Reyes.

Sus estudios profesionales los llevó a cabo en la Escuela Nacional de Ingeniería de la UNAM, obteniendo los títulos de Ensayador de Metales, Ingeniero Topógrafo e Hidrógrafo e Ingeniero de Minas y Metalurgista, este último en el año de 1900 y por el cual se le rindió un merecido Homenaje al cumplirse sus cincuenta años de recepción profesional.

Muchas distinciones recibió durante su vida, destacando entre ellas el ser electo vicepresidente de la XV Sesión del Congreso Geológico Internacional celebrado en 1913 en el Canadá.

Efectuó sus prácticas profesionales en los distritos mineros de Pachuca y Real del Monte, Guanajuato y Zacatecas. Durante su estancia en Guanajuato estuvo a punto de perder la vida, ya que cayó a una profundidad de 27 metros en un tiro de Cata, sobre un metro de agua, sin recibir afortunadamente ningún daño de consideración.

Se encontraba trabajando en Zacatecas en 1903 bajo la dirección del eminente Ingeniero de Minas Don Joaquín M. Ramos, cuando el Dr. Aguilera lo llamó para que colaborara con él en el Instituto de Geología, donde laboró por más de medio siglo, realizando innumerables y meritorios trabajos.

Durante sus primeros años en el Instituto, se ocupó de preparar los libretos guías de las excursiones al Nevado de Toluca, al distrito minero de Zacatecas y a la Sierra de Guanajuato, este último en colaboración con Villarelo y Robles, para la XX Sesión del Congreso Geológico Internacional que se verificó en México en 1906.

Ese mismo año contrajo matrimonio con la Sra. Doña Luz Covarrubias Bañuelos, enlace que unió a dos prominentes familias mexicanas, un miembro de cada una de las cuales fue inmortalizado al ser retratado por uno de los más grandes pintores de todos los tiempos, El Greco.

Durante el periodo más intenso de la revolución el Instituto estuvo cerrado, por lo que el Ing. Flores fue llamado a Cuba, como consultor, para que examinara unos depósitos de manganeso.

En el Instituto de Geología ocupó sucesivamente los puestos de geólogo, jefe de la sección de exploración, jefe de la sección de geología general, jefe de geólogos



investigadores, Investigador Emeritus y Director del mismo.

Fue catedrático de la Escuela Nacional de Ingenieros durante 41 años, donde dictó las cátedras de Mineralogía, Geología aplicada a los yacimientos minerales, y Dibujo e Interpretación de Cartas Geológicas, además fue miembro honorario de la Sociedad Geológica Mexicana, socio honorario de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros y Presidente ad Vitam de la Sociedad Geológica Mexicana.

Era vocal del Comité Ejecutivo Organizador de la XX Sesión del Congreso Geológico Internacional que se desarrolló en México en septiembre de 1956, vocal del Consejo Directivo del Instituto Nacional para la Investigación de los Recursos Minerales y Presidente del Comité Nacional para la formación de la carta geológica de México.

El 14 de febrero de 1955, la Geología de México sufrió una pérdida irreparable con el sensible fallecimiento del Ing. Teodoro Flores, pues México perdió a su geólogo más maduro, el Instituto a su miembro más caracterizado, la Escuela de Ingeniería a uno de sus más venerables maestros y la Sociedad Geológica Mexicana a uno de sus miembros más ilustres y entusiastas.

<https://www.facebook.com/UNAM.MX.Oficial/videos/valorunam-teodoro-flores-reyes/612318146612776/>

Julie Roberge

Julie Roberge es originaria de Canadá, nació en la provincia de Quebec.

Cursó sus estudios de licenciatura en Geología en la Université de Montréal, después realizó su maestría en la universidad de Chicoutimi en Quebec (UQAC).

En 2001, desarrolló su doctorado en la Universidad de Oregón en Estados Unidos y, en el año de 2006, hizo trabajos de posdoctorado en el Instituto de Geofísica de la UNAM, donde el Volcán Popocatepetl fue parte central de sus investigaciones.

Ha trabajado volcanes en Islandia, Argentina, Estados Unidos, México, Nicaragua y ha publicado más de 18 artículos en revistas científicas internacionales.

Recibió un premio de investigación de la Royal Society en 2015 para trabajar en conjunto con la Universidad de Bristol en Inglaterra.

Actualmente, pertenece al Sistema Nacional de Investigación (SNI). También, es editora asociada en dos revistas científicas internacionales (American Mineralogist y Geosphere) y es Profesora Investigadora en el posgrado de la ESIA TICOMAN, del Instituto Politécnico Nacional.

<https://www.researchgate.net/profile/J-Roberge>



Manuel Maldonado Koerdell: (1908-1972)

Manuel Maldonado Koerdell (1908-1972) Biólogo UNAM. Doctorado por la Universidad de Kansas. Fue consultor de varios gobiernos extranjeros y destacó como investigador del Instituto Nacional de la Investigación Científica. Autor de más de cien artículos en diversas publicaciones especializadas.

Este destacado hombre de ciencia, nació en Mazatlán, Sinaloa, en 1908 y falleció en la Ciudad de México en 1972. Cursó Biología Marina, Geografía y Lenguas en la Universidad Nacional; Zoología, Anatomía Comparada de Vertebrados, Bioquímica e Historia de la biología en las universidades de California y Washington.

Obtuvo el doctorado en Filosofía (Zoología histórica como minor) en la Escuela de Graduados de la Universidad de Kansas. Durante 11 años (1928-1939) dirigió laboratorios de análisis clínicos y productos biológicos en instituciones públicas y privadas. Impartió cátedra de su especialidad (1934-1955) en las escuelas nacionales de Ciencias Biológicas del IPN y Antropología, en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, y en el México City College.

Su abundante producción se halla dispersa en las publicaciones técnicas y científicas:

Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural: II (1, 2 y 4), III, IV, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIV, XV y XVIII;
Revista Mexicana de Estudios Antropológicos: IV (3) y XIII (1),
Boletín de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas: 1 y 3;
Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas: V (3-4), y VII;
Boletín Bibliográfico de Antropología Americana: VI (1-3), IX, X y XI;
Universidad (Monterrey): 3;
Natural History Miscellanea: 23;
Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros: I, III (5-6), VI (3-4), X (5-6), XIII (7-8) y XV (11-12);
Servicio de Información (PeMex): 77;
Ciencia X (3-4) y 7-8), XI (7-9) y XVI (1-3);
Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística; LXVI (1-2);
Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana: VIII; Bulletin of the Geological Society of America: 68; Bulletin Vulcanologique: 1er. II, ts. XXI y XXVIII.
Boletín Bibliográfico de Geofísica y Oceanografía Americanas: II;
Boletín Aéreo del IPGH: 10;
Anales del Instituto de Geofísica: 11, 13 y 15; Fue jefe de la Sección de Historia Natural del Instituto de Investigaciones



Científicas de la Universidad de Nuevo León (1944), Investigador del Instituto de Geología (1950), Jefe del Departamento de Paleontología de la Gerencia de Exploración de Petróleos Mexicanos (Pemex) (1951-1952), Paleontólogo de la Dirección de Prehistoria del INAH (1952-1955), Geólogo de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (1954), Secretario del Comité del Centenario de El origen de las especies (Sociedad Mexicana de Historia Natural, 1959) y del Comité Panamericano de Ciencias Geofísicas (Instituto Panamericano de Geografía e Historia 1960-1970), Secretario General y Editor de la Unión Geofísica Mexicana (1960-1972).

Editor del Boletín del Instituto de Investigaciones Científicas (Universidad de Nuevo León, 1944), del Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros (1949-1952), de los Libretos-guías para las excursiones del XX Congreso Geológico Internacional (1956), del Boletín Aéreo de la Secretaría General del IPGH (1959), de Geofísica Internacional (1961-1972), de las publicaciones del Plan Piloto de Ecuador (IPGH, 1960) y de los Anales del Instituto de Geofísica de la UNAM (1962-1972).

Cuarenta y ocho veces representó al Instituto Panamericano de Geografía e Historia en reuniones científicas internacionales; participó en misiones de la Organización de Estados Americanos y fue consultor de varios gobiernos extranjeros. Desde 1955 fue investigador

del Instituto Nacional de la Investigación Científica y en 1956 secretario del Comité Panamericano del Año Geofísico Internacional.

Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia: II, III y VII;
Anuario de Geografía, 1969;
Historia Mexicana: 2 (1);
The Chicago Naturalist: VIII (3) y IX (3);
Copeia: 2;
Técnica: 1;
Anthropos: I (1);
Memorias y Revista de la Academia Nacional de Ciencias: LVI (2-3);
Contributions from the Cushman Foundation: IV (4);
Journal of the Washington Academy of Sciences: 43 (10);
Acta Zoológica Mexicana I (7); Memorias del INAH: V;
Publicaciones de la Dirección de Prehistoria (INAH): 1;
Tlatoani: 8-9; Revista Cartográfica del IPGH: 7 (7) y 8 (8);
Geofísica Internacional (con F. Mooser): I (1);
Gaceta UNAM: XVII (10) y XIX (1);
Anuario del Observatorio Astronómico Nacional, 1970.

Existen otros trabajos suyos en México Prehispánico (editado por E. Hurtado, 1946)

Homenaje al Dr. Alfonso Caso (1951),
18 de marzo. La vida petrolera mexicana (1952),
Memoria de la Primera Convención Interamericana de Recursos Minerales (1953),
Los estudios sobre los recursos naturales de las Américas (4 tomos, 1953),
Proyectos 29 del Programa de Cooperación Técnica de la Organización de Estados Americanos (1956),
Congreso Geológico Internacional, XXa. Sesión (1956),
Proceedings of the Xth Pacific Science Congress (Honolulu, 1961),

Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia (1964) y Conference on Solid-Earth Problems. Working Documents (Buenos Aires, 1970). Se publicaron de él en tomos individuales:

Manual de laboratorio para anatomía comparada (1940),
Bibliografía geológica y paleontología de la América Central (publicación 204 del IPGH) e Informe sobre la situación de los trabajos geofísicos de los países centroamericanos (publicación 290 del IPGH).

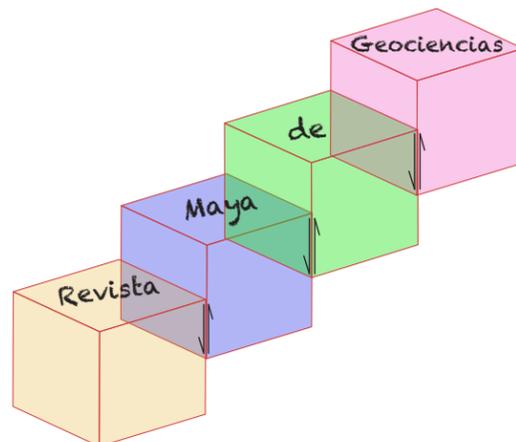
Hizo las notas mexicanas para el Léxico internacional de estratigrafía (París, en prensa en 1974) y coordinó los artículos de Geociencias para la Enciclopedia de México. Tradujo al español el texto Geografía de plantas y animales, de Marion I. Newbigin (1949).

En 1954 hizo una donación importante a la Biblioteca Rafael García Granados, del Instituto de Investigaciones Históricas de la UNAM, y sus estudios sobre la Comisión Científica del Segundo Imperio son importantes.

Medalla Manuel Maldonado Koerdell

Esta medalla se otorga mediante concurso cada dos años, en años impares, a convocatoria de la mesa directiva de la Unión. La convocatoria contempla que los candidatos deben ser nominados por un miembro de la Unión o por una institución de investigación y/o educación superior del país. La carta de presentación debe incluir una explicación razonada de los méritos del candidato. El jurado lo nombra la mesa directiva de la Unión y en el dictamen se toma en cuenta primordialmente la investigación hecha en México por el candidato, el impacto científico de su línea de investigación y la labor docente desarrollada.

Source: ecured.cu



PIONEROS DE LAS GEOCIENCIAS

Felix A. Vening Meinesz (1887-1966)

Felix Andries (A.D.) Vening Meinesz was born on July 30, 1887 and was the youngest of four children of S.A. Venin Meinesz and C.A.C. den Tex. His father was the mayor of Rotterdam and then Amsterdam. Due to his family's background, one would have expected Vening Meinesz to have a career as a lawyer or magistrate. However, in high school he started studying science, technology, and commerce.



Vening Meinesz graduated from Delft Technical University in 1910 with a degree in civil engineering. His first job was with the Netherlands State Committee on Arc measurements where he was to measure gravity throughout the Netherlands, which would lead to Vening Meinesz' future career. After designing a two pendulum apparatus, he earned himself a doctors degree, cum laude in 1915.

Specific contributions to the theory of plate tectonics and/or our modern view of the solid Earth/Other important scientific contributions

Vening Meinesz designed a new gravimeter that consisted of two pendulums of the same size that hung in a frame but moved in opposite directions. Using mirrors and light beams the difference in the amplitudes of the pendulums were captured on film. Vening Meinesz soon realized that horizontal accelerations did not influence the amplitudes, which lead to more accurate measurements in gravitational forces. This apparatus originally was set up at 51 different monitoring stations around the Netherlands to measure the differences in gravity. The land measurements became such a success that he was encouraged to continue them at sea.

This new gravimeter allowed for gravitational measurements at sea. Between 1923 and 1929 Vening Meinesz worked in small submarines to determine the shape of the Earth. While at sea he was interested in finding out if Earth's equator would deviate from a circle. From his observations, a deviation was never found. On

the other hand, he confirmed that just like on the continents that Airy isostasy existed. This observation confirmed the existence of a thin low-density crust that floats on a high-density mantle. Knowing that continental topography would change the isostatic equilibrium, Vening Meinesz then focused his gravity measurements in the deep trenches of the oceans. This then lead to the discovery that strong negative isostatic anomalies ran parallel to the trenches. These negative anomalies would later become known as Meinesz belts.

These negative belts could only be explained by assuming that the elastic crust was held down in the trench by an external cause. A second positive belt was found on the seaward side of the trench could be caused by the upward flexing of the crust due to pushing down in the trench. This theory of flexure of the crust gave a thickness of 35 km. This thickness is still a valid figure for the mechanically strong parts of the oceanic lithosphere. Vening Meinesz did distinguish between chemical crust (subject to Airy isostasy) and 'elastic' crust (defined rheologically). The flexure of the elastic crust helped him to expand the concept of isostasy. Whenever Airy isostasy deviated from the local density compensation at depth (trenches),

Vening Meinesz introduced regional isostasy and compensation by taking a loaded crust into account.

This new idea became known as regional or Vening isostasy and is useful in connecting mountain building and loading of the oceanic lithosphere by volcanic edifices.

Bibliografia

Chambon, Albert (1939). 100.000 zeemijl per onderzeeboot met professor Venig Meinesz. De Boer, Den Helder.

F. A. Vening Meinesz (1932). The Expeditions, The Computations and the Results (PDF). Archived from the original (PDF) on 2016-07-18.

F.A. Vening Meinesz; F.A.Heiskanen (1958). The Earth and Its Gravity Field. McGraw-Hill. ISBN 9780070280649.

Sjoerd Anne; Vening Meinesz (July 17, 2009). Geschiedenis der staatsregtelijke bepalingen betrekkelijk de vervaardiging van wetten in algemeene. BiblioBazaar. ISBN 9781113081056.

Sjoerd Anne; Vening Meinesz (2015). Geschiedenis der staatsregtelijke bepalingen betrekkelijk de vervaardiging . . . 1856. Facsimile Publisher. ASIN B012AW918C.

F.A. Vening Meinesz (1957). Gedenkboek F A Vening Meinesz. The Hague: Mouton. ASIN B006MYO1J4.

F.A. Vening Meinesz (1928). Gravity Survey by Submarine via Panama to Java. The Hague: Mouton. ASIN B00KJ2F9XW.

Source: PennState University

F.A. Vening Meinesz (2011). Geschiedenis Der Staatsregtelyke Bepalingen Betrekkelyk De Vervaardiging Van Wetten En Algemeene Beginselen Die Hierbij Behooren Te Gelden. Nabu Press. ISBN 9781270843009.

F.A. Vening Meinesz. The earth and its gravity field by Heiskanen and Meinesz.

F.A. Vening Meinesz (1958). Geschiedenis Der Staatsregtelyke Bepalingen Betrekkelyk De Vervaardiging Van Wetten En Algemeene Beginselen Die Hierbij Behooren Te Gelden. McGraw-Hill book company, inc. ASIN B000NR98TE.

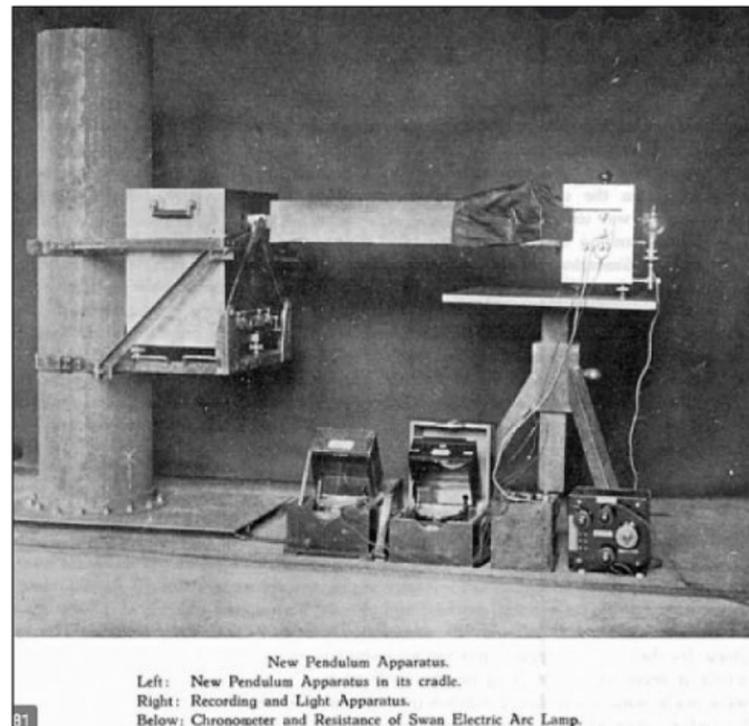
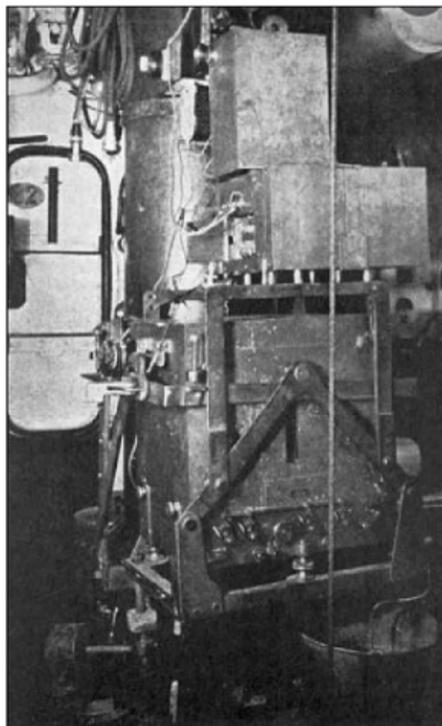
F.A. Vening Meinesz (1941). Theory and Practice of Pendulum Observations at Sea. Part II: Second order corrections, terms of Browne and miscellaneous subjects. Delft. ASIN B001C3VNUA.

F.A. Vening Meinesz (1926). Theory and Practice of Pendulum Observations At Sea. Waltman Delft. ASIN B00CTUJOU6.

F.A. Vening Meinesz (1941). The Gravity Measuring Cruise of the US Submarine S-21. With an Appendix of Computational Procedure by E Lamson. Washington: Government Printing Office. ASIN B006MYNYLA.

F.A. Vening Meinesz (1923). Observation De Pendule Dans Les Pays-Bas 1913-1921. Waltman Delft. ASIN B00CTUUVAI.

F.A. Vening Meinesz (1931). By Submarine Through the Netherlands East Indies + Gravity Anomalies in the East Indian Archipelago. Geographical Journal; 1st edition.



New Pendulum Apparatus.
Left: New Pendulum Apparatus in its cradle.
Right: Recording and Light Apparatus.
Below: Chronometer and Resistance of Swan Electric Arc Lamp.

Jean Aubouin
(1928-2020)



Les problèmes de la paléogéographie sont, depuis longtemps, au premier plan parmi les préoccupations des géologues. Il faut avouer d'ailleurs qu'il existe peu de questions dans lesquelles l'imagination a joué un rôle aussi prépondérant.

Émile Haug,
Les géosynclinaux et les aires continentales, 1900.

Jean Aubouin est le pionier, au cours du XXe siècle, de diverses disciplines des sciences de la Terre en France, en Europe et dans le monde. Jean Aubouin, émérite géologue français. Scientifique de renom international et enseignant hors pair, des grandes universités françaises et à l'étranger; aussi, précurseur de la théorie du géosynclinal (et sa polarité tectonique), l'orogénese et les relations avec la géodynamique des bassins sédimentaires, ainsi que de l'océanographie. Jean Aubouin un pionier des recherches sur les relations entre la géodynamique des bassins sédimentaires et des chaînes de montagnes et leur évolution à la tectonique des plaques. L'école géologique et scientifique de Jean Aubouin a marqué profondément les géosciences pour l'avenir des sciences de la Terre.

Formation et carrière dans l'enseignement supérieur: Parmi lesquelles, les distinctions suivantes peuvent être soulignées

Né le 5 mai 1928 à Evreux, Jean Aubouin a été élève de l'École Normale Supérieure de Saint-Cloud (1948-1952), agrégé de l'université (1952), docteur ès sciences (1958), professeur à la Faculté des Sciences de Paris (Sorbonne) (1961), puis à l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI) (1969-1991). Académicien en 1981, il a présidé l'Académie des Sciences dans la période 1989-1990 et l'Institut de France en 1989. Membre fondateur de l'Académie des Technologies, il fut aussi honoré par de nombreuses et prestigieuses universités, institutions de recherche et académies étrangères.

Reconnaisances et distinctions decernés à Jean Aubouin pour ses contributions aux sciences de la Terre

En 1967-1973 Membre du Comité Consultatif des Universités; 1974-1978 Président du Comité de Télédétection du CNES; 1976-1978 Membre du Comité National du CNRS; 1976-1980 Membre de l'Executive Office of the International Union of Geological Sciences (IUGS); 1980 Président du XXVIe Congrès Géologique International; 1980-1984 Membre du Planning Committee of the International Program of Ocean Drilling (IPOD); 1982-1991 Conseiller scientifique du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM); 1982-1986 Président du Conseil scientifique du programme GPF

(Géologie Profonde de la France); 1983-1991 Président du Comité des sciences de la Terre du BRGM; 1983-1987 Membre du Conseil Supérieur de la Recherche et de la Technologie; 1984-1992 Président de la Commission de la Carte Géologique du Monde (UNESCO); 1984-1987 Membre du Conseil Scientifique de la Fondation de France; 1984-1988 Membre du Conseil D'administration de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre Mer (ORSTOM); 1985-1990 Président du Conseil Scientifique de l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER); 1986-2000 Membre du Conseil de Perfectionnement de l'Institut Océanographique Paris-Monaco (président de 1992 à 2001); 1989-1992 Membre du Conseil d'Administration du BRGM; 1990-1994 Président du Comité Français de l'International Decade for Naturel Disaster Reduction; 1994-2006 Vice-président du Conseil d'Administration de l'Institut Océanographique Paris-Monaco; 1996-2000 Membre du Conseil Scientifique du Parc Naturel du Verdon; 1996-2006 Administrateur de la Chancellerie de l'Académie de Nice; 2000-2004 Administrateur de la Chancellerie de l'Académie de Paris.

Recherches scientifiques

Géologue et océanologue, Jean Aubouin s'est également consacré aux problèmes des ressources énergétiques et minérales, des ressources en eau et aux risques naturels. Les recherches de Jean Aubouin ont porté sur les suivants domaines: a.- en géologie, sur la tectonique des chaînes périméditerranéennes et péripacifiques; b.- en océanologie sur la structure des marges continentales méditerranéennes et pacifiques.

Leur axe de recherche a été la tectonique comparée à terre comme en mer, conduisant à une typologie des chaînes de montagne et des marges continentales, à un modèle de genèse des premières à partir des secondes, et rendant compte des ressources qui leur sont associées. Ces travaux ont été effectués sur les suivants disciplines: a.- en géologie, dans les chaînes du Nord de la Méditerranée (Provence, Apennin d'Italie, Dinarides de Grèce, Yougoslavie, Albanie), et de l'Ouest des Amériques (Andes d'Argentine, du Chili, Sierras Madre du Mexique) et de l'Ouest Pacifique (Japon); b.- en océanologie, en Méditerranée (fosse de Crête) et dans le Pacifique (fosse d'Amérique Centrale, fosse du Japon, fosse des Tonga-Kermadec).

Principaux résultats des recherches de Jean Aubouin, concernant les domaines géologiques et océanographiques

- 1.- Les modalités de la tectonique de couverture;
- 2.- La succession des tectoniques superposées dans la genèse des chaînes de montagne;
- 3.- La polarité des chaînes de montagne sur les plans tectonique, orogénique, sédimentologique, magmatique et métamorphique;
- 4.- La comparaison du modèle des géosynclinaux avec celui de la tectonique des plaques;
- 5.- La mise au point des modèles téthysien et cordillérain de chaînes de montagne; des synthèses de la géologie des chaînes méditerranéennes et des cordillères américaines;
- 6.- La synthèse de la géologie de l'Europe;
- 7.- La définition des marges convergentes extensives dans les océans.

Distinctions et Prix décernés à Jean Aubouin sur la scène internationale

- *Membre de la Société Géologique de France (président en 1976);
- *Membre d'honneur de la Geological Society of America;
- *Membre d'honneur de la Geological Society of London;
- *Membre d'honneur de la Société de Physique et de Sciences Naturelles de Genève;
- *Membre d'honneur de la Société Géologique de Grèce;
- *Docteur honoris causa de l'Université d'Athènes (1992);
- *Membre de l'Accademia dei lincei (Rome) (1974);
- *Membre de l'Académie des Sciences d'URSS devenue Académie des Sciences de Russie (1976);
- *Membre de l'Académie d'Athènes (1980);
- *Membre fondateur de l'Academia europaea (1988);
- *Membre de l'Académie Yougoslave des Sciences devenue Académie Croate des Sciences à Zagreb (1990);

- *Membre de l'Académie des Sciences d'Albanie (2000);
- *Membre de l'Académie Royale des Sciences, lettres et Arts de Belgique (1994);
- *Membre de la Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina (1995);
- *Membre fondateur de l'Académie des Technologies (2000);
- *Médaille de bronze du CNRS (1959) Prix Viquesnel de la Société Géologique de France (1962);
- *Prix Charles Jacob de l'Académie des Sciences (1976);
- *Médaille Dumont de la Société Géologique de Belgique (1977);
- *Médaille d'argent du Museo de La Plata (Argentine) (1977);
- *Prix Gaudry de la Société Géologique de France (1980);
- *Médaille d'argent de la ville de Paris (1980);
- *Médaille d'or de l'Académie Royale des Sciences, Lettres et Arts de Belgique (1990);
- *Commandeur des palmes académiques Chevalier de l'Ordre National du mérite, Officier de la Légion d'Honneur.

Différentes activités et ouvrages de recherche scientifique à caractère transcontinental

Jean Aubouin est l'Auteur d'environ 400 articles scientifiques; en outre, M. Aubouin est également l'auteur des ouvrages suivantes:

- *Géologie de la Grèce septentrionale (1 vol.);
- *Annales géologiques des pays helléniques, Athènes (1959);
- *Géosynclines (1 vol.) Ed. Elsevier, Amsterdam, London, New York (1965);
- *Précis de géologie (3 vol.) Ed. Dunod, Paris, 4 éditions de 1967 à 1979 (en coll. avec R. Brousse et J.-P. Lehman);
- *Manuel de cartographie (1 vol.) Ed. Dunod, Paris (1969) (en coll. avec J. Dercourt et B. Labesse) J. Aubouin et R. von Huene (eds);
- *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, Manzanillo (Mexico) to Punta Arenas (Costa Rica) Vol.67, US Government Printing Office, Washington (1982) J. Aubouin et R. von Huene (eds);
- *Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, Balboa (Panama) to Manzanillo (Mexico) Vol .84, US Government Printing Office, Washington (1985) J. Aubouin, X.Le Pichon et S.Monin (eds);
- *Evolution of the Tethys, Tectonophysics Special Issue Ed. Elsevier Amsterdam, Oxford, New York, Toronto - 2 vol. (1986).



Les Alpes du Sud, l'un des massifs montagneux étudiés par J. Aubouin, comme modèle tectonique fondamental, issu de l'évolution d'un géosynclinal. Photographie: Geológica; Las fuerzas dinámicas de la Tierra. 2008. Ed. H. F. Ullmann.

Principales publicaciones científicas

Aubouin, J. 1958. Essai sur l'évolution paléogéographique et sur le développement tecto-orogénique d'un système géosynclinal: le secteur grec des Dinarides. Bull. Soc. géol. Fr., (6), 8, p. 731-748.

Aubouin, J. 1959. À propos d'un centenaire: les aventures de la notion de géosynclinal. Rev. Géogr. phys. Géol. dyn., II, 3, juillet-septembre 1959, p. 135-188, 27 fig.

Aubouin, J. 1961. Propos sur les géosynclinaux. Bull. Soc. géol. Fr., (7), 3, p. 629-702. Aubouin, J. (1965). Geosynclines, 335 p., 67 figs., Elsevier.

Aubouin, J., 1963.- Essai sur la paléogéographie post-triasique et le développement orogénique secondaire et tertiaire du secteur méridional des Alpes orientales (Alpes méridionales, Lombardie et Vénétie). Bulletin de la Société géologique de France (7), V, pp 730-765.

Aubouin, J., *et al.*, 1965.- Geosynclines. Ed Elsevier. ISBN: 9781483274935.

Aubouin, J., *et al.*, 1965.- Un élément externe de la zone du Pinde; la serie d'Ethia (Crète, Grèce). Bull. Soc. Géol. de France. S7-VII (5), 753-757.

Aubouin, J., Brousse, R. et Lehmann, J.P. 1968, 1975. Précis de géologie. Tome 3: Tectonique, Morphologie, le Globe terrestre. Dunod éd., Paris. 1 re édition 1968; 3 e édition, 1975.

Aubouin, J., *et al.*, 1970.- Essai sur la géologie des Dinarides. Bulletin de la Société géologique de France (7), pp 1060-1093.

Aubouin, J., *et al.*, 1973.- Esquisse paléogéographique et tectonique des Andes meridionales. Revue de Géographie physique et Géologie dynamique 2, XV, pp 11-72.

Aubouin, J. 1973. Des tectoniques superposées et de leur signification par rapport aux modèles géophysiques: l'exemple des Dinarides; paléotectonique, tectonique, tarditectonique, néotectonique. Bull. Soc. géol. Fr., (7), XV, (5-6), p. 428-455.

Aubouin, J., *et al.*, 1980.- Geology of the Alpine chains born of the Tethys. Memoire du B.R.G.M.

Aubouin, J., *et al.*, 1981- Subduction of the Cocos plate in the Mid-America trench. Nature vol.294, pp 146-150.

Aubouin, J., *et al.*, 1982.- The Middle America Trench as an Example of a Subduction Zone. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam., pp. 113-132.

Aubouin, J., et Von Huene, R., 1982.- Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, Manzanillo (Mexico) to Punta Arenas (Costa Rica). Vol.67, US Government Printing Office, Washington.

Aubouin, J., 1984.- A new type of active margins: the convergent-extensionnal margins, as exemplified by Middle America trench off Guatemala. Earth and Planetary Sciences Letter 67, pp 211-218.

Aubouin, J., Le Pichon, X., et Monin, S., 1986.- Evolution of the Tethys. Tectonophysics, Special Issue Ed. Elsevier Amsterdam, Oxford, New York, Toronto - 2 vol.

Aubouin, J., 1990.- The west Pacific geodynamic model. Tectonophysics. Ed. Elsevier. Vol. 183, issues 1-4., pp.1-7.



Jean Aubouin au terrain.



Université Pierre et Marie Curie, Paris.

Source de données: Hommage Terre Solide; l'Institut de France, l'Académie des Sciences et le CNRS de France.

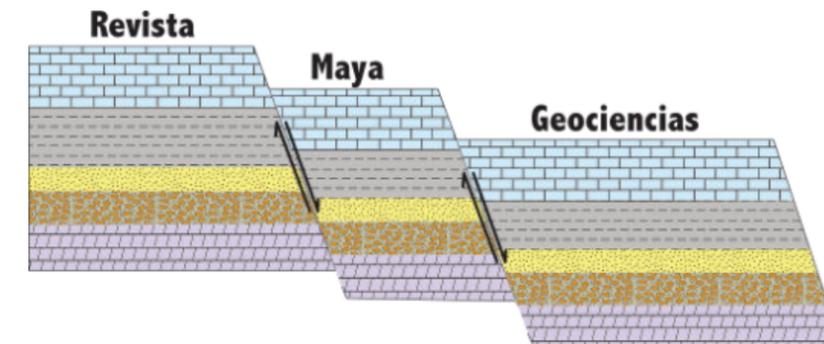
Intégration des données par S. Ortuño A. Universidad Nacional Autónoma de México.



Salvador Ortuño Arzate received his M. Sc. from the National Autonomous University of Mexico (UNAM) and his Ph.D. from the Université de Pau and Pays de l'Adour (UPPA) in France. He has been a researcher at the Instituto Mexicano del Petróleo and the Institut Français du Pétrole, focusing his work on the Exploration Petroleum field. Salvador has published several papers and a book, "El Mundo del Petróleo" (Petroleum's world),

examining and shedding light on the history of petroleum and the implications for the society. Also, he has worked as an advisor for several universities and national corporations. Lastly, he has served as faculty and has taught different courses at the Secretariat of National Defense and at the Engineering School of U.N.A.M.

soaortuno@gmail.com



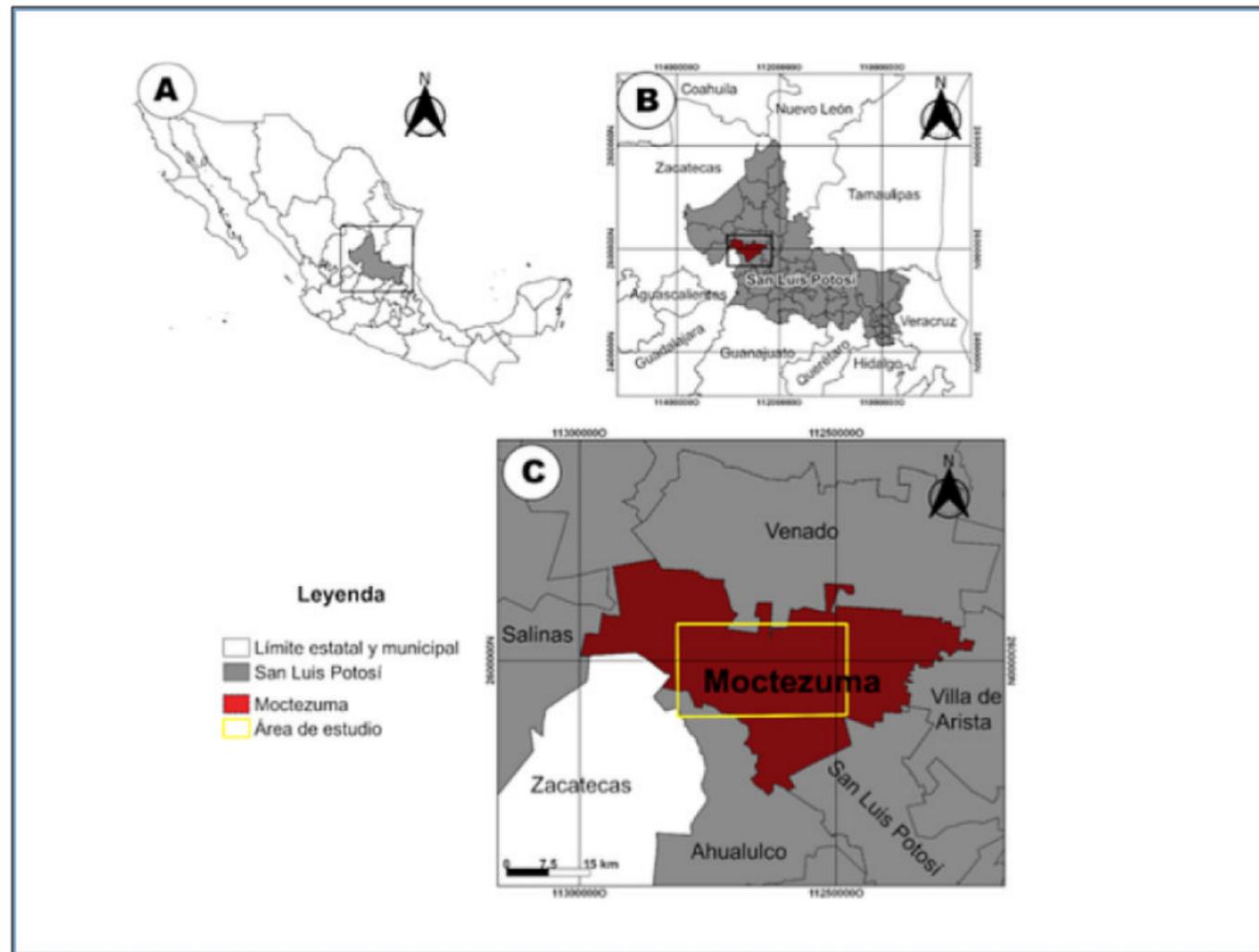
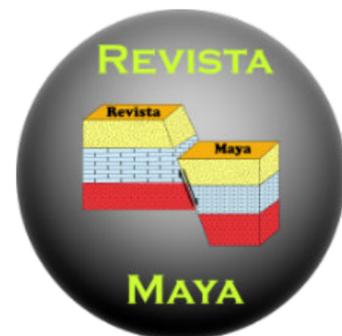


Figura 1.1. A) Estados Unidos Mexicanos, B) estado de San Luis Potosí y C) municipio de Moctezuma. El recuadro amarillo representa el área de estudio. Elaboración propia.



Análisis de facies y bioestratigrafía de la transición Berriasiano-Valanginiano en una sección del municipio Tlatlauquitepec, estado de Puebla, México

Universidad Nacional Autónoma de México

Tesis que para optar por el grado de: Maestra en Ciencias de la Tierra, Junio 2022.

Sustentante: **Ruth Victoria Cárdenas Cárdenas.**

Director de Tesis: *Rafael Antonio López Martínez.*

Resumen

Se presenta un estudio sobre el límite de tiempo del Berriasiano al Valanginiano en La Sección "Cerro Cabezón", en el estado de Puebla, México, un límite que se ha definido con diferentes organismos restringidos a la región del Tetis como nerineidos, foraminíferos, ciertos tipos de ammonites, diatomeas, radiolarios y dinoflagelados. El principal enfoque del presente estudio es que se con el uso bioestratigráfico de calpionélidos, organismos importantes en el Cretácico debido a su evolución rápida, dispersión horizontal amplia y alcance vertical restringido. Los calpionélidos han sido poco estudiados en México ya que por su pequeño tamaño y su escasez se dificulta su identificación, aunque son generalmente marcadores para encontrar edades cercanas al límite Jurásico – Cretácico.

Se mencionan los diferentes esquemas de clasificación que han sido propuestos para la descripción de rocas carbonatadas, sin embargo, la que se usó para la descripción de La Sección "Cerro Cabezón", por su proporción relativa entre partículas y matriz, fue Dunham, (1962) modificada por Embry & Klovan, (1971). Con base en la clasificación de microfacies estándar de Flügel (2010) se llevó a cabo la descripción de microfacies identificadas en La Sección y con ello las asociaciones de microfacies para posteriormente identificar las zonas de facies del modelo de Wilson (1975).

La edad Berriasiano-Valanginiano de esta Sección está sustentada por la sucesión vertical de microfacies y bioestratigrafías basadas en especies índice de calpionélidos. El límite de dicha transición en el área de estudio está definido por la primera aparición estratigráfica de *Calpionellites darderi*, la especie marcadora de la Zona estándar de *Calpionellites*, Subzona Darderi. Se detectaron condiciones más o menos estables en la depositación de sedimentos correspondientes a la Formación Tamaulipas Inferior lo que valida el uso de calpionélidos como una herramienta útil para la detección del límite Berriasiano-Valanginiano en México.

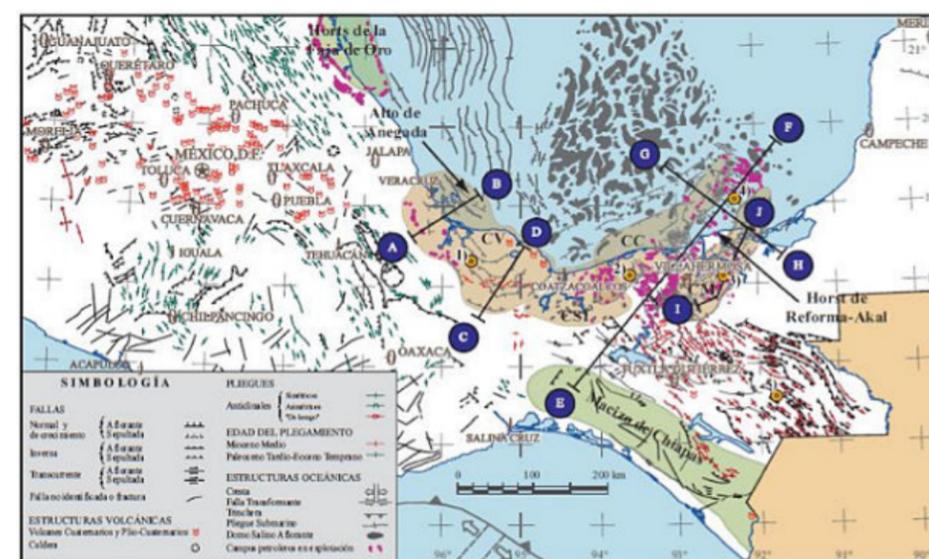


Figura 1.1 .Mapa tectónico del sureste de México mostrando las cuencas, los horsts y las estructuras más relevantes, las masas de sal que afloran en el fondo marino de la porción meridional del Golfo de México y la localización de secciones en las cuencas terciarias del sureste mexicano. CV, Cuenca de Veracruz; CSI, Cuenca Salina del Istmo; CC, Cuenca de Comalcalco; CM, Cuenca de Macuspana; SZ, Sierra de Zongolica; SCH, Sierra de Chiapas. Tomada de Padilla y Sanchez (2007).

Compuestos orgánicos en aguas subterráneas: trazadores de la actividad hidrotermal en el sistema geotérmico de Los Humeros

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.

Tesis para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de Maestro en Ciencias, 2020.

Sustentante: **Brenda Estela García Sánchez**

Directores de tesis: *Dr. Thomas Günter Kretzschmar Steinle y Dr. Juan Ignacio Sánchez Avila.*

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar si en el campo geotérmico de Los Humeros (CGLH), en Puebla, se producen compuestos orgánicos y si estos pueden ser utilizados como indicadores de actividad hidrotermal. Para esto, se realizó la determinación analítica por SPE-GC-MS de los compuestos orgánicos presentes en los fluidos geotérmicos del CGLH y en el agua subterránea de los acuíferos aledaños al campo:

Perote-Zalayeta y Libres-Oriental. Se identificaron 67 compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles de 13 familias de compuestos. Con el Índice de Preferencia del Carbono (ÍPC) y la Distribución Molecular de los alcanos, se determinó que los alcanos se producen por abiogénesis y termogénesis en el CGLH. La Distribución Molecular de los alcanos indicó que estos compuestos producidos por actividades biológicas son los de mayor presencia en las aguas subterráneas de los acuíferos. En la literatura se ha reportado que el decano y dodecano no son típicos en la composición biogénica y pueden provenir de un origen abiogénico o termogénico, es por esto que se infiere que estos compuestos se originan en el CGLH y su presencia en las aguas subterráneas del acuífero de Perote-Zalayeta sugiere una interacción con fluidos hidrotermales. El ÍPC de muestras del acuífero de Perote-Zalayeta también sugiere un aporte hidrotermal.

Las actividades antropogénicas que se realizan en la región de estudio también pueden influir en la composición de los compuestos identificados. Con las pruebas de hipótesis de F-Fisher y t-Student se determinó que el contenido de decano y de dodecano en los fluidos geotérmicos del CGLH tiene una similitud con el contenido del acuífero de Perote-Zalayeta. El alto contenido de compuestos orgánicos con oxígeno indica que el acuífero de Libres-Oriental tiene un importante aporte por actividad de bacterias o antropogénica.

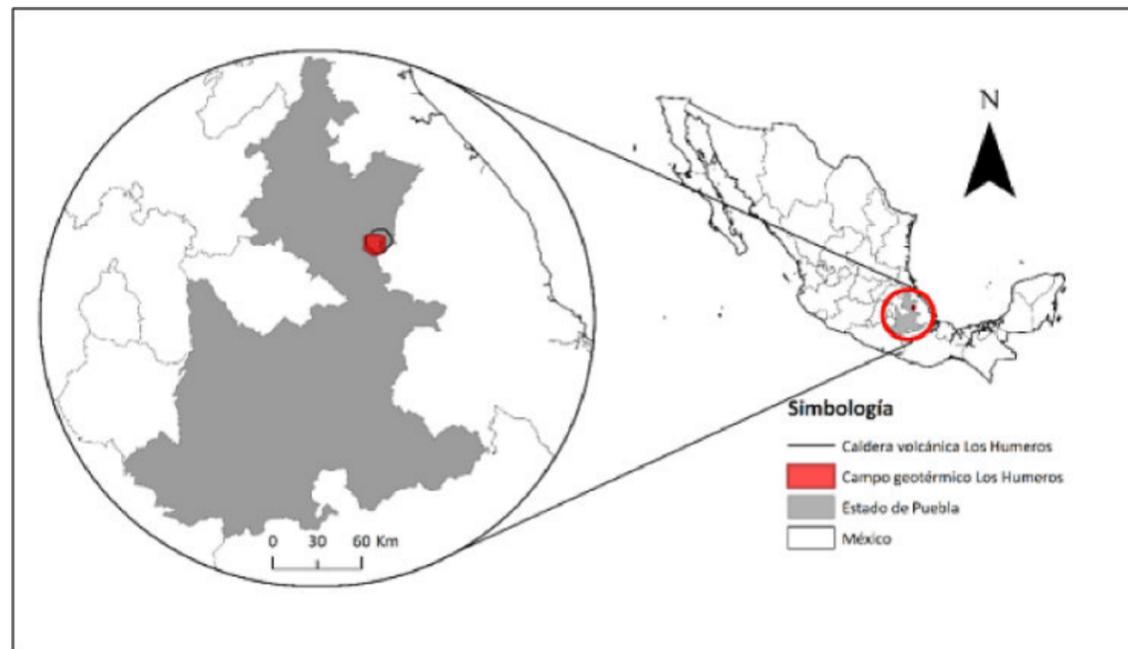


Figura 1.1. Ubicación del campo geotérmico Los Humeros.

Modelo estructural de la corteza somera (aprox 10 km) en el Valle de Mexicali (Delta del Río Colorado) a partir de sísmica de reflexión 2d, gravimetría, magnetometría y sísmicidad

Universidad Autónoma De Nuevo León, México.

Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias con orientación en Geociencias, 2022.

Sustentante: **Carlos Simón Reyes Martínez.**

Director de Tesis: *Dr. Mario González Escobar.*

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados del procesamiento e interpretación de diez perfiles de reflexión sísmica multicanal terrestre adquiridos durante la década de los 80's por Petróleos Mexicanos en el Valle de Mexicali. Se presentan imágenes sísmicas del subsuelo de hasta 5 km de profundidad. La interpretación fue complementada con mapas de gravimetría, magnetometría y sísmicidad. Finalmente se construyó un modelo 2D gravimétrico-magnético transversal a las principales fallas del valle soportado por información de pozos profundos e información sísmica.

En dicho modelo se presentan características físicas (densidad y susceptibilidad magnética) del basamento granítico de la Placa del Pacífico y del basamento metamórfico correspondiente a la Placa Norteamericana, así como zonas de la corteza sedimentaria que han aumentado su densidad debido al ascenso de fluidos geotérmicos a lo largo de las principales fallas. Con todo esto se logró corroborar fallas geológicas reportadas previamente (Imperial, Michoacán, Algodones y Dunas) así como fallas no documentadas hasta ahora (San Luis, Morelos, Santa Isabel, Tulechek, Islas Agrarias, Sinaloa y Jalapa). Se presenta la Zona de Deformación Calipatria con una extensión de al menos 135 km desde el Mar Salton, California, hasta el Desierto de Altar, Sonora. La importancia de estas estructuras va desde el punto de vista energético hasta el tectónico. Donde se proponen tres dominios geotérmicos los cuales deberán ser estudiados de manera más puntual en el futuro para determinar su potencial de explotación. Por otro lado, varias de las nuevas fallas propuestas se encuentran cerca o debajo del centro urbano de la Ciudad de Mexicali, lo que implica un peligro y riesgo sísmico para dicha Ciudad, estas fallas deben ser tomadas en cuenta para futuros atlas de riego del municipio. Finalmente, se determina que estas fallas pueden contener en ellas el faltante en la tasa de desplazamiento que se ha propuesto para la región, principalmente para la Falla Imperial.

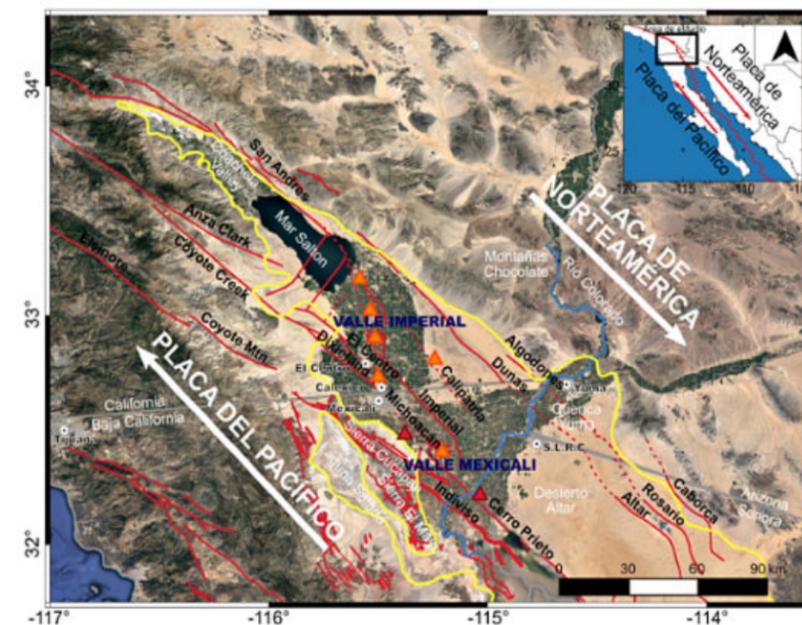


Figura 1.1. Imagen satelital de la localización del área de estudio. Líneas color rojo indican fallas geológicas, líneas punteadas en rojo corresponden a fallas geológicas inferidas, letras color negro indican el nombre de las fallas, línea amarilla indica la Depresión del Salton, líneas gris indican divisiones políticas, puntos negro con blanco ciudades importantes de la región, triángulos color naranja indican los campos geotérmicos actualmente en explotación, triángulos color rojo indican zonas de alto potencial geotérmico, flechas blancas indican la dirección de movimiento de las placas tectónicas. (González Escobar et al., 2013; Arango Galván et al., 2015; Fletcher et al., 2016; Dorsett et al., 2019). Fallas del sur de California tomadas de USGS.

Simulación de propagación de ondas elásticas en medios con fracturas conectadas

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), México.

Tesis para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de Maestro en Ciencias, 2021.

Sustentante: **José Manuel Fermín Antonio.**

Director de tesis: *Dr. Jonás de Dios de Basabe Delgado.*

Resumen

La presencia de fracturas es común en formaciones geológicas y tienden a dominar las propiedades hidráulicas y mecánicas en las rocas, por lo que el flujo de fluidos a través de estas no puede ser entendido sin un detallado conocimiento de la conectividad y geometría de las redes de fractura que las componen.

El rango de potenciales aplicaciones abarca la exploración y explotación de hidrocarburos, almacenamiento de desechos nucleares, geohidrología, almacenamiento de CO₂, entre otras, por lo que existe un gran interés en mejorar las técnicas para detectar y caracterizar redes de fracturas. Con ayuda de modernas computadoras y el desarrollo de nuevos métodos numéricos, se han impulsado nuevas metodologías para estudiar mejor el efecto de los medios fracturados en el campo de ondas sísmico. El método de Galerkin Discontinuo de Penalización Interior es un esquema numérico que permite simular la ecuación de onda elástica y evaluar modelos representativos de rocas fracturadas con diversas geometrías. Se construyeron volúmenes representativos con fracturas conectadas y no conectadas, para estudiar, no solo el efecto que tiene la conectividad en el campo de ondas, sino también la longitud de fracturas y la frecuencia de la fuente. Se implementó el medio equivalente llamado T-Matrix, que es una solución analítica que describe el comportamiento elástico de un medio con inclusiones, en este caso las fracturas. La principal característica de T-Matrix es que permite caracterizar la interacción de fracturas y su efecto en el campo de ondas. Este método busca replicar los modelos con fracturas discretas y así evaluar su efectividad en la caracterización de medios fracturados. Los análisis espectral y de coherencia en un plano tiempo-frecuencia muestran un efecto considerable producto de la conectividad, sugiriendo la posibilidad de incluir este efecto en los esquemas de evaluación de yacimientos fracturados.

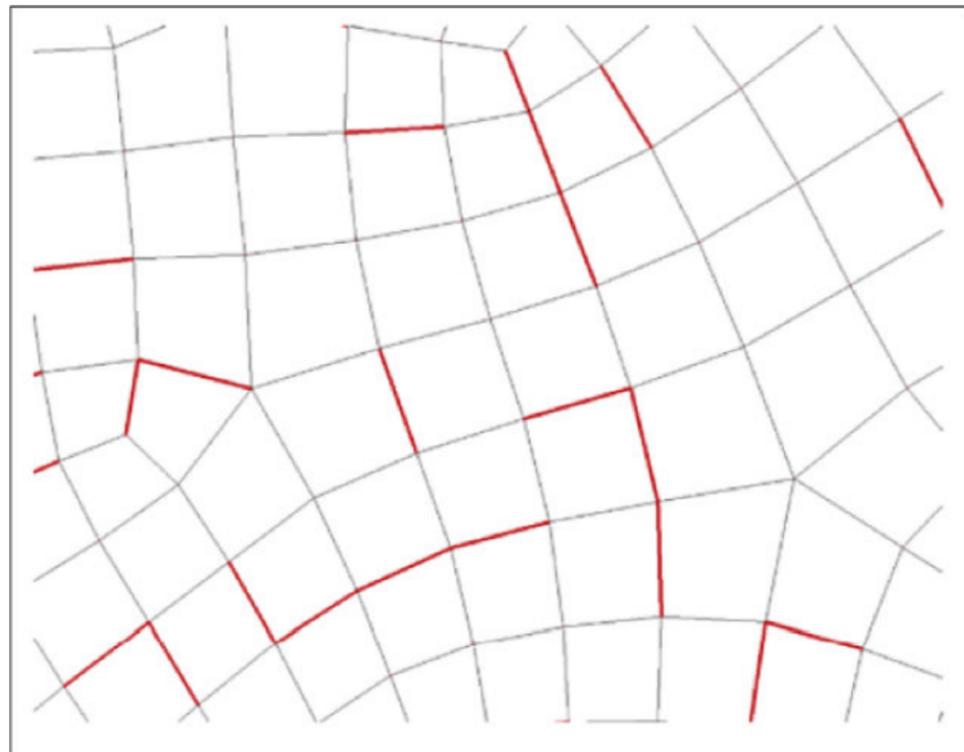


Figura 1.1. Ejemplo de un mallado de elementos finitos para un modelo fracturado. Las fracturas se indican con gruesas líneas rojas (De Basabe et al., 2016).

An integrated geographic information systems (IGIS) analysis and definition of the tectonic framework of northern Mexico

Carlos Manuel Martínez Piña
Department of Geological Sciences
University of Texas at El Paso

Doctor of Philosophy, 2011

Philip C. Goodell, Ph.D., Chair

Abstract

Crustal rupture structures reactivated in the course of the tectonic history of northern Mexico are the surface expressions of planes of weakness, in the form of simple or composite rectilinear features or slightly curved, defined as lineaments. Unless otherwise defined as strike-slip faults, lineaments are part of parallel and sub-parallel oblique convergent or oblique divergent tectonic zones cross cutting the Sierra Madre Occidental and northern Mexico, in a NW trend. These shear zones are the response to the oblique subduction of the Farallon plate beneath North America.

Kinematic analysis of five selected sites in northern Mexico, three basins and two compressional shear zones, proved possible a combination of shear mechanism diagram and models from analogue materials, with satellite imagery and geographic information systems, as an aid to define strike-slip fault motion. This was done using a reverse engineering process by comparing geometries. One of the sites assessed, involving the Parras Basin, Coahuila Block (CB), San Marcos fault, a postulated PBF-1 fault, allowed for palimpsest reconstruction of the CB that corroborated the results of the vector motion defined, in addition to an extension of ~25% in a northwest southeast direction.

A GIS-based compilation and georeferenced regional structural studies by several researchers were used as ground control areas (GCA); their interpolation and interpretation, resulted in a tectonic framework map of northern Mexico. In addition, shaded relief models overlaid by the lineaments / fault layer allowed structural analyses of basins related to these major structures. Two important results were obtained from this study: the Tepihuanes-San Luis-fault (TSL) and the Guadalupe fault, named herein, displaces the Villa de Reyes graben, and the Aguascalientes graben, respectively, to the SE, confirming their left lateral vector motion; afterwards TSL was displaced south by the right lateral strike slip Taxco- San Miguel de Allende fault. The second result refers to the hypothesis that the Mesa Central was brought to its present location by a subduction zone located to the north. This subduction zone coincides with several researchers who postulated the idea. The compressional zones refer to segments of the Sinforosa and a postulated Aquinuari fault located in the stratotectonic Guerrero Terrane regarded as a highly mineralized zone.

Negative anomalies near -200 milligals are strongly suggestive of a cratonic block identified in western Chihuahua, it being named the Western Chihuahua Cratonic Block (WCCB). In the southwestern portion of the North American craton the age provinces are well documented, but the block versus mobile belt idea has not been put forth or emphasized. The present study combines data of several types, sedimentological, structural, igneous geochemistry, and geochronologic data to evaluate this behavior in SW NA, and the proposed block is tested against these data. The presence of the WCCB is supported by a wide variety of data.

Basins, troughs, aulacogens, bimodal volcanism, and other rift and rift shoulder features, characterize the spatially constrained mobile belts. Mobile belts surrounding the WCCB contain geologic records of the events going back to 1.4 Ga, with different aspects being dominant over geologic time. Mobile belts will participate in compression, (subduction), extension (rifting), and transform (lateral) faulting. The WCCB may have been

derived from closely, adjacent, North American craton by mobile belt action.

This study has shown that integration of data is essential, because allows detection of differences in hypotheses for the same event in the same area. This integration capability is what makes integrated geographic information systems a powerful tool, not only for their synergy, but because they can be combined with specific techniques that provide data before going to conduct fieldwork.

Whether the issue of defining the tectonic framework of northern Mexico can be resolved or not, depends on the viability of integrating volumes of data from research, hypotheses, or maps, and put together under the same geographic frame.

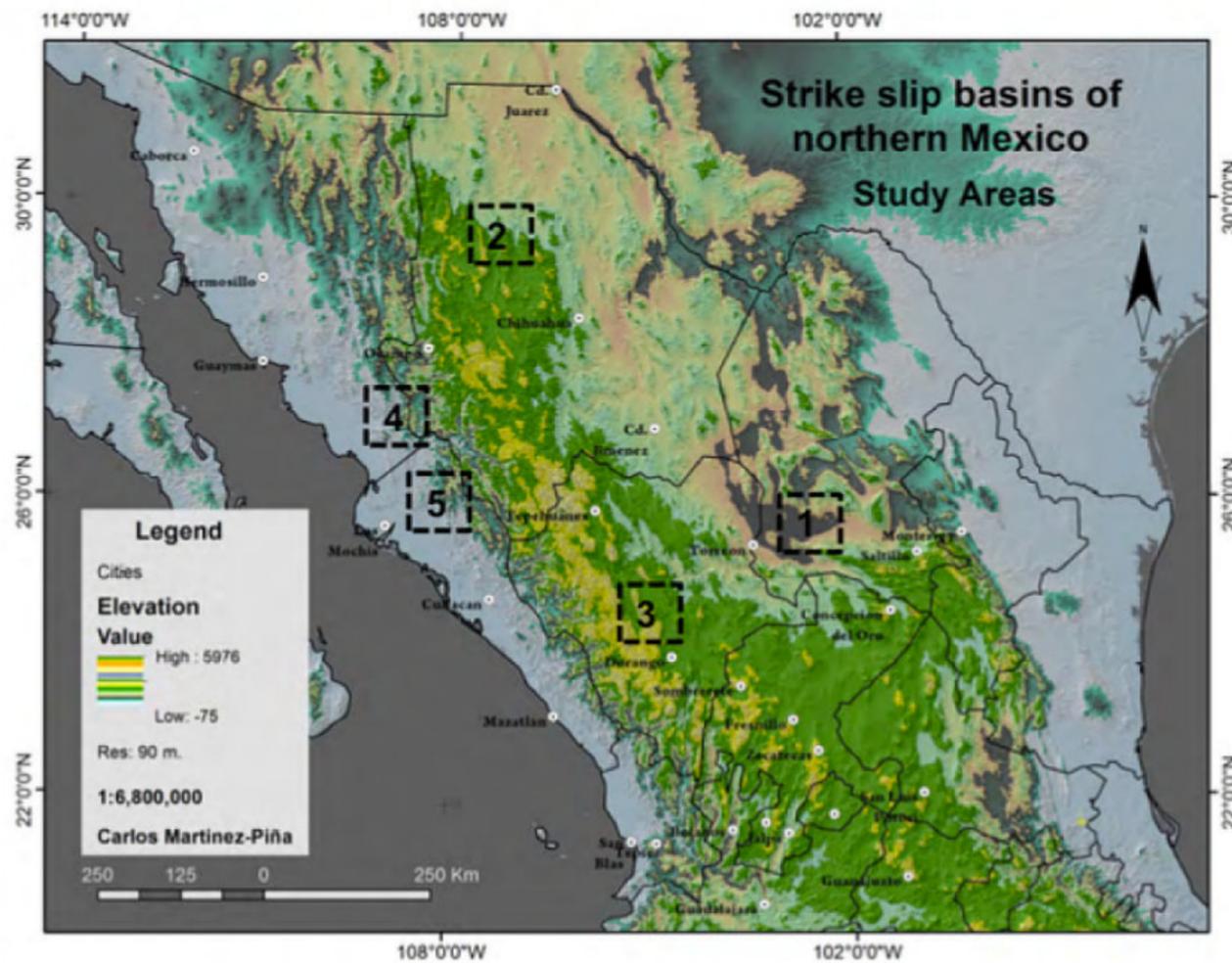
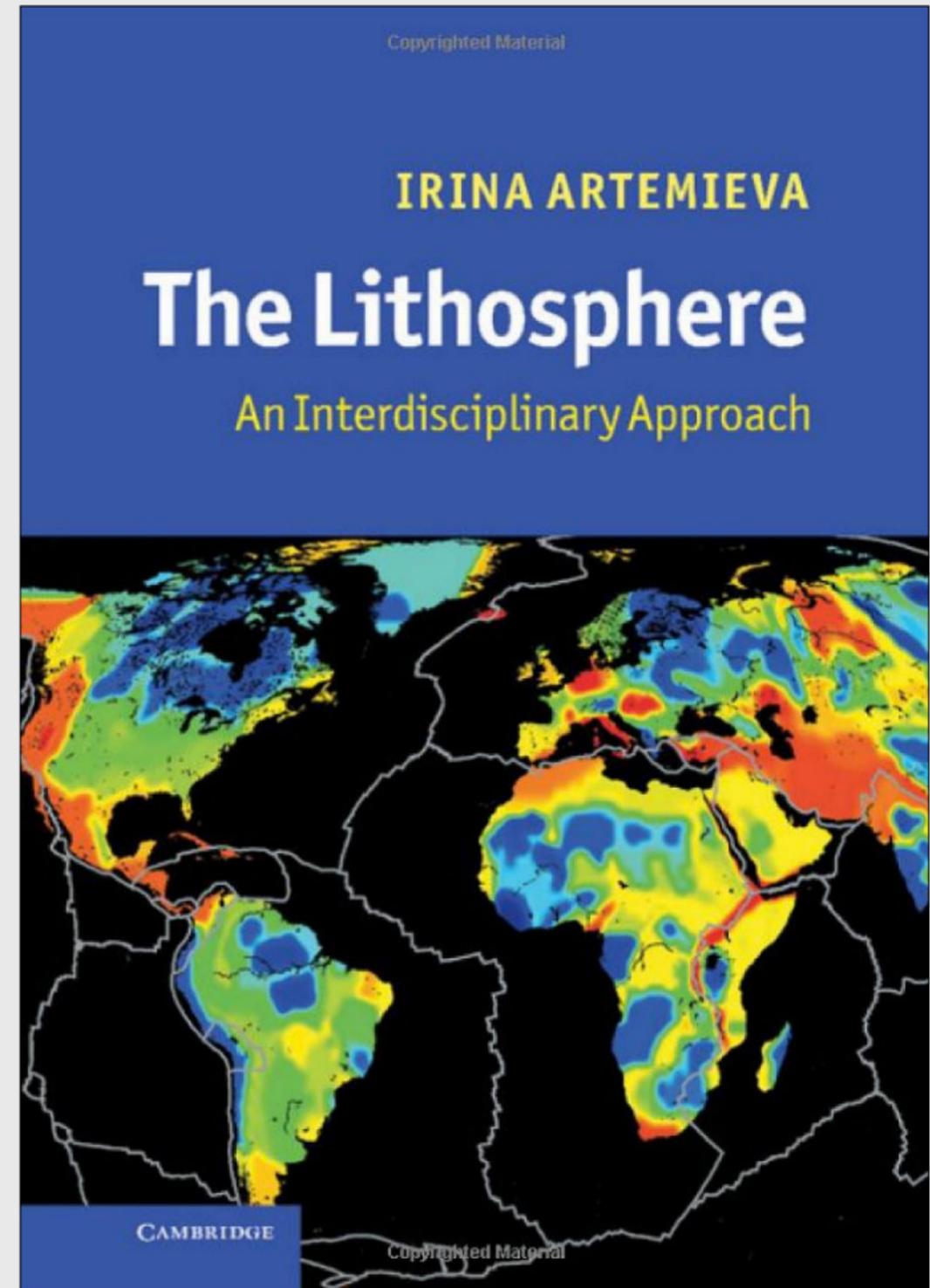


Figure 1.1: Shaded relief raster with elevation data showing the 5 study areas. Faults and basins are postulated Martinez-Piña & Goodell, (in progress). Site 1) Parras Basin and MSM3; 2) Marcos Basin 3) Durango basin 4) Sinforosa lineament 5) Aquinquiri lineament. SRTM Shaded Relief (North West, one of six data sets) represents a shaded relief map (between 60 degrees North and 56 degrees South latitude) of the world derived from the Global Digital Elevation Model (SRTM) data sets from the U.S. Geological Survey's EROS Data Center. The resolution is 3 arc seconds (90 meters). The version of the SRTM 3-arc-second data that served as the basis for the SRTM Global Digital Elevation Model data is the Version 2 "Finished" data in DTED Level 1 format that was created by NGA by subsampling SRTM 1-arc-second data.

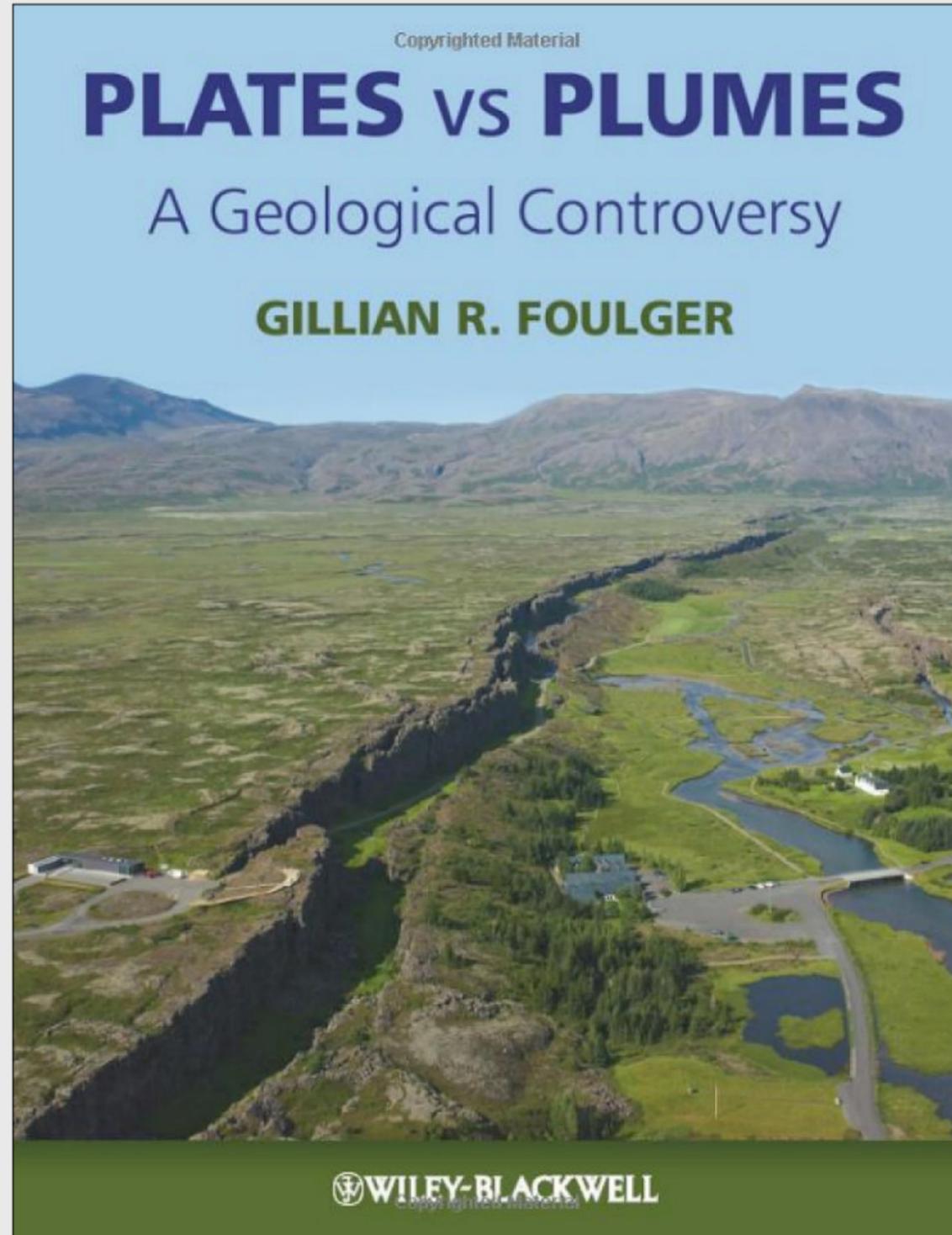
El libro recomendado

<https://www.cambridge.org/core/books/lithosphere/81407CA1D99768173A3EC0165D015715>



El libro recomendado

<https://www.wiley.com/en-us/Plates+vs+Plumes%3A+A+Geological+Controversy-p-9781405161480>



TEMAS DE INTERÉS

La inundación invisible en las costas de México

Christian Felipe Narváez Montoya, Jürgen Mahlnecht, Juan Antonio Torres Martínez, Abrahan Rafael Mora Polanco

Escuela de Ingeniería y Ciencias, Tecnológico de Monterrey

jurgen@tec.mx

Enfoque del artículo

En las costas del mundo los acuíferos sufren de un problema de contaminación conocido como intrusión salina, que es la mezcla no natural del agua dulce de los acuíferos y el agua del mar causado por la sobreexplotación. Este texto explora el estado de conocimiento de los acuíferos afectados por sobreexplotación e intrusión salina en las costas mexicanas. En general, las actividades humanas que han causado el deterioro de los acuíferos en el país son el crecimiento poblacional, la agricultura y el turismo.

Palabras claves: Agua subterránea, Intrusión salina, Contaminación, Sobreexplotación.

Cuando llueve el agua cae y se almacena en depósitos superficiales como ríos, lagos y lagunas; mientras que otra gran parte aporta al crecimiento de la vegetación y/o se evapora. El agua restante se infiltra entre la tierra hasta llegar y conformar depósitos de agua subterránea llamados acuíferos. Estos depósitos subterráneos han acumulado agua por millones de años a tal punto que hoy representan el 90% de la disponibilidad de agua dulce del planeta. Sin embargo, es muy difícil gestionar esta fuente, ya que al estar en el subsuelo no es fácil entender su comportamiento de flujo, como sí lo es en un río. Un ejemplo de la importancia del agua subterránea es que el 95% de la población de ciudad de México confía en esta fuente para satisfacer sus necesidades. A nivel mundial, la mitad del agua para uso humano proviene de acuíferos y el 43% del agua usada en agricultura proviene de esta misma fuente. Este recurso es más relevante aún en zonas costeras, ya que hay poca disponibilidad de agua de ríos y lagos, se tienen climas áridos y semiáridos, y es donde se concentra el 70% de la población mundial (IGRAC, 2016).

Los acuíferos costeros presentan la característica diferenciadora de que el agua subterránea se conecta con el agua de mar. En un escenario sin intervención humana, el agua subterránea que proviene desde los valles y montañas (agua de recarga) transita muy lentamente a través de la porosidad de las rocas y sedimentos. El almacenamiento cambia de acuerdo con la cantidad de agua de recarga, y una porción del agua se descarga en el mar en la parte superior del litoral; mientras que, el agua salada del mar, que tiene mayor densidad que el agua dulce, genera una cuña hacia dentro del acuífero (Figura 1a). Los factores que gobiernan estos procesos de flujo, y a su vez el límite entre el agua dulce y el agua de mar, son entre otros: la geografía costera, la geología del acuífero, el tipo de clima, la variabilidad climática y la variación del nivel del mar. El aumento de la cuña salina hacia dentro del acuífero es conocido como **intrusión salina** y naturalmente sucede con un lento avance en un delicado equilibrio (Ferguson y Gleeson, 2012).

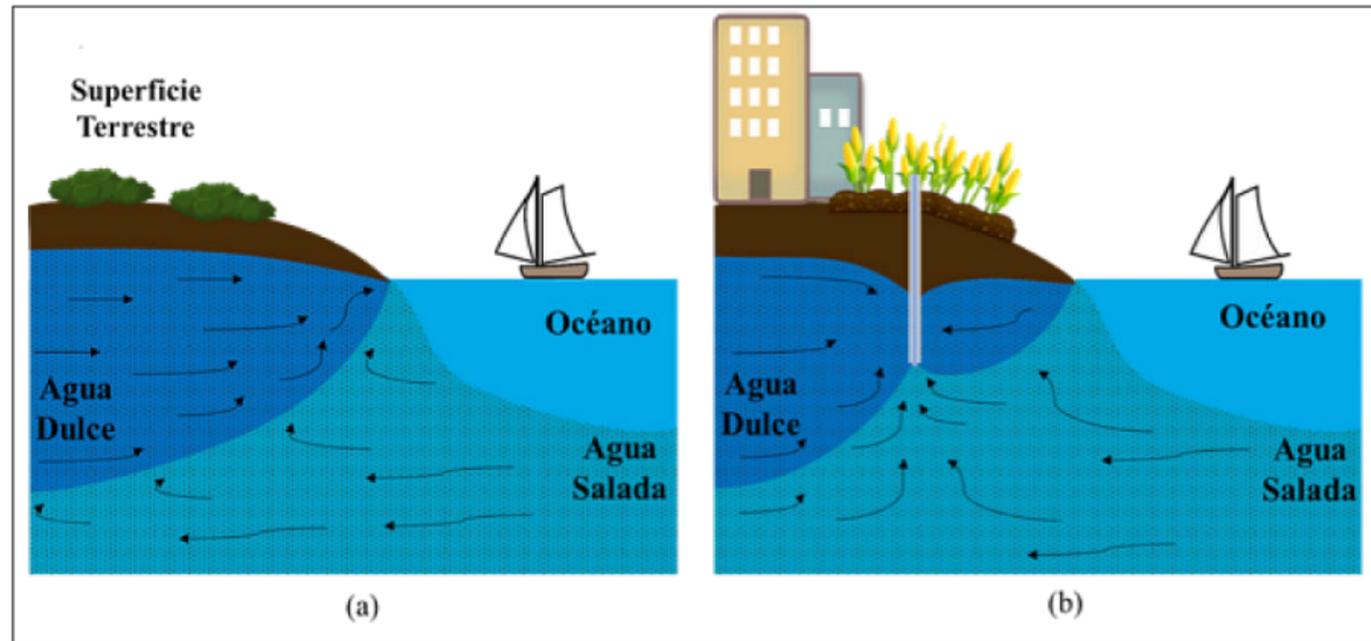


Figura 1. a) límite natural del agua dulce y agua de mar en un acuífero, b) límite alterado de la cuña salina a causa de la actividad humana.

Aunque es un proceso natural, la intrusión salina es asociada como una fuente de contaminación a causa de la actividad humana. En las zonas costeras, el agua subterránea es extraída para riego de campos agrícolas y para consumo humano por medio de pozos, que por lo general succionan el agua con una bomba electromecánica. Esta extracción tiene un efecto negativo si la cantidad de agua tomada es mayor que la cantidad que el acuífero puede reponer de forma sustentable con el agua de recarga, y a este desequilibrio se le llama **sobreexplotación**. La sobreexplotación es un problema que además de reducir las reservas de agua, puede dañar el equilibrio natural entre el agua dulce y el agua de mar, atrayendo la cuña salina cada vez más adentro del acuífero. Este avance no natural de la cuña salina mezcla los dos depósitos de agua, contaminando con sal las reservas de agua dulce (Figura 1b). Por más de un siglo, la intrusión salina, ha sido una de las principales causas de contaminación de las zonas costeras del mundo y presenta un peligro para la pérdida de calidad de agua para uso humano, la reducción de productividad de agua para riego, pérdida de bosques costeros, e invasión de especies. Además, este problema puede considerarse como **irreversible**, ya que las medidas de mitigación podrían llevar varios cientos de años (Tully y otros, 2019; Michael y otros, 2017).

Si bien el problema de intrusión salina y sus efectos son conocidos, cada acuífero presenta un gran reto para la identificación y la gestión de este fenómeno. Los procesos químicos y de flujo en el agua subterránea están dados por las condiciones de cada caso, y el hecho de que ocurran en el subsuelo les da un carácter oculto y de difícil comprensión. La limitada información disponible de los acuíferos por lo general es obtenida de los pozos, como la composición química del agua, el nivel que alcanza el agua con respecto a la superficie, y las características hidrogeológicas de la zona en donde se perforó. Sin embargo, esta información sólo está disponible en ciertos sitios y no está homogéneamente distribuida a lo largo del territorio, por lo que los hidrólogos y geólogos deben desarrollar estrategias creativas para entender el funcionamiento de los acuíferos con pocos datos. A su vez, este conocimiento debe ser transmitido a las autoridades de gestión de agua para elaborar alternativas de manejo y al público en general para concientizar sobre el uso de agua en los territorios.

La intrusión salina en los acuíferos mexicanos

Actualmente la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual está encargada de administrar y proteger las aguas nacionales de México, reconoce que 157 de los 653 acuíferos en el país están sobreexplotados (Figura 2a). En promedio, la

extracción de los acuíferos sobreexplotados en México supera en 2.14 veces el valor estimado de la recarga, por lo que se está extrayendo más del doble de lo que se debería para no afectar el equilibrio natural. El problema de contaminación por intrusión salina ha sido reconocido en 18 acuíferos costeros del país, y 14 de estos tienen el estatus de sobreexplotados (Figura 2b) (CONAGUA, 2020). La mayoría de los casos (16) se localizan en el noroeste mexicano en donde se emplaza el Desierto de Sonora y Baja California, mientras que en el sureste se han reportado dos casos del fenómeno, uno en la Península de Yucatán y el otro en la Isla de Cozumel. Bajo la información previa se puede inferir que el problema de intrusión salina está mayormente asociado con la sobreexplotación y el clima árido del noroeste de México. A continuación, se profundizará un poco más sobre el estado general de ciertos casos y las relaciones socioeconómicas que dan lugar a este problema.

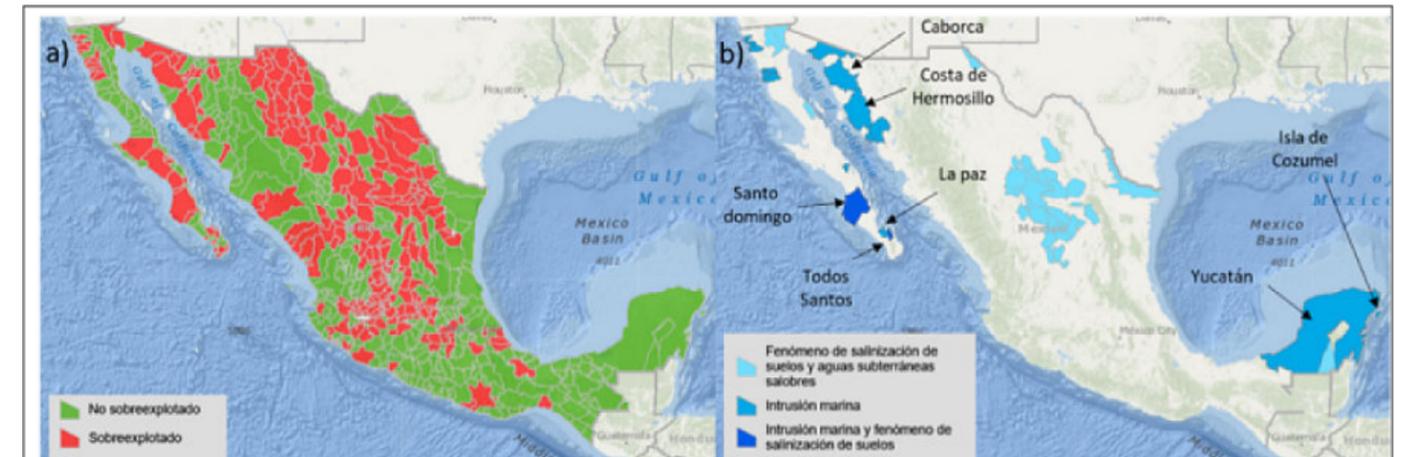


Figura 2. a) Condición de acuíferos, b) Acuíferos afectados por intrusión salina y otros problemas de salinización (CONAGUA, 2020).

En la Península de Baja California ubicada en el noroeste de México, se encuentran dos de los destinos turísticos más famosos de la región, las ciudades de Los Cabos y La Paz, siendo esta última la capital del estado de Baja California Sur y muy conocida como punto focal de comercio y turismo (más de 320,000 visitantes por año). La ciudad depende completamente del agua subterránea para todos los usos y este recurso ha sido sobreexplotado en las últimas cinco décadas, a pesar de un decreto de veda emitido por CONAGUA en 1954. De acuerdo con un análisis hidrogeoquímico del 2013, al menos un tercio de los pozos ubicados en el acuífero de La Paz extrajeron mezcla de agua dulce con agua de mar (Mahlknecht y otros, 2017; Torres-Martínez y otros, 2019). Otro caso en la península, es el acuífero de Santo Domingo, en el que el 80% del agua subterránea que se sobreexplota es para producción agrícola, lo que ha traído consigo contaminación por agua de mar. Un análisis químico hasta el 2005 concluyó que al menos 13% de las muestras tomadas en el acuífero habían extraído mezcla de agua dulce con agua de mar (Wurl y otros, 2018). Un caso que resalta la vulnerabilidad de la península ante la intrusión salina es el acuífero de Todos Santos, en éste no ocurre sobreexplotación, ni CONAGUA reconoce el problema, sin embargo un estudio reciente muestra leves niveles de contaminación y resalta el delicado equilibrio de este ecosistema (Mora y otros, 2020).

El Estado de Sonora presenta un contexto similar al de la Península de Baja California. En éste se emplazan los dos acuíferos con intrusión salina con la mayor sobreexplotación de México: el acuífero de la Costa de Hermosillo y el de Caborca. La actividad agrícola es altamente predominante en la costa de Hermosillo, en la que se utiliza 92% de los recursos hídricos para este fin. La extracción es insostenible y existen enormes pérdidas de agua debido a técnicas de riego agrícola ineficientes (Quintana y otros, 2018). El estudio más reciente de la química del agua para la costa de Hermosillo fue en 1995, en el que se mostró que alrededor de 27% de las muestras de agua podrían estar mezcladas con agua de mar. En cuanto al acuífero de Caborca, la mayoría de la extracción también se hace predominantemente para uso agrícola, y en el

2017 se realizó un estudio en una porción de la costa que mostró que un 78% de las muestras posiblemente estaban contaminadas por intrusión salina (Araiza y Dayna, 2009).

Los dos casos reportados que parecen ser más leves de intrusión salina se presentan en Yucatán. Estos difieren de los demás en que los acuíferos no se encuentran sobreexplotados y que tienen un clima tropical en vez de árido. De hecho, el acuífero de la Península de Yucatán, que es la única fuente segura de agua potable para cerca de dos millones de personas, es el más grande y el que tiene mayor disponibilidad hídrica en todo México. Sin embargo, este acuífero es vulnerable a la contaminación en sus costas. A partir de análisis estadísticos y químicos de muestras de agua del 2011 se concluyó que 13 pozos estaban contaminados por intrusión salina, mostrando que el delicado equilibrio del agua subterránea puede ser alternado aún con las condiciones más favorables (Pacheco y otros, 2018). Con las mismas características, pero a una escala mucho menor, también se ha reportado el problema de intrusión salina en acuífero de la Isla de Cozumel. En este caso el agua subterránea es la única fuente de abastecimiento convencional para este destino turístico, por lo que la calidad de agua de primer uso está comprometida para habitantes y visitantes (SECTUR 2018).

Echándole sal a la herida

No cabe duda de que el agua subterránea es un recurso indispensable en México. En el país, a partir de la década del 50, el crecimiento demográfico, la creación de extensas zonas de riego y el desarrollo industrial demandaron grandes cantidades de agua principalmente para las regiones en donde se concentró el desarrollo. Al igual que el resto del mundo, la agricultura en México es el sector productivo que más extrae agua subterránea, creando dependencias económicas a costa de los acuíferos. En el país, esta situación se ha producido a lo largo de los años con la construcción incontrolada de pozos de extracción por usuarios individuales y la rápida expansión agrícola de grupos con gran capacidad económica en los estados áridos de México. Aunque las autoridades, a través de los años, han impuesto restricciones al uso de agua subterránea en zonas costeras desde la década del 50, parece que las medidas no han sido lo suficientemente eficaces para evitar la sobreexplotación y la consecuente intrusión salina, por lo que CONAGUA tiene un gran reto para gestionar el recurso hídrico en los años venideros.

Actualmente, el crecimiento demográfico y el desarrollo de los sectores productivos en México siguen generando grandes demandas de agua. La población urbana sigue en aumento, por lo que el suministro de agua de estas zonas metropolitanas es cada vez más grande y difícil de satisfacer (CONAGUA, s.f.). Adicionalmente, una mayor población exige una mayor cantidad de alimentos e intensifica las actividades humanas, como el turismo. A este inevitable aumento de la demanda de agua, se le suman las predicciones climáticas que estiman menos lluvia y aumento de la temperatura en zonas áridas costeras para los años venideros, lo que se traduce en menos agua de recarga y menos disponibilidad. Los costos de satisfacer la demanda humana con agua subterránea en las zonas costeras, entre muchos otros son: la reducción de las reservas de agua dulce, el aumento de la salinización por intrusión salina y la reducción de la rentabilidad agraria. Adicionalmente, el uso no regulado entre diferentes usuarios da lugar al enfrentamiento entre comunidades, entidades públicas y privadas por el preciado líquido. Para una mejor gestión del agua en zonas costeras se requiere la actualización constante de información acerca del fenómeno de intrusión salina de los acuíferos afectados, para que CONAGUA pueda brindar soluciones aplicables a cada contexto socio-hidrológico.

Conclusiones

En definitiva, el cambio climático, el crecimiento de la población, el turismo y las actividades agrícolas solo pueden exacerbar la contaminación de acuíferos con agua de mar en los próximos años; por lo tanto, las autoridades del agua, los técnicos y científicos deben seguir entendiendo y definiendo los sistemas acuíferos mediante actualizaciones periódicas. Adicionalmente CONAGUA y los gobiernos venideros deben tomar medidas extremas en las zonas costeras para encontrar una solución adecuada a este problema ambiental. A su vez, los consumidores debemos ser conscientes del uso que le damos al agua para no desperdiciarla en su forma líquida, como alimento, o insumo de producción. Sólo la cooperación entre todos para cuidar los acuíferos en la zona costera va a permitir amortiguar y mitigar los impactos de la contaminación por intrusión salina, que se puede ver como una **inundación invisible** en las costas de México.

Referencias bibliográficas

- Araiza, C. and Dayna, A. (2009) Caracterización hidrogeoquímica y situación actual de la intrusión marina en la porción costera del acuífero Caborca, Sonora, México. Universidad de Sonora.
- CONAGUA (2020) Acuíferos (Nacional). Available at: <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuíferos&ver=mapa> (Accessed: 19 May 2021).
- CONAGUA (no date) Suspensión Provisional de Libre Alumbramiento. Available at: <https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/LibreAlumbramiento.html> (Accessed: 23 September 2021).
- Ferguson, G. and Gleeson, T. (2012) 'Vulnerability of coastal aquifers to groundwater use and climate change', *Nature Climate Change*, 2(5), pp. 342–345. doi: 10.1038/nclimate1413.
- IGRAC (2016) What is Groundwater? Available at: <https://www.un-igrac.org/what-groundwater> (Accessed: 1 May 2021).
- Mahlknecht, J. et al. (2017) 'Assessing seawater intrusion in an arid coastal aquifer under high anthropogenic influence using major constituents, Sr and B isotopes in groundwater', *Science of The Total Environment*. The Authors, 587–588, pp. 282–295. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.02.137.
- Michael, H. A. et al. (2017) 'Science, society, and the coastal groundwater squeeze', *Water Resources Research*, 53(4), pp. 2610–2617. doi: 10.1002/2017WR020851.
- Mora, A. et al. (2020) 'Dynamics of major and trace elements during seawater intrusion in a coastal sedimentary aquifer impacted by anthropogenic activities', *Journal of Contaminant Hydrology*. Elsevier, 232(November 2019), p. 103653. doi: 10.1016/j.jconhyd.2020.103653.
- Pacheco Castro, R. et al. (2018) 'Groundwater Quality: Analysis of Its Temporal and Spatial Variability in a Karst Aquifer', *Groundwater*, 56(1), pp. 62–72. doi: 10.1111/gwat.12546.
- SECTUR (2018) Programa Marco para fomentar acciones para restablecer el balance del ciclo del agua en Cozumel. México. Available at: SECTUR (Secretaría de Turismo).
- Torres-Martinez, J. A. et al. (2019) 'Constraining a density-dependent flow model with the transient electromagnetic method in a coastal aquifer in Mexico to assess seawater intrusion', *Hydrogeology Journal*, 27(8), pp. 2955–2972. doi: 10.1007/s10040-019-02024-w.
- Tully, K. et al. (2019) 'The Invisible Flood: The Chemistry, Ecology, and Social Implications of Coastal Saltwater Intrusion', *BioScience*, 69(5), pp. 368–378. doi: 10.1093/biosci/biz027.
- Wurl, J. et al. (2018) 'Socio-hydrological resilience of an arid aquifer system, subject to changing climate and inadequate agricultural management: A case study from the Valley of Santo Domingo, Mexico', *Journal of Hydrology*. Elsevier B.V., 559, pp. 486–498. doi: 10.1016/j.jhydrol.2018.02.050.
- Zepeda Quintana, D. S. et al. (2018) 'Sustainability strategies for coastal aquifers: A case study of the Hermosillo Coast aquifer', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 195, pp. 1170–1182. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.05.191.



Christian Felipe Narváez Montoya es Ingeniero Mecánico colombiano con grado en la Universidad Tecnológica de Pereira. Obtuvo una Maestría en Ciencias de la Ingeniería en el área de Uso Sostenible del Agua en el Tecnológico de Monterrey en 2021, y actualmente es estudiante del programa de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería en la misma institución. Sus esfuerzos se centran en analizar datos de agua subterránea con métodos innovadores para explicar el comportamiento de los acuíferos y las presiones a las que han sido sometidos por la actividad humana. Otros de sus intereses son el cambio climático y la relación entre la gestión del agua y el entorno social.

<https://www.linkedin.com/in/christian-narvaez-montoya-b77362135/>

https://www.researchgate.net/profile/Christian-Narvaez-Montoya-2?ev=prf_overview

<https://scholar.google.com/citations?user=-YZgAsIAAAAJ&hl=es>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57263432400>



Jürgen Mahlkecht es Ingeniero Civil e Hidráulico con Doctorado en Hidrogeología por la Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida (Universität für Bodenkultur), Viena, Austria. Experiencia de 25 años en estudios de acuíferos, calidad y contaminación del agua, hidrología isotópica, manejo del agua y nexos agua-energía-alimentos. Actualmente trabaja como profesor investigador y coordinador del Grupo de Investigación en Ciencia y Tecnología del Agua del Tecnológico de Monterrey. Del 2008 al 2017 fungió como director fundador del Centro del Agua para América Latina y el Caribe. Ha

publicado más de 100 artículos científicos y 3 libros. Es editor asociado de la revista científica Science of the Total Environment (Elsevier) y miembro editorial de la revista Environmental Pollution (Elsevier). Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores - CONACyT, Nivel 2. Por su labor y desempeño ha sido galardonado con varios premios, entre ellos el Premio Dr. Karl-Heinz Schleinzer (Austria, 1999), el Premio Eternit-Tie au (Austria, 1999) y el Premio Rómulo Garza (México, 2019).

<https://www.linkedin.com/in/j%C3%BCrgen-mahlkecht-8564b351/>

<https://www.researchgate.net/profile/Juergen-Mahlkecht>

https://scholar.google.com.mx/citations?hl=en&user=h4QHghoAAAAJ&view_op=list_works&sortb

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195502689>



Dr. Juan Antonio Torres Martínez es Ingeniero Civil por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Cuenta con una Maestría en Ciencias en Sistemas Ambientales y Doctorado en Ciencias de Ingeniería por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ambos en la línea de investigación de Uso Sostenible del Agua. Desde 2021 es investigador postdoctoral en el Grupo de Geoprocesos Ambientales y forma parte del Grupo de Investigación con Enfoque Estratégico en Ciencia y Tecnología del Agua del Tecnológico de Monterrey. Sus principales líneas de investigación son gestión de recursos hídricos, hidrología isotópica, modelación de acuíferos y machine learning. Actualmente, es miembro del

Sistema Nacional de Investigadores nivel 1. Ha sido profesor de posgrado en la Universidad Nacional de Trujillo (Perú) y en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ha participado en diferentes proyectos de consultoría relacionados con la gestión y monitoreo de calidad de recursos hídricos superficiales y subterráneos, así como modelación de acuíferos costeros.

<https://scholar.google.com/citations?user=mylWSGsAAAAJ&hl=en>

<https://www.researchgate.net/profile/Juan-Antonio-Torres-Martinez>

<https://www.linkedin.com/in/j-antonio-torres/>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204824779>



Abrahan Rafael Mora Polanco es Licenciado en Química egresado de la Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela y Doctor en Ciencias Ambientales egresado de la Universidad Politécnica de Madrid, España. Desde Abril 2003 hasta Noviembre 2010 desempeño funciones como Jefe del laboratorio de fisicoquímica en la Estación de Investigaciones Hidrobiológicas de Guayana de Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Venezuela. A partir de Enero 2012 se desempeñó como investigador asociado al Centro de Oceanología y Estudios Antárticos del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) en Caracas, Venezuela. Entre 2014 y 2015 se desempeñó como Investigador Prometeo Nivel II en

la Universidad Nacional de Loja (Ecuador). A partir del 2016 ejerció como Postdoctorante en el Centro del Agua para América Latina y El Caribe del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. Desde Enero 2020 se desempeña como Profesor Investigador del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en el Campus Puebla, específicamente en el grupo de enfoque en Ciencias y Tecnología del Agua. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) de México Nivel I. Miembro del comité editorial de la Revista "Journal of Aquatic Pollution and Toxicology" y Editor invitado del Journal "Current Opinion in Environmental Science and Health" (Elsevier).

https://research.tec.mx/vivo-tec/display/PID_302003

<https://www.researchgate.net/profile/Abrahan-Mora>

<https://scholar.google.co.ve/citations?user=e0VGrkMAAAAJ&hl=es>

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=23668358800>

¿Estamos haciendo lo correcto?

Por Moisés Dávila

¿En verdad estamos analizando bien la problemática global? ¿Son las guerras, las migraciones masivas, el crimen organizado y el cambio climático lo que nos debe preocupar por sobre todo? Un buen amigo mío solía expresar a menudo una frase cuando algo no podía explicarse y que nos viene bien ahora, ¿no será que estamos mal?

De cara a un fenómeno nunca antes visto: un planeta poblado por casi 8 mil millones de seres humanos, la sociedad actual se encuentra inmersa en gigantescos problemas que la convulsionan que no dan señales de aminorar a futuro. Por el contrario, todo parece indicar que la suma de sus efectos nos amenaza apocalípticamente al decir de los críticos más pesimistas, o cuando menos señalando que los mejores tiempos de la humanidad terminaron con el siglo pasado, según los más moderados.

Si preguntásemos a cada uno de los lectores, cuál sería el problema más grave que enfrenta la humanidad, seguramente encabezarían la lista el cambio climático, las guerras, la pobreza, el hambre, el crimen organizado, el desempleo, el terrorismo, entre otros. Y fuera cualquiera el orden que ellos guardaran seguramente estarían en lo correcto. Pero si por el contrario, ahora nos cuestionáramos sobre cuáles podrían ser las soluciones también habría un buen número de opiniones diferentes; sin embargo, esta vez, las menciones estarán muy sesgadas por la visión de los participantes, dependería en mucho de su nivel socioeconómico, del país en el que habitan y sobre todo, el grado y tipo de educación que tengan.

Para partir de un punto simple, tomemos la nacionalidad, por ejemplo. Así, si preguntáramos cuál es la solución a los grandes problemas del mundo a un ciudadano catari, estadounidense, canadiense o de EAU, al vivir en naciones de renta alta, difícilmente aceptarían que ellos mismos tienen huellas ecológicas que son insostenibles y que si el resto de naciones las tuvieran por igual, la vida en el planeta se habría extinto ya, o estaría agonizante.

Permítanme hacer una revisión de un par de conceptos para ponernos de acuerdo. *Huella Ecológica* se refiere a la carga, en términos de recursos naturales que un ser humano demanda al planeta y se determina en hectáreas/año. *Biocapacidad* por su parte, es la capacidad que tienen el planeta para proveerle a un ser humano sus satisfactores para que pueda vivir y también se mide en hectáreas/año.

Para darnos idea de la importancia de estos conceptos, si dividimos la capacidad global de suelo y agua útiles para solventar nuestras necesidades y absorber adecuadamente nuestros desechos sabemos que contamos con 12 mil millones de hectáreas, mientras que, habiendo casi 8 mil millones de seres humanos, nos tocarían 1.5 hectáreas a cada ser humano. Sin embargo, los países que mencioné como ejemplo tienen del orden de 14.3 ha/persona para Qatar y de 8.1 ha/persona para los ciudadanos de USA, Canadá y EAU siguiendo con el ejemplo¹. ¿De verdad son esos los estilos de vida a los que debemos aspirar?

Considerando la suma de todas las huellas ecológicas de la humanidad, desde 1970 se alcanzó el límite de la Biocapacidad de la Tierra, así que tenemos más de 50 años viviendo en déficit planetario, de manera que todos los otros problemas en lo individual, palidecen al lado del asesinato lento que le estamos haciendo no a la humanidad, sino a toda la vida en el planeta. Aún el cambio climático por sí mismo, no alcanza en magnitud a la gravedad del problema deficitario de Biocapacidad.

La verdad es que casi siempre se incurre en tratar de solucionar los síntomas y no la verdadera enfermedad. Dicho de otra forma, se trata de abordar la solución a la salida del tubo, no a la entrada de éste. Tal vez el más socorrido de los enfoques es el de que todo el mundo debe abandonar las formas de energías basadas en combustibles fósiles y migrar hacia las de tipo renovable. Lo cual no es malo en sí; sin embargo, tenemos que entender que todavía hay muchas sociedades, por no hablar solamente de países, que no podrían implementar de inmediato ese enfoque, pues tienen problemas más urgentes que deben enfrentar, todas ellas surgidas de una causa común, una monstruosa desigualdad. En el planeta cada día hay menos personas en las que se concentra más la riqueza y más que son más pobres.

Lo que digo no es nada nuevo, está más que descrito en innumerables documentos desde hace al menos cinco décadas. El concepto se denomina Desarrollo Sostenible (DS) y si el lector no quiere enredarse en una búsqueda que resultaría muy basta, se sugiere consultar al menos un resumen del *Reporte Brundtland*, que en forma de libro se llama *Nuestro Futuro Común*, editado en 1987.

¹ <https://data.footprintnetwork.org/#/>

En el concepto de DS se bosqueja muy estructuradamente que el problema de pésimo comportamiento ambiental de los humanos, tiene sus orígenes a su vez en su mal desempeño social y económico. Y aunque éstos dos aspectos se descomponen y analizan muy pulcramente, podríamos resumirlos en términos prácticos en una desigualdad que no sólo no cesa, sino que se agrava más a cada día. El DS establece que, debemos evolucionar en nuestra cultura de la inequidad y la voracidad medioambiental para asegurar que nuestros hijos y nietos sigan gozando de los servicios que les proporciona el planeta y establece que como el problema es de todos, *todos tenemos una cierta responsabilidad, por lo que estamos comprometidos a participar en su solución, aunque ésta sea diferenciada de acuerdo a la capacidad de cada uno*. Esto significa que no todos podemos tomar los mismos medios al abordar la solución, pues no tenemos las mismas capacidades.

El objetivo de esta nota no es resumir la esencia del DS, sino solamente recordar la necesidad de entender que todos tenemos una responsabilidad en la solución como personas y como países, y que es altamente probable que entre todos haya muchas diferencias, pues las capacidades son disímbolas, incluso entre los lectores de estas líneas.

Por dejarlo en una solución genérica clara diré que todos los que podamos, debemos ver la forma de caminar hacia la erradicación de la ignorancia, que no se deberá entender simplistamente como sinónimo de educar o alfabetizar, que son abonos a la solución del problema, pero no bastan, pues la educación genérica por sí misma no ha demostrado funcionar para aspirar a una vida mejor ni en lo individual, ni colectivamente. Debemos de optar por una educación que desarrolle un pensamiento crítico y enarbole, ante todo, los principios del Desarrollo Sostenible. Sólo así entenderemos la parte que le corresponde a cada cual.

Seguir tratando de atender la problemática global con estrategias fáciles de comprender como el cambio de medios de producción de energía, que son conceptos que la sociedad comprende y los gobiernos pueden abordar con resultados tangibles en términos cortos de tiempo, son vías que hay que atender, pero definitivamente abonan sólo a una parte de los síntomas del problema integral. De igual manera, desatarnos todos por tener autos híbridos o eléctricos ayuda en alguna medida, pero no resuelve nada si la mayoría de los conciudadanos, el tener o no un auto es el menor de sus problemas si tienen que luchar cada día por saber qué comerán el día siguiente. Los individuos en esas condiciones carecen de intención de hacerse de elementos críticos para entender lo que aportan al tomar una decisión entre usar un cierto tipo de servicio o producto o para analizar las propuestas que les hacen sus gobernantes. Pensamiento crítico y manejo sistémico del DS harían una solución más firme caminando cada día hacia sociedades menos desiguales. Una educación planeada pensado en esos puntos, a la vez que tomar medidas inmediatas para disminuir las desigualdades llevará varios años en rendir frutos, pero haría la diferencia a futuro, si es que aún tenemos uno.

En 1972 durante la conferencia de las partes de la ONU en Estocolmo Indira Gandhi, primera ministra de India planteo al mundo: *are not poverty and needs the greatest polluters?* Su cuestionamiento tenía y tiene aún todo el sentido. Y si me permiten proponer una enmienda a tan ilustres palabras, en términos simples, diré que, ante la inminente respuesta, la manera de combatir el problema, sería que el objetivo inmediato es *disminuir la ignorancia* siempre y cuando esto se haga con una educación que habilite el pensamiento crítico y tenga como columna vertebral los preceptos del Desarrollo Sostenible.

¿No será que estamos mal al abordar los problemas ambientales obviando los sociales?, muchos argumentan que si se hace así, la solución tomará un tiempo muy largo; sin embargo, ya hemos consumido medio siglo tratando de resolver el problema al final del tubo con resultados nada halagadores ¿No será que estamos mal?

Dr. Moisés Dávila Serrano

Cuenta con más de 40 años de experiencia en estudios de ingeniería geológica. Es ingeniero geólogo con maestría en ingeniería y doctorado en ciencias. Hasta 2013 fue Subgerente de Exploración Geológica en la Comisión Federal de Electricidad, en donde laboró por 33 años y realizó y condujo múltiples estudios con enfoque en la ingeniería geológica aplicada a la construcción. Es autor de los libros: *Geología Aplicada a la Construcción de Infraestructura* y *Geología Ambiental*. Es socio fundador y secretario de la Fundación Pro Ciencias de la Tierra. En la Academia de Ingeniería es Académico Titular desde 2011, en donde presidió la Comisión de Especialidad de Ingeniería Geológica durante el biénio 2016 -2018. De 2013 a 2014 fue Líder de la Iniciativa de Almacenamiento Geológico de CO₂ en el Gobierno de México. Es catedrático de la asignatura de Geología Aplicada a la Ingeniería Civil en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Actualmente es Consultor Independiente en Ingeniería Geológica y Almacenamiento Geológico de CO₂.



[linkedin.com/in/moisés-dávila-6155b8a3](https://www.linkedin.com/in/moisés-dávila-6155b8a3)

Objetivo de Desarrollo Sostenible 6: Agua limpia y Saneamiento

El cambio climático ha producido variaciones significativas en el régimen de precipitación, estrés hídrico e irregularidades que serán una amenaza mundialmente latente que obstaculice el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) los cuales son un llamamiento universal a la acción para acabar con la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas disfruten de paz y prosperidad. En 2015, líderes de 193 países del mundo se unieron para afrontar el futuro. El plan de Objetivos de Desarrollo Sostenible (SDG) comprende 17 objetivos globales los cuales planean en un futuro a tan solo 15 años de distancia donde se estaría libre de pobreza, el hambre y a salvo de los efectos del cambio climático.

En el 2010 en una asamblea de las Naciones Unidas fue declarado el objetivo de desarrollo sostenible 6 como un derecho humano en el cual se estipula que todas las personas del planeta deben tener acceso a agua potable y asequible. Ese es el objetivo para 2030. La escasez de agua afecta a más del 40% de toda la población mundial, porcentaje que está previsto a crecer en consecuencia del cambio climático. De continuar a este paso, al menos una de cada cuatro personas se verá afectada por la escasez frecuente de agua para 2050. Las medidas sugeridas a tomar son una mayor cooperación internacional, proteger humedales y ríos, compartir tecnología para el tratamiento del agua entre otras.

Los métodos para integrar el agua y el clima son escasos, los cambios pasados y los esperados en las variaciones climáticas siguen la misma tendencia que la temperatura de ir en aumento, mientras que en la precipitación varía de incrementos a decrementos en determinadas regiones (fig. 1). Esto demuestra que la disponibilidad espacial y temporal del agua tiene un grado de incertidumbre alto y por lo tanto el cumplimiento del ODS 6 está ligado a las variaciones climáticas.

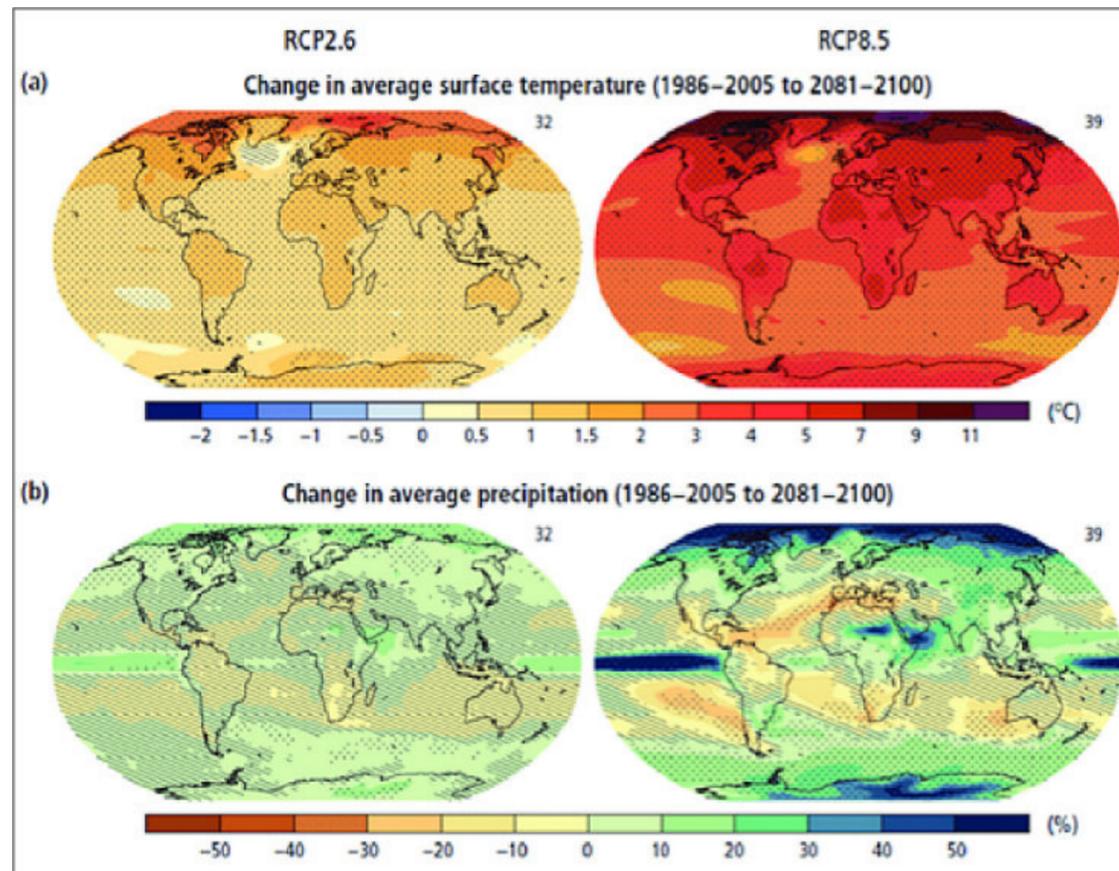


Figura 1: proyecciones medias de modelos múltiples (es decir, el promedio de las proyecciones de modelos disponibles) para el período 2081-2100 bajo los escenarios RCP2.6 (izquierda) y RCP8.5 (derecha) para (a) cambio en la temperatura superficial media anual y (b) cambio en la precipitación media anual, en porcentajes. Los cambios se muestran en relación con el período 1986-2005. El número de modelos CMIP5 utilizados para calcular la media multimodelo se indica en la esquina superior derecha de cada panel Tomado de: Wibig, J. (2016).

La United in Science de las Naciones Unidas (2020) elaboró en conjunto con varias agencias especializadas, presentando datos, evidencias y escenarios científicos que indican el número de regiones con estrés hídrico y con incremento de la escasez del agua en regiones que ya padecen este problema. Se estima que al 2050 se incrementara el número de personas en riesgo a inundaciones de 1200 millones a 1600 millones y de 2.7 a 3.2 millones de personas con escasez del agua. Aproximadamente 1800 millones de personas en todo el mundo utilizan una fuente de agua potable que está contaminada por restos fecales. Unos 2,400 Millones de personas carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento como retretes y letrinas. Mas del 80% de las aguas residuales resultantes de la actividad humana se vierten en los ríos o en el mar sin ningún tratamiento, lo que provoca su contaminación.

Como resultado esto trae consigo enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento estando entre las principales causas de fallecimiento de menores de 5 años, más de 800 niños mueren cada día por enfermedades diarreicas asociadas a la falta de higiene.

Mediante la gestión sostenible y responsable de nuestros recursos hídricos, podemos gestionar de una manera eficiente nuestra producción de alimentos, energía, contribuir al trabajo decente y al crecimiento económico. Además de preservar nuestros ecosistemas hídricos, su diversidad biológica y adoptar medidas para combatir el cambio climático.

Seguimiento y evolución del Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 y su impacto ante la contingencia del COVID-19

Ante la pandemia del COVID-19 destaco la necesidad de un acceso universal a los servicios de agua limpia y saneamiento para combatir la pandemia y promover una cultura de la prevención saludable, ecológica y sostenible. Es indispensable el uso de agua en todos los sectores de la sociedad para producir alimentos, energía, bienes y servicios. Desde el año 2001 hasta la fecha el uso de agua en todo el mundo ha aumentado a mas del doble de la tasa de crecimiento de la población. Muchas fuentes de agua se están secando, están mas contaminadas o ambos. Aunado a esta problemática, el estrés por la escasez de agua y de su contaminación, los países se enfrentan a crecientes desafíos relacionados con la degradación de los ecosistemas relacionados con el agua, la escasez de agua causada por el cambio climático, la falta de inversión en tecnología de saneamiento y la casi nula cooperación en materia de agua transfronterizas.

Entre los años 2015 y 2020, la proporción de la población mundial que utilizaba los servicios de agua potable gestionados de manera segura aumento del 70.2% a 74.3% (fig. 2) siendo Asia central y meridional las regiones con mayor numero de personas que obtuvo acceso a este servicio. No obstante, otros 2,000 millones de personas continuaban sin acceso al agua potable gestionada de manera segura al año de 2020, de los cuales 771 millones carecía incluso de agua potable básica. La mitad de las personas que carecen de servicios básicos de agua potable viven en África subsahariana.

La proporción de la población mundial que utiliza servicios de saneamiento gestionados de manera segura aumentó del 47.1% en el año 2015 al 54% en 2020 (fig. 2). Sin embargo, 3,600 millones de personas continuaban sin saneamiento gestionado de manera segura en 2020, entre ellas, 1,700 millones que carecían incluso de saneamiento básico. De estas personas, 494 millones practicaban la defecación al aire libre, frente a los 739 millones del año 2015. Si bien el mundo está encauzado para eliminar la defecación al aire libre para el año 2030.

La proporción de la población mundial con higiene básica aumentó del 67.3% en 2015 al 70.7% en 2020 (fig. 2). Esto significa que, al comienzo de la pandemia de COVID-19, aproximadamente 2,300 millones de personas en todo el mundo (una de cada tres) todavía no contaban con una instalación básica para lavarse las manos con agua y jabón en sus hogares y 670 millones no disponían de instalación alguna para este fin.

Cuando un país o territorio extrae el 25% o más de sus recursos renovables de agua dulce, sufre estrés por escasez de agua. Este desafío afecta a países de todos los continentes. En 2018, aproximadamente 2.300 millones de personas vivían en países con estrés por escasez de agua, de las cuales 721 millones vivían en países con niveles altos o críticos. En el período de 2015 a 2018 (Fig. 3), el estrés por la escasez de agua en algunas subregiones con niveles ya altos o muy altos, como África septentrional, Asia Central y Asia Occidental, aumentó en más del 2%.

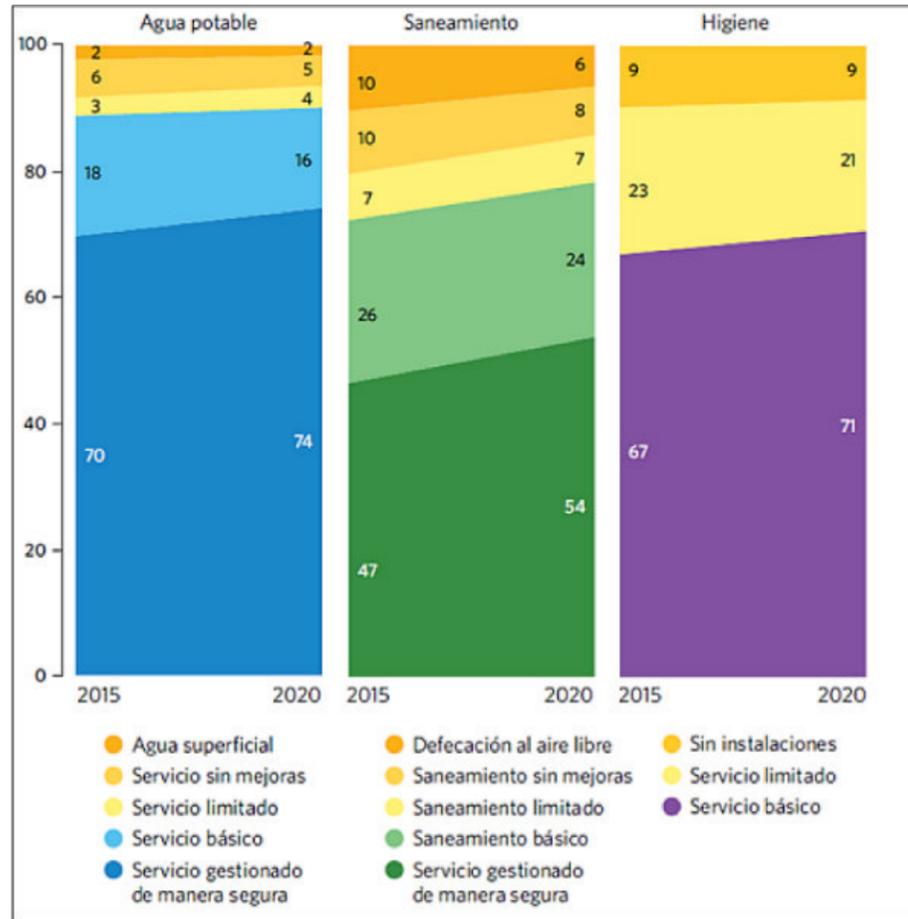


Figura 2: Cobertura mundial de los servicios de agua potable, saneamiento e higiene, 2015 y 2020 (expresado en porcentaje). Tomado de: (SDG, 2021).

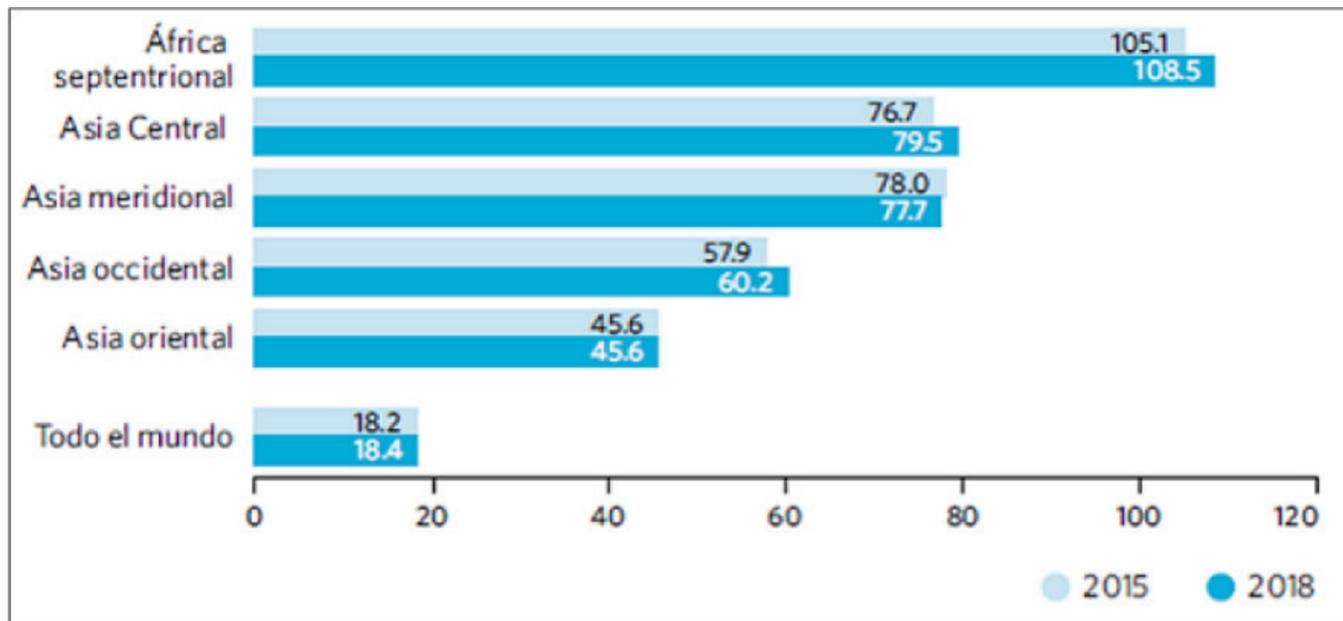


Figura 3: Niveles de estrés por escasez de agua: extracción de agua dulce como proporción del total de recursos renovables de agua dulce, regiones con estrés por la escasez de agua alto y muy alto, 2015 y 2018 (expresado en porcentaje). Tomado de: (SDG, 2021).

Los ecosistemas relacionados con el agua desempeñan un papel ecológico fundamental y proporcionan productos y servicios esenciales. Dicho esto, los ecosistemas de agua dulce están cambiando drásticamente. Una quinta parte de las cuencas fluviales del mundo está experimentando ya sea un rápido aumento o una disminución en las zonas de aguas de superficie. A nivel mundial, la calidad del agua de los lagos es mala: de los 2.300 grandes lagos evaluados en 2019, casi una cuarta parte registró turbidez (nubosidad del agua) entre alta a extrema.

Los humedales naturales de todo el mundo están en declive desde hace tiempo. Se estima que más del 80% se ha perdido desde la era preindustrial (Fig. 4). Entre 1970 y 2015, los humedales continentales y marinos/costeros se redujeron aproximadamente en un 35% cada uno, lo que representa tres veces más que la tasa de pérdida de los bosques. La superficie cubierta por manglares costeros se redujo en todo el mundo en un 4,9% en el período de 1996 a 2016. (Fig. 4).

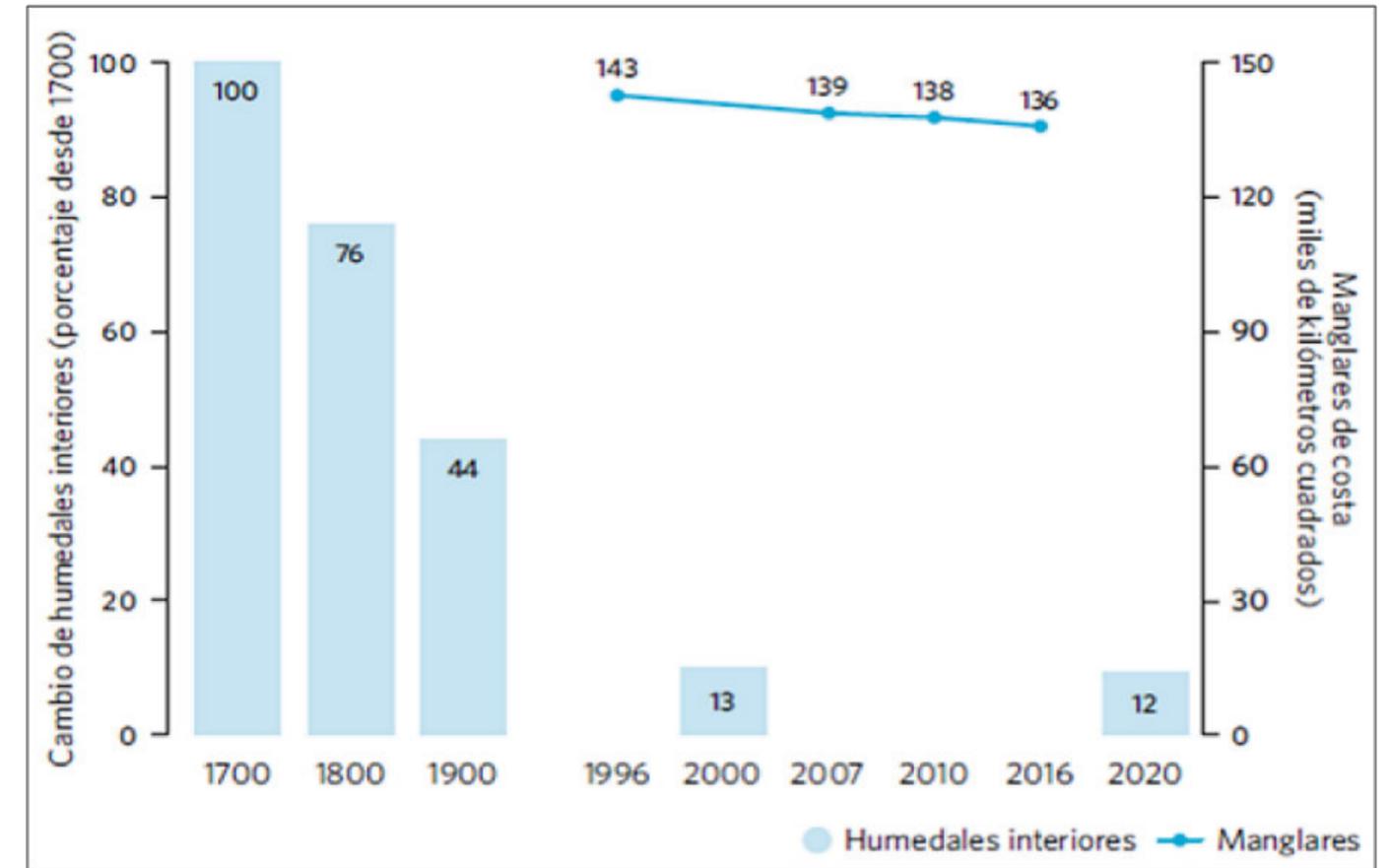


Figura 4: Pérdida de humedales interiores durante tres siglos, 1700-2020 (expresado en porcentaje), y zonas de manglares costeros, 1996-2016 (miles de kilómetros cuadrados). Tomado de: (SDG, 2021).

Para concluir, Aun nos encontramos lejos de cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible 6 para el 2030 para cumplir con esta agenda se requiere cuadruplicar la tasa actual de progreso, esto se debe a que Miles de millones de personas en todo el mundo todavía viven sin agua potable administrada de forma segura y saneamiento, especialmente en las zonas rurales y países menos adelantados. A pesar de una relativa “estabilidad” en el uso del agua en los últimos 10 años presenta diferencias regionales muy marcadas, donde el nivel de estrés hídrico se incrementó en un 35% durante los últimos veinte años (Norte de África y Asia occidental). las organizaciones civiles deben exigir que los gobiernos rindan cuentas, invertir en investigación y desarrollo de los recursos hídricos y promover la inclusión de las mujeres, los jóvenes y las comunidades indígenas en la gobernanza de los recursos hídricos. Concienciar sobre estos cometidos y convertirlos en medidas concretas producirá resultados ventajosos para todos y conllevará una mayor sostenibilidad e integridad de los sistemas humanos y ecológicos.

La cooperación en materia de aguas transfronterizas es crucial para fomentar la integración regional, promover la paz y el desarrollo sostenible, abordar los retos de seguridad regional y apoyar la adaptación al cambio climático. En todo el mundo, 153 países comparten ríos, lagos y acuíferos.

Bibliografía

Wibig, J. (2016). SYMPTOMS AND DRIVING FACTORS OF CONTEMPORARY EARTH WARMING AND PROJECTIONS FOR THE FUTURE. Julio 2, 2022, de Department of Meteorology and Climatology Faculty of Geographical Sciences, Łódź University Sitio web: 10.1515/igbp-2016-0004

Sustainable Development Goals. (2021). CL E A N WAT ER AND SANITATION: WHY IT MATTERS. julio 2, 2022, de United Nations Sitio web: https://www.un.org/sustainabledevelopment/wp-content/uploads/2016/08/6_Why-It-Matters-2020.pdf

Sustainable Development Goals. (2021). The Sustainable Development Goals Report 2021. julio 2, 2022, de United Nations Sitio web: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2021.pdf>

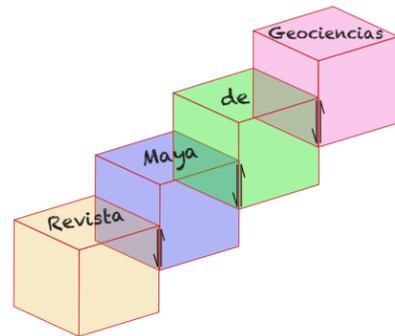
United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF). (2021). PROGRESS ON HOUSEHOLD DRINKING WATER, SANITATION AND HYGIENE. julio 2, 2022, de United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF) Sitio web: <https://data.unicef.org/resources/progress-on-household-drinking-water-sanitation-and-hygiene-2000-2020/>



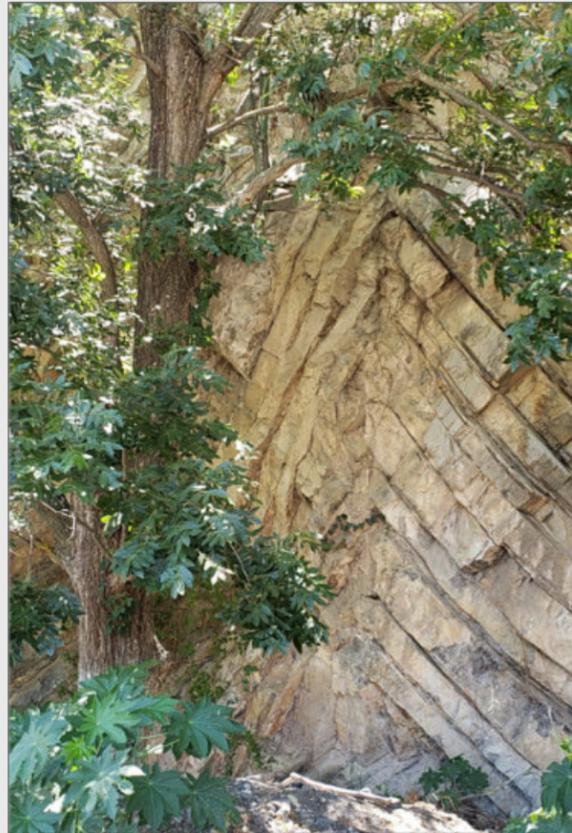
Saúl Humberto Ricardez Medina es pasante de Ingeniería Geológica, miembro activo del capítulo estudiantil de la AAPG del Instituto Politécnico Nacional, participó en el X Congreso Nacional de Estudiantes de Ciencias de la Tierra como Expositor del trabajo “Análisis de Backstripping de la Cuenca Salina

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



Zona de extensión y hundimiento, con 2 m de profundidad observados para el año 2020, y 2.01 m para el 2022. Localización: estado de Veracruz, México. Localidad: Huayacocotla dentro del ejido Carbonero Jacales. Orientación de la foto: norte-sur. Esta zona de estudio se encuentra dentro de la provincia de la Sierra Madre Oriental, y al norte de la Faja Volcánica Transmexicana. La litología está constituida de rocas sedimentarias de la Fm. Huizachal del Triásico Superior (Rueda-Gaxiola et al., 1993), siendo el núcleo del anticlinorio de Huayacocotla, con una cubierta volcánica.



Anticinal de la Formación Tamaulipas Inferior (Barriasiano–Barremiano, Cretácico Inferior). Localización: Metztlán Hidalgo, México. Anticinal conformado por capas de hasta 4 m de micrita fosilífera con calpionélidos, de color gris claro, nódulos esferoidales y alargados de pedernal y estilolitas paralelas o transversales a la estratificación.

Aportaciones de: **Perla Belén Almanza Vite**, Estudiante de 8º semestre de Ingeniería Geológica ESIA Ticoman, IPN. Asignatura: Geología de Campo II.



Pliegues tipo Chevron de la Formación Tamaulipas Superior. Localización: Zimapán, Hidalgo, México. Secuencia de calizas de textura fina, con tonalidades blanco-cremoso y gris, con algunas capas de caliza cristalina gruesa, media a fina, marrón claro, intercalaciones de bentonita gris verdoso y nódulos de pedernal negro, blanco lechoso y gris ahumado.



A nosotros los estudiantes de geología nos gusta mucho realizar las prácticas de campo, porque tenemos la oportunidad de tomar muchas fotografías de estructuras geológicas, montañas y de afloramientos.

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

Comunícate con

Saúl Humberto Ricardez Medina

ricardezmedinasaulhumberto@gmail.com

quien está a cargo de organizar esta información.

NOTAS GEOLÓGICAS

¿Un posible intrusivo ígneo Cuaternario en aguas profundas de las Cordilleras Mexicanas?: El lacolito de Tamiahua

Dr. Carlos Giraldo-Ceballos¹ y Dr.(c) Bernardo I. García-Amador²

¹Consultor en Geología Estructural y Petrolera.

²Posgrado en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción.

Las Cordilleras Mexicanas, ubicadas al este del Golfo de México, son la expresión batimétrica de un sistema activo de origen gravitacional (e.g., Salomón-Mora et al., 2009), caracterizado por anticlinales alargados de orientación aproximada norte-sur y que pueden seguirse claramente a lo largo de la geomorfología del fondo marino. Las campañas de adquisición de datos geofísicos, tales como sísmica de reflexión y levantamientos gravimétricos y magnetométricos, realizadas y auspiciadas por Petróleos Mexicanos (PEMEX) en la década pasada han permitido

visualizar con mayor precisión dentro del Golfo de México los estilos estructurales, el potencial exploratorio de la cuenca, así como de documentar los tipos de corteza y procesos geológicos someros que impliquen algún riesgo natural asociado (Figura 1).

En la porción occidental del Golfo de México, a lo largo del fondo marino (Figura 2), se encuentra uno de los rasgos geomorfológicos más interesantes, ubicado a unos 100 km al este de Laguna de Tamiahua (Estado de Veracruz). Se trata de un monte submarino de aproximadamente 20 km de longitud orientado este-noreste – oeste-suroeste y elongado ortogonalmente a las Cordilleras Mexicanas. Dicho monte submarino se ubica a una profundidad cercana a los 2000 m. Este peculiar rasgo batimétrico parece estar cortado por un sistema de fracturas, posiblemente de carácter tensional, visibles en la imagen batimétrica del fondo marino (Figura 2). Inmediatamente, al noreste de dicho montículo, se localiza una depresión circular de unos 20 km de diámetro y hasta casi 1000 m entre la parte más profunda y la cima de la estructura, que asemeja una caldera o “mini-cuenca de colapso”.

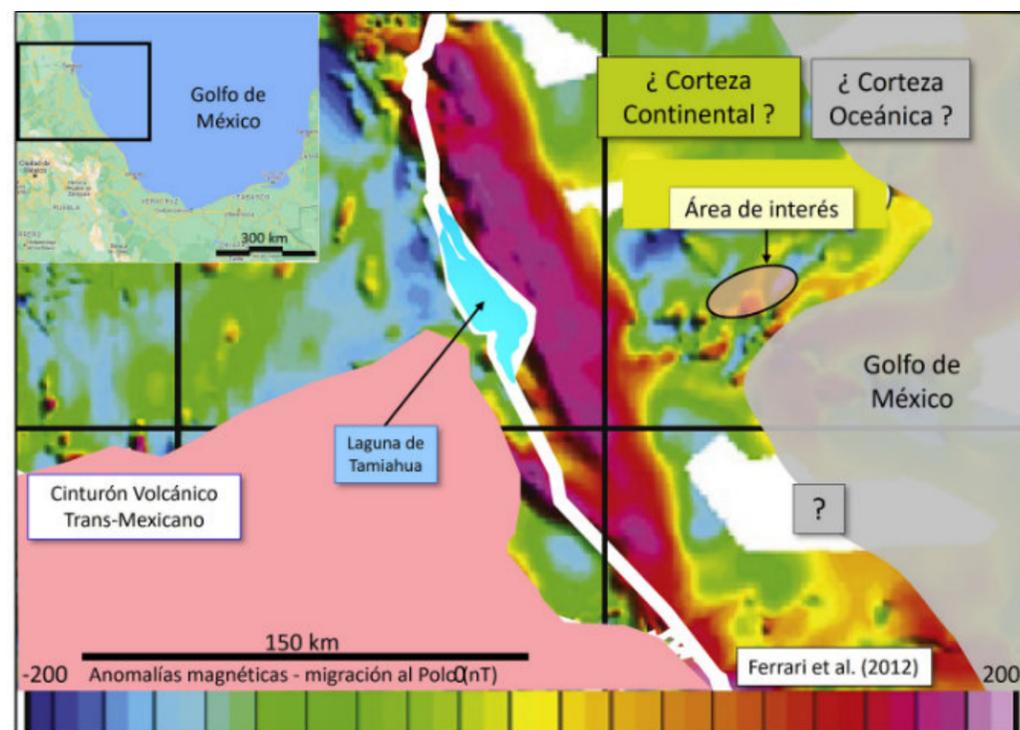


Figura 1. Ubicación del área de estudio, indicando los dominios corticales (i.e., corteza continental y oceánica) propuestos en la región de Tamiahua, Veracruz, México; así como la distribución del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (Modificado de Ferrari et al., 2012).

La hipótesis de un cuerpo ígneo en las Cordilleras Mexicanas.

El análisis de las líneas sísmicas de reflexión sugiere, entre otros, que este monte submarino estaría relacionado con un cuerpo “intrusivo” de tipo diapírico (¿salino/arcilloso/ígneo?). Sin embargo, los datos gravimétricos y magnéticos descartan la posibilidad de que se trate de un cuerpo intrusivo de carácter sedimentario, debido a su alta densidad e intensidad magnética (Doctores Max Meju, Jack Kenning y Paul Mann; comunicación personal). En consecuencia, podríamos sugerir la hipótesis de que se trata de un cuerpo intrusivo ígneo y, por lo tanto, se le puede asignar tentativamente el término de lacolito de Tamiahua, nombre y geometría que más adelante será discutido. Con base en los datos sísmicos se sugiere que la edad del emplazamiento ocurrió durante el Cuaternario. Muy probablemente, su actividad continúa durante el Holoceno ya que es contemporáneo a las “Cordilleras Mexicanas” y presenta una geomorfología de reciente actividad (Figura 2).

Con los datos disponibles en este momento, es difícil asegurar que la depresión circular, ubicada al este, esté asociada al colapso reciente de un edificio volcánico. Las

fracturas longitudinales o grietas tensionales, claramente visibles en la batimetría, parecen estar directamente vinculadas al ascenso del intrusivo y cuya parte más somera estaría a menos de 2 km del fondo marino. De acuerdo con la revisión bibliográfica, esta estructura pertenecería al Cinturón Volcánico Trans-mexicano (Ferrari et al., 2012). Sin embargo, cabría la posibilidad de que dicho cuerpo ígneo pueda estar asociado a la provincia volcánica alcalina oriental (Ferrari et al., 2005).

Discusión.

La referencia bibliográfica más antigua que hemos encontrado en la literatura geológica relacionada con esta estructura está en la tesis de doctorado de Elliot (1982; Figura 3). En efecto, dicho autor especifica que dicha estructura no tiene el mismo origen de los cabalgamientos de origen gravitacional de las “Cordilleras Mexicanas” (también conocidos como “toe-thrusts”), sino que tendría un origen más profundo. Por otro lado, Kenning y Mann (2020) cartografían este rasgo estructural y la incluyen en el Cinturón Volcánico Trans-mexicano. Invitamos al lector a visualizar la batimetría en Google Maps y comprobar de que a pesar de la baja calidad de la imagen batimétrica se ven indicios de esta estructura.

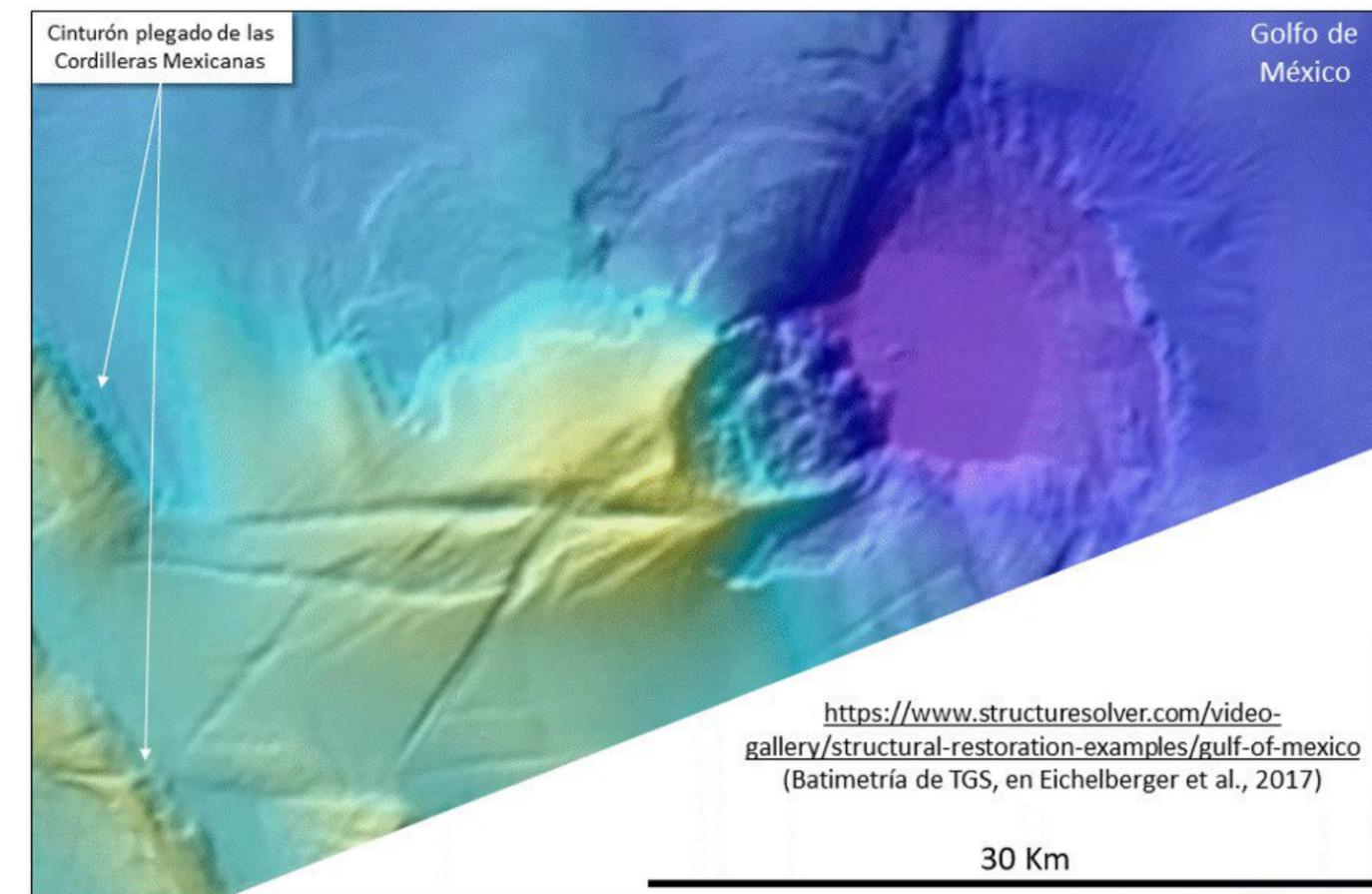


Figura 2. Batimetría y rasgos geomorfológicos del área de interés.

En la figura 4 se muestra una interpretación esquemática de los principales elementos geomorfológicos relacionados con este posible intrusivo ígneo. Es importante resaltar, que la profundidad del tirante agua está en el orden de los 2000 m (imagen tomada de Eichelberger et al., 2017). La interpretación sísmica sugiere que este intrusivo es de edad Cuaternaria y, muy probablemente, ha estado activa durante el Holoceno, ya que el fondo marino se observa perturbado.

A continuación, en la figura 5, se muestran tres posibles escenarios geológicos basados en las líneas sísmicas 2D. El escenario A, el cual representaría un diapiro de arcilla proveniente de cualquiera de los dos principales

horizontes arcillosos en la región (Paleoceno y Eoceno-Oligoceno; Salomón-Mora et al., 2009). El escenario B, en el que el diapiro estaría conformado por sal. Y, el escenario C, que al parecer es el escenario más probable, con un cuerpo intrusivo ígneo con geometría alargada y abombada a la cima, como un lacolito y, por ende, el tentativo nombre de llamarle el lacolito de Tamiahua. Tanto el escenario A y B no parecen plausibles debido a lo antes mencionado: el diapiro presenta alta densidad e intensidad magnética. Así que, dicho escenario C, además, involucraría una cámara magmática o cuerpo plutónico profundo, a unos 15 km de profundidad, como posible alimentador del intrusivo en forma de lacolito, y a unos 8 km por debajo de cuerpo ígneo.

Conclusión.

En conclusión, hasta el momento, la hipótesis del lacolito Cuaternario de Tamiahua generaría nuevas preguntas sobre la interacción tectono-magmática en esta región del Golfo de México, como: ¿es acaso el lacolito de Tamiahua una expresión del Cinturón Volcánico Trans-mexicano? ¿Qué implicaciones térmicas tendría esta clase de cuerpos intrusivos en la cuenca? ¿Existen más cuerpos profundos y

de diversas edades en la región? ¿Estos intrusivos nos hablan acerca de los dominios de cortezas?

Por último, la creación de un equipo multidisciplinario en las geociencias, así como el apoyo de organismos nacionales e internacionales podría aportar nuevos datos y conclusiones sobre la geología de estos posible cuerpos intrusivos cuaternarios en la región este del Golfo de México.

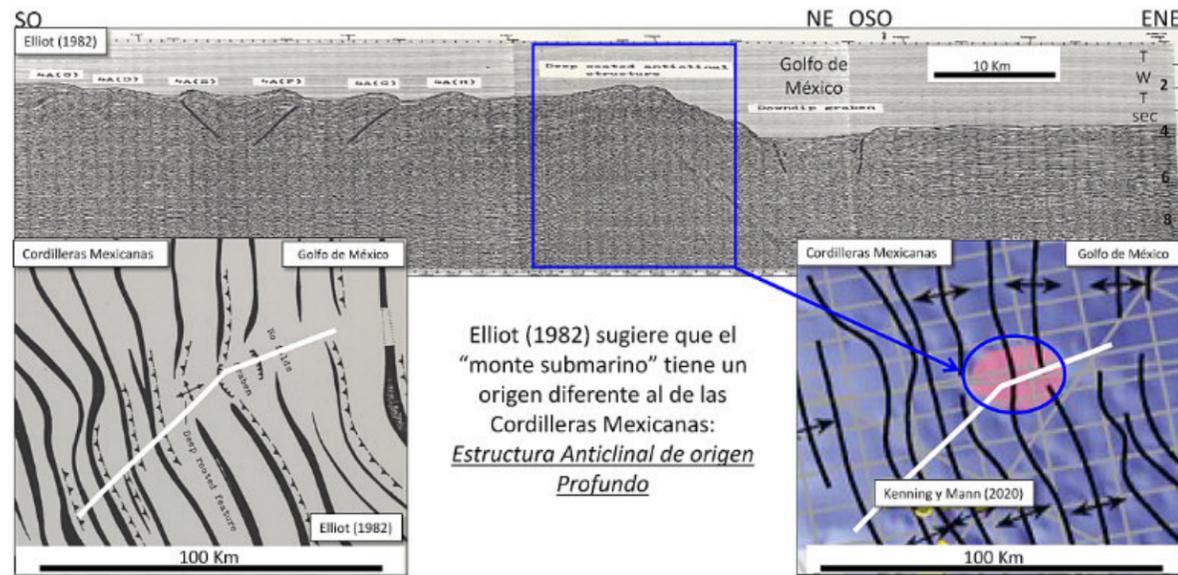


Figura 3. Línea sísmica 2D transversal al posible intrusivo (Elliot,1982). Ver ubicación en las figuras 1 y 2.

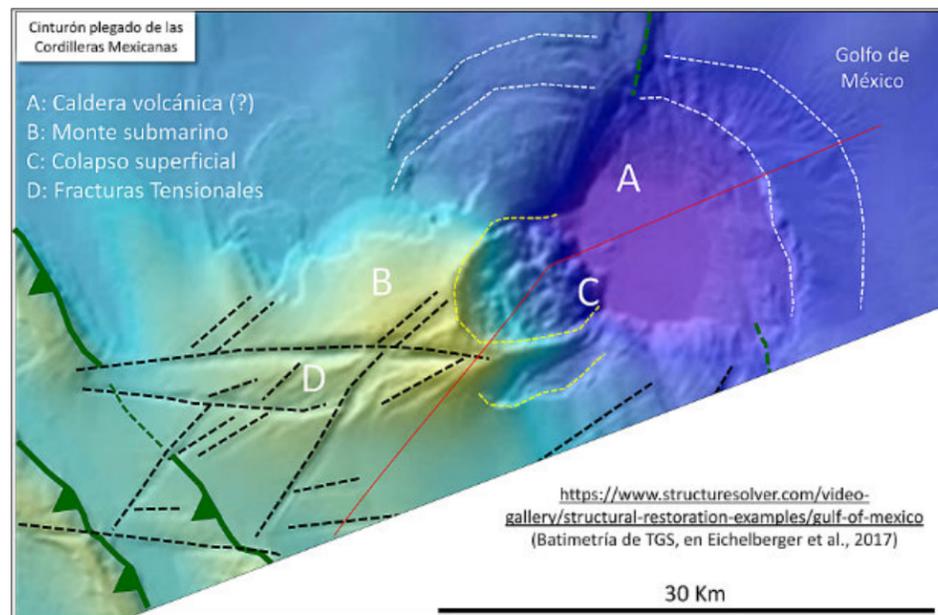


Figura 4. Interpretación esquemática. La línea roja indica ubicación de la sección sísmica mostrada en la Figura 3 (Elliot,1982).

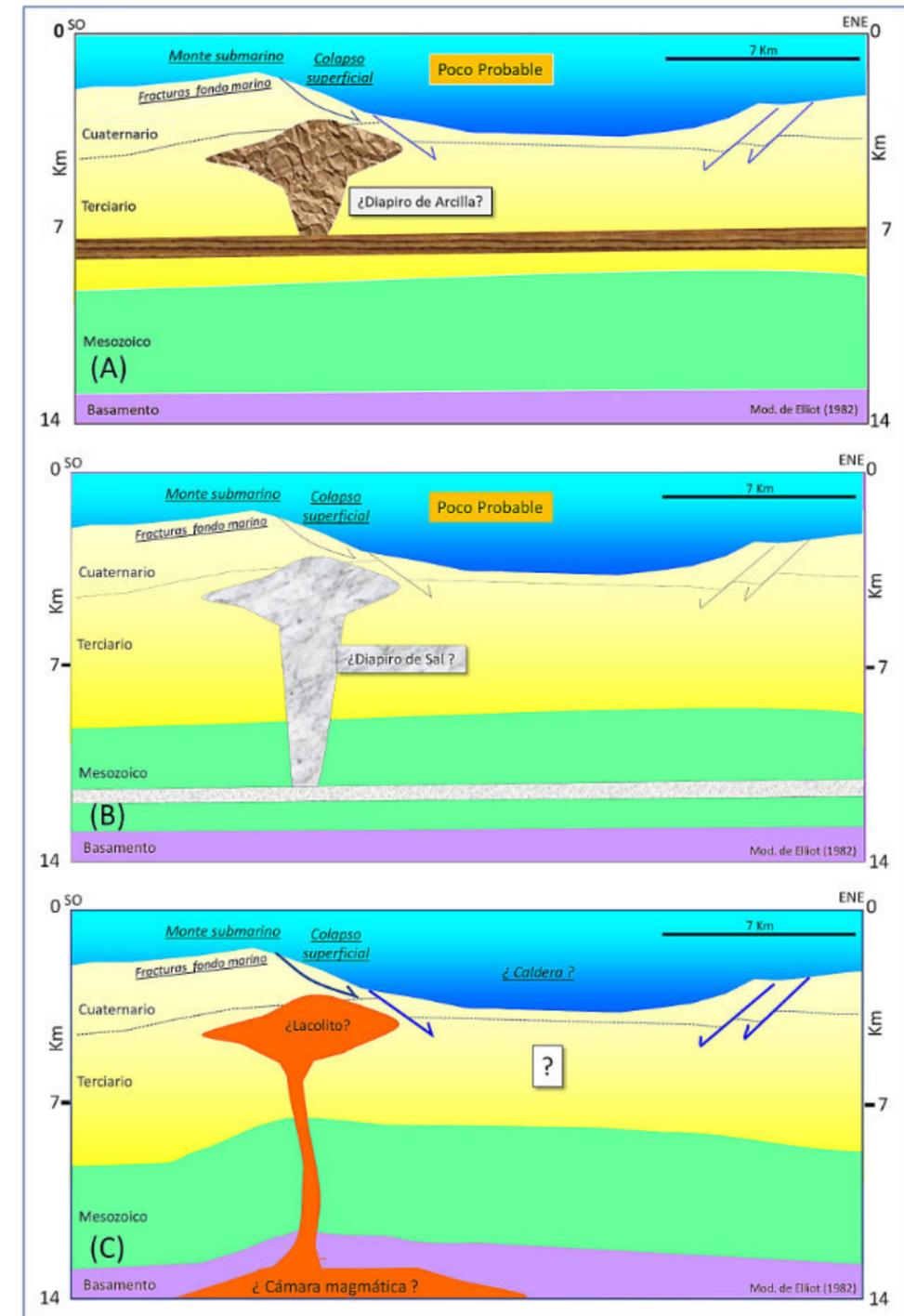


Figura 5. Escenarios posibles. Se considera el escenario C como el más probable.

Agradecimientos.

A Xavier Legrand y Max Meju (PETRONAS) por las muy interesantes pláticas entre 2018 y 2020. A Paul Mann y Jack Kennings por suministrarnos en 2021 información muy relevante relacionada con la tesis de Elliot (1982). Igualmente, muchas gracias a Sergio Chávez-Pérez (Instituto Mexicano del Petróleo) por patrocinar en la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración (AGME) la videoconferencia presentada en 2021 relacionada con esta temática.

Referencias.

- Eichelberger, N., Nunns, A., O'Reilly, C., Dirks, R., Yarbuh, I. and Bate, D. [2014] Quantitative structural analysis of new acquired data from the Mexican ridges fold belt, Western Gulf of México. <https://www.structuresolver.com/case-studies/mexican-ridges-presentation>
- Elliot, A. [1982] Seismic structural analysis of deformation in the southern Mexican ridges. PhD Thesis, University of Texas, Austin, 101 p. <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/13919>
- Ferrari L., Orozco-Esquivela, T. Manea, V. and Manea, M. [2012] The dynamic history of the Trans-Mexican Volcanic Belt and the Mexico subduction zone, Tectonophysics, V. 522-523, p. 122-149. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2011.09.018>



El Dr. Carlos Giraldo es Geólogo Estructural, con diplomas en Ingeniería Geológica y Doctorado en Ciencias de la Tierra. Tiene experiencia en Investigación Neotectónica, Geología de Superficie, Evaluación de Riesgos Geológicos, así como en Exploración y Producción de Hidrocarburos. Durante sus 42 años de vida profesional ha trabajado en diversas cuencas a nivel mundial: Golfo de México y norte de Sudamérica, Mar del Norte, Cuencas mediterráneas, Márgenes pasivos Ibérico-Canadá - Africano, Mar Rojo y sureste asiático, entre otros. Es Instructor en cursos presenciales y virtuales relacionados con Cuencas Sedimentarias y Riesgos Geológicos. Especializado en deformaciones gravitacionales, así como en cinturones plegados, tectónica salina y tectónica de arcilla.

<https://www.linkedin.com/in/carlos-giraldo-b4657210/>

<https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Giraldo-Ceballos>

<https://www.u3explore.com/author/carlos-giraldo>

<https://epgc-spain.com/en/cursos/structural-geology/>

<https://ingeoexpert.com/cursos/curso-de-geologia-estructural-de-cuencas-sedimentarias/>



Bernardo García-Amador es candidato a doctor en Ciencias de la Tierra por la UNAM. Su pasión es entender las causas y consecuencias de la tectónica. Actualmente se encuentra en proceso de graduarse del doctorado, con un trabajo que versa en la evolución tectónica de Nicaragua (Centroamérica). Además imparte el

Ferrari, L., Tagami, T., Eguchi, M., Orozco-Esquivel, Ma. T., Petrone, C. M., Jacobo-Albarrán, J., and López-Martínez, M. [2005]. Geology, geochronology, and tectonic setting of late Cenozoic volcanism along the southwestern Gulf of Mexico: The Eastern Alkaline Province revisited. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 146(4), 284–306. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2005.02.004>

Giraldo-Ceballos C. [2021] ¿Hay Plutonismo reciente en aguas profundas de las Cordilleras Mexicanas?, Charla AMGE: 24 de agosto de 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=idxdvtGnaiU>, DOI: [10.13140/RG.2.2.16375.91040](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16375.91040)

Kenning, J. and Mann, P. [2020] Control of structural styles by large, Paleogene, mass transport deposits in the Mexican ridges and Salina del Bravo, western Gulf of Mexico. *Marine and Petroleum Geology*, 115, 104254. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2020.104254>

Salomón-Mora, L. E., Aranda-García, M., and Román-Ramos, J. R. [2009]. Contractional Growth Faulting in the Mexican Ridges, Gulf of Mexico. In C. Bartolini & J. R. Román-Ramos (Eds.), *Petroleum Systems in the Southern Gulf of Mexico: Vol. AAPG Memoir 90* (pp. 93–115). American Association.

curso de tectónica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Recientemente Bernardo ha publicado parte de su trabajo de doctorado en las revistas *Tectonics* y *Tectonophysics*, además de ser coautor de otros artículos científicos de distintos proyectos.

bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu

Hechos y desechos del terremoto de caracas de 1967 a más de medio siglo de ocurrido

José Antonio Rodríguez Arteaga

Resumen

Se describen en apretada síntesis algunos de los sucesos relacionadas con el último sismo que afectó Caracas hace 55 años, así como reflexiones sobre el hecho, y aspectos poco conocidos del mismo o que giraron alrededor de este. Si bien la bibliografía técnica es abundante en artículos geocientíficos sobre este evento de quienes fueron testigos y actores del mismo, su “microhistoria” aún se pasea entre trabajos sueltos pertenecientes a la época y que fueron de amplia difusión. El presente trabajo es una aproximación a ese aspecto poco revelado del terremoto del año 67’.

A manera de introducción

El 29 de julio de 2022, quienes hemos dedicado 30 años o más de nuestra vida personal y profesional al estudio de la sismología venezolana, recordamos el quincuagésimo quinto aniversario del Terremoto Cuatricentenario de Caracas. Aquel caluroso sábado daba inicio al disfrute de un fin de semana tranquilo, unido a la preparación de los actos conmemorativos por los 400 años de fundada la ciudad capital, cuando esta, fue violentamente “azotada” por el ímpetu de un muy fuerte sismo a las 8:02 pm.

La prensa en el sismo caraqueño en los sismos de antes y después

No se discutirá en este breve artículo, el por qué “los sismos eran relegados en la prensa nacional”¹ para la década de 1960 y hasta el terremoto del 67’.

El tratamiento de la información relacionada con cualquier evento de origen telúrico era bastante superficial, a menos que se tratase de un terremoto de gran magnitud tal como el caso del evento antecesor a 1967, llamado “de San Narciso”, 29 de octubre de 1900, estudiado por *Wilhelm Sievers* en la Universidad de *Giessen*, Alemania² luego de solicitar información nacional entre correspondencia y prensa y publicar sus resultados en 1905.

Más de un centenar de artículos técnicos han sido dedicados hasta el presente, incluyendo en el orden académico-universitario, y conocido por el suscrito, dos que merecen ser mencionados: un primigenio y único trabajo para optar al grado académico en geológica³ hasta el más recientemente, una tesis de maestría en ingeniería civil⁴.

A partir del terremoto de “Caracas 67”, comenzarán a incluirse en los reportes de prensa, información instrumental respecto a los sismos. Referencias que fueron de gran utilidad dentro de la investigación y el manejo de los datos [referidos al catálogo sismológico del siglo XX, CSSXX]⁵.

La transcripción de la data inserta en el CSSXX, fue recogida en forma prolija con el auxilio de 12 estudiantes universitarios de la carrera de Antropología de la Universidad Central de Venezuela y publicada en una única memoria sismológica [el catálogo antes mencionado] de muy escasa difusión y reciente factura⁶, No se dispone de una versión electrónica del mismo.

Ese aciago día y ya cerradas las rotativas de los diarios nacionales, las notas sobre el sismo y sus destrozos circularon en forma incesante durante varios días, informando a la población venezolana.

En Caracas, diarios como *El Nacional* y *El Universal*, siguieron con detalle lo acaecido:

A título de ejemplo⁷ señalará *El Nacional* del 30 de agosto, lo que a continuación se transcribe:

¹ (Consúltese a: Leal Guzmán, A. y Hernández, G., *Entre archivos te veas*. 2009:39-54). En: Altez, R. y Rodríguez, J. A. (coords.). *Catálogo sismológico venezolano del siglo XX: documentado e ilustrado*. Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, (eds.) 2 volúmenes, Caracas, 2009, 823 pp.)

² Sievers, Wilhelm, *Das Erdbeben in Venezuela vom 29 Oktober 1900*, Festschrift zur Feier des 70. Geburtstages von J. J. Rein, Zugleich I.. Veröffentl. der Geographischen Vereinigung zu Bonn, 1905, 35-5

³ Urdaneta, Judith. *Estudio sismotectónico del terremoto de Caracas del 29 de julio de 1967*. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Caracas, 1973. 64 páginas. (inérita).

⁴ Guerrero, Alejandra. *Desempeño de edificios afectados por el sismo de Caracas de 1967 en la zona de Los palos Grandes-Altamira*. Trabajo de M. Sc., Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Central de Venezuela. Caracas, 2017. (inérita).

⁵ (Rogelio Altez, 2009:46) En: Altez, R. y Rodríguez, J. A. (coords.). *Catálogo sismológico venezolano del siglo XX : documentado e ilustrado*. Ministerio del Poder Popular para Ciencia y Tecnología, Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, (eds.) 2 volúmenes, Caracas, 2009, 823 pp.)

⁶ (*Ibid.*)

“Al este de la ciudad se desplomaron edificios de más de 10 pisos como si fueran castillos de naipes. A las 9 y 55 minutos de la ciudad de la noche de ayer seguían encontrando heridos y desmayados al puesto de socorro de Salas, elevándose el número de éstos a más de 200. A esta hora las autoridades también registraban el ingreso a ese hospital de cuatro cadáveres. Continuaba un pánico generalizado en toda la capital y sus alrededores y se había dado cuenta de la caída total de dos edificios en el este. Las informaciones de nuestros reporteros, movilizadas hacia ese sector de Caracas, transmitieron al mismo tiempo la alarmante posibilidad de que en esos dos desplomos pudiera haber más de cien personas sepultadas. Al norte de la Ciudad hacia Lídice, Manicomio, La Pastora y San José, el violento sismo hizo sentir sus efectos de manera especial, debido a la antigua construcción de la mayoría de las viviendas de esta zona norte de la ciudad. Solamente en La Pastora más de 200 casas resultaron destruidas parcialmente. De Totumos a San Ruperto cayó una casa que quedó totalmente destruida y sus habitantes salvaron la vida debido a que la duración del sismo les permitió escapar a la calle. En esa misma parroquia de La Pastora, de Cruz a Glorieta, 40 casas resultaron afectadas y en la mayoría de ellas se desplomaron las cornisas, quedando en medio de la calle y en las aceras gran cantidad de ladrillos y demás material de construcción. Como ocurrió en todas las parroquias, aquí la población se echó a la calle. Los mayores desalojaron las viviendas con niños, ancianos, enfermos y colchones, camas y cunas, evidentemente con el propósito de pasar la noche en vela y fuera del hogar. En la esquina de Angelitos la parte frontal de una casa cayó y dio muerte a un hombre de aproximadamente 50 años, cuyo cadáver ingresó al puesto de Salas, sin haber sido identificado. Como suele ocurrir con estos fenómenos imprevisibles y propios de la naturaleza, el pánico fue colectivo y terrible. Centenares de internas en la Maternidad Concepción Palacios, muchas de ellas cargando a niños recién nacidos, corrieron a la calle y a la plazoleta vecina, buscando sitios a descampado donde hubiese mayor seguridad. El Ministerio de Relaciones Interiores, doctor Reinaldo Leandro Mora, se apersonó en su despacho a pocos minutos de sentirse el estremecimiento y una de sus primeras instrucciones fue la de que se solicitara a la ciudadanía, a través de las emisoras de radio, que guardaran calma y se mantuvieran en sitios que revistieran seguridad. Al mismo tiempo se transmitió a los conductores la advertencia de que no se desplazaran a velocidades, ni alarmaran a la ciudadanía con sus cornetas. Las autoridades dieron a conocer que alrededor de 10 personas, de los centenares que ingresaban a los puestos de socorro, habían sufrido lesiones por atropellamientos de vehículos, y una gran mayoría de los hospitalizados, hasta las 10 de la noche, eran por afecciones propias del pánico por toda la ciudad. A esa misma hora ingresaban al puesto de Salas una octogenaria, muerta, a causa de un síncope cardíaco. *Sur de la Ciudad* Del sur de la ciudad se obtuvieron noticias a las 10 de la noche de que la sacudida igualmente resquebrajó o destruyó parcialmente centenares de viviendas, principalmente en Antímamo, La Vega y El Valle, y aunque hubo en esos lugares decenas de personas que sufrieron desmayos y conmociones, no se tuvieron referencias de heridos o muertos”.

El reportaje anterior aparece sin firma, es apenas una muestra del poder de la prensa en procura de información, pero mientras esto ocurría, la actividad del Servicio Sismológico no estaba detenida, trabajaba con el único instrumental que poseía y se anotaba todo lo que ocurría.

El Observatorio Sismológico en el Terremoto Cuatricentenario

Günther Fiedler⁸ venido al país en 1955 atendiendo la invitación de *Eduardo Röhl* (1891-1959) viajaría pre-sismo a Japón atendiendo una invitación de UNESCO para seguir cursos de especialización en sismología, dejando como encargada a su colega, *Eva de Gyomrey*⁹, quien atendería la labor del instituto repartida entre la incesante actividad que un evento como este da y procurando informar a la prensa que evidentemente buscaba precisiones. Nadie sabía fuera del personal técnico del Servicio Sismológico lo que puertas adentro ocurría y de lo detallado de la información que Fiedler atendería a su regreso a Venezuela y que lo motivaría a escribir en el año 1969 un trabajo dedicado a la memoria de la profesora Gyomrey, fallecida en 1977¹⁰ y que lleva por nombre: *Algunas precisiones sobre la aceleración del suelo en el Terremoto de Caracas de julio 29 de 1967*, impreso en Caracas por Talleres Italgráfica S.R.L.

De él extractamos algunos puntos de interés para conocer lo que sucedió: (1) Debido a la intensidad sísmica, sismógrafos de sensibilidad normal no pudieron registrar completamente este evento sísmico local relativamente fuerte dentro del área de Caracas, pero sí ondas superficiales. Los únicos registros que se obtuvieron en el Observatorio Sismológico de Caracas fueron los de un *seismoscopio* y de un *seismógrafo Strong Motion* de construcción nuestra¹¹, con una magnificación pico de 9,5 para períodos de la tierra de 0,8-0,7 segundos.

⁷ *El Nacional*, 30-jul-1967, p.1, (En: Altez, R. y Rodríguez, J. A. (op. cit.): 351-353 pp.)

⁸ (Para la fecha, jefe del Observatorio Sismológico de Cagigal, N/A)

⁹ (Cristóbal Grimán, *com. pers.*, 2022)

¹⁰ (Ibid.)

¹¹ (Ignoramos los datos del instrumento y Fiedler no dejó aparentemente, datos de su construcción. Solamente hemos conocido que era muy hábil hasta en electrónica, Cristóbal Grimán, *com. pers.* 2022)

En el componente N-S se registró completamente el terremoto en papel ahumado; desafortunadamente en el componente E-W la aguja ...; (2) “El día 27 a las 20h30m GMT el reloj de cuarzo comenzó a fallar con las marcas de tiempo; para el día 28 a las 20 GMT se paralizó el registro de los instrumentos Vela debido a reparación. El día 29 cuando todavía existían estas fallas en el equipo Vela, ocurrió el Terremoto Cuatricentenario de Caracas.

Los instrumentos nuestros de tipo *Benioff Z*, *Spregnether NS Galitzin Z*, han registrado el terremoto por completo, pero debido a sus sensibilidades no marcaron las ondas P y S sino las superficiales solamente y los sismos posteriores. El sismógrafo *Wiechert* (20 toneladas)¹², fue dañado como único instrumento, por la ruptura de varios resortes en el sistema de las palancas. En los demás 15 sismógrafos, ni las suspensiones de los péndulos se rompieron.

De las fases subsiguientes a la ocurrencia del sismo

El Gobierno Nacional centralizó en el Ministerio de Obras Públicas las labores de la emergencia y por tanto fue nombrado la misma noche del terremoto un comisionado especial¹³ del ministro a fin de coordinar y movilizar todas las acciones de auxilio y rescate, así como la de inspección preliminar de daños a edificaciones públicas y privadas, mas la complejidad del problema era tal, que se decidió formar dos comisiones. Una de estructuras bajo la responsabilidad del Ministerio de Obras Públicas y sus comisiones *ad hoc* y otra dedicada al estudio geológico del terremoto y sus efectos, siendo responsable el Ministerio de Minas e Hidrocarburos¹⁴.

Si bien los informes de cada subcomisión salieron en relativamente pocos días, producto de los profesionales que trabajaron en ella, existen ejemplares sueltos de los informes individuales sin orden ni numeración e incluso listado pormenorizado, así como un numeroso grupo de carpetas con fotografías originales de las edificaciones afectadas o colapsadas. Ello ha de señalarse como tarea pendiente, pues tanto los informes de las subcomisiones, al igual que los libros editados para la segunda fase del estudio (libros A, B y C) como las fotografías, merecen un buen destino y que todo ello sea rescatado en beneficio histórico-símico nacional del más reciente terremoto caraqueño. El producto así obtenido bien podrá ser integrado a plataformas digitales como testimonio de lo ocurrido. Obviamente, dicha tarea es de largo aliento pero no por ello impracticable.

Entre lo atávico y lo religioso del Terremoto Cuatricentenario

La sismología en general se ha constituido en un entramado de voces nuevas y antiguas, prolijas descripciones, registros instrumentales y arduas mediciones, entre tantos temas. El terremoto Cuatricentenario no se queda sin ello, de tal forma que surgieron con él dos eventos singulares: 1) las profecías de una pretendida médium italiana, Marina Marotti¹⁵, alentada por la portada de una revista de circulación nacional, ya desaparecida que 6 meses antes del sismo, predecía *un terremoto en una ciudad latinoamericana próxima a conmemorar otro aniversario de su fundación*, huelga el cometario. Luego del terremoto de la profetiza y su visión no quedaron ni el rastro y (2) La Cruz Pontifical que coronaba la fachada de la Catedral de Caracas, a poco de sucederse el sismo, se desplomó hasta estrellarse en el pavimento. Cuenta la leyenda que en ese preciso instante dejó de temblar¹⁶.

Corolario

La frase con la que inicia José Grases la introducción de su libro *Introducción a la evaluación de la amenaza sísmica en Venezuela. Acciones de mitigación*¹⁷ sintetizan las acciones emprendidas y los costos que de ella se han derivado. Dice así:

“A los ingenieros que vivimos de cerca el Terremoto Cuatricentenario de Caracas y sus efectos inmediatos, con pocos años en el ejercicio de la profesión para ese momento [Grases se gradúa en 1959] nos resulta casi obligado lanzar una mirada panorámica en cada nuevo aniversario; es como tratar de averiguar si la lección, la costosa lección que nos dejó, ha quedado bien aprendida entre nosotros. Esta inquietud resulta comprensible en el caso particular de quien suscribe, pues ese fenómeno telúrico que ocasionó el inesperado y violento final de muchas vidas, reorientó para siempre mis inquietudes y responsabilidades en mi día a día como universitario”¹⁸.

¹² (El peso de este equipo es exactamente 19,8 toneladas, N/A)

¹³ (El Ingeniero León Arocha Carvajal)

¹⁴ (Ministerio de Obras Públicas, Comisión Presidencial para el Estudio del Sismo. *Segunda fase del estudio del sismo ocurrido en Caracas el 29 de julio de 1967. Volumen A*. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (ed.). Caracas, 1978, 517 pp.

¹⁵ Rodríguez A. José A. *Lo simbólico y religiosos en la sismicidad histórica venezolana: de Ropasanta, 1641 a Marina Marotti, 1967*. XI Simposio del Grupo Venezolano de Historia y Sociología de la Ciencia, 8-9 de diciembre de 2021. (Resumen), (julio 19, 2022), <<http://www.saber.ula.ve/bitacora-e/>>

¹⁶ Sisco Ricciardi, Octavio. *La cruz de la Catedral de Caracas y el Terremoto de 1967*. [Documento en línea] (julio 19, 2022) <<https://redpatrimoniove.wixsite.com/redve/forum/publicaciones/la-cruz-de-la-catedral-de-caracas-y-el-terremoto-de-1967>>

¹⁷ (Grases, G. José. *Patología e ingeniería forense casos y lecciones*. Tekhné. Revista de la Facultad de Ingeniería. Universidad Católica Andrés Bello, UCAB, Caracas, (15):39-67 [Documento en línea], 2016, (julio 18, 2020) <<https://revistaenlinea.saber.ucab.edu.ve/index.php/teckne/issue/view/253>>

¹⁸ (Grases, G. José, 2002:17)

Corresponde a las generaciones que nos han sucedido en el ejercicio vivo de la investigación sísmológica, continuar con el mismo rumbo que en algún momento nos trazamos, pues Venezuela posee una franja de apreciable de sismicidad activa y evidentemente de alto riesgo.

Conociendo la visión de nuestro pasado histórico-sísmico como nación, hemos de reconocer que el estudio de los terremotos vernáculos no puede sintetizarse simplemente a reportar sus parámetros básicos. Hay que estudiar los accidentes geológicos por diferentes vías de investigación en forma general y a detalle, pero sobre el terreno, esto es una tarea impostergable; se requiere densificar aún más la red instrumental de Venezuela y reparar, instalar y reinstalar estaciones de cualquier naturaleza, pero de manera especial es necesario y obligatorio que las gerencias que conducen y conducirán la investigación sísmica del país, el formar generaciones de relevo que lamentablemente hoy están ausentes.

Los tiempos son difíciles, eso es obvio, pero sin "sangre nueva" y entusiasta, no podremos hablar de conmemoraciones más allá que la del evento sísmico subsiguiente en el calendario de terremotos venezolanos, y que éste coincida en día, hora y año de ocurrencia. Ese trágico sábado de 1967 sirvió de partida para la formalización de un instituto de investigación desarrollado casi de la mano con aquel evento inesperado, pero real.

Corresponde al Estado dar el necesario reimpulso para retornar la investigación sísmológica a sus fueros. A este 29 de julio, le hemos sumado estas reflexiones y otro año más, para completar el 50° aniversario de la creación del instituto que le ha dado el frente a Venezuela en materia de sísmología y eventos conexos, la Fundación Venezolana de Investigaciones Sísmológicas, FUNVISIS.



Vista frontal y lateral del sismómetro Wiehert (19,8 Ton.) instalado previo al sismo de "Caracas 67" en el Observatorio Sísmológico de Cagigal, conocido por el nombre de *Estación Caracas*
Fuente: MOP (1967)



José Antonio Rodríguez Arteaga es un ingeniero geólogo con 31 años de experiencia en investigación de geología de terremotos y riesgo geológico, asociado o no a la sismicidad. Es especialista en sísmología histórica e historia de los sismos en Venezuela, recibiendo entrenamiento profesional en Geomática Aplicada a la Zonificación de Riesgos, Bogotá, Colombia. En sus inicios profesionales y por 5 años consecutivos, fue geólogo de campo, trabajando en prospección de yacimientos minerales no- metálicos en la región centro

occidental de Venezuela. Tiene en su haber como autor, coautor o coordinador, tres libros dedicados a la catalogación sísmológica del siglo XX, al pensamiento sísmológico venezolano y un Atlas geológico de la región central del país, preparado de manera conjunta con la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela. Actualmente prepara un cuarto texto sobre los estudios de un inquieto naturalista alemán del siglo XIX y sus informes para los terremotos destructores en Venezuela de los años 1812, 1894 y 1900.

rodriguez.arteaga@gmail.com

Edades absolutas y paleontológicas del Complejo Anfibolítico de Mabujina, Cuba

Por: **Humberto F. Álvarez-Sánchez**

Colaborador de la Revista

Introducción.

El Complejo Anfibolítico Mabujina (C.A.M.) (Pavlov, 1970; Somin y Millán, 1976; Kantchev et al., 1978; Millán y Somin, 1981) del sur de Cuba Central es el más extenso y mejor aflorado de los macizos metamórficos de facies anfibolítica de la Isla de Cuba y constituye una unidad tectono-metamórfica de referencia en la geología de la isla. Rodea completamente, al Macizo Metamórfico Escambray aunque su mayor extensión se encuentra al Norte de las Cúpula de Trinidad, al Sur de las ciudades de Cumanayagua y Manicaragua. Otros afloramientos de gran extensión se encuentran al W y NW de la Cúpula de Sancti Spiritus hasta la región de Banao, al sur de la cúpula oriental (Figura 1).

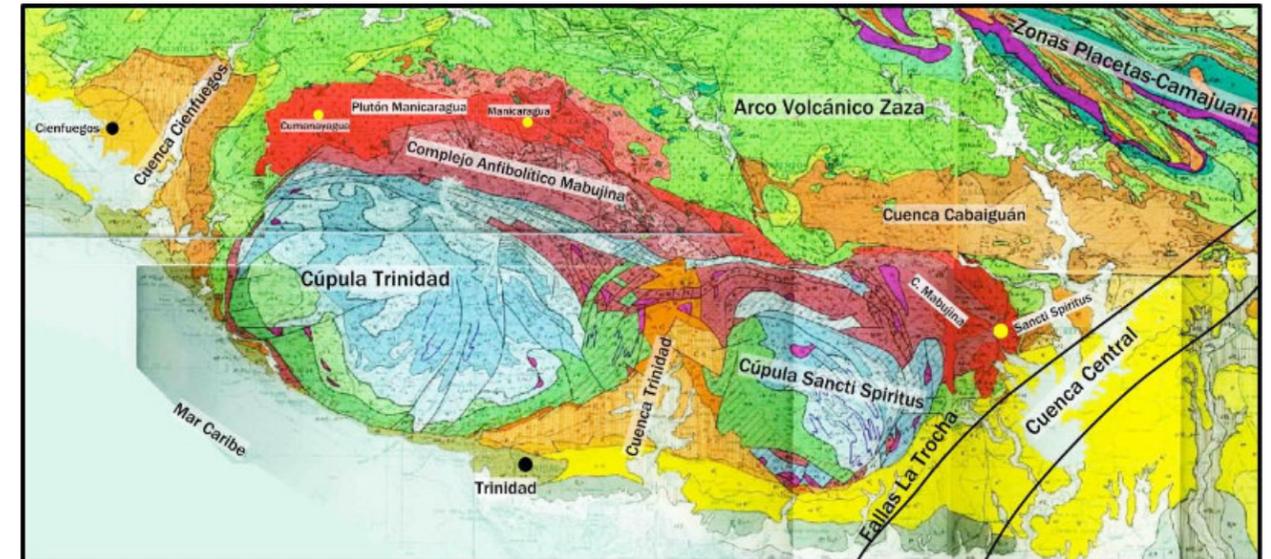


Figura.1. Posición general del Complejo Anfibolítico Mabujina. Mapa Geológico de Cuba 1:250,000 de Puscharovskiy, et al., 1998).

Su contacto con el Escambray es tectónico, muy brusco y sin transiciones. Con el Arco Volcánico de Zaza (AVZ) el contacto es tanto intrusivo (Kantchev et al. 1978; Maximov et al. 1968; Pavlov, 1970) como tectónico (Dublan y Álvarez-Sánchez et al. 1986). Su metamorfismo de alta relación T/P contrasta con el Escambray de condiciones inversas. La potencia del complejo en las áreas afloradas es considerable. Más de 2,000 m (Sherbakova et. al. 1974ab); 3,500 a 4,000 m al norte del Escambray (Mlcoch en Dublan y Álvarez-Sánchez et al. 1986).

Las anfibolitas se han considerado como el fundamento metamorfozido del Arco Volcánico de Zaza, formado por la acción termal de las intrusiones ácidas del arco (Somin y Millán, 1976 y otros trabajos sucesivos) y por Mlcoch (en Stanik et al. 1981), Dublan y Álvarez-Sánchez et al. 1981, y otros. Su edad se ha supuesto muy antigua (Precámbrico o Paleozoico). Mlcoch (en Stanik et al. 1981) sugirió una edad probable Tithoniano hasta Albiano, concluyendo que la parte superior de la SAM no era más mas joven que Cretácico Inferior. Muestras derivadas de anfibolitas bandeadas, contenían palinomorfos (Dublan et al. 1988), cuya asociación establecía un rango más característico para el Jurásico, sobre todo al Jurásico Medio.

En el contacto del AVZ con las anfibolitas, yace la Fm. Los Pasos (Valanginiano-Barremiano) (Zelepuguin et al. 1982) cubierta por la Fm. Mataguá (Aptiano-Albiano), (Wassall, en Brönnimann y Pardo, 1954) (Figura 2).

Entre las anfibolitas y las vulcanitas se extiende la Unidad Tectónica Porvenir-Sopimpa, ocupada por las metavulcanitas andesíticas de la Fm. Porvenir, comparables con las anfibolitas de menor grado al sur de la faja, supuesto que sugiere que la Fm. Porvenir podría representar una transición entre las anfibolitas albito-epidóticas y las vulcanitas no metamórficas del cinturón volcánico. Otros indicios que parecen confirmarlo se destacan en la Cuña Tectónica La Cidra; una estructura de cizallamiento lateral en contacto directo con el Escambray, donde ocurre un mélange tectónico de escamas de la Fm. Porvenir (de Álvarez-Sánchez, en Dublan, en Dublan y Álvarez-Sánchez, *ibid*)

sustituidas en escasa distancia por cuerpos de la Fm. Las Calderas (Albiano a Turoniano) (de Dublan, en Dublan y Álvarez-Sánchez, *ibid.*) que pertenece netamente al Arco Volcánico de Zaza. Al parecer la Fm. Porvenir, en efecto, representa, por una parte la sección más alta del Complejo Mabujina y por la otra una transición con las vulcanitas de Zaza, que debió existir antes de la intrusión principal de las granodioritas.

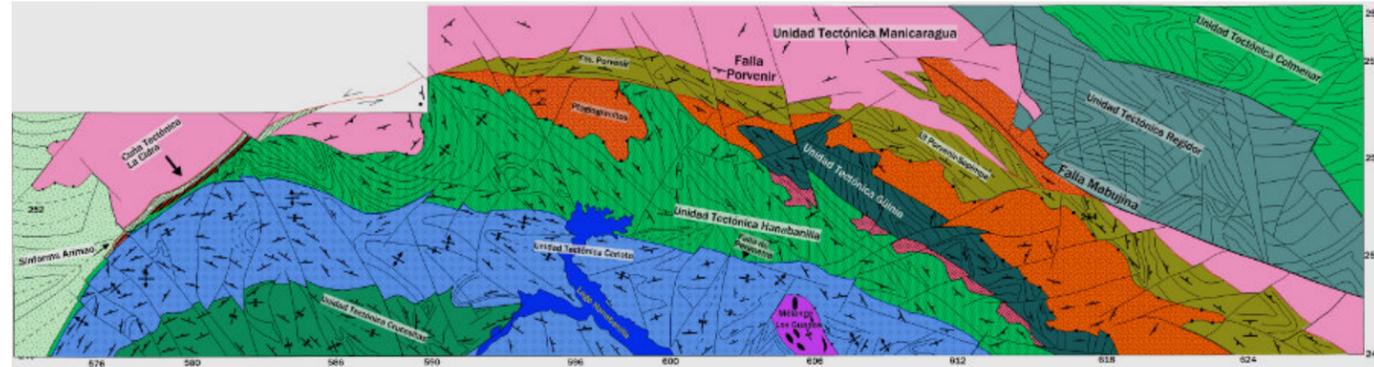


Figura.2. Mapa de Unidades Tectónicas 1:100,000. Expedición Escambray II. (Según Álvarez-Sánchez y Dublan. Anexo 14 en Dublan y Álvarez-Sánchez *et al.* 1986).

Unidad Tectónica Carlota: Fms. Loma La Gloria, Cobrito y La Chispa y del Grupo San Juan. Esquistos Algarrobo. Eclogitas y glaucofanitas en cuerpos de serpentinitas. Mélange Los Guapos. Anfibolitas Yayabo. Cabalga a la Unidad Crucecitas. **Metamorfismo HP.**

Unidad Tectónica Crucecitas: Fms. Mayarí; Collantes; Loma Quivacán, La Sabina y El Tambor. Serpentinitas en mélanges tectónicos **sesgados por blastomilonitas.** Metamorfismo en la facies de esquistos verdes (Zona de Lawsonita).

Unidad Tectónica Habanilla: Anfibolitas bandeadas biotíticas, blastoporfídicas, gabroanfibolitas, gneises de más alto grado; casi todos los metagabros y la mayor parte del Litodema Cuarzodioritas El Quirro. Hacia el W contacta con la Unidad Porvenir-Sopimpa por una falla muy discordante con el Litodema Granodioritas Cumayagua que invaden su tope y finalmente en contacto con la Cuña La Cidra, en forma de un mélange de escamas de granodioritas, la Fm. Porvenir y la Fm. Las Calderas, perteneciente al **Arco Volcánico de Zaza.** Metamorfismo de anfibolitas almándnicas hasta anfibolitas epidóticas.

Unidad Tectónica Güinía: Anfibolitas s.s., asociadas parcialmente a las anfibolitas bandeadas y blastoporfídicas; estrechamente asociadas a las metacuarzodioritas. Por su borde norte afloran los cuerpos del Litodema Plagiogranitos Piedras, que parecen invadir su parte superior. El límite sur se destaca por un contacto recto y abrupto con anchas fajas del Litodema Cuarzodioritas El Quirro. Metamorfismo correspondiente a la facies de las anfibolitas epidóticas-albíticas (Zona 3 del Metamorfismo).

Unidad Tectónica Porvenir-Sopimpa: Metavulcanitas bimodales de la Fm. Porvenir con intercalaciones metasilícicas y metaterígenos. Muestran una transición hacia las anfibolitas porfídicas y son muy semejantes a las anfibolitas de bajo grado albito-epidóticas, unidas por con la Fm. Porvenir. Esta situación sugiere una transición hacia las anfibolitas de más alto grado hacia el interior del complejo y al mismo tiempo y por el otro extremo, una transición con las vulcanitas no metamórficas de Zaza. Metamorfismo de facies de esquistos verdes hasta anfibolitas albito-epidóticas.

Unidad Tectónica Manicaragua: Incluye el cuerpo principal de la gran intrusión de las granodioritas (Litodema Granodioritas Cumanayagua), emplazada entre los complejos de Mabujina y el arco Zaza. Respecto a las deformaciones regionales aparece poco deformada en contraste con los Plagiogranitos Piedra, hecho que sugiere un carácter algo más tardío, postectónico. Sus contactos son intrusivos con las vulcanitas o se encuentran modificados por fallas importantes (Falla Mabujina).

Unidad Tectónica Regidor: Se desarrolla sobre las Lomas del Regidor y esta formada por la Fm. Los Pasos y la parte inferior de la Fm. Mataguá. Ambas formaciones pertenecientes a la sección inferior del arco volcánico.

Unidad Tectónica Colmenar: Esta unidad contiene a las Fms. Mataguá y Provincial, ambas con un marcado contraste de estilo tectónico de plegamiento con la Unidad Regidor de formas más apretadas y pliegues de cierre agudo.

Sinforma Arimaó: Gran estructura sinclinatoria del arco Zaza. En el núcleo la Fm. Arimaó y en los flancos la Fm. Las Calderas. Por el sur y este yace en contacto tectónico con la Unidad Habanilla. Hacia el NE se relaciona con las Granodioritas Cumanayagua, mientras hacia el oeste se sumerge, bajo las formaciones de la Cuenca de Cienfuegos.

Cuña Tectónica La Cidra: Sistema de Fallas Porvenir Sopimpa. Franja de estructura muy complicada integrada por un mélange tectónico de bandas de rocas milonitizadas de potencia decamétrica hasta hectómetros de granodioritas, anfibolitas y de las Fms. Porvenir y Las Calderas. La estructura resulta del movimiento lateral de cizallamiento izquierdo con relación a movimiento de la Cúpula de Trinidad hacia el norte y giro antihorario.

Discusión sobre la edad del Complejo Anfibolítico Mabujina.

Unas discrepancias notables en relación con la edad del Complejo Mabujina, se manifestaron tempranamente en la literatura geológica de la isla, con la coexistencia de dos opiniones excluyentes. Por una parte los autores que consideraban una edad antigua, Precámbrico o Paleozoico, (Boyanov *et al.* 1975; Linares *et al.* 1985; Mossakovski, *et al.* 1986) y los que sustentaban una edad más joven, como Stanik *et al.* 1981; Somin y Millán, 1981; Mlcóh y de Los Santos, 1983 (inédito); Dublan y Álvarez-Sánchez *et al.* 1986); no muy diferente a la de la sección basal de las vulcanitas del Arco de Zaza. Un resumen temprano de las opiniones iniciales puede verse en Boyanov, Goranov y Cabrera (1975, su Tabla I).

La opinión sobre una edad antigua, perduró incluso hasta las ediciones sucesivas de los mapas geológicos oficiales de la República de Cuba a escalas 1: 500,000 (1986) y 1: 250,000 y tectónico (1989) a escala 1:500,000, donde a pesar que desde fechas anteriores existían edades isotópicas disponibles y desde 1988 también datos paleontológicos, se presentaba una edad premesozoica para el Complejo Mabujina, como un hecho consolidado o de opinión preferente, contra las evidencias contrarias.

Millán y Somin (1985) desarrollaron una discusión pormenorizada sobre los argumentos a favor y en contra de una edad antigua para las anfibolitas; ya que las cuestiones relacionadas con la edad y posición estructural del Complejo Mabujina, tienen una relevante importancia para la geología de Cuba y se asocian estrechamente al problema de la identificación del “basamento cubano”; materia de discusión desde fechas tempranas de las investigaciones geológicas en la isla y que ha abarcado no solo al Complejo Mabujina (Somin y Millán, 1976; Kantshev *et al.*, 1978; Stanik *et al.*, 1981). Posteriormente la cuestión de la edad de las anfibolitas, tanto del Complejo Mabujina, como de otros complejos de facies anfibolítica (Güira de Jauco; Iguará-Perea) continua en el centro de la atención (Rojas-Agramonte *et al.*, 2006, 2009, 2011).

En la literatura se encuentran las primeras suposiciones sobre la edad de las anfibolitas. Thiadens (1937) las consideró pertenecientes al Cretácico Superior. En contraste, Tijomirov (1967) las estimó como del Paleozoico o Precámbrico, opinión compartida por Boyanov *et al.* 1975; siempre sobre una base estrictamente litológica y de grado metamórfico. Las primeras determinaciones de edad isotópica Ar/K comenzaron a publicarse en la década del 70 (Somin y Millán y Millán y Somin, 1976). Algunos resultados de publicaciones se muestran en la Tabla 1-III, donde también se incluyen los datos de la Expedición Escambray I (Mlcóh, en Stanik *et al.*, 1981). (Ver también Tabla 2- IV).

Tabla 1-III. Edades Potasio-Argón de las anfibolitas Mabujina (Modificada de Stanik, *et al.*, 1981).

Mineral / Roca	Edad Ma.	Fuente
Anfíbol de gabro anfibolita	62±2.5	GUUDS, Bratislava
Anfíbol de pegmatita de gabro	72±5	IGEM. Acad. de Ciencias de la URSS (Kantshev, <i>et al.</i> 1978).
Anfíbol de ortoanfibolita	77±8	IGEM. Acad. de Ciencias de la URSS (Kantshev, <i>et al.</i> 1978).
Anfíbol de anfibolita diorítica	64,7±1.8	GUUDS, Bratislava.
Anfíbol de anfibolita	61.5±3.9	GUUDS, Bratislava.
Anfibolita (roca total)	76±10	IGEM. Acad. de Ciencias de la URSS (Somin y Millán; 1976).
Anfibolita	81±1.6	Dallas, Texas (Denison, en Somin y Millán, 1976).
Anfibolita	87±1.8	Dallas, Texas (Denison, en Somin y Millán, 1976).
Anfibolita	89±3	IGEM. Acad. de Ciencias de la URSS (Pirsov; en Somin y Millán, 1976).

Tabla 2-IV. Edades K/Ar obtenidas de rocas máficas y siálicas del Complejo Mabujina (simplificada de Iturralde-Vinent, *et al.*, 1994. Tablas 8 y 9).

Roca	Procesado	Edad Ma.
Anfibolita	¿	222.7± 44.4 (*)
"	Hornblenda	198.7± 41.6 (*)
"	Roca	89 ± 3
"	"	87.8 ± 1.8
"	"	87 ± 1.7
"	Anfíbol	81.2 ± 1.6
"	"	80.9 ± 1.6
Esquisto anfibolítico	"	80.7 ± 1.6
Anfibolita	Hornblenda	77 ± 8
Hornblendita	Roca	76 ± 10
Anfibolita pegmatítica	Hornblenda	72 ± 7
Anfibolita	"	44 ± 5
Gneiss metagranítico A	Hornblenda	95 ± 2
Vena pegmatítica	Moscovita	84 ± 1
Gneiss metagranítico B	Hornblenda	84 ± 3
Gneiss metagranítico C	"	78 ± 3
Gneiss metagranítico B	Biotita	73 ± 1
Ortogneiss D	Hornblenda	73 ± 2
Ortogneiss D	Biotita	73 ± 2
Gneiss pegmatítico	Moscovita	72 ± 5
Gneiss metagranítico A	Biotita	70 ± 1
Gneiss metagranítico C	"	69 ± 2
Ortogneiss	Roca	52 ± 1

(*) Correctamente señaladas como dudosas.

Tabla 2-V. Edad de las anfibolitas Mabujina por el método termoisocrónico (Según Somin, *et al.*, 1985, en Millán y Somin, 1985).

Nº Muestra	Roca y localidad	Edad (M.a)		Observaciones
		Geológica	Radiológica	
D.48	Ortoanfibilota. (Metabasalto porfídico). Sur de Manicaragua.	Protolito y metamorfismo preCampaniano	≈900 530±20 (VP) 350±10<50	Muy poco Plomo radiogénico.
D.49	Ortoanfibilota. (Metabasalto porfídico). Mabujina, Cuba Central.	Protolito y metamorfismo preCampaniano	≈1,200 530±20 (VP) 350±10<50	"
D.368	Ortoanfibilota. (Metabasalto porfídico). Norte de la Presa Hanabanilla.	"	≥1,200-1,400 680±30 (VP) 530±20<50	"
E.66-7	Ortogneiss (metagranitoídico). Río Agabama. Cuba Central	"	≈100	"
¿	Gneiss leucocrático. Río Jicaya	"	450	Tomada por G. Nekrasov.
F-77	Gneiss biotita-hornblenda. Río Jicaya	"	≤100	Sin huellas de edad más antigua
F-68-1	Gneiss leucocrático granate-biotita-hornblenda. Río Jicaya	"	≤100	"

Durante la expedición Escambray I, Mlcoch (en Stanik *et al.*, 1981) sugirió una edad probable Tithoniano hasta Albiano, sin excluir una edad mas antigua. Posteriormente, durante la cartografía realizada por la Expedición Escambray II, Mlcoch y de Los Santos (1983), discutieron nuevamente sobre la edad de las anfibolitas, concluyendo que la parte superior del corte no tenía una edad más joven que Cretácico Inferior, concepto posteriormente defendido en Dublan y Álvarez-Sánchez, *et al.* (1986).

Precisamente, a pesar de que nuevos resultados obtenidos a partir del hallazgo de microflora, fueron dados a conocer a un grupo numeroso de investigadores por los autores, aún antes de ser publicados dada la notabilidad del resultado (y más tarde publicados en Dublan *et al.*, 1988); prevaleció la opinión de la edad más antigua (Paleozoico), exclusivamente apoyada, al parecer, en las determinaciones por el método Pb-Pb termoisocrónico (Somin, *et al.*, 1985) (Tabla 2-V). (ver también Bibikova *et al.*, 1988; Renne *et al.*, 1989).

Si bien aquí no se discutirá la efectividad de este método, ya desde aquel entonces la determinación del verdadero origen del zircón era altamente dudosa y el argumento de su correspondencia con rocas apomagmáticas (anfibilotas porfidoblásticas y gneiss metagraníticos) según indicaron Somin *et al.* (op cit.), no establecía garantía alguna en contra de la incorporación de zircons heredados. Justamente, Millán y Somin (1985b) destacaron que el zircón de estas anfibilotas presentaba formas prismáticas irregulares y tonalidades diferentes y la mayoría de los cristales evidenciaban efectos de corrosión e, Incluso, gran parte poseían "núcleos bien manifiestos e indicios de una reelaboración determinada" (sic).

Hallazgo de microflora durante 1984.

La Expedición Escambray II trato de resolver este problema considerando la posibilidad de la conservación de restos paleontológicos, ya sea de microflora o de microorganismos. Con este fin se tomaron muestras en las cercanías de Güinia de Miranda, en un sitio muy adentrado en el área típica de la exposición de las anfibilotas y muy lejos del contacto de las vulcanitas Zaza (localidad 331514, Informe Zona Centro). En fecha previa a las determinaciones del método Pb-Pb por Somin *et al.* (1985), Ladislav Dublan muestreó una capa representativa de una potencia de 10 m, de la anfibilota derivada de una roca tobítica-psamítica, con la estratificación bien conservada; en las afueras del poblado de Güinia de Miranda (Figura 3); una localidad muy adentrada en el área típica de exposición de las anfibilotas y muy lejos del contacto con las vulcanitas no metamórficas del Cretácico temprano o de las metavulcanitas de bajo grado de la Fm. Porvenir (presumiblemente cretácica). En esta región, como en varias otras localidades identificadas por las Expediciones "Escambray", existen perfiles de las anfibilotas bandeadas, con un grado de recristalización atenuado, que pueden considerarse favorables para la conservación de restos fósiles.

La muestra, una buena representación de la anfibilota derivada de una roca tobítica-psamítica, con la estratificación bien conservada, se procesó en el Instituto Dionis Stur de Bratislava, con el cumplimiento de los necesarios requisitos para garantizar la integridad y pureza del material.

El estudio de una muestra compuesta representativa de una potencia aproximada de 10 m, de anfibilotas bandeadas, derivadas de sedimentos tufíticos psamíticos, permitió la identificación de palinomorfos. Los ejemplares obtenidos se encuentran bastantes corroídos y en gran medida destruidos los elementos de la estructura y las esculturas de las superficies. Se observaron principalmente esporas Triletes de las familias tropicales *Schiseaceno Gleichniaceae* y un grano de polen del género *Tricolporites* que pertenecen a las Gimnospermas, que se observan poco en el Jurásico Medio, pero sobre todo en el Cretácico Inferior.

Las especies determinadas se encuentran descritas en la literatura por A. J. Pocock y Stanley (1962, 70), M. Kedves y P. Simonosics (1964), J. Berza (1969), y H. Tralau (1968) y se extienden desde el Jurásico hasta el Cretácico. Por la extensión estratigráfica de las especies determinadas se puede ver que su rango más característico es correspondiente al Jurásico, sobre todo al Jurásico medio. Solo la especie *cf. Cicatricosisporites perforatus* (Mark Singh) se encuentra plenamente en él Cretácico.

El composito de la muestra fue sometido a lavado en seco de la superficie con agua destilada y a su subsiguiente trituración con un molino mecánico. Por cuarteado se separaron 200 g, sometidos a dilución en HCl, para eliminar el carbonato y, nuevamente al lavado con agua destilada. El proceso continuó con un baño de maceración con HF al 40% durante 5 días, hasta la completa desintegración de los silicatos. Después de la maceración, la muestra se lavó tres veces con agua destilada y la sustancia orgánica fue separada con un líquido pesado (KI + CdI₂) con p.e. 1.9 a 2.1.

Esta parte orgánica flotada se vertió a un tubo de ensayo y se lavó tres veces con agua destilada. Al encontrarse los palinomorfos oscurecidos, se sometieron a oxidación con la solución de Schultz durante 24 horas. Finalmente se confeccionaron los preparados para estudio al microscopio.

Se reveló contenido de microflora cuyo estado revelaba bien las deformaciones y alteraciones propias del metamorfismo de las rocas, ya que los ejemplares obtenidos mostraban corrosión y una parte con los elementos de las estructuras y esculturas de la superficie destruidas; hecho que desacredita las dudas sobre el valor de esta determinación, como expresan Iturralde-Vinent, *et al.* 1994; Millán, 1994; Rojas-Agramonte *et al.*, 2011) y otros.

La mayoría de los ejemplares pertenecían a las esporas *Triletes*, de las familias tropicales *Schiseaceae* y *Gleicheniaceae* y, un grano de polen del género *Tricolporites*; perteneciente a las *Gimnospermas*; poco observadas en el Jurásico Medio, pero abundantes en el Cretácico Inferior. Las especies determinadas fueron descritas en la literatura por A. I. Pocock Stanley (1962, 1970), J. Bona (1969) y H. Tralau (1968) y la extensión estratigráfica abarca desde el Jurásico hasta el Cretácico (ver Tabla VI).

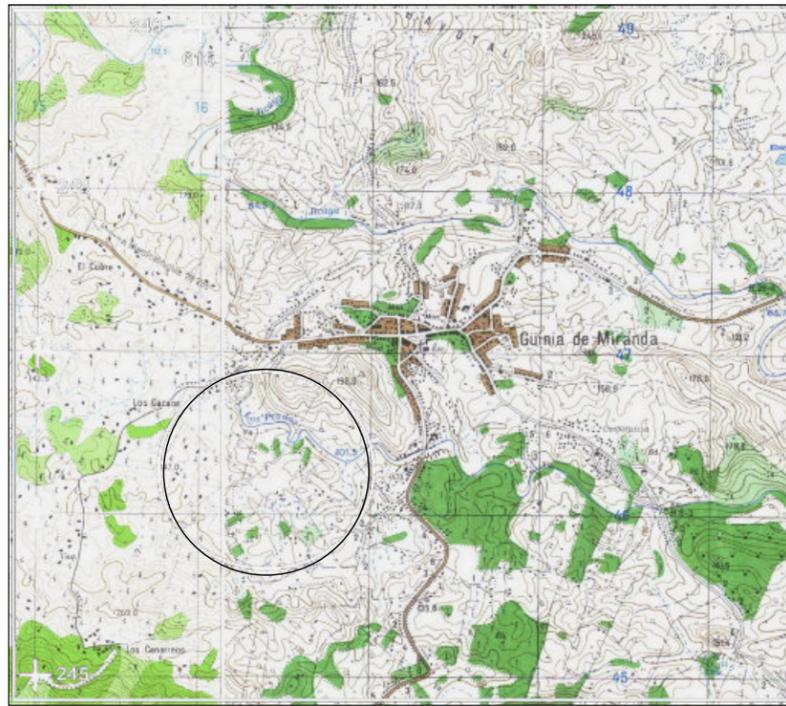


Figura.3. Esquema geográfico de la situación de la toma de muestra de anfibolitas (círculo) con palinomorfos, en las afueras del poblado de Güinía de Miranda. Mapa 1:25,000. Hoja 4282-III-d.

Por la extensión estratigráfica de las especies determinadas, se determinó que su rango más característico correspondía al Jurásico; sobre todo al Jurásico Medio. Solo los ejemplares de *Cicatricosisporites perforatus* (Mark) Singh, se encuentran plenamente en el Cretácico. El grano de polen de *Gimnosperma* del género *Tricolporites*, probablemente sugiere la incorporación de sedimentos en la secuencia del protolito durante el Cretácico, si consideramos el ápice de este género. De modo que, la edad del complejo no parece más antigua que el Jurásico. Probablemente la parte inferior de la sección, con más alto grado metamórfico y con gran abundancia de las gabroanfibolitas y ultramáficos, pertenezca al Jurásico temprano, mientras el tope de la secuencia, entonces no debe sobrepasar el Cretácico Inferior.

Este intervalo de edades, concordaba plenamente con las suposiciones previas, basadas en analogías, conceptos sobre el desarrollo geotectónico de la región; dataciones de las vulcanitas de la sección más baja del Arco Volcánico de Zaza y se aproximaba coherentemente con las edades isotópicas K/Ar; argumentos todos en plena contradicción con las edades por el método termoisocrónico; es decir, no existía justificación suficiente para seleccionar una edad Paleozoico para el Complejo Mabujina, sobre otras alternativas posibles, como se presentó entonces en el Mapa Geológico de Cuba a escala 1:500,000.

Tabla VI. Extensión cronológica de las esporas y polen de una muestra de las anfibolitas del Complejo Mabujina (según Snopkova, 1984; y en Dublan *et al.*, 1989).

Esporas	Cantidad	Extensión
<i>cf. Cicatricosisporites perforatus</i> (Mark) Singh	4	Cretácico
<i>Concavisporites (Obtusisporites) cf. undulus</i> Kedves-Simoncsics	3	Jurásico
<i>Foveasporis cf. irregularis</i> Tralau	2	¿Jurásico Medio?
<i>Verrucosisporites cf. eastendensis</i> Pocock Stanley	1	¿Jurásico Medio-Jurásico Superior?
Polen		
<i>cf. Perinopollenites elatoides</i> Pocock y Stanley	5	Jurásico-Cretácico Inferior
<i>Tricolporites sp.</i>	6	Jurásico Medio-Cretácico

Determinaciones por los métodos SHRIMP (Sensitive High Resolution Ion Microprobe) y TIMS (Thermal Ionization Mass Spectrometry).

Un grupo de determinaciones relativamente recientes por métodos de SHRIMP y TIMS se presentan en la **Tabla VII**. Las localidades de muestreo se seleccionaron en los segmentos suficientemente adentrados en secciones típicas del Complejo Mabujina (Rojas-Agramonte, *et al.*, 2011, Figura 2b)

Prácticamente la totalidad de las rocas analizadas provienen de cuerpos de composición ácida, específicamente de los gneiss graníticos y venas cortantes y una anfibolita metapiroclástica. Como se deduce de los resultados obtenidos, ninguna de las muestras es más antigua que de edad Cretácico. Como se trata de una población de muestras que la mayoría representa un episodio, probablemente temprano de las intrusiones ácidas, ya que se trata de rocas metamorizadas conjuntamente con las anfibolitas de caja, se podría suponer que tuvieran una edad algo más antigua, pero más del 50% de ellas indican una edad del Cretácico Superior. Este grupo de edades (ver Tabla V) no se encuentra muy distanciada de las edades obtenidas por estos métodos para algunos testigos de los granitoides de la región de Manicaragua.

Tabla VII. Edad de anfibolitas Mabujina. SHRIMP II y TIMS (Según Rojas-Agramonte, *et al.*, 2011).

Muestra	Local.	Roca	Material analizado	Edad Ma	Edad geológica
F68	Río Jicaya	Ortogneiss trondjemítico	6 granos de zircón (SHRIMP II)	132.9±1.4	Cretácico Inferior. ¿Hauteriviano-Barremiano?
F77	Río Jicaya. (2 km E de Güinía de Miranda)	Gneiss tonalítico	Fracción de volumen (Santa Bárbara TIMS)	123.9±0.62	Cretácico Inferior. Barremiano-Aptiano?
CU32	Río Jicaya (al Sur de F77)	Metatrandjemita	8 granos de zircón (SHRIMP II)	112.1±2.1	Cretácico Inferior. ¿Aptiano Superior?
F66-1	Río Jicaya 1.5 Km. NW de Güinía de Miranda (200m W de F68)	Vena metadiorítica que corta a F68	2 Fracciones de zircón analizadas vía convencional (TIMS; Santa Bárbara)	94.1±0.47 93.5±0.47	Cretácico Superior. ¿Turoniano? Cr ₂
CU114	Las Tosas, NW de Sancti Spiritus	Anfibolita metapiroclástica dacítica.	6 granos de zircón. (TIMS; SHRIMP II)	93.5±1.0	Cretácico Superior. ¿Cenomaniano-Turoniano? Cr ₂
CU116	Río Yayabo; W de Sancti Spiritus	Anfibolita foliada	6 granos de zircón. (SHRIMP II)	93.0±0.9	Cretácico Superior. ¿Cenomaniano-Turoniano? Cr ₂
E37-6	Arroyo afluente del	Metatrandjemita	5 granos de zircón (SHRIMP II)	92.8±0.7	Cretácico Superior. ¿Turoniano?

	Tuinicú (4.5 km WSW Sancti Spiritus)				Cr ₂
--	--------------------------------------	--	--	--	-----------------

Conclusión

Los hechos relacionados en este apartado, basados en la aplicación de los diversos métodos isotópicos y paleontológicos de determinación de la edad de las anfibolitas, han probado definitivamente que la edad del Complejo Mabujina, no es más antigua que el Jurásico y que varias determinaciones que arrojaron una edad muy antigua no discriminaron acertadamente la discusión sobre el origen del zircón. La edad del Complejo Mabujina coincide coherentemente en sentido general, con la edad de las primeras manifestaciones del magmatismo del Arco Volcánico de Zaza, aspecto que será ampliamente examinado en otro trabajo. Del mismo modo, los resultados obtenidos prestan total validez a las primeras y únicas determinaciones paleontológicas obtenidas en el Complejo Anfibolítico, debidas al mérito de Ladislav Dublan, quien primero exploró la posibilidad de probar la edad de las anfibolitas a partir de la posible conservación de restos palinológicos en rocas de metamorfismo atenuado. En sentido general puede decirse que estamos al inicio de esta clase de estudios cuyos resultados actuales deben considerarse incompletos y de carácter preeliminar. No obstante los primeros resultados proporcionan elementos para rechazar las suposiciones de una edad muy antigua para el corte Anfibolítico. La Expedición Escambray II considera que la edad de la Suite no es más antigua que el Jurásico. Probablemente la parte inferior, formada por los gabro-anfibolitas, con más alto grado metamórfico y una posición presumiblemente más baja en el corte, pertenezcan a la parte inferior del Jurásico, pero se trata de una simple suposición.

Referencias.

- Bibikova, E. A., Somin, M. L., Gracheva, T. V., Makarov V. A., Millán, G., Shukolykov, Yu. A., 1988, First results of U-Pb dating of metamorphic rocks of the Greater Antillean arc: age of the Mabujina Complex of Cuba. *Doklady Acad. Sc. V. 301, # 4, P.924-928. Moscow. (en Ruso).*
- Bóna, J., 1969, A Mecsek Legvség alsocliasz Kösenösszlete (földtán) Unterlias. Kchlenserie des Mecsek Gebirges (Geologie). *Ann, Inst. Geol., Publ., Hung., 51, 1, III. P. 625-970. Budapest 1969.*
- Brönnimann, P. y Pardo, G., 1954, Annotations to the correlation chart and catalogue of formations (Las Villas province), *Geol. Rept. 456. Oficina Nac. Recursos Min., Minist. Indust. Bas., La Habana (inédito).*
- Boyanov, I., G. Goranov y R. Cabrera, 1975, Nuevos datos sobre la geología de los complejos de anfibolitas y granitoides en la parte sur de Las Villas: Serie Geológica del Instituto de Geología y Paleontología (19): 1-14.
- Dublan, L., Álvarez-Sánchez, H. (Editores), 1986, Dublan, L., Álvarez-Sánchez H.; Mlcoch, B.; Mañour, J.; Lledíaz, P.; Molak, B., Vázquez, C.; Snopkova, P.; De los Santos, E., Soucek, J.; Pérez, M.; Mihailova, A.; Bernal, I.; Zoubek, J.; Ordoñez, M.; Soucek, J.; Morousek, J.; Svetska, J.; Marshall, W.; Pérez-Conde, R.; González, E.; Rodríguez, R.; Informe Final del levantamiento geológico y evaluación de los minerales útiles en escala 1:50,000 del Polígono CAME-I, Zona Centro. *Centro Nacional del Fondo Geológico. La Habana. 1,402 Págs. 250 mapas. (Inédito).*
- Dublan, L., Snopkova, P., Álvarez Sánchez, H., 1988, Datos preliminares sobre la edad de las anfibolitas del Cinturón de Mabujina de Cuba Central, según el método paleobotánico. *Bol. de Geociencias. V. 3. Nº. 2. pag. 48-56. Centro Universitario de Pinar del Río. Cuba.*
- Iturralde-Vinent, M., Millán, G., Korpas, L., Nagy, E., Pajón, J., 1994, Geological Interpretation of the Cuban K-Ar Database. *En M. A. Iturralde-Vinent, editor. Ofiolitas y Arcos Volcánicos de Cuba. IUGS/UNESCO. Project 364. Special Contribution Nº.1: Págs. 48-69.*
- Kantchev, I., I. Boyanov, N. Popov, R. Cabrera, A. Goranov, N. Iolkoev, M. Kanazirski, M. Stancheva, 1978, Informe Geología de la provincia de Las Villas. Resultados de las investigaciones geológicas y levantamiento geológico a escala 1:250 000 realizados durante el período 1969-1975. *Instituto de Geología, Academia de Ciencias de Bulgaria; Instituto de Geología y Paleontología (IGP), Academia de Ciencias de Cuba. Inédito. Archivo del Instituto de Geología y Paleontología. La Habana.*
- Kedves, M. and Simonsics, P., 1964, Microstratigraphy of the carbonate manganese ore layers of the shaft III of Urkut on the basis of palynological investigations. *Acta Mineralogica petrographica. 16,2, Szeged, p. 3-48. 1964.*
- Linares, E., Osadchiy, et al., 1985, Mapa Geológica de la República de Cuba. Escala 1: 500,000. *Ministerio de la Industria Básica. La Habana.*
- Maximov, A., Grachev, G., Sosa, R., 1968, Geología y minerales útiles de las pendientes nor-occidentales del sistema montañoso Escambray. (inédito) Oficina Nacional del Fondo Geológico. La Habana. 188 pags. 16 Anexos.
- Millán, G., y Somin, M. L., 1976, Algunas consideraciones sobre las metamorfitas cubanas. *Acad. de Ciencias de Cuba. Serie geológica. 27, Pág. 1-21.*

- Millán, G., y Somin, M. L., 1981, Litología, estratigrafía, tectónica y metamorfismo del macizo de Escambray. *Editorial Academia. La Habana. 104 páginas.*
- Millán, G. y Somin, M. L. 1985, Condiciones geológicas de la constitución de la capa granito-metamórfica de la corteza terrestre de Cuba. *Instituto de Geología y Paleontología. La Habana. 83 páginas.*
- Millán, G., 1994, Metamorfitas de la asociación ofiolítica de Cuba. En Iturralde-Vinent, M. A., editor. *Ofiolitas y Arcos Volcánicos de Cuba. Project 364. Caribbean Ophiolites and Volcanic Arcs. Special Contribution Nº.1: 131-146*
- Mlcoch, B, y de Los Santos, E., 1983, Informe preliminar del levantamiento geológico. Zona Estructuro Facial Manicaragua. *Archivo de la Expedición Cubano-Checoslovaca Escambray II (manuscrito).*
- Mossakovski, A., Nekrasov, G., Sokolov, S., 1986, Los complejos metamórficos y el problema del fundamento de la estructura alpina de Cuba. *Geotectonics 3; 5-24.*
- Pavlov, I., 1970, Informe de los trabajos de búsqueda-levantamiento a escala 1:50,000 realizados en 1969-70 en el área comprendida entre las ciudades de Cumanayagua y Fomento (provincia de Las Villas). *Oficina del Fondo Geológico Nacional. La Habana.*
- Pocock Stanley. A. I., 1962, Microfloral analysis and age determination of strata at the Jurassic-Cretaceous boundary in the western Canada plains. *Paleontographica, Band 111. P. 1-95. Stuttgart 1962.*
- Pocock Stanley. A. I., 1970, Palynology of the Jurassic sediments of western Canada. *Paleontographica, Band 130. P. 73-136. Stuttgart.*
- Sherbacova, B., Bovenko, K., and Hernández, G., 1974, Utilización del método de las ondas de cambio de los terremotos para el estudio de la estructura geológica profunda de Cuba: *Primera Jornada científica tectónica, T. H. La Habana, p. 91.*
- Shervakova, B. E., Bovenko, V. G., Lutsenko, T. N., y Miroshnichenko, I. P., 1974, Informe sobre los resultados de observaciones de los aparatos ZEMLIA, MOCT, en el territorio de Cuba Occidental llevadas a cabo en 1972-1974. *Empresa de Geofísica. (inédito).*
- Snopkova, P., 1984, Informe de las investigaciones palinológicas realizadas en muestras de localidades cubanas. *Archivo de la Expedición Cubano-Checoslovaca Escambray II (manuscrito).*
- Somin, M. L., Millán, G., 1976, El complejo anfibolítico de Cuba surcentral y problemas de la posición tectónica de la serie eugeosinclinal de la isla. *Bulletin MOIP, Geología, vol. 5, pp, 73-93 (en ruso).*
- Somin, M. L., Millán, G., 1981, Geología de los complejos metamórficos de Cuba. (en ruso) Edit. Nauta. Moscú. 219 pág.
- Somin, M. L., Sumin, L. B., Potapenko, Y. I., Millán, G., 1985, Verificación del método termoisocrónico para la datación de las rocas con edad geológica conocida. Resultados de la datación de algunas rocas metamórficas de la región alpina. *(en ruso) Acad. de Ciencias de la URSS. Inst. de Física de la Tierra. Publicación Nº 18. Moscú.*
- Stanik, E., Ching, R., Chaloupsky, J., Suchanek, J., Schovanik, P., Valecka, J., Koverdysnsky, B., Mlcoch, B., Zoubek, J., Vazquez, C., Mañour, J., Vyjidak, B., Holak, J., Prochazka, J., Eisenreich, M., 1981, Informe del levantamiento geológico, geoquímico y trabajos geofísicos, realizados en la parte Sur de Cuba Central, en las Provincias Cienfuegos, Sancti Spiritus y Villa Clara. *Centro Nacional del Fondo Geológico. La Habana. Cuba. 555 pags. (Inédito).*
- Renne, P., Mattinson, J. M., Hatten, Ch. W., Somin, M., Onstott, T. C., Millán, G., Linares, E., 1989, ⁴⁰Ar / ³⁹Ar and U-Pb evidence for late Proterozoic (Grenville-Age) continental crust in North-Central Cuba and regional tectonic implications. *Precambrian Research, 42, pags. 325-341.*
- Rojas-Agramonte, Y., Kroener, A., García-Casco, A., Iturralde-Vinent, M. A., Wingate, M. T. D., Liu, D., 2006, Review of Zircon Ages from Cuba and Their Geodynamic Interpretations. *AOGS 2006 Asia Oceania Geosciences Society, Singapore. (Abstract)*
- Rojas-Agramonte, Y., García-Casco, A., Kröner, A., Carrasquilla-Ortiz, S., Iturralde-Vinent, M., Millán Trujillo, G., 2009, The Mabujina amphibolite conundrum (central Cuba): a case of metamorphosed root zone of an island arc, or an exotic pre-arc basement? *Orange Conference. Australia.*
- Rojas-Agramonte, Y., Kröner, A., García-Casco, A., Somin, M., Iturralde-Vinent, M., Mattinson, J. M., Millán Trujillo, G., Sukar, K., Pérez Rodríguez, M., Carrasquilla, S., Wingate, M. T. D., Liu, D. Y., 2011, Timing and Evolution of Cretaceous Island Arc Magmatism in Central Cuba: Implications for the History of Arc Systems in the Northwestern Caribbean. *The Journal of Geology, Vol. 119, No. 6, pp. 619-640.*
- Thiadens, A. A., 1937, Geology of the southern part of the province Santa Clara (Las Villas) Cuba. *Geog. Geol. Mededeelingen, Phys. Geol. Reeks, Nº 12, Min. geol. Inst. Rijksuniv; pp.1-69. Utrecht.*
- Tijomirov, I. N., 1967, Formaciones magmáticas de Cuba y algunas particularidades de su metalogénia. *Rev. Tecnológica. V. 5. Nº 4. P. 13-22.*
- Tralau, H., 1968, Botanical investigations into the fossil flora of Eriksdal in the Fyledalen Scania II. The Middle-Jurassic microflora. *Sveriges Geologiska Undersökning. . 62. P. 4-132. Stockoholm 1968.*
- Zelepuguin, V., Fonseca, E., Díaz de Villalvilla, L., 1982, Asociaciones vulcanógenas de la Provincia de Pinar del Río. *Serie Geológica. Centro de Investigaciones Geológicas. Vol. 6. pags. 42-74.*

Foro de discusión

Discussion Forum

A sugerencia de uno de nuestros lectores, a partir de ésta revista de agosto, estaremos incluyendo las opiniones y discusiones de nuestros lectores en relación a las Notas Geológicas publicadas, lo que permitirá la participación activa de los interesados. En definitiva, este foro de discusión será de gran valor para mantener el interés en una gran variedad de temas geológicos, y creará un ambiente de colaboración cordial entre nuestras comunidades de Geociencias.

Por favor envíen sus observaciones, comentarios y sugerencias a cualquiera de los Editores de la Revista Maya de Geociencias.

At the suggestion of one of our readers, beginning with this August issue we will be including opinions and discussions from our readers relating to the published geological notes. This will permit active participation by interested parties. This discussion forum will certainly have great value for maintaining interest in a wide variety of geological themes, and will create a cordial, collaborative atmosphere among our geoscience community.

Please send your observations, comments and suggestions to any of the Editors of the Revista Maya de Geociencias.

MISCELÁNEOS

Ixchel, Diosa del Parto, del Tejido y posiblemente de la Luna



Ixchel era un personaje importante del panteón maya, aunque aparentemente poco amiga del hombre. Ya la hemos visto en la figura de una vieja airada en la destrucción del mundo por el diluvio. En la lámina aparece también como la personificación del agua como elemento de destrucción, de las inundaciones y torrentes de lluvia. Se la representa generalmente rodeada por símbolos de muerte y destrucción, con una serpiente retorciéndose sobre su cabeza y huesos cruzados bordados en su falda.

Pero Ixchel parece haber tenido también un lado bueno. Era la consorte de Itzamná, el Señor del Cielo, y mientras su marido se muestra algunas veces como el dios sol, ella parece haber sido la diosa luna. Era también la patrona de la preñez y la inventora del arte de tejer.

5° ENCUENTRO DE POSGRADOS DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA UNIDADES ZACATENCO, TICOMÁN Y TECAMACHALCO



5° INTERSEPIs
ESIA IPN

CONVOCATORIA

PARA TODOS LOS ALUMNOS DE POSGRADO DE LAS
DIFERENTES UNIDADES ACADÉMICAS
CELEBRANDO LOS 100 AÑOS DE LA ESIA Y LOS 60 AÑOS DE LA SECCIÓN DE
ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN.

¡PARTICIPA!

ESTE 29 Y 30 DE SEPTIEMBRE

ENCUENTRA LAS BASES EN EL 2DO BOLETÍN



SECCIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

1962-2022

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



SECCIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

1962-2022

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL



BASES

5° ENCUENTRO DE POSGRADOS ESIA



5° INTERSEPIs
ESIA IPN

ARTÍCULO

- EL ARTÍCULO DEBERA CONTEMPLAR LA SIGUIENTE ESTRUCTURA:
 - TÍTULO
 - RESUMEN
 - INTRODUCCIÓN
 - MÉTODO Y DESARROLLO
 - RESULTADOS
 - CONCLUSIONES
 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
 - 10 MIN DURACIÓN DE PRESENTACIÓN.

CÁPSULA

- CONTENIDO DEL VIDEO TU TEMA DE INVESTIGACIÓN, DEBERÁ INCLUIR MÍNIMO:
 - TÍTULO
 - PROBLEMÁTICA
 - OBJETIVO
 - JUSTIFICACIÓN
 - METODOLOGÍA
 - RESULTADOS PRELIMINARES
 - 3 MIN DURACIÓN DE VÍDEO.
 - EL FORMATO DEL VIDEO SERÁ EN WMV O MP4.

¡TIENES HASTA EL 9 DE AGOSTO PARA INSCRIBIRTE!

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdIdHgltrq9_vAYLi3UFvW754LxFCcHeikL2Zb9Sce6mkek/w/viewform?vc=0&c=0&w=1&flr=0



TODOS LOS ALUMNOS DE LAS 3 UNIDADES ACADÉMICAS DE ESIA QUE SE REGISTREN PARA ARTÍCULO SERAN ACEPTADOS.

9 DE AGOSTO - FECHA LÍMITE PARA INSCRIPCIÓN Y RECEPCIÓN DE RESUMEN

1 DE SEPTIEMBRE - FECHA LÍMITE DE RECEPCIÓN DE TRABAJOS COMPLETOS.

Museo Nacional de Historia Natural, La Habana, Cuba

Haz click en la imagen



La casa de los manantiales

<https://es.wikipedia.org/wiki/Manantial>

<https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/springs-and-water-cycle>

<https://www.geoenciclopedia.com/manantiales/>

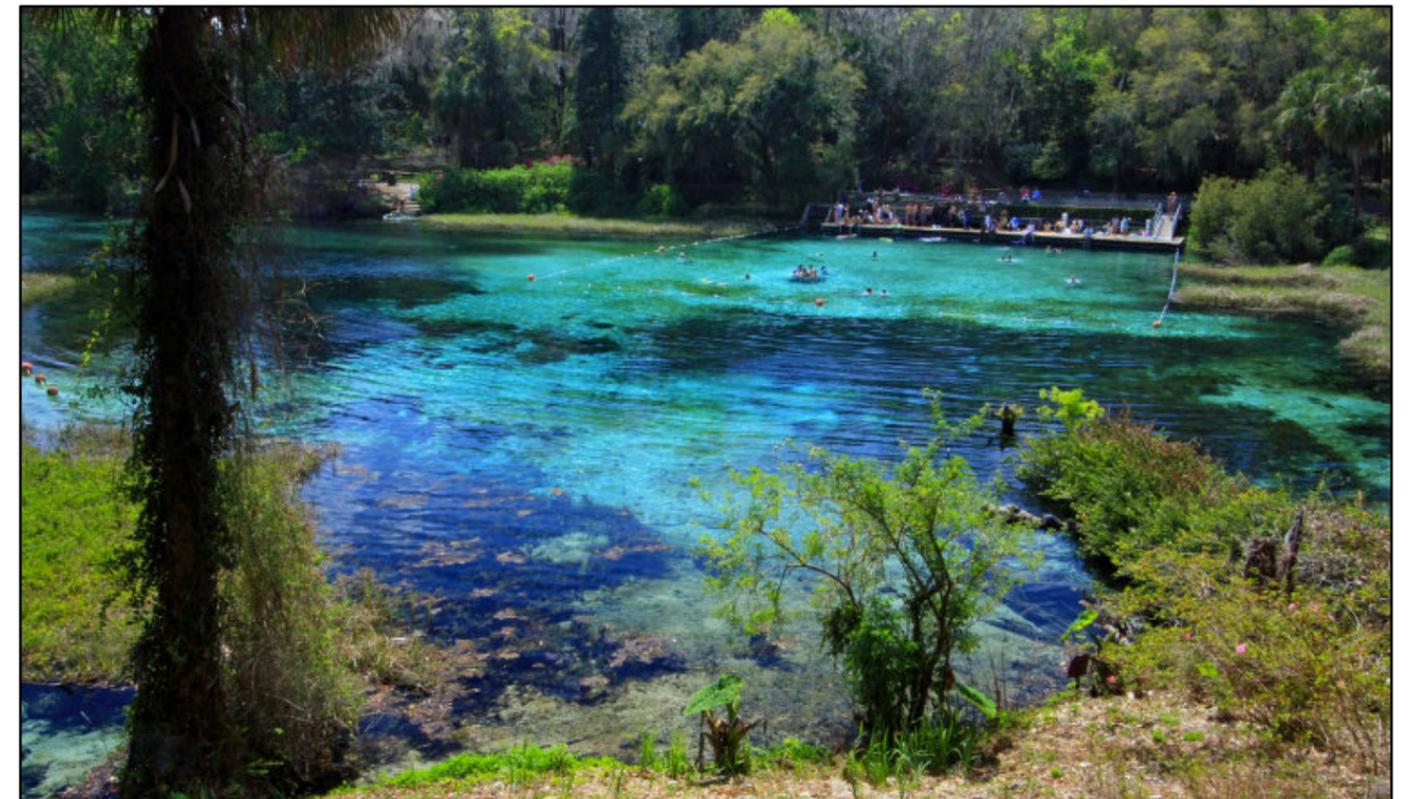
<https://study.com/learn/lesson/water-spring-types-examples-natural-spring.html>

http://www.atl.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=139:

<https://www.britannica.com/science/spring-water>

<https://www.fundacionaquae.org/wiki/los-manantiales-los-pozos/>

<http://www.waterencyclopedia.com/Re-St/Springs.html>



Nueva REVISTA

<https://sites.google.com/view/encomunicacionct/>

¡NUEVA!



ENSEÑANZA Y COMUNICACIÓN DE LAS GEOCIENCIAS

REVISTA
ENSEÑANZA Y COMUNICACIÓN
DE LAS GEOCIENCIAS

Revista electrónica de acceso abierto, semestral, editada por el Centro de Geociencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, destinada a docentes y público en general.

La Sección Enseñanza es para interesados en enseñar alguna materia relacionada con las ciencias de la Tierra, desde el nivel preescolar hasta posgrado.

La Sección Comunicación será para personas interesadas en conocer y entender mejor fenómenos naturales.

INVITACIÓN A CONTRIBUCIONES

Se convoca a autores a enviar manuscritos para su posible publicación en la revista. Los tipos de trabajos que se recibirán son aquellos relacionados con:

- Experiencias en el aula
- Notas para explicar eventos recientes
- Geociencia informática y recreativa
- Videoexcursiones
- Manuales
- Biodiversidad y sustentabilidad

Deberán enviarse con un texto explicativo y ligas a los recursos didácticos o de comunicación.

Dudas y aclaraciones:
encomunicacionct@geociencias.unam.mx
alaniz@geociencias.unam.mx

Directoras en jefe:

<p>Sección Enseñanza Dra. Susana Alicia Alaniz Álvarez alaniz@geociencias.unam.mx Centro de Geociencias, campus Juriquilla Universidad Nacional Autónoma de México</p>	<p>Sección Comunicación M. en C. Raiza Pilatowsky Gruner Raiza.pila@gmail.com Directora Estudios Planetando</p>
--	---

Tesis selectas presentadas en Instituto Politécnico Nacional en 2021

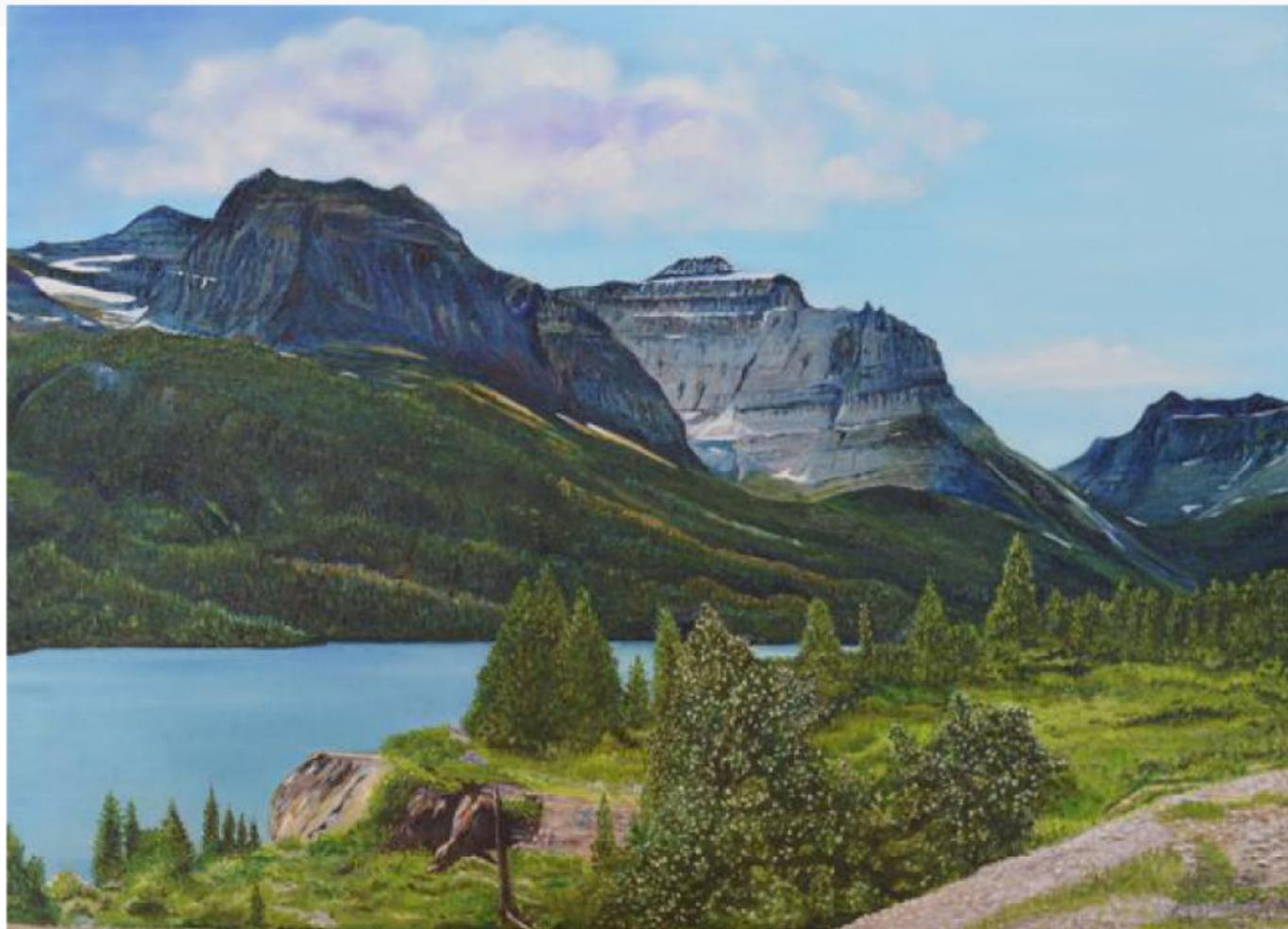
Compilación realizada por Miguel Vázquez Diego Gabriel, Colaborador de la Revista

- Diseño de una metodología basada en una correlación de registros para detectar arcillas problemáticas presentes en pozos petroleros**
Cerino Reynoso, Jhon Antonio; Macias Moreno, Julio Cesar; Ortega Pérez Bolde, Saul Isaac
- Modelo estratigráfico del campo Poseidón 3D como complemento a la caracterización petrosísmica**
Ramírez Castillo, Sara Araceli; Rosales Lumbreras, Ulises; Quiñones Beraza, Arturo
- Generación de escenarios probabilísticos para conocer la incertidumbre y la variables con mayor impacto en el cálculo de volumen original de hidrocarburos de un yacimiento**
Osornio Solís, Adriana
- Estimación de reservas y evaluación petrosísmica en el campo Poseidón 3D, Australia**
Herrera Reyes, Claudia Gabriela; Vázquez Zuñiga, Elizabeth Viridiana; Cano Aznar, Esteban Rodrigo
- Estimación de la mineralogía compleja del campo Poseidón 3D marino en apoyo en la caracterización petrosísmica**
Guzmán Munguía, Montserrat; Hernández Castillo, Luis Enrique; Perez Arguello, Fernando; Ramirez Jarquin, Christian Jacob; Salgado Cabrera, Thalia
- Análisis geológico-geohidrológicos de las zonas geotérmicas La Primavera, cerro Prieto y Acoculco**
Castillo Ramírez, Athenea
- Diseño y planeación de la perforación de un pozo inyector térmico**
Padrón McElhaney, Christopher Manuel
- Correlación de cubos petrofísicos y petrosísmicos del campo Cloudspin 3D en profundidad**
Delgado Castro, Víctor Estephan; Maceda Urbano, Yanel; Maya Benítez, Stefania; Pensabé Chávez, Luis; Zarate Sánchez, Joaquín
- Amalgamación de oro en Pueblo Nuevo, Durango. Geología médica y metalurgia alternativa**
Rivero Romero, Erick Emmanuel
- Interpretación y modelado 2D de datos magnéticos y gravimétricos para la exploración de una zona geotérmica en la región de Mexicali-Algodones, Estado de Baja California, México**
Sánchez Flores, Gabriela
- Caracterización petrofísica del campo C en la formación Chicontepec**
Luna Luna, Francisco Jesús
- Interpretación geológica del pozo MB3, ubicado en la sonda de Campeche, utilizando los registros FMI, DSI y CMR**
Pérez Torres, Karen Daniela
- Selección de fluidos de perforación de acuerdo a la columna geológica**
De la Cruz Loera, José Alfredo; Espejel Pichardo, María Monserrath; Herrera Cortes, Emma Mireya; León Sánchez, Adrián; Santiago Zarco, Bibiana Janett
- Estudio multitemporal para la detección de cambios en la laguna Villa Victoria en el Estado de México**
Gutiérrez Saucedo, Andrea; Jiménez Rubio, Jorge Luis; Ramírez Salinas, Diana Valeria; Ramírez Velasco, Oscar Samuel
- Clasificador de imágenes sísmicas para el reconocimiento de características geológicas aplicando inteligencia artificial**
Cruz Reyes, Ana Katya
- Uso del modelo WRF para monitoreo de huracanes en México**
Morales Meza, Lourdes Georgina
- Prospección geofísica con GPR y sísmica en la zona arqueológica de Peralta, Guanajuato**
Cruz Cruz, Ildefonso Xocoyotzin; Cruz Segundo, Alejandro
- Atenuación de múltiples para la inversión sísmica con el algoritmo de optimización por enjambre de partículas**
Espino López, Giovanni

Caverna del arte

WONDERFUL MONTANA

Marvelous Montana: Oil painting on canvas by Salvador Ortuño Arzate, based on a photograph taken by *Claudio Bartolini*.



"We have now reached, penetrated the Rockies...and though these chains spread away in every direction, specially north and south, thousands and thousands farther, I have seen specimens of the utmost of them, and know henceforth at least what they are, and what they look like. Not themselves alone, for they typify stretches and areas of half the globe are, in fact, the vertebrae or back-bone of our hemisphere."

"Near one's eyes ranges an infinite variety; high up, the bare whitey-brown, above timber line; in certain spots afar patches of snow any time of year; (no trees, no flowers, no birds, at those chilling altitudes). As I write I see the snowy Range through the blue mist, beautiful and far off. I plainly see the patches of snow."

Walt Whitman; *Prose Works...*

The magnificence and beauty of the mountains and, furthermore, the modeling and sculpture of the forms and colossal peaks on sedimentary rocks, is a prodigious manifestation of deep tectonic processes and geomorphological-climatic phenomena: that is sublime poetry and extraordinary magic through time, turned into Marvelous Geology!

DUDAS

Hoy nací con muchas dudas,
incertidumbres de teoremas,
realidades improbables y mudas,
entre la virtud de los paradigmas,
un asmático en los números florecientes.

Cero,
carmesí entre los minutos
al inicio de la tierra y su sonrisa,
¿dónde comencé a dudar?,
¿en el silencio?,
¿en la verdad?,
¿a través de siglos y arcillas,
entre tus mantos?

Conspirando,
respiro cósmico de tu sentimiento,
emanas, temperamental, indagas,
verbo del retorno y el sí.
¿Comencé o terminé dudando?
Entre el folklor de las estrellas
hay una geometría cautelosa, piadosa.

Permanente,
Naciste desenredada en una vaina,
con preguntas y silogismos,
oceánica y firme,
contemplando,
un tanto de pasado y música,
¿qué tanto he dudado de los números y letras?

Pablo Anatexis

de Francisco Morazán. El otro fue localizado cerca de capital de Guatemala en 1901, se le llama meteorito Chínautla.

Este año, Gerardo Soto realizó una recopilación de estos fenómenos, donde también menciona los dos únicos registros que hay de impactos por parte de grandes meteoritos en la franja del istmo que va de Yucatán, México, hasta Panamá. Se trata de eventos ocurridos en México y Nicaragua. El primero de ellos habría generado un cataclismo mundial.

Se trata del llamado Chicxulub, que está enterrado en el borde norte de la península de Yucatán, territorio que para estos efectos se considera parte del istmo, porque cuando el impacto sucedió, hace 66 millones de años, la configuración de América Central era muy diferente a la actual.

Ese golpe al planeta, generado por un cuerpo de unos 10 a 15 kilómetros de diámetro, produjo un cráter de 150 kilómetros "que vaporizó una vasta cantidad de roca e introdujo en la atmósfera millones de toneladas de polvo, gases y partículas fundidas de roca, que se desperdigaron por todo el mundo. Fue un cataclismo global con un gigantesco impacto ambiental, que acabó extinguiendo al 75 % de las especies existentes, incluyendo a los dinosaurios", dice la recopilación.

Fue mediante exploraciones de petróleo y revisando muestras de rocas que se llegó a esa conclusión sobre la extinción del periodo cretácico hace 66 millones de años.

Añade que el planeta necesitó medio millón de años para recomponerse e iniciar ciclos evolutivos renovados, que a la larga llevaron a la forma de vida actual.

"Ese lugar está enterrado y no hay forma de visitarlo, no es un cráter que se vea, solo se distingue a través de la geofísica, que es como tomarle una radiografía a la corteza terrestre. Tiene varios kilómetros de sedimentos encima", explicó Soto.

Impacto en Nicaragua. En el 2006 se sugirió por primera vez que lo que siempre se ha-

bía visto como una caldera volcánica en Jinotega de Nicaragua, era más bien un cráter de impacto. Se le denomina Pantasma y surgió por el golpe de un asteroide ocurrido hace unos 815.000 años.

Una publicación científica realizada en el 2019 detalló la propuesta con evidencias nuevas, casi irrefutables, en favor de un impacto. Lo anterior porque el vulcanismo se extinguió en esa zona hace aproximadamente siete millones de años. La estructura tiene un diámetro de 14 kilómetros, causado por un asteroide de casi un kilómetro de diámetro.

Al estudiar los depósitos alrededor del sitio y elementos de las rocas, se hizo una comparación con otros vidrios relacionados con ese impacto (tectitas) que aparecieron en Belice y reafirman el choque contra la Tierra.

Según Soto, Pantasma no ha recibido aún tanta atención de los geólogos, pero es un sitio de investigación que posiblemente crezca en los próximos años.

Los golpes de meteoritos no son exclusivos de nuestro planeta, algunos de esos impactos se conservan en las superficies de Mercurio, Marte y la Luna. Incluso hoy sabemos que el origen del sistema Tierra-Luna se dio a partir del impacto a la Tierra de un asteroide del tamaño de Marte, en los primeros 100 millones de años de la historia terrestre.

Se conocen más de un millón de asteroides que circulan alrededor del Sol. La mayoría entre las órbitas de Marte y Júpiter (cerca de 300 millones de km. de ancho), pero hay muchos otros grupos de asteroides con órbitas muy excéntricas, que los llevan a acercarse a las órbitas planetarias entre Venus y la Tierra.

Un sistema de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, por sus siglas en inglés), realiza observaciones de objetos asteroidales cercanos y ve órbitas, para tratar de prevenir sobre un impacto. Con base en esos datos, en las próximas tres décadas no se ve ninguno de importancia se acerque lo suficiente a la Tierra. ■



Además de pagar deudas, don Ruddy Valerio pudo abrir su restaurante rústico en el sitio donde halló algunos fragmentos. Ahí conserva fotos y videos de lo ocurrido en 2019. EDGAR CHINCHILLA

Coleccionista de EUA dijo que Costa Rica es la 'piedra' más linda

Hugo Solano C. y Edgar Chinchilla
Redactor y corresponsal GN

"Michael Farmer ya decidió vivir aquí. Compró una propiedad. Me dijo que le gustó tanto Costa Rica y es tan feliz aquí, que ahora no quiere saber más de meteoritos. Espera instalarse pronto y pasar el resto de su vida en San Carlos", así explicó Ruddy Valerio, comerciante, la decisión de su amigo Farmer, quien es uno de los coleccionistas de Estados Unidos que compró trozos del Meteorito Aguas Zarcas, recuperado hace más de tres años.

Desde que conoció nuestro país, a raíz de la caída del meteorito, Farmer le dijo a su amigo que perseguir meteoritos quedó en el pasado. "Tiene una historia muy bonita y dice que la piedra más linda que ha encontrado es Costa Rica. Que no ha visto un lugar más hermoso y por eso compró dos hectáreas cerca de aquí", explicó Valerio.

Añadió que desde hace un año Farmer está construyendo una casa en la zona y cuando viene de Estados Unidos a ver cómo van las obras, suele visitar a los amigos que dejó en Aguas Zarcas y La Palmera, pues a mucha gente le compró trozos de aquel añoso cuerpo extraterrestre, del cual donó una parte a la Universidad Estatal de Arizona, EE. UU.

Valerio, de 53 años, afirma que mucha gente de La Palmera y Aguas Zarcas salió de deudas gracias a la venta de los pedacitos del meteorito que encontraron durante las búsquedas, las cuales duraron semanas y hasta meses.

Varios coleccionistas y

conocedores de esta clase de acontecimientos astronómicos llegaron a la zona a adquirir fragmentos.

Unos de los favorecidos compraron carros y motos, mientras que el mismo Ruddy, salió de deudas y abrió un negocio en aquel olvidado pueblo de la zona norte, que encontró un foco de desarrollo inusitado cuando, literalmente, un regalo les cayó del cielo.

"Gracias a Dios con la venta que le hice a un extranjero, que ni sé hacia dónde se fue, pude pagar jaranas y cuentas. Eso me permitió abrir el restaurante, que justamente se llama El Meteorito", dijo este vecino del asentamiento La Cocaleca en La Palmera.

Seis meses después de que cayó ese bólido a tierra, Valerio abrió el restaurante donde el principal platillo es la tilapia fresca, que ellos mismos mantienen en estanques.

Como la pandemia los sorprendió unos cinco meses después de abierto el local, tuvo la idea de levantar ranchitos separados, para que las familias pudieran llegar y estar aparte, en burbujas.

Los clientes llegan de una vez a la pared a ver fotos y a leer la historia. Comentan y se emocionan por el hecho de que ahí cayeron rocas de más de 4.000 millones de años. "Incluso se toman fotos conmigo", dijo sonriendo el comerciante.

Antes de que eso sucediera, don Ruddy afirma que pasaba muchas vicisitudes para sacar adelante a su esposa y ayudar a sus tres hijos. Como él es oriundo de Golfito, solía irse para ese puerto del pacífico sur, donde vendía ceviche en el depósito comercial, porque no tenía trabajo.

Góndola. A Valerio le quedó grabado el sonido de lo que pasó la noche del 29 de abril del 2019. Estaba sentado en una silla en las afueras de su casa cuando oyó unas piedras. "Yo escuché como cuando se levanta la góndola de una vagoneta y empiezan a caer piedras. Iban de un poquito a mucho y luego otra vez se oían poquititas. Eso duró como 30 segundos", explicó.

Al otro día, cuando salió de la casa vio a unos vecinos buscando cosas a la orilla de la calle. Ahí le dijeron que había caído un meteorito y cayó en la cuenta de lo que había escuchado.

Al volver a la casa, Valerio le contó a su esposa lo ocurrido y junto con una hermana de él comenzaron a buscar y a encontrar pedacitos pequeños a la orilla de la calle.

A los pocos días empezaron a llegar extranjeros. Uno de ellos se estableció cerca de la casa de Ruddy. A todos los vecinos que pasaban les preguntaba si tenían meteoritos y pagaba a \$6 el gramo. Fue así como comenzaron a llegar algunos vecinos con piedras de 500 gramos y hasta de un kilo. Hubo gente que salía con \$2 millones y hasta con \$5 millones.

Don Ruddy también buscó en su propiedad y entonces halló varias partes, siete de ellas muy cerca de la casa. Cuando llegó la pandemia, se cerraron las fronteras y los compradores no volvieron. Luego los charrales crecieron, las lluvias lavaron los campos y la gente desistió de buscar más. Ruddy dice que de vez en cuando alguna gente que trabaja chapeando halla alguna piedra, pero muy poco. ■

Glosario de términos geológicos

Compilado por:

E.P Saul Humberto Ricardez Medina

Colaborador de la Revista

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.

Bifurcación: La separación o ramificación de un drenaje de orden superior en dos o más drenajes separados.

Biodisponibilidad: La capacidad de un organismo para absorber y concentrar un contaminante en el agua.

Capacidad del canal: Una medida de la capacidad de un canal artificial o natural para transportar agua. La capacidad del canal está influenciada por el área de la sección transversal, la pendiente de la corriente y la altura del banco por encima del nivel de flujo normal.

Capilaridad: Las fuerzas resultantes de la tensión superficial del fluido y el espacio poroso en el que reside.

Cuenca de inundación: Un área de tierra que históricamente fue inundada por agua durante la inundación más alta conocida de la región. Una cuenca de inundación generalmente carece de vegetación o se limita a vegetación pantanosa.

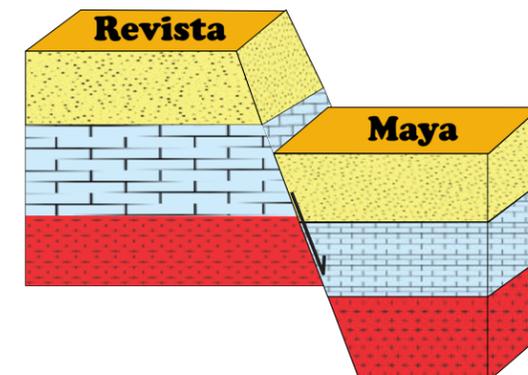
Gut: Un pasaje o canal muy angosto que conecta dos cuerpos de agua, como un pequeño arroyo dentro de un pantano o marisma, o una corriente de marea que conecta dos cursos de agua más grandes.

Paleocanal: El lecho de un antiguo río que se ha quedado enterrado bajo depósitos sedimentarios, lava, material piroclástico entre otros.

Ramificación: Una pequeña corriente o afluente de una corriente principal.

Ríos efímeros: Un curso de agua que solo fluye en presencia de la precipitación en una localidad inmediata y permanece seco de lo contrario.

Salmuera: Agua con altos niveles de sal o sólidos disueltos (DO), que normalmente contiene niveles elevados de Ca²⁺, Na⁺, K⁺ y Cl⁻.



Geoparque Mundial Comarca Minera



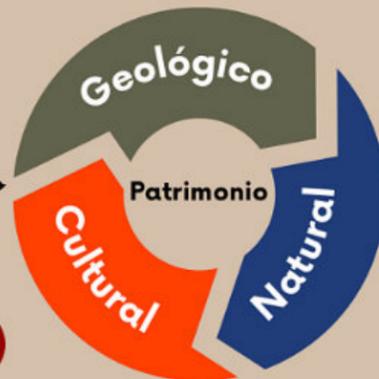
Foto de Peña del Aire en Huasca de Ocampo



Un Geoparque mundial es una designación otorgada por la UNESCO para aquellas áreas geográficas de relevancia internacional que poseen

Y que es gestionada alrededor de 3 ejes

Protección Desarrollo Sostenible Educación



2017

Año en el que el Geoparque de la Comarca Minera, ubicado en la zona centro-sur del Estado de Hidalgo, obtuvo la designación como mérito a su geopatrimonio.



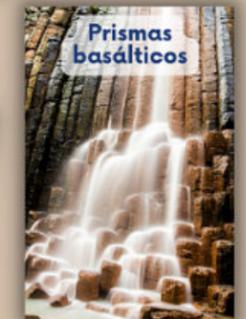
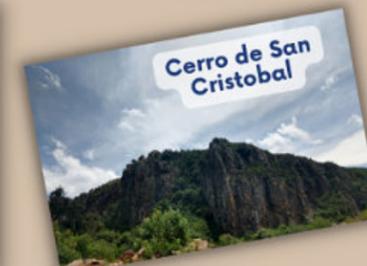
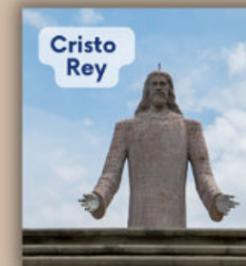
Con una altitud máxima de 3212 metros (Cerro de las Navajas) y un área de 1848 km², el geoparque incorpora 9 municipios del Estado de Hidalgo: Atotonilco El Grande, Epazoyucan, Huasca de Ocampo, Mineral de la Reforma, Mineral del Chico, Mineral del Monte, Omitlán de Juárez, Singuilucan y Pachuca de Soto.

Además, el Geoparque Comarca Minera destaca por incorporar la localidad tipo de la cristobalita y la tridimita en el Cerro de San Cristobal; así como el distrito minero Pachuca-Real del Monte, un sistema epitermal (Au-Ag) de baja e intermedia sulfuración alojado en rocas ígneas del Oligoceno al Mioceno. Esto último dio paso al patrimonio industrial minero cuyos vestigios prevalecen en la región.

Actualmente, el geoparque cuenta con una red de

¡31 GEOSITIOS!

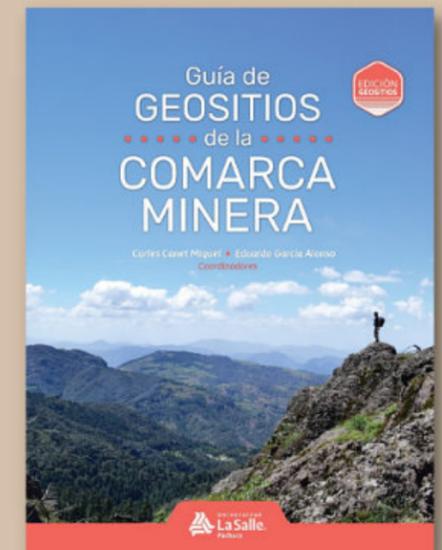
incluyendo:



En la "Guía de Geositos de la Comarca Minera" podemos encontrar una descripción de cada geosito acompañada de fotografías y mapas del Geoparque que, en conjunto, abarcan una historia geológica de más de 100 millones de años (Del Cretácico al Cuaternario).

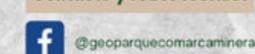
En la administración del Geoparque colaboran, junto con la comunidad local, entidades gubernamentales y académicas; entre las que se incluyen:

- CECyTE Hidalgo
- Instituto de Geofísica UNAM
- Universidad LaSalle Pachuca
- Gobierno del Estado de Hidalgo
- Instituto de Ciencias Nucleares UNAM
- Instituto de Investigaciones Estéticas UNAM
- Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático

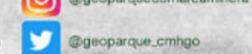


Infografía realizada por Laura Itzel González León, estudiante de Ingeniería en Geología ambiental en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. go341099@uah.edu.mx

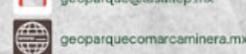
Contacto y redes sociales



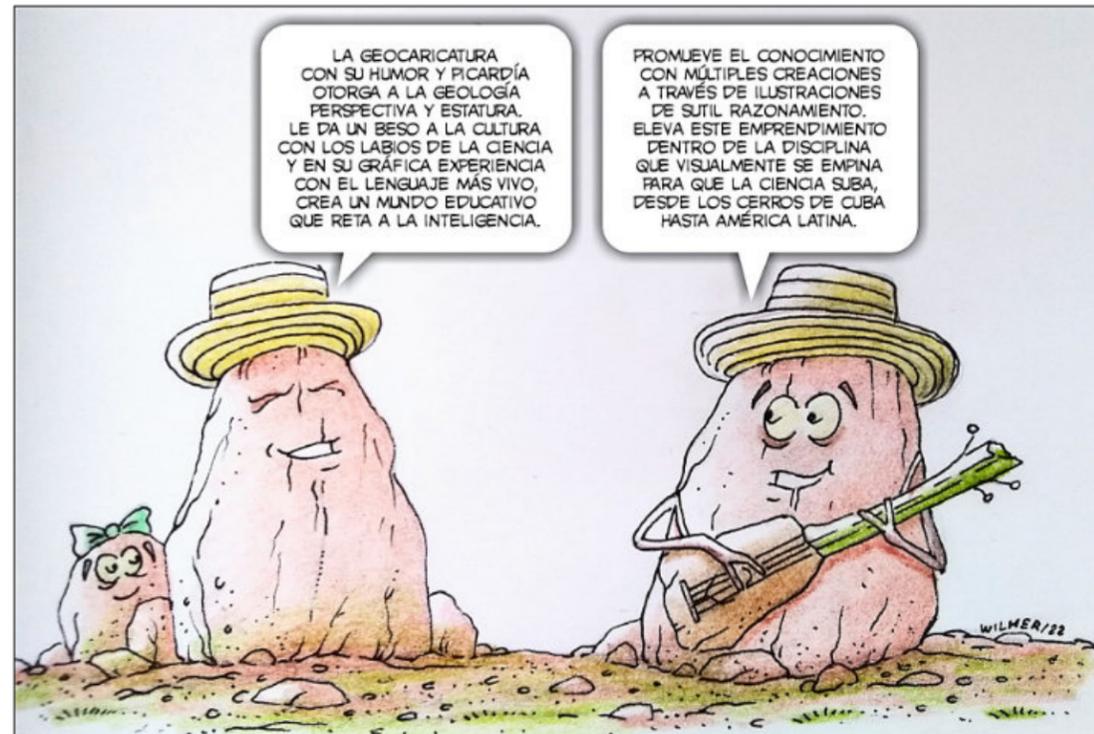
@geoparquecomarcaminera



geoparque@lasallep.mx



geoparquecomarcaminera.mx/



M.Sc. **Wilmer Pérez Gil** (Pinar del Río, Cuba, 1983) es Ingeniero Geólogo egresado de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Sáiz Montes de Oca" en 2010. A partir de 2012 ejerce como docente en el Dpto. de Geología, perteneciente a la Facultad de Ciencias Técnicas de la referida casa de altos estudios. Imparte asignaturas en pregrado como Geología General, Fotografía y Dibujo Geológico Básico, Rocas y Minerales Industriales, entre otras disciplinas. Desde 2011 se desempeña como responsable de Eventos y Asuntos Editoriales de la Sociedad Cubana de Geología, en la filial de la provincia de Pinar del Río. A inicios de 2021 crea el proyecto "Geocaricaturas", grupo público de Facebook para la promoción del conocimiento de las ciencias de la Tierra, con una perspectiva educativa a través del humor inteligente. Buena parte de las caricaturas de temática geológica que conforman esta iniciativa gráfica se han publicado en secciones de geohumor de revistas como Ciencias de la Tierra (Chile), y Tierra y Tecnología (España). Desde finales del propio 2021 es miembro del LAIGEO o Capítulo Latinoamericano de Educación de las Geociencias (IGEO, por sus siglas en inglés), donde se presenta como responsable del Proyecto "GeoArte en América Latina y el Caribe". Posee varios geopoemas y geocuentos dedicados a la geología, algunos publicados y otros aún inéditos, donde fusiona literatura, ciencia e imaginación.

The Richat Structure

Also known as the **Richat Structure**, the eye-catching circular structure is best seen from space. It is 45 km across and located in Mauritania in the Sahara Desert in Africa. It is made of dominantly sedimentary (with minor igneous) rocks. Geological it is a formation known as a dome (domed anticline). Time has eroded the original topography, exposing the stratigraphic rock layers. "Anticline" mean that the rocks in the centre are the oldest (~ 1 billion years old) and the outer rings are younger (~ 480 million year old). Thus you can travel through time in the geological layers from the centre outwards.

In regards to getting there... is it pretty hard. It is located deep in the Sahara desert, and thus you would need a good vehicle, be well prepared and preferably have a local guide. Also, due to its immense size the real appreciation and beauty of this feature is best seen from above!

<https://earthobservatory.nasa.gov/images/92071/richat-structure>

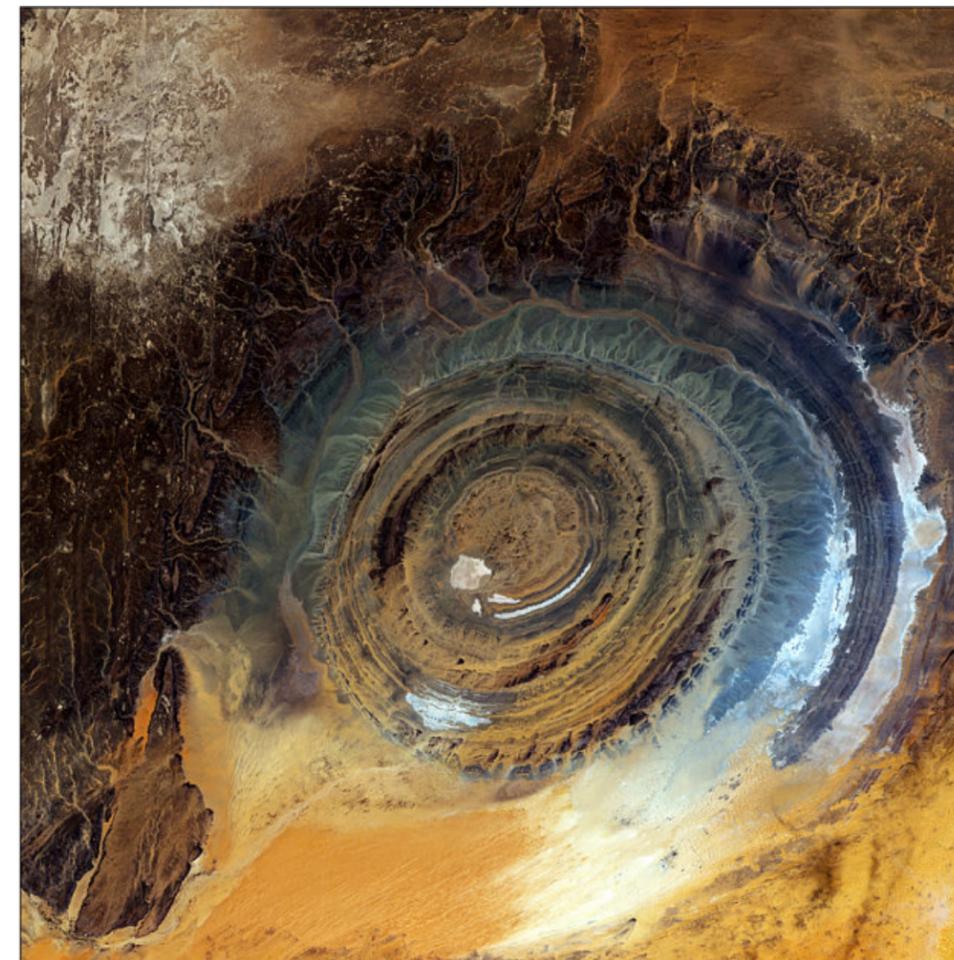
<https://geologyscience.com/gallery/eye-of-the-sahara-or-richat-structure/>

<https://www.usgs.gov/media/images/landsat-8-collection-2-image-richat-structure>

<https://explorersweb.com/natural-wonders-richat-structure/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Richat_Structure

<https://www.youtube.com/watch?v=Oy1k0hgLLQ>



Compilado por Nimio Tristán,
Geólogo,
Houston, Texas

Credit: NASA

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

Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE - <https://cujae.edu.cu/>

Escuela de Geofísica: <https://t.me/ConoceGeofisicaCujae.edu.cu/>

Asociación de Geólogos y Geofísicos
Españoles del Petróleo

<https://aggep.org/>



Sociedad Geológica de España

<https://sociedadgeologica.org/>



Sociedad Cubana de Geología

<http://www.scg.cu/>



Sociedad Dominicana de Geología

<http://sodogeo.org/>



<http://cbth.uh.edu/>

Universidad Tecnológica
del Cibao Oriental,
República Dominicana

<https://uteco.edu.do/>



Pieza de Mayapán, Yucatán. INAH. MUSEO REGIONAL DE ANTROPOLOGÍA

¿QUIERES COLABORAR CON NOSOTROS?

ENVÍANOS UN CORREO A:

luis.valencia.11@outlook.com; bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu