

**OCTUBRE
2022**



MAYYA

REVISTA DE GEOCIENCIAS



OCTUBRE
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 cual 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: Vista parcial del Lago Peyto; vista hacia el Sureste. Parque Nacional de Banff, Canada. Fotografía de Salvador Ortuño Arzate.

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

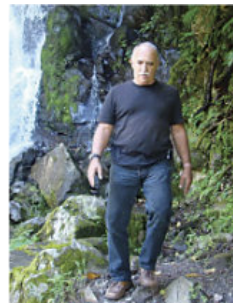
COLABORADORES



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.

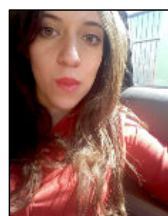
geodoxo@gmail.com



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



Laura Itzel González León, es estudiante de la carrera de ingeniería en Geología ambiental, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería).

Sus principales áreas de interés son la geotecnia, geotermia, sistemas de información geográfica, gestión de cuencas hidrográficas y riesgos geológicos.

Actualmente ejerce como prestadora de servicio social en el Geoparque Mundial de la UNESCO Comarca Minera haciendo divulgación referente a geopatrimonio.

itzelleon2909@gmail.com



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.

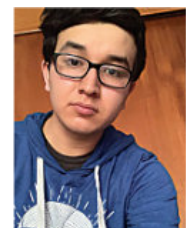
roberto.vidal@unison.mx



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>





Tertiary mylonites, Catalinas metamorphic core complex, Tucson, Arizona. Photo by Claudio Bartolini.

Estimados Colegas

Ahora que hemos llamado su atención, aprovechamos la oportunidad para invitarlos cordialmente a participar en nuestra Revista Maya de Geociencias, con diversos Temas de Interés y Manuscritos Cortos relacionados a cualquier tema de las Ciencias de la Tierra y similares. Todos los trabajos son bienvenidos, puesto que la función primordial de la revista es la difusión de las geociencias.

Si los manuscritos son relativamente largos, también pueden ser publicados, pero en nuestras Ediciones Especiales de la revista, las cuales no tienen las limitaciones de tamaño, como los números mensuales de la revista.

Nuestro agradecimiento a Manuel Arribas, un gran fotógrafo y excelente diseñador gráfico Español, por la creación del nuevo logotipo de la Revista Maya de Geociencias y sus indicaciones para la compaginación de la misma. <https://manuelarribas.es/>



Prince Christian Fjord in Greenland. It shows a recumbent fold in the metamorphic rocks with some puzzling faulting. Photo by Joshua Rosenfeld.

Esteemed colleagues

Now that we have your attention, we take this opportunity to cordially invite your participation in the Revista Maya de Geociencias in the form of short manuscripts touching upon diverse relevant themes of interest. All work is welcome, as the primary function of the magazine is to broadcast geoscientific ideas.

If the manuscripts are relatively long, they will be published in our magazine's Special Editions since the Special Editions do not have size limitations, as do our monthly issues (below).

Basic Instructions for Authors

Authors submitting material to be published in the Revista Maya de Geociencias are asked to adhere to the following editorial guidelines when sending manuscripts to the editing team and/or its collaborators:

(biographical sketches): a maximum of 3 pages

Notes on pioneers in the geosciences: a maximum of 4 pages

Themes "of interest to the community": a maximum of 4 pages

Geological notes: a maximum of 10 pages

El equipo de editores y colaboradores de la Revista Maya de Geociencias se enorgullece de sus tres integrantes mujeres: Natalia Silva, Marisol Pinzón, e Itzel González; que en este número de octubre cada una ha aportado a la comunidad geocientífica un manuscrito, que tocan a nuestras puertas debido a su relevancia: la transición energética, la biodegradación de los hidrocarburos, y el geopatrimonio. Sin embargo, es de resaltar que la aportación de nuestras colegas se convierte en una expresión de la diversidad y, aún más, en una inmediata, abierta y apremiante invitación para que nuestras colegas geocientíficas en Latinoamérica y el Mundo, participen divulgando las Ciencias de la Tierra.

De parte de todo el equipo de la Revista Maya de Geociencias, las felicitamos por su labor de divulgación. Gracias por su colaboración y ejemplo.



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.

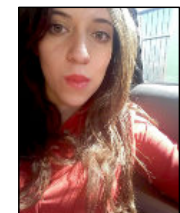
poletpinzon@gmail.com



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



Laura Itzel González León, es estudiante de la carrera de ingeniería en Geología ambiental, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería).

Sus principales áreas de interés son la geotecnia, geotermia, sistemas de información geográfica, gestión de cuencas hidrográficas y riesgos geológicos.

Actualmente ejerce como prestadora de servicio social en el Geoparque Mundial de la UNESCO Comarca Minera haciendo divulgación referente a geopatrimonio.

itzelleon2909@gmail.com

CONTENIDO

**OCTUBRE
2022**

Semblanzas.....	12
Pioneros de las Geociencias.....	16
Resúmenes de tesis y publicaciones.....	20
Los libros recomendados.....	29
Temas de interés.....	32
Fotografías de afloramientos/microscopio.....	41
Notas geológicas.....	44
Misceláneos	
Museos de historia natural.....	66
La Casa de la atmósfera.....	67
El Telescopio Webb de NASA.....	68
Tesis selectas presentadas en la UNAM en 2020.....	69
Caverna del arte.....	70
Glosario de términos geológicos.....	72
Congreso 2022 UGM.....	73
Congreso 2023 SGM.....	74
AAPG's women network.....	75
Earth Science convention.....	76
Geo-caricatura (Wilmer Pérez Gil).....	77
Kartchner Caves, Arizona.....	79
Aplicaciones "Open Source".....	80
Curiosidades de ciencias y cultura.....	81
Asociaciones geológicas hermanas.....	82

SEMBLANZAS

Demetrio Santamaría Orozco

Demetrio Marcos Santamaría Orozco (Ph.D.) nació en el Distrito Federal en 1959, hoy Ciudad de México, cursó la licenciatura en la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) como Ingeniero Geólogo, la maestría en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (DEPFI) de la UNAM como Maestro en Ingeniería y el doctorado en la Universidad Técnica de Aquisgrán (RWTH Aachen), Alemania, como Doctor en Ciencias Naturales título equivalente al Ph. D. de los Estados Unidos. Los directores de sus tesis fueron: Ing. Leovigildo Cepeda Dávila, Dr. Joaquín Eduardo Aguayo Camargo y los Drs. Dietrich H. Welte y Brian Horsfield respectivamente.

Tiene más de 40 años de experiencia, 3 en la iniciativa privada (Geólogos Consultores Asociados S.A., GEOCA y Estudios Geológicos de México, S.A., EGEOMESA), 31 en el sector público (Instituto Mexicano del Petróleo, IMP), y 6 en la UNAM. Fue investigador invitado por la *Universidad de Thier*, y por el Centro de Investigaciones Nucleares *KFA de Jülich*, ambas en Alemania. Participó en 22 proyectos del IMP, en la mitad de ellos fungió como responsable o jefe del proyecto. La mayoría de esos proyectos fueron hechos para Petróleos Mexicanos (PEMEX) en las direcciones de Exploración y Producción, de Investigación y de Planeación del IMP.

Ha sido catedrático en varias instituciones de educación superior; Posgrado en la Facultad de Ciencias Políticas (FCP) de la UNAM, en el Posgrado del IMP, en la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA), plantel Ticomán del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en Centro de Investigaciones de Geociencias Aplicada (CIGA) de la Universidad Autónoma de Coahuila y en la DEPFI de la UNAM. Además, ha dado talleres especializados de 40 y 80 h a más de 250 profesionales de PEMEX y Empresas Petroleras Privadas en: Sistemas Petroleros y Geoquímica Orgánica del Petróleo.



Ha escrito 2 libros, 3 capítulos de libro, más de 30 artículos científicos y de divulgación, ha impartido más de 50 conferencias en países como Alemania, Holanda, Estados Unidos, Colombia, Venezuela, Perú y Brasil, la mayoría en México. Tiene más de 600 citas de sus trabajos.

Fue presidente nacional, de la Sociedad Geológica Mexicana (SGM) (2001-2002), presidente de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros (AMGP) de la Delegación Ciudad de México, (2009-210), director en México de la Asociación Latino Americana de Geoquímica Orgánica (ALAGO) (2000-2004), director del Comité de Ciencias de la Tierra de Unión Mexicana de Asociaciones de Ingenieros (UMAI) (2002-2003), presidente de la Comisión de Especialidad en Ingeniería Geológica de la Academia de Ingeniería de México (AIM) (2018-2020).

Ha sido árbitro y editor de varias revistas científicas nacionales (Boletines de la SGM y de la AMGP) e internacionales (en varias revistas de Elsevier). Fue miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SIN) por más de 6 años y es Académico Titular de la AIM desde septiembre 2008.

Sus líneas de investigación han sido en: Mecánica de Rocas, Tectónica de Domo Salinos, Sedimentología, Estratigrafía, Geodinámica de Cuencas, Geoquímica Orgánica del Petróleo y Cinética de los Kerógenos y Aceites derivados. En esta última se ha profundizado en: Simulación de los cambios composicionales por maduración artificial y desarrollo de nuevos parámetros de madurez.

Ha trabajado en las cuencas: del Golfo de México, Sabinas, Burgos, Veracruz y del Sureste. Es especialista de la geoquímica orgánica de rocas generadoras y aceites relacionados de las Cuencas de Sureste.

Entre sus principales logros y reconocimientos se encuentran: la compañía GEOSTOK le otorgó un reconocimiento por haber asimilado la transferencia tecnológica durante el Proyecto Tuzandepetl 300, sobre el almacenamiento de hidrocarburos en Domo Salinos (1986). Por otra parte, él junto con otros dos geólogos realizaron un trabajo sobre la Nomenclatura Estratigrafía del Noreste de México (1990) el cual fue pionero en desarrollar una metodología sistemática y años después (2002) la metodología fue aplicada en la estandarización estratigráfica a nivel nacional por el Servicio Geológico Mexicano (SGM). Con otro grupo, pero en esa ocasión formado por 7 especialistas, entre: geólogos, biólogos y geoquímicos obtuvo el Primer lugar al mejor Proyecto del IMP en el ramo de Exploración y Producción (1991) por "Evolución Geodinámica del Golfo de Sabinas".

En octubre de 1996 el comité organizador del congreso de geoquímica ALAGO le otorgó el reconocimiento a la mejor presentación oral y el jefe del departamento de Geología de la Universidad de Colonia le solicitó que volviera a dar la conferencia magistral un mes después en esa casa de estudios. Dos años más tarde en 1998, un grupo de más de 15 especialistas de Pemex e IMP generó el primer Atlas de Geoquímica a nivel nacional, el cual obtuvo el reconocimiento al mejor trabajo de exploración por parte de la Coordinación de Exploración de PEMEX. En el año de 1999 cuando se desempeñaba como coordinador del laboratorio de Geoquímica Orgánica de IMP, se obtuvo la certificación del ISO 900 y este fue el primer laboratorio del IMP en lograrlo.

En el año 2000 formuló el único modelo cinético de kerógenos mexicanos con sus respectivos parámetros, energías de activación y factores de frecuencia que se incluye en la utilería del programa Petrel® de Schlumberger y lleva más de 20 años utilizándose para calibrar el sur del Golfo de México.

Durante el año 2000 se hizo el primer monitoreo formal de inteligencia tecnológica en el IMP con el grupo denominado Vinculación Tecnológica de Gas (VITGAS). Por

otra parte, cuando fue presidente de la Sociedad Geológica Mexicana apoyó la iniciativa de los editores del boletín para cargar en el sitio Web todos sus artículos en línea desde el año 1904 hasta el 2002. En el 2001 participó en el programa de investigación "Yacimientos Naturalmente Fracturados" del IMP con el Primer proyecto de investigación (D.0001) y estudió la geoquímica orgánica de los aceites y su compartimentalización del Complejo Cantarell. En ese mismo año realizó un trabajo pionero sobre la predicción de tipos de aceite en México, en zonas aledañas a la Sonda de Campeche, al pronosticar Gravedad API y Contenidos de Azufre. En 2004 publicó un trabajo que relacionaba la madurez artificial en laboratorio con la madurez natural de una secuencia que cubría toda la ventana de generación del petróleo y obtuvo la Relación Aceite-Gas muy similar en ambas series, en campo a boca de pozo. Esto que sirvió de base para trabajos de las facies orgánicas a la predicción de fases de los hidrocarburos.

De 2003 al 2005 trabajó con un grupo multidisciplinario y fueron los creadores del concepto de la Memoria Institucional del IMP, la cual fue puesta en marcha con tres herramientas informáticas y actualmente es la base de datos más completa de los reportes internos de esa institución.

Fue pionero al proponer una taxonomía de la Industria Petrolera en México. Que se puso en marcha meses después por especialistas en sistemas informáticos del IMP. (2005).

En el año 2010 fue el responsable Técnico del primer proyecto del Fondo Sectorial CONACYT-SERNER-Hidrocarburos desarrollado por del IMP (Y.1000), sobre las capacidades que tiene las organizaciones privadas y públicas de México para hacer proyectos de IyDT en temas de Exploración, Producción y Refinación de Petróleo y Gas, y los resultados se presentaron en el 2012 por el director general del IMP en varios foros.

En el 2015 lideró la planificación de una maestría en geociencias en la Universidad Autónoma de Coahuila para el 2022 ya están formando la cuarta generación. En el 2016 también lideró la planificación de un Centro de Investigación en Geociencias de la misma universidad y el CIGA ya tiene cinco años operando con proyectos de investigación nacionales e internacionales. Últimamente 2022 hizo un libro sobre educación en geociencias en México, el cual fue publicado por la Academia de Ingeniería de México.

<https://www.researchgate.net/profile/Demetrio-Santamaria>

Eduardo J. Guzmán Jiménez

Jose R. Domínguez Domínguez

“Entre Iniciados”: breves biografías de Eduardo José Guzmán Jiménez y José Rafael Domínguez Domínguez, promoción 1942, Caracas-Venezuela

José Antonio Rodríguez Arteaga

Colaborador de la Revista

A modo de introducción

Una sugestiva muestra de la actividad de 2 profesionales que laboraron en geología petrolera para 1956-1959 según sus semblanzas y que contaban con 14 años de graduados a la fecha, ha sido la excusa perfecta para publicar sus síntesis descriptivas editadas entre los meses de enero y septiembre de 1959 y distinguidas ambas con el título: “Pequeña biografía” en *Geos, Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra* y órgano de información de la Escuela de Geología, Minas y Metalurgia de la Universidad Central de Venezuela.

En ellas aparecen dos cortas síntesis personales y profesionales de quienes tendrán la responsabilidad de ser los primeros geólogos egresados entre un grupo de 13 en la 1ª promoción del Instituto de Geología de Caracas del año 1942, antecedente primigenio de la actual Escuela de Geología, Minas y Geofísica (véase Rodríguez Arteaga, 2021:13-14).

En forma idéntica éstas aparecen a manera de síntesis en el *Geos-UCV N° 40, Boletín* (Mendi y Urbani (2009: 129-176),

¿Quién es Eduardo José Guzmán Jiménez?

Nace en Puebla, México el 15 de noviembre de 1921, hijo del Dr. Salvador R. Guzmán y de Doña Helena de Guzmán, dama venezolana. Guzmán estudió su primaria en México y luego en Europa donde su padre desempeñó la representación diplomática de México en varios países.

Ingresó a la Escuela de Geología en septiembre de 1938 para formar parte del primer grupo que estudiara dichas ciencias en Venezuela. Sus estudios los realizó patrocinados por el Gobierno de Venezuela del cual obtuvo una beca al igual que otros estudiantes latinoamericanos.

Se graduó con la mención *Summa Cum Laude*, máximo galardón que otorga nuestra Universidad a los estudiantes distinguidos.

Después de trabajar durante pocos meses para la *Mene Grande Oil Co.* en el campo de San Tomé, Guzmán regresó



Eduardo José Guzmán Jiménez (del original en la foto empleada) Fuente: *Geos* 1, 1959.



Dr. José Rafael Domínguez D. (del original en la foto empleada) Fuente: *Geos* 1, 1959.

a México, donde entró a formar parte del Departamento de Exploración de Petróleos Mexicanos.

Después de trabajar por muchos años en exploración petrolera donde efectuó importantes contribuciones para el descubrimiento de nuevos yacimientos, Guzmán Jiménez pasó a ocupar la posición de Jefe Geólogo y posteriormente de Subgerente de Exploración de Pemex.

Fue Secretario General del XX Congreso Geológico Internacional reunido en México en septiembre de 1956, presentando importantes trabajos y compilaciones en el mismo.

“Es miembro de las siguientes sociedades científicas: Presidente de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros; miembro de la *American Association of Petroleum Geologists*; miembro de la Sociedad Venezolana de Geólogos; miembro del Colegio de Ingenieros de Venezuela; miembro del *American Institute of Mining & Met.[sic] Engineers*. Guzmán está casado con Doña Luisa Valdizán de Guzmán y tiene 3 hijos”.

Dr. J. R. Domínguez Domínguez
Cia. Shell

¿Quién es José Rafael Domínguez Domínguez

“Nació en Caracas el 13 de noviembre de 1919. Hijo de Rafael Domínguez e Isabel T. Domínguez de Domínguez. Cursó sus estudios de primaria en Caracas, en el Instituto San Pablo y secundaria en el Liceo Andrés Bello. Ingresó a la Escuela de Geología y obtuvo su grado de geólogo en 1942, otorgándosele la mención honorífica *Summa Cum Laude*. De inmediato pasa a formar parte del personal de la compañía Shell de Venezuela, trabajando diez años en su especialidad en los Departamentos de Exploración y Explotación y ocupando luego, varios cargos en el Departamento de Relaciones Públicas y Administración. En la actualidad el Dr. Domínguez es Gerente de Planificación del personal de la Compañía Shell en Caracas. Ha tomado cursos de especialización en geología del petróleo en los EE.UU. y cursos ejecutivos en Londres y La Haya y de Relaciones Industriales en Panamá. Además ha asistido a los siguientes congresos: 3° Congreso Mundial Petrolero, La Haya 1951; 4° Congreso Mundial Petrolero, Roma 1955; 20° Congreso Geológico Internacional, México 1956 y recientemente ha sido designado al 5° Congreso Mundial Petrolero a celebrarse este año [1959] en Nueva York”.

S/A

Para armar el contenido de la primera promoción de geólogos de Venezuela y otras

El modelo empleado para armar las semblanzas profesionales de los primeros 13 egresados del Instituto de Geología de Caracas, contrasta con los resultados obtenidos al hacerlo con otros colegas, pues si bien esta suerte de “inventario geo-profesional” ha resultado útil en casos aislados, aparentemente a no todos se les ha dedicado ni un memorial que destaque su actividad profesional y menos una semblanza familiar; no digamos su acceso digital.

Varios son los factores que atentan al acceso de sus *historias de vida*. Entre ellos podemos mencionar la eliminación del *Código Estratigráfico de Venezuela*, que mantenía la principal empresa petrolera del Estado. Ello restó potencial información a las mismas y sólo con la

ayuda de colegas y conocidos, compartiendo información como, un par de colegas geólogos graduados *Cum Laude*: José Mas Vall y César Rosales (véase: Urbani, 2007). Y la necesaria utilización de buscadores electrónicos de información se ha logrado seguir la pista a otros personajes como los señalados.

Es evidente que dependiendo de la densidad explicativa a los fines de conocer el “*who is who*” de los profesionales de las Geociencias que le han seguido, distribuidos territorialmente o fuera de la nación, permitirá elaborar un censo entre activos y pasivos, máxime que son varias las instituciones dedicadas a formar geocientíficos. Aún estamos a tiempo y a quienes todavía esta acción nos complace, empecemos por elaborar nuestras *Curricula Vitarum*, pues para las generaciones futuras a quienes se les está negando la historia por no poder tener acceso a información primaria.

Cualquier plataforma computacional actual sirve, incluso será guía en artículos técnico-científicos útiles a nuestros propósitos o repasar antiguos textos escritos por quienes nos han antecedido y continuado.

Bibliografía

ANÓNIMO (1959) *Pequeña biografía*. José Rafael Domínguez Domínguez, *Geos* 2, Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra, septiembre 1959, Caracas, (2):60. [Documento en línea], (septiembre 15, 2022) <http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rv_geos/issue/view/1185>

DOMÍNGUEZ DOMÍNGUEZ, José Rafael *Pequeña biografía*. Eduardo José Guzmán Jiménez. *Geos* 1, Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra, enero 1959, Caracas, (1):51 [Documento en línea], (septiembre 15, 2022) <http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rv_geos/issue/view/1221>

MENDI, David y URBANI, Franco (2010) *Índice de la Revista Geos, números 1(1959) al 40 (2009)*, *Geos* 40, Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra, diciembre 2009, Caracas (40): 129-176

RODRÍGUEZ ARTEAGA, José Antonio (2021) Del Instituto de Geología a la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de Venezuela (1937-2021), *84 años de ininterrumpida labor*, 13-14 pp. (*Revista Maya de Geociencias*, noviembre 2021, México, 100 pp.). [Documento en línea] (Septiembre 14, 2022), <www.revistamaya.com>

URBANI, Franco (2007) *Del Instituto de Geología (1937) a la Escuela de Geología, Minas y Geofísica*, Memorias del IX Congreso de Geología, UCV, 2007, Caracas 2007, *Geos* 39, 104 + 8p. y 28 láminas, [Documento en línea], (Septiembre 16, 2007), <http://caelum.ucv.ve/ojs/index.php/rev_geos/article/download/4225/4586>

PIONEROS DE LAS GEOCIENCIAS

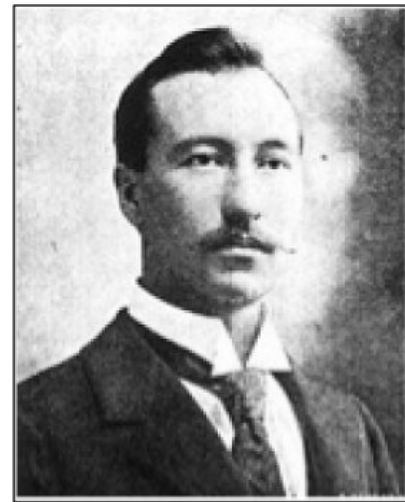
Barnum Brown (1873 - 1963)

Barnum Brown “el señor huesos” y la geología del petróleo en Cuba

Dr. Rafael Tenreyro Pérez

Melbana Energy

La Habana, Cuba



Introducción

La llegada de las grandes empresas petroleras interesadas en la exploración de hidrocarburos en Cuba, en la década de los años veinte del siglo pasado, estuvo precedida por los descubrimientos de yacimientos de petróleo cerca de la Habana y en el centro de la isla, así como la aparición de los primeros estudios de la geología petrolera desde una perspectiva regional. Científicos como Everette de Golyer, Ben C. Belt, Robert Wright, Louis Rutten, Marjorie O’Connell junto a los cubanos Jorge Brodermann, José I. Corral, Pablo Ortega y Santiago de la Huerta, promovieron las primeras hipótesis exploratorias. Uno de esos pioneros fue Barnum Brown, también conocido como “el señor huesos” o “el padre de los dinosaurios”.

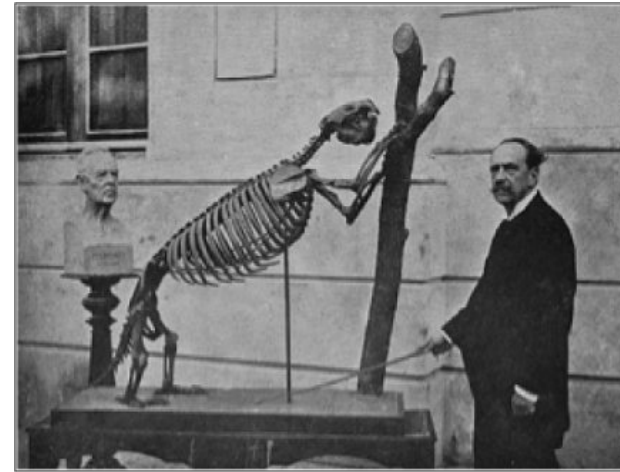
Barnum Brown se había graduado de la Universidad de Kansas en 1897, con estudios de post grado en la Universidad de Columbia. Desde su graduación trabajó en el American Museum of Natural History (AMNH) en el departamento de paleontología de vertebrados. En 1902, alcanzó fama y renombre cuando descubre un espécimen de *Tyrannosaurus Rex*, un esqueleto incompleto consistente de unos 34 huesos. En el propio AMNH fue asistente de curador de reptiles fósiles desde 1910, curador asociado de reptiles desde 1911, curador de reptiles fósiles desde 1927 y curador emérito desde 1942 hasta su fallecimiento. Buscando fósiles en todo el mundo se ganó el sobrenombre del “padre de los dinosaurios”.

El petróleo cubano

Barnum Brown, conocido por sus extraordinarios descubrimientos paleontológicos, lo fue mucho menos por su desempeño en la industria petrolera, en una carrera

complementaria a su ocupación principal como curador. Fue consultor para el gobierno norteamericano en “el establecimiento de la depreciación y la merma de las propiedades petroleras con fines tributarios” durante la Primera Guerra Mundial. Estos servicios le ayudaron a establecer lazos profesionales con el gobierno y progresar en su carrera como consultante geológico internacional. Brown fue a evaluar cuencas petroleras en Etiopía, India, Pakistán, Birmania, Grecia, Centroamérica, el Oeste norteamericano y también en Cuba¹.

Llegó por primera vez a Cuba en 1911, a solicitud del Dr. Carlos de la Torre de la Universidad de la Habana, para ayudar a investigar la fauna fósil cubana, principalmente el “perezoso gigante”², muy buscado desde mediados del siglo XIX. En total, Brown va a visitar Cuba en cinco ocasiones sumando 11 meses de estancia. En el verano de 1917, junto al Dr. de la Torre, llevó a cabo investigaciones en Cuba occidental, recolectando representantes de una variada fauna de *ammonites* y otros fósiles jurásicos, suficiente para determinar con exactitud la sucesión zonal y la correlación con formaciones sincrónicas de México. Contó para esto con la competencia de la Dra. Marjorie O’Connell del propio AMNH³.

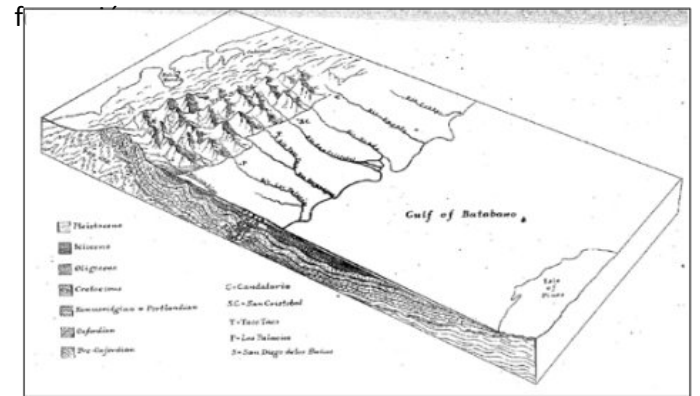


El Dr. Carlos de la Torre y Huerta con el ejemplar del *Megalocnus rodens*. (Foto tomada de Álvarez Conde, 1951)⁴.

En el invierno de 1918 Brown regresa al occidente de la isla para examinar propiedades mineras asistido por los geólogos Ralph Arnold y Burton Clark. Brown recolecta nuevos fósiles de invertebrados y peces encerrados en nódulos que los campesinos denominan “quesos”. Una carta escrita a W. D. Mathew en diciembre de 1918, le expresa “He estado hasta las orejas en este trabajo el cual en general es productivo de datos científicos, aunque los operadores no están totalmente conscientes de ello”⁵. Resultado de la misma es un reporte denominado “The Occurrence of Petroleum in Cuba”⁶. Brown es de los primeros en reconocer la importancia de las secuencias jurásicas como la principal roca generadora de los hidrocarburos en la isla. Resalta el hecho que en algunos *ammonites*, especialmente los *Perisphinctes*, era casi una regla encontrar asfalto y petróleo pesado dentro de las conchas. En el informe, cita muchos de los elementos de la geología de los hidrocarburos de Cuba que Pablo Ortega Director del Buró de Minas de Cuba había publicado en octubre de 1918⁷.

Todos los estudios geológicos fueron sintetizados en el artículo “Correlation of the Jurassic Formations of Western Cuba”, publicado en 1922⁸. No era un escrito especialmente destinado a evaluar el potencial petrolero, sin embargo, la visión que presentaba de la geología de esta parte del territorio cubano influyó en las acciones

exploratorias posteriores. El principal elemento de atracción era la posibilidad de encontrar las secuencias del Jurásico cubiertas por un sello Cretácico – Terciario en las llanuras meridionales de Cuba occidental: “Los estratos jurásicos buzan hacia el sur bajo las secuencias posteriores y aparentemente continua bajo las aguas someras del Golfo de Batabanó para aparecer de nuevo en la Isla de Pinos, 60 millas al sur de la presente línea de costa meridional de Cuba, de la cual está separada por aguas de no más de diez brazas de profundidad”⁹. La interpretación de una secuencia de lutitas y areniscas en las alturas de Pinar del Rio como de edad Cretácica cubriendo discordante la sección Jurásica era un análogo de las cuencas de la península arábiga. La sección jurásica es correlacionada con las presentes en México formación a



Sección geológica de Pinar del Rio según Brown y O’Connell, 1920. En la que se supone una constitución geológica similar a Arabia Saudita (Golfo de México = costa del Mar Rojo y Golfo de Batabanó = Golfo Pérsico)

Después de la Primera Guerra Mundial, cuatro empresas: Shell, Gulf, Atlantic y Esso emprenden sus primeros estudios sobre la geología de Cuba. La Gulf Oil Co. fue la de mayor volumen de operaciones, a través de su subsidiaria denominada Cuban Petroleum Company S.A., realizando trabajos de reconocimiento geológico y pozos exploratorios. Ben C. Belt que fue nombrado jefe de geología en 1913, provenía de México de la Mexican Eagle. La Gulf produce en muy pequeña escala en el campo de petróleo en Antón Díaz, cerca de Santa Clara en el centro de la isla. Realiza una perforación exploratoria en la zona

¹Lowell Dingus, Mark Norell Barnum Brown The Man Who Discovered Tyrannosaurus rex 2010 University of California Press. Berkeley Los Angeles London

² W. D. Matthew Recent Discoveries of Fossil Vertebrates in the West Indies and Their Bearing on the Origin of Antillean Fauna (1919) Proceedings of the American Philosophical Society 58 (1919): 161-181. Paula Couto Carlos. On the two mounted skeletons of *Megalocnus rodens*. Aug. 1956. Journal of Mmmology Vol. 37, No. 5 Pag. 423 - 427

³ Sánchez Roig Mario, La fauna Jurásica de Viñales. Boletín Especial. Secretarías de Agricultura, Comercio y Trabajo República de Cuba Especial, 61 pp., 23 plates. Imprenta "Graphical Arts". Salud No 113. 1920.

⁴ Alvarez Conde, J.L. 1951. Carlos de la Torre: su vida y su obra. La Habana: Imprenta “Siglo XX,” 233 pp.

⁵ Fiftieth Annual Report of the Trustees of the American Museum of Natural History for the year 1918 New York Issued March 1919.

⁶ Brown, B. The occurrence of petroleum in Cuba New York 1920

⁷ Ortega Pablo. Oil in Cuba. The Cuba Review. October 1918

⁸ Brown, B., y O’Connell, M., 1922. Correlation of the Jurassic formations of western Cuba. Geological Society of America Bulletin, 33: 639-664. Pag. 643

⁹ Brown, B., y O’Connell, M., 1922. Op cit.

de Bahía Honda en 1913 con el pozo Morrillo 1 a la profundidad de 582 m (1 811 pies) ubicado al sur de una manifestación de petróleo en el mar en el occidente de la isla. También perfora en Bacuranao, al este de la Habana, inmediatamente después del descubrimiento de petróleo por parte de la Union Oil Co. La Shell realiza primer reconocimiento de la geología petrolera de Cuba en 1919 a cargo del Dr. Louis Rutten; la Atlantic Refining Company a principio de los treinta con varios geólogos entre ellos R.H. Palmer, R. Engelman y W.D. Chawner y finalmente en 1935 la Standard Oil de New Jersey (Esso) con un estudio integral de la geología petrolera de Cuba por un equipo dirigido por H.J. Tschopp.

Los artículos de Brown influyen en los conceptos exploratorios de éstas y otras empresas. La idea de Brown de encontrar yacimientos jurásicos debajo de la cuenca del sur de Pinar del Río, en la parte más occidental de la isla, tuvo algunos seguidores hasta los años cincuenta y sesenta. El mayor emprendimiento fue el de Shell Mex Co.

que ejecutó en 1932 los primeros trabajos sísmicos en Cuba por parte de Petty Geophysical Engineering Company. Sus resultados llevan a la perforación de dos pozos profundos en un gran anticlinal denominado Ariguanabo. Para sorpresa de los geólogos el primer pozo descubre volcánicos a los 900 metros y concluye seco a 1 607 metros. Un segundo pozo se planifica para atravesar los volcánicos llegando a los 3 068 metros de profundidad sin salir de esta secuencia. Pero estos no fueron los únicos, el del pozo exploratorio Soroa perforado en la concesión petrolera "La Rosita" al noroeste del pueblo de Candelaria en 1932 que alcanzó una profundidad de 3165 pies y concluye en los volcánicos. Otros proyectos, incluyen los pozos Taco Taco 1 a solo 221 metros en volcánicos, Guanabacoa 1 que corto lavas básicas debajo de una fina cobertura del Terciario a la profundidad de 870 metros y Rojas 1 abandonado como seco a la profundidad de 1049 metros, luego de encontrar a los 730 metros tobas y lavas básicas del Cretácico.



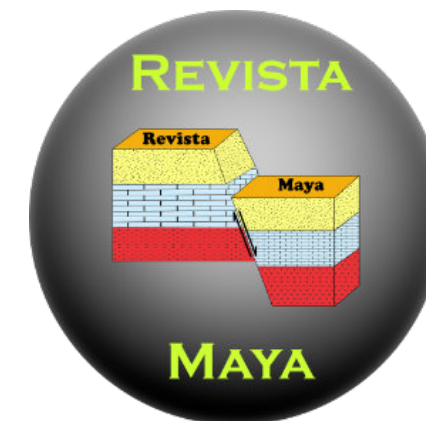
Pinar del Río, en el occidente de Cuba donde realizó sus investigaciones Barnum Brown.



Rafael Tenreyro Pérez, se gradúa de ingeniero en geofísica de exploración de petróleo en 1974 en la Academia Estatal de Petróleo de Azerbaiyán, Master en Ciencias en Geología del Petróleo en la Universidad Politécnica CUJAE de la Habana en 1981 y Doctor en ciencias en Geofísica de Exploración la Universidad de Petróleo Gubkin de Moscú, Rusia, en 1987.

Tiene cuarenta y ocho años de experiencia en la Industria petrolera en Cuba y en otros países fundamentalmente en la especialidad de exploración de yacimientos de petróleo y gas. Durante este tiempo transitó desde ingeniero geofísico de adquisición hasta Jefe de Exploración de la empresa petrolera nacional de Cuba - Cupet, cargo que ocupó por 16 años hasta su retiro en 2016. Investigador científico también recorre desde Aspirante a Investigador a Investigador Titular. Fue Jefe técnico del programa de exploración en la Zona Económica Exclusiva del Golfo de México. Director Técnico del Comisión para la Plataforma Extendida de Cuba. Tiene más de doscientas publicaciones que incluyen artículos científicos, presentaciones en eventos, conferencias, mapas, monografías y libros de texto. Premio de Geología Antonio Calvache Dorado de la Sociedad Cubana de Geología en 1992. En estos momentos trabaja en la empresa australiana Melbana Energy Limited.

tenreyro2015@gmail.com



PUBLICACIONES

TESIS & RESÚMENES

Ezequiel D. Antokoletz

Análisis de variaciones temporales de gravedad registradas con un gravímetro superconductor en Argentina

Universidad Nacional De La Plata, Argentina.

Tesis presentada para optar el grado académico de Doctor en Geofísica. Febrero 2022.

Directora de tesis: *Dra. Claudia N. Tocho*

Resumen

El Observatorio Argentino-Alemán de Geodesia (AGGO) es un observatorio geodésico fundamental ubicado en las cercanías de la ciudad de La Plata, Argentina. AGGO cuenta con las principales técnicas geodésicas localizadas, GNSS, VLBI y SLR, complementadas con técnicas gravimétricas. El laboratorio de gravimetría está actualmente equipado con dos gravímetros: el gravímetro superconductor SG038, el cual registra en forma continua las variaciones del campo de gravedad desde diciembre del 2015; y el gravímetro absoluto FG5-227, que mide periódicamente desde enero del 2018. AGGO es la única estación en funcionamiento con estas características en América del Sur y el Caribe.

Los gravímetros superconductores (SG's) son los gravímetros relativos de mayor sensibilidad y estabilidad, con la capacidad de detectar señales geofísicas y geodinámicas en un amplio rango espectral. Desde este punto de vista, una medición de gravedad debe ser considerada como una señal integradora, donde las componentes de menor amplitud pueden aislarse y estudiarse sólo mediante un cuidadoso procesamiento de las observaciones y modelado de los efectos de sus principales contribuciones.

Esta Tesis tiene como objetivo analizar y comprender las principales variaciones de gravedad medidas por el SG038 en AGGO. En primer lugar, se analizaron los parámetros instrumentales del SG038 mediante la combinación de sus observaciones con mediciones de gravedad absoluta del FG5-227. Esta combinación también facilitó el establecimiento de la función de referencia de gravedad para AGGO, que posibilita la predicción de valores absolutos de gravedad basados en el SG038. Mediante esta función de referencia, junto con la disponibilidad de varios pilares para realizar comparaciones entre gravímetros absolutos, AGGO cuenta con los requerimientos para establecerse como una estación de referencia y comparación del Marco de Referencia Internacional de Gravedad (IGRF).

A partir de un cuidadoso pre-procesamiento de cinco años de las observaciones del SG, se obtuvo un modelo de mareas para AGGO que describe tanto los efectos de mareas terrestres como los de carga oceánica mareal. Este modelo permite eliminar de manera efectiva las componentes de marea de las mediciones de gravedad en la estación, lo que no es posible realizar en forma precisa con modelos teóricos.

Los residuos de gravedad del análisis de mareas están dominados por efectos hidrológicos, superpuestos por señales que se relacionan con efectos de carga no mareal del océano. Esto motivó el análisis de los efectos de la carga oceánica no-

mareal y su relación con las correcciones atmosféricas, encontrando que los métodos actuales subestiman el efecto total. En consecuencia, en este trabajo se propone un nuevo método para combinar tales efectos, el cual tiene en cuenta todas las contribuciones de la atmósfera y los océanos. Este método mostró una reducción significativa de la variabilidad de los residuos de gravedad registrada con SG's en comparación con los métodos clásicos no sólo en AGGO, sino también en otras estaciones.

Finalmente, los resultados de esta Tesis contribuyen a establecer a AGGO como la primera estación de referencia del IGRF a nivel regional y a comprender las variaciones de gravedad registradas por los SG's, lo que facilita futuros trabajos en esta y otras estaciones. La comprensión y eliminación de las principales componentes de las variaciones de gravedad observadas mediante un procesamiento detallado es imprescindible para investigar otros fenómenos de origen geofísico/geodinámico.

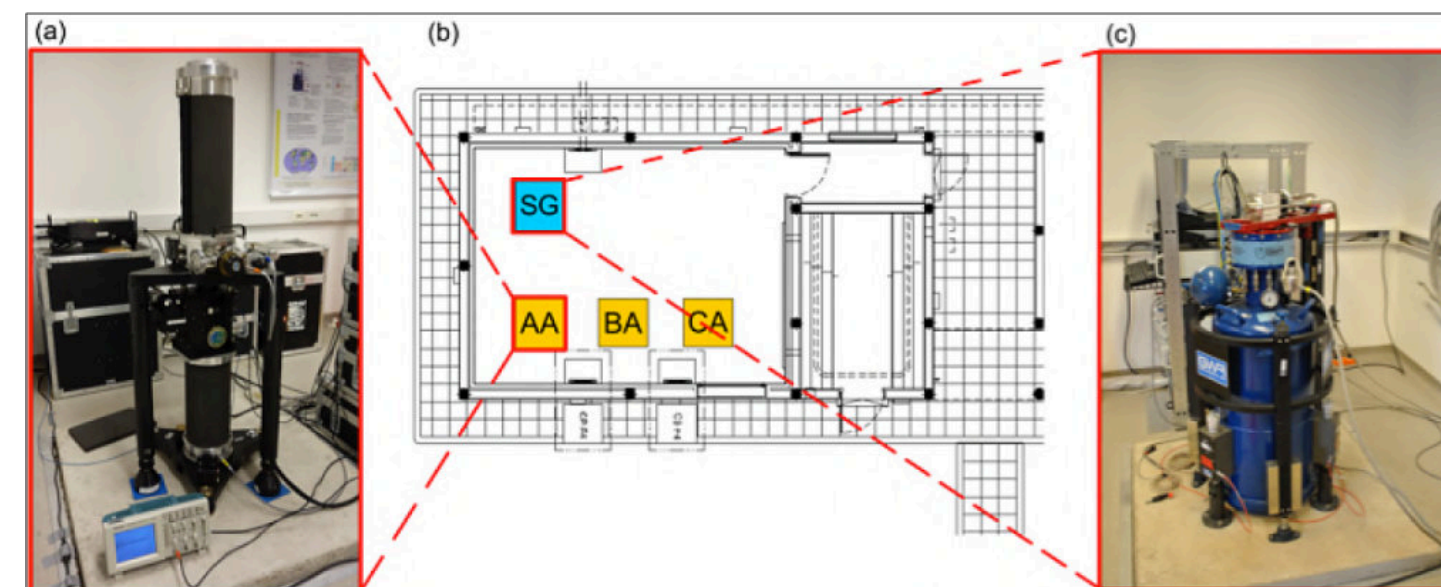
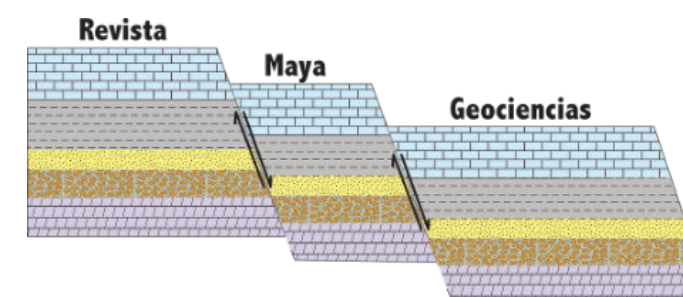


Figura 1.1. Laboratorio de Gravimetría en AGGO. (a) Gravímetro Absoluto FG5-227. (b) Plano en planta del laboratorio con la ubicación de los instrumentos. BA y CA son los pilares auxiliares para efectuar comparaciones entre gravímetros absolutos. (c) Gravímetro Superconductor SG038.



Modelo hidrogeológico local del pozo Santa Catarina 3A, México.

Universidad Nacional Autónoma De México.

Tesis que para optar por el grado de: Maestra en Ciencias. Marzo 2022

Sustentante: **Zaida Martínez Casas.**

Director de tesis: *Dr. Eric Morales Casique.*

Resumen

En la actualidad la Ciudad de México cuenta con una gran demanda de agua, esto debido al continuo crecimiento de la población, lo que ejerce una enorme presión sobre el sistema hidrogeológico. Esta presión se ha manifestado, entre otros aspectos, como un descenso sostenido del nivel piezométrico, despresurización y consolidación del estrato lacustre, superficial y, consecuentemente, subsidencia del terreno.

El Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX), en colaboración con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Petróleos Mexicanos (PEMEX), implementaron un programa de exploración para estudiar las características geológicas e hidrogeológicas de las formaciones profundas de la Ciudad de México (CDMX), esto con el fin de ampliar las opciones de manejo del sistema hidrogeológico. El pozo Santa Catarina 3A es el cuarto pozo de este programa, fue perforado como pozo direccional con 1992 [m] de profundidad, proyectada en la vertical.

El análisis de esta tesis se basa en los datos obtenidos de registros geofísicos de pozos, recortes de perforación, núcleos, análisis hidrogeoquímicos e isotópicos y pruebas de aforo. Con base en los recortes de perforación, núcleos, registros eléctricos y rayos gamma se identificaron de manera general dos zonas con posibilidad de aportar agua: la primera que va de los 895 a 990[m] compuesta por depósitos de ceniza, la segunda es un paquete de intercalaciones que se encuentra entre los 1346 y 1750 [m] de profundidad clasificada como depósitos de Lahar con alteración hasta los 1755 [m] aproximadamente.

En cuanto al análisis hidrogeoquímico, se observa una concentración constante de iones mayores y elementos traza de julio a septiembre del 2017, tiempo en el cual se estuvo monitoreando el pozo. Al utilizar los valores de los iones mayores en el diagrama de Piper, éste muestra que el agua pertenece al grupo de aguas cloruradas-sódicas. Únicamente se detectaron nitratos en las muestras del mes de julio, lo cual indica presencia del agua del pozo con la que se hizo el lodo de perforación, la cual también tiene nitratos y es extraída de un pozo somero. Para el análisis isotópico se obtuvieron dos muestras la primera tuvo un contenido de $\delta^{18}O=-10.6$ y $\delta^2H=-73.6$, la segunda $\delta^{18}O=-10.7$ y $\delta^2H=-75.15$, lo cual sugiere que se tiene un origen por infiltración de precipitación la cual ocurrió aproximadamente a 3000 [m.s.n.m.], la cual, con base en el modelo de Ortega y Farvolden (1989), puede provenir de la Sierra Chichinautzin, Sierra de las Cruces, Sierra Río Frío o Sierra Nevada. El cálculo del tiempo de residencia se llevó a cabo utilizando el contenido actual de ^{14}C en el agua y diferentes modelos de corrección, con los cuales se calculó el contenido inicial de ^{14}C . El tiempo de residencia estimado fue de 2840 años; sin embargo, sería necesario datar nuevamente el agua del pozo para asegurar este resultado.

A través del análisis de un ensayo de recuperación se determinó una transmisividad de 768 [m²/día], lo que corresponde a una conductividad hidráulica promedio de 0.885 [m/día] para el espesor saturado. A través de un análisis de regresión lineal, mediante el software AQTESOLV®, se calculó un almacenamiento específico de 3.11×10^{-6} [m⁻¹].



Figura 1.1. Localización del pozo Santa Catarina 3A en la Ciudad de México.

Estudio de la dispersión de ondas superficiales a partir de ruido sísmico ambiental en el norte del Golfo de California, México.

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

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

Sustentante: **Jesús Adrián Farfán Ruvalcaba.**

Director de tesis: *Dr. Raúl Ramón Castro Escamilla.*

Resumen

Se presentan resultados de un estudio de dispersión de ondas Rayleigh en la región Norte del Golfo de California, México basado en correlaciones cruzadas entre pares de estaciones de la Red Sismológica de Banda Ancha del Golfo de California (RESBAN) que registraron de manera simultánea ruido sísmico ambiental.

Aplicando un método de inversión por ajuste de funciones de Bessel al espectro real de las correlaciones se obtuvieron curvas de dispersión de velocidad de fase promedio de la región. Los resultados que se obtuvieron son consistentes con estudios previos y al igual que en estos se observó que para periodos menores a 10 s las velocidades de fase muestran importantes variaciones. Se utilizó un rango de periodos entre 10 y 42 s para encontrar velocidades de fase y se calcularon velocidades promedio de onda P y S mediante el uso de la ecuación de dispersión de ondas Rayleigh para el caso de una capa de agua sobre un semiespacio. Así mismo, usé una variante de esta ecuación para calcular un espesor promedio de corteza muestreada. Los valores de velocidad de onda S y profundidad promedio estimados fue de 4.20 km/s y 12.97 km, respectivamente, los cuales coinciden con los valores de velocidad de onda S mapeados en otros estudios. Los resultados obtenidos en esta tesis demuestran que es posible obtener información sobre la naturaleza oceánica o continental de la corteza de la región del Golfo de California a partir del ruido sísmico ambiental, lo que abre una puerta a estudios posteriores que incluyan al ruido sísmico como parte de las técnicas complementarias en el estudio de corteza.

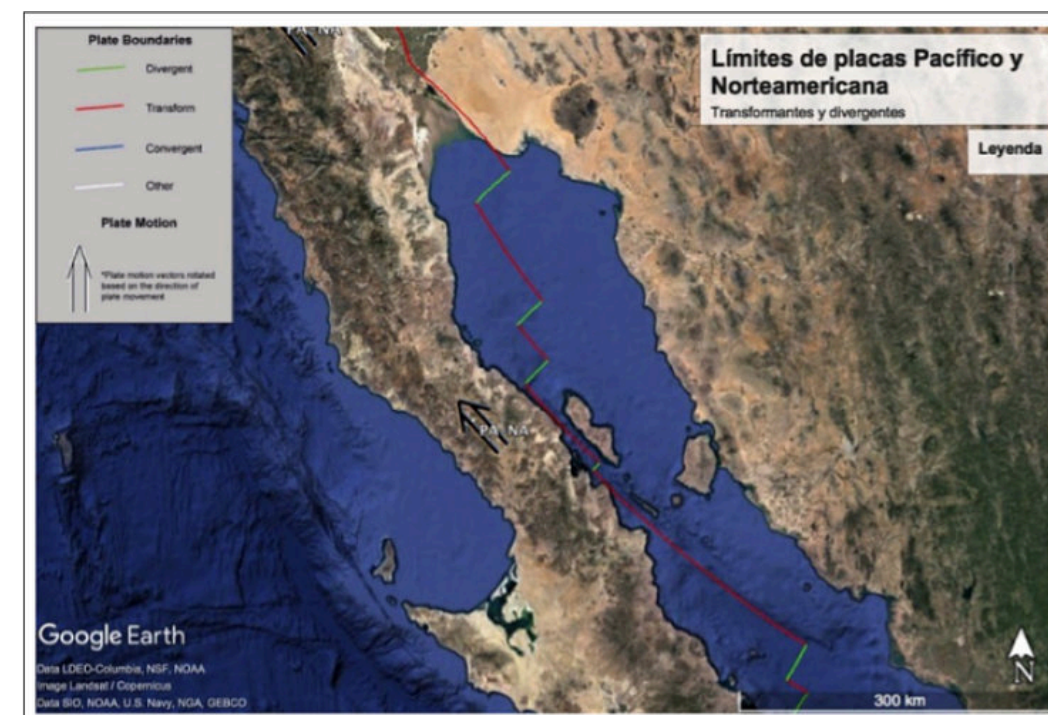


Figura 1.1. Límite entre las placas del Pacífico y Norteamérica en la región norte del Golfo de California. Las líneas rojas representan la zona donde el límite es transformante, las líneas verdes para las zonas donde el límite es divergente. La flecha negra indica la dirección del movimiento relativo de la placa del Pacífico respecto a la placa de Norteamérica. Modificado de USGS (2020).

MODELADO DE FUENTE SÍSMICA MEDIANTE INVERSIÓN DE FORMA DE ONDA. APLICACIÓN EN TIERRA DEL FUEGO.

Universidad Nacional De La Plata. Tesis presentada para optar el grado académico de Doctora en Geofísica. Marzo 2021.

Sustentante: **María Celeste Bollini**

Directora de tesis: *Dra. Nora C. Sabbione*

Resumen

Tierra del Fuego (TdF) se encuentra atravesada por un sistema de fallas geológicas activas que generan una actividad sísmica continua. Si bien la mayor parte de los sismos son de baja magnitud, TdF tiene una sismicidad histórica que incluye dos eventos de carácter destructivo ocurridos el 17 de diciembre de 1949 con magnitudes estimadas 7.5 y 7.8, posicionando a la Isla Grande de TdF en un nivel de peligrosidad sísmica entre moderada y alta según el Instituto Nacional de Prevención Sísmica. La determinación de modelos de fuente de terremotos es importante no sólo para entender mejor la física asociada a los procesos que los generan, sino también para poder llevar adelante estudios de riesgo sísmico, que son fundamentales para planificar las construcciones y para diseñar planes de mitigación de posibles desastres. Esto fue lo que motivó esta Tesis, cuyos objetivos son el cálculo de nuevos mecanismos focales en TdF y la evaluación de la potencialidad que tendría una red de acelerómetros para el estudio de fuente de futuros grandes terremotos en la región. Para cumplir estos objetivos aplicamos diversos modelados de fuente sísmica con técnicas de inversión de forma de onda a tres sismos: uno de gran magnitud cercano a nuestra zona de estudio, que nos permitió validar el uso de las técnicas de inversión en la región; otro de magnitud moderada dentro de la Isla Grande de TdF sin soluciones de mecanismo focal calculadas previamente; y un sismo de magnitud muy grande fuera de nuestra zona de estudio para el cual hicimos un modelado de fuente finita usando un conjunto de datos de acelerómetros. Como resultado obtuvimos un mecanismo focal para el evento en TdF, lo cual es de gran importancia ya que, excluyendo el terremoto de 1949, es el primer resultado de este tipo obtenido para un sismo dentro de la Isla Grande de TdF. Otro resultado alcanzado fue la evaluación satisfactoria de la potencialidad de la red de acelerómetros en el estudio de fuente de un sismo de gran magnitud, ya que su modelado nos permitió obtener los parámetros generales que caracterizan al proceso de fuente, mostrando que una red de acelerómetros puede ser útil por sí misma para estudiar procesos de ruptura en un amplio rango de magnitudes. Esto último es especialmente útil en eventos de magnitud moderada que no tienen soluciones publicadas por agencias internacionales. Este resultado representa una fuerte motivación para ampliar la red de acelerómetros en TdF cubriendo el territorio argentino de la Isla, ya que actualmente hay solo un instrumento perteneciente a la red chilena. Estas aplicaciones nos permitieron además concluir que, dada la alta recurrencia de eventos de baja magnitud evidenciada por la sismicidad detectada desde hace más de 10 años en TdF, un estudio sistemático de los mecanismos focales requeriría de una red de sismómetros banda ancha más densa que la actual, por lo que la instalación de acelerómetros debería hacerse como complemento a la densificación de la red existente de sismómetros en el territorio argentino de la Isla. La necesidad de buscar sitios apropiados para la instalación de instrumental, que garanticen la obtención de registros con buena señal-ruido, puede ser la motivación de futuros estudios en TdF.

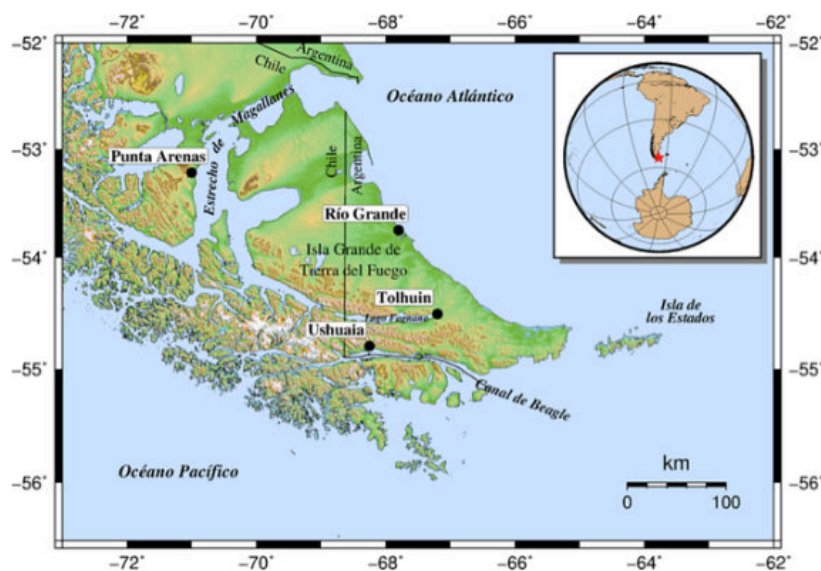


Figura 1.1. Ubicación geográfica de Tierra del Fuego. Las ciudades principales en el sector argentino de la Isla son Río Grande, Tolhuin y Ushuaia, y se indican con círculos negros.

ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOMECÁNICO EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TÚNEL CASAHUIRI, PERÚ.

Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa.

Tesis presentada para optar el Título Profesional de: Ingeniero Geólogo. 2022.

Sustentante: **Quispe Garate, Joan Jacks.**

Asesor de tesis: *Dr. Ing. Meza Aréstegui, Pablo Rubén.*

Resumen

El presente trabajo se realizó en el proyecto “Variante de carretera Casahuiri km 260+300 al km 261+100”. El proyecto se ubica en la comunidad campesina de Iaco, distrito de San Gabán, provincia de Carabaya, Región Puno a una altitud promedio de 1416 m.s.n.m. El proyecto es un desvío de 743 m de longitud en la carretera interoceánica Perú – Brasil, el desvío se hizo para liberar área a las obras cabecera de la central hidroeléctrica San Gabán III, el proyecto contempla la construcción de 538.90m de carretera a cielo abierto, 40m de carretera en falso túnel y 164.10m de carretera en túnel.

Las características del túnel son: túnel Carretero de 164.10m, cuya forma geométrica es tipo herradura, la sección es 13.86m de ancho y 8.38m de altura, la litología excavada es roca metamórfica y suelo coluvial, la roca es un ortogneis de biotita de la formación Sandia, de edad perteneciente al ordovícico. La construcción del túnel estuvo a cargo de la empresa especializada “Sinohydro Corporation Limited Sucursal Del Perú”.

En el proceso constructivo del túnel se hizo seguimiento geológico – geomecánico como: caracterización geomecánica del macizo, clasificación geomecánica del tipo de roca, y mapeo geológico geomecánico arco rebatido. El criterio geomecánico de clasificación del macizo rocoso aplicado en la ejecución del túnel fue: el RMR de Bieniawski, además se recolectó datos geomecánicos con el método “scan line”, con los que en gabinete se hicieron los respectivos análisis de la estabilidad del túnel por cada tramo avanzado, esta información nos sirvió para desarrollar el presente trabajo cuyo resultado del estudio comprende la caracterización de los macizos rocosos e interpretación de resultados.

Uno de los temas en que más se centrará el presente estudio es la elaboración e interpretación de los mapeos arco rebatido, tomando como base las tres secciones de excavación: sección tipo herradura, sección tipo baúl y sección circular, en los que se puede aplicar el mapeo arco rebatido, que dependiendo de la sección y proceso de excavación daremos las respectivas recomendaciones.

En el proyecto se presenta un túnel de sección tipo baúl, el cual será modelo para el desarrollo del mapeo arco rebatido, además se presentará dos excavaciones que no pertenecen al proyecto, solo con la intención de dejar más claro el mapeo arco rebatido en cualquier tipo de excavación.

La ejecución del mapeo arco rebatido es relativamente fácil, pero dependerá de la habilidad y práctica del profesional ejecutor, siendo necesario el uso de conceptos fundamentales de geología estructural, geología de campo, geometría descriptiva y mucha imaginación, estos criterios permiten una mayor precisión en el dibujo de los planos, es por ello que el geólogo encargado de la elaboración de este mapeo tenga una adecuada preparación.

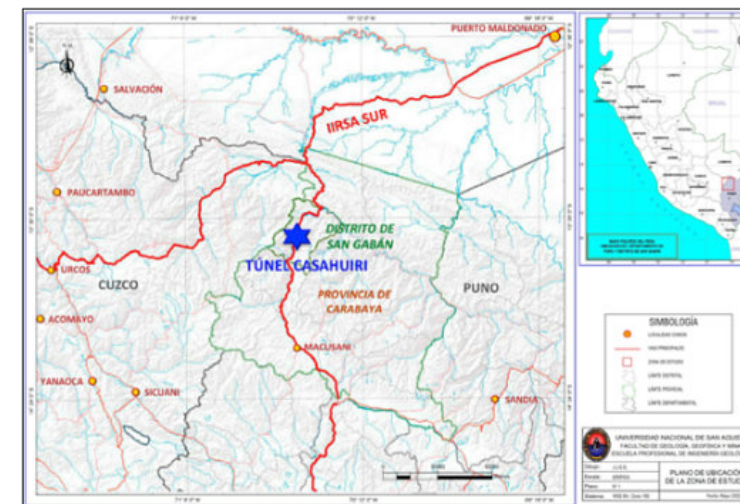


Figura 1.1. Localización del túnel Casahuiri (elaboración propia).

Análisis geológico y magnetométrico de rocas plutónicas cretácicas y sus encajonantes en el extremo sudoriental del Cinturón Batolítico Peninsular, México.

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

Tesis para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de: Maestro en Ciencias. 2022.

Sustentante: **Baltazar Leo Lozano Hernández**

Director de tesis: *Dr. Luis Alberto Delgado Argote.*

Resumen

Los terrenos tectonoestratigráficos en los que se encuentran los plutones de la zona occidental cuyo SiO₂ promedio es menor a 61% y de la zona oriental con SiO₂ mayor a 61% del Cinturón Batolítico Peninsular (CBP) están yuxtapuestas. A través del análisis estructural, petrográfico y aeromagnetométrico de la región comprendida entre el plutón La Primavera en el norte hasta el sur de la sierra La Libertad (28.2° a 29.2°N) se identificó que las rocas encajonantes de los plutones con magnetización alta del occidente magnético es una secuencia metamorfozada en facies de esquistos verdes de lavas andesíticas interestratificadas con depósitos sedimentarios de areniscas finas con carbonatos y rocas volcánicas del Jurásico-Cretácico Inferior. Las rocas encajonantes de los plutones orientales tipo La Posta de San Borja y La Libertad son sedimentos pelítico-samíticos, areniscas gruesas y conglomerados interestratificados del Paleozoico (?) metamorfozados en facies de anfibolita. Los esquistos forman un cinturón intensamente deformado con fallamiento de empuje subvertical entre granitoides milonitizados asociados con acortamiento en dirección ENE/WSW. Los contactos subverticales entre las rocas intrusivas y el cinturón de la secuencia volcanosedimentaria se definen claramente por el contraste de magnetización alta en las intrusivas y baja en las encajonantes. La deformación se asocia con el fenómeno de yuxtaposición entre el arco de islas Alisitos del oeste y el margen continental oriental que debió ser simultáneo al emplazamiento del plutón La Primavera entre 110 y 100 Ma.

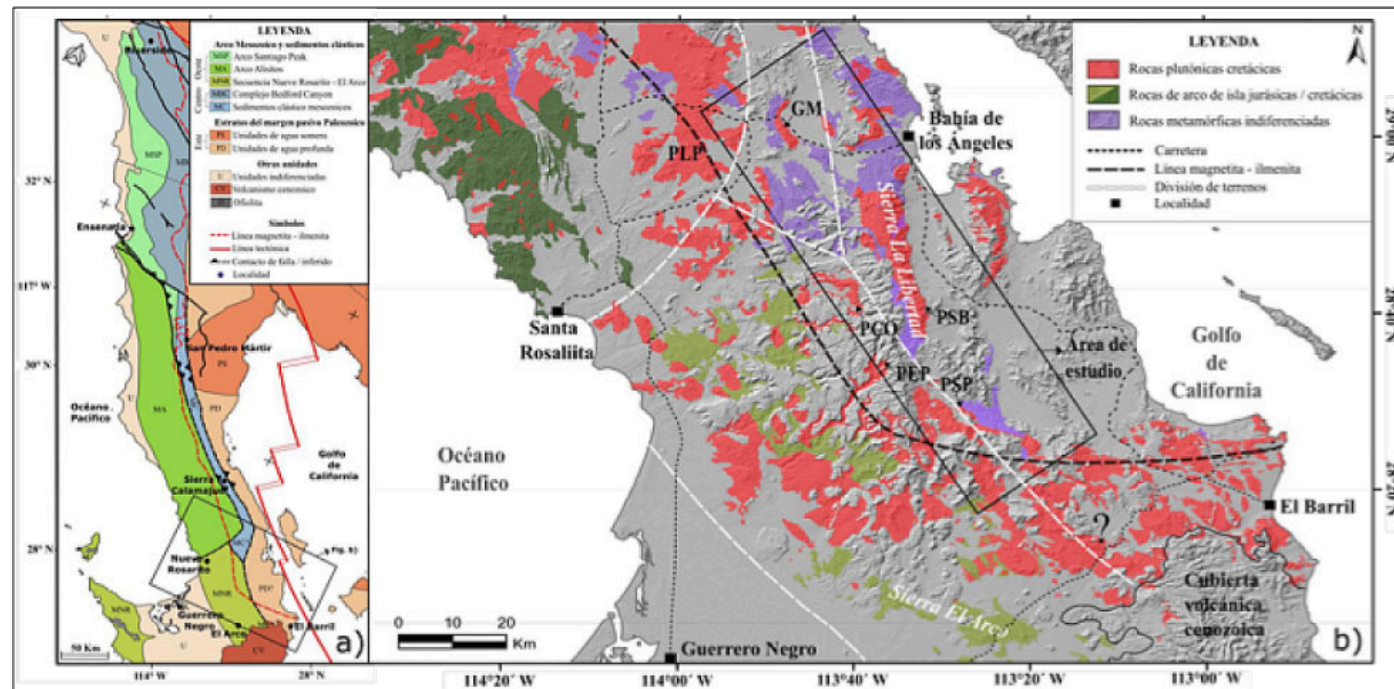


Figura 1.1. a) Mapa geológico del cinturón batolítico peninsular (CBP) mostrando los terrenos tectonoestratigráficos generalizados modificado de Contreras-López et al. (2018); b) Mapa geológico de la región meridional del CBP mostrando las rocas intrusivas del Cretácico y las secuencias encajonantes (modificado de Contreras-López et al., 2018 y 2020), la línea negra discontinua es la línea magnetita-ilmenita de Gastil et al. (1990) y las líneas blancas discontinuas es la división de los terrenos tectonoestratigráficos (Contreras-López et al., 2018). Plutones: GM=Granitoide milonitizado, PCO=Compostela, PEP=El Paraíso, PLP=La Primavera, PSP=San Pedro y PSB=San Borja. El rectángulo negro encierra el área de estudio.

GESTIÓN EN PERFORACIÓN Y CONTROL LITOLÓGICO EN EXPLORACIONES DE MINERA BATEAS PROVINCIA CAYLLOMA- DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, PERÚ.

Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa.

Tesis presentada para optar el Título Profesional de: Ingeniero Geólogo. 2022.

Sustentante: **Tarqui Ramirez German Eduardo.**

Asesor de tesis: *Dr. Fredy Fortunato Garcia Zuñiga.*

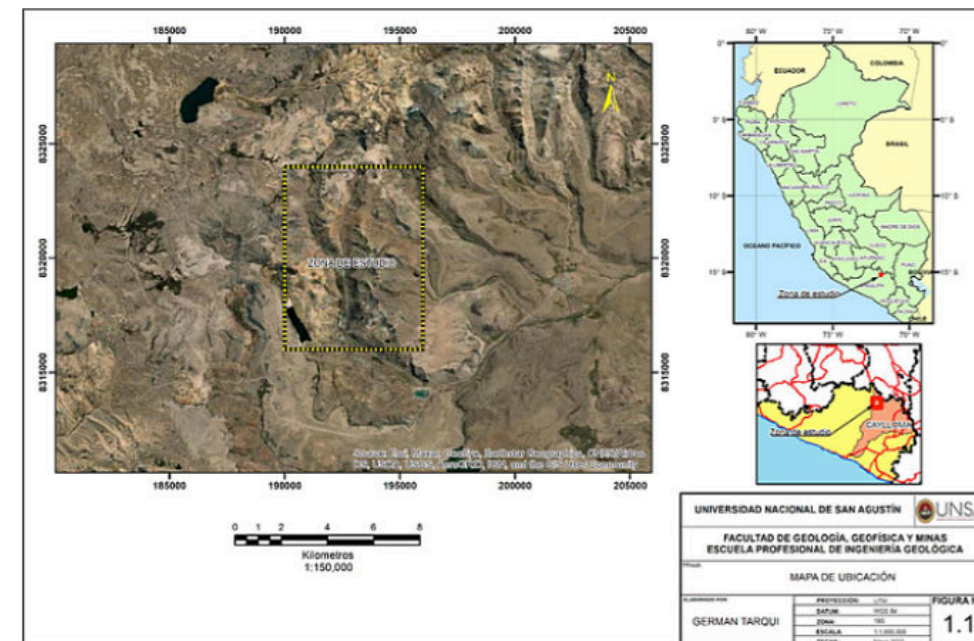
Resumen

Los proyectos mineros tienen como objetivos ampliar sus reservas y/o explorar nuevas zonas de interés, mediante la ejecución de diversas actividades, particularmente en nuestro caso nos ocuparemos de la perforación diamantina; en tal sentido, el presente trabajo desarrolla la relación entre la gestión de los trabajos de perforación diamantina y la litología, en este caso, la zona de evaluación se centra en Mina Bateas, unidad de explotación San Cristóbal, ubicada en el distrito y provincia de Caylloma, flanco este de la Cordillera Occidental, donde el relieve es muy accidentado con elevaciones de 4500 a 5180 msnm, y está formado por ambientes volcánicos, sobre los cuales los fenómenos de glaciación, meteorización, erosión y remoción en masa tienen intensa actividad.

La perforación diamantina se ocupa de atravesar el substrato rocoso con coronas, triconos accionados por máquinas hidráulicas, manejadas manualmente para extraer muestras de roca o testigos de profundidad y mediante ellas se pueden obtener secuencias de información detallada de la roca y mediante su análisis se define el valor económico de la zona mineralizada. Simultáneamente, la gestión de los trabajos de perforación se ocupa de administrar tiempos de cumplimientos, performance en cada punto de perforación, así como la solución frente a problemas de avance en la producción y optimización del lodo de perforación para los diferentes tipos de materiales (litologías).

En el contexto de gestión de perforación para las diferentes litologías requiere conciliar el compromiso entre velocidad, costos, cantidad, calidad de la muestra a recuperar, aspectos logísticos y medioambientales. Con los resultados obtenidos podremos obtener parámetros de control que nos ayudaran a entender conceptualmente cómo funciona la administración de elementos dentro de los trabajos de perforación y su evolución en los sondajes de mayor profundidad y con lo referente a la evaluación de problemas que se presentan a causa del tipo de litología como atrapamientos, pérdidas de sondajes y su repercusión en la importancia económica considerable para su desarrollo.

Para la presente tesis se ha evaluado 23 puntos de perforación diamantina ejecutados con 4 máquinas de perforación, salidas y entradas de accesorios de perforación, materiales para preparación de lodo, consumo de combustible y abastecimiento de agua.



Tampico-Misantla: A premier super basin in waiting

Alfredo E. Guzmán

Abstract

When the concept of super basin was proposed by Fryklund and Stark, they originally identified 48 basins (24 of them tier 1) worldwide that met the characteristics to be such considered, being sine qua non that these basins could be rejuvenated and suggested the Permian Basin as the archetype of a super basin.

One basin stands out for having similar characteristics as the Permian Basin; and thus like the Permian Basin has potential to be revitalized—the Tampico-Misantla Basin of eastern central Mexico. The Tampico-Misantla Basin has several legacy oil plays producing since the early 1900s, and two undeveloped unconventional ones: tight oil and shale oil, the same type of reservoirs that allowed the Permian Basin to multiply its oil output by six in less than 10 yr.

The two unconventional plays are the Chicontepec tight oil and the shale oil plays; together, they have potential resources of more than 100 billion BOE in place but are not being developed. Six main legacy conventional plays were the focus of the upstream activity in Mexico until the 1980s, when the basin was all but abandoned after the discovery of the Sureste megaprovince.

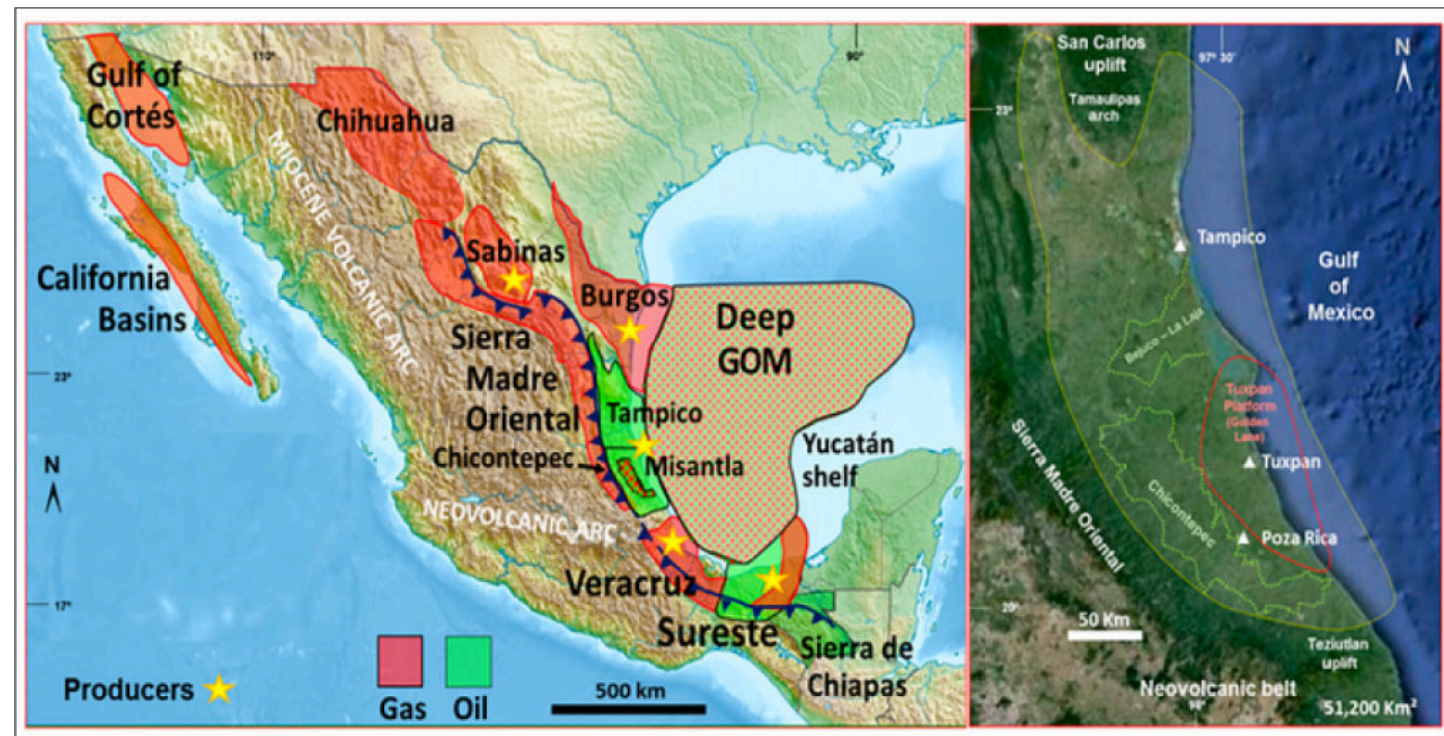
Development of the basin's unconventional resources, together with the exploration of new concepts and technologies and the optimization of its legacy reservoirs, would put Mexico back on the list of the top oil-producing nations.

Author

Alfredo E. Guzman - Mexico Petroleum Company.

Alfredo E. Guzman has a B.Sc. degree (1971) and an M.Sc. degree (1973) from Texas Tech University. He worked for Pemex from 1974 to 2007 and has consulted since then. At AAPG, he was twice candidate for president (2004, 2014), vice president—Regions (2010–2011), and received the Distinguished Service (2007), Excellence (2008), Emeritus Status (2014), Michel T. Halbouty (2015), and Distinguished Service (2016) awards. He lives in Poza Rica, Mexico.

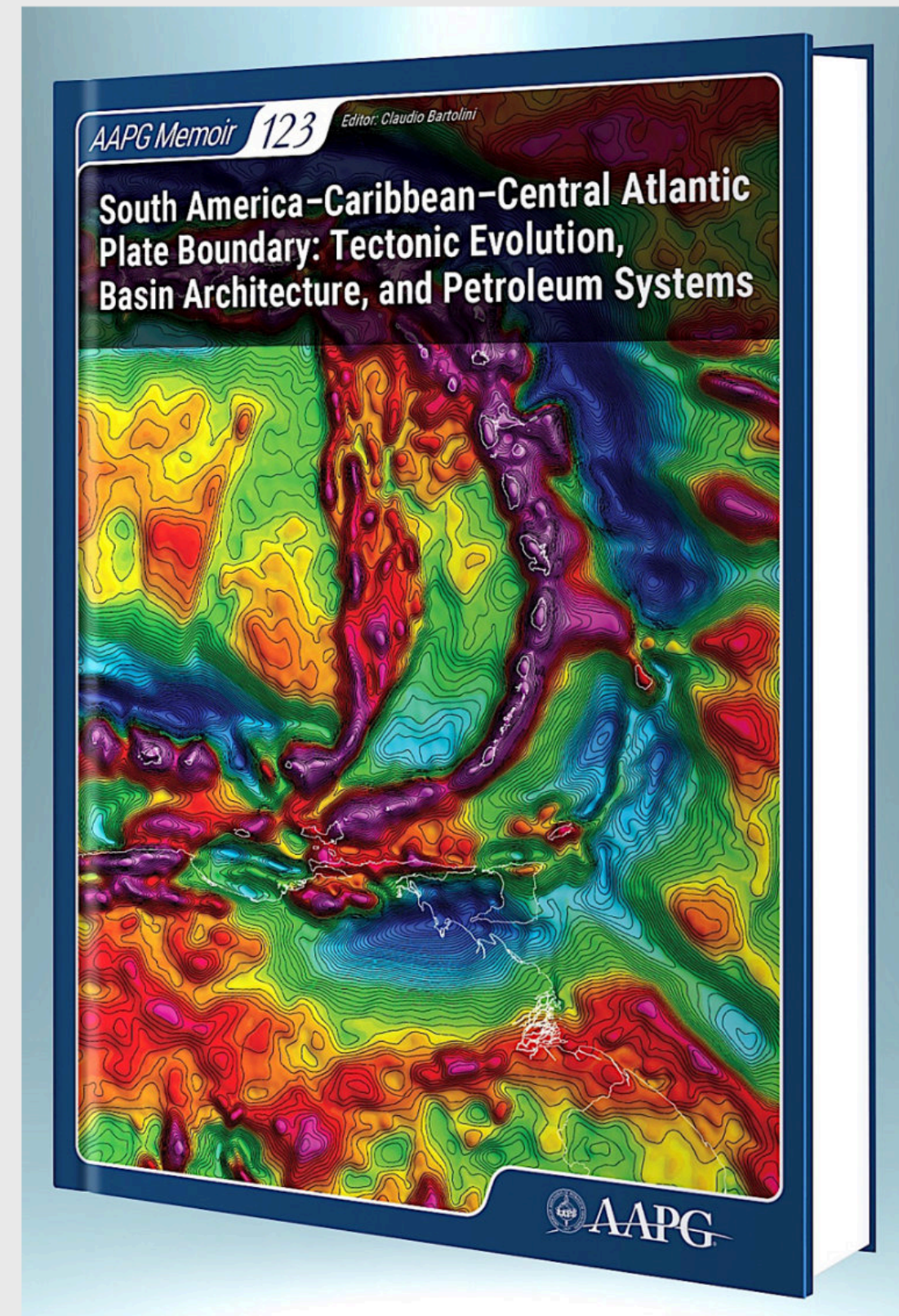
AAPG Bulletin, v. 106, no. 3 (March 2022), pp. 495–516



Location and main geologic features of the Tampico-Misantla Basin (Google Earth image at right). GOM S. Gulf of Mexico.

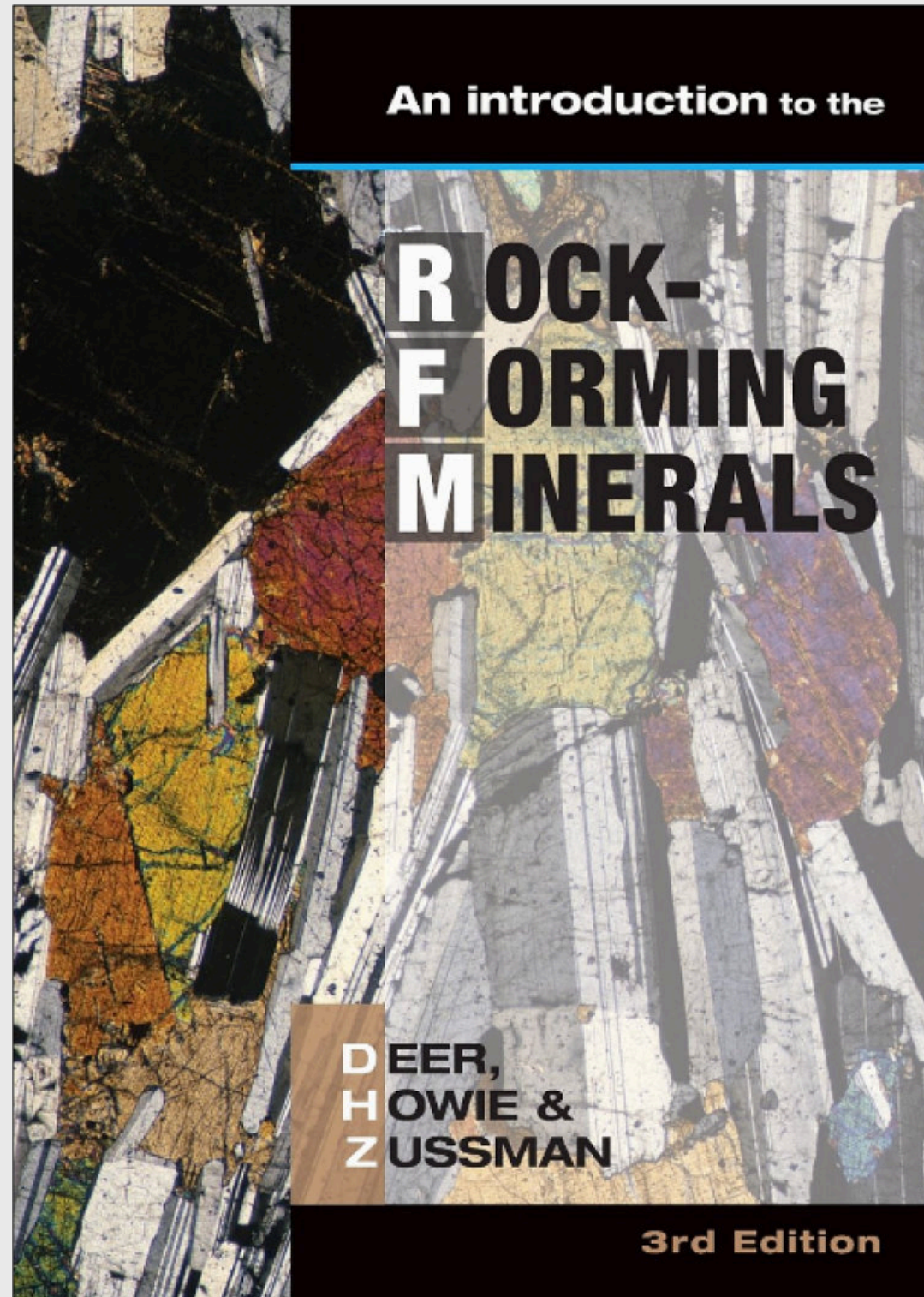
El libro recomendado

<https://store.aapg.org/searchresults.aspx?categoryid=16>



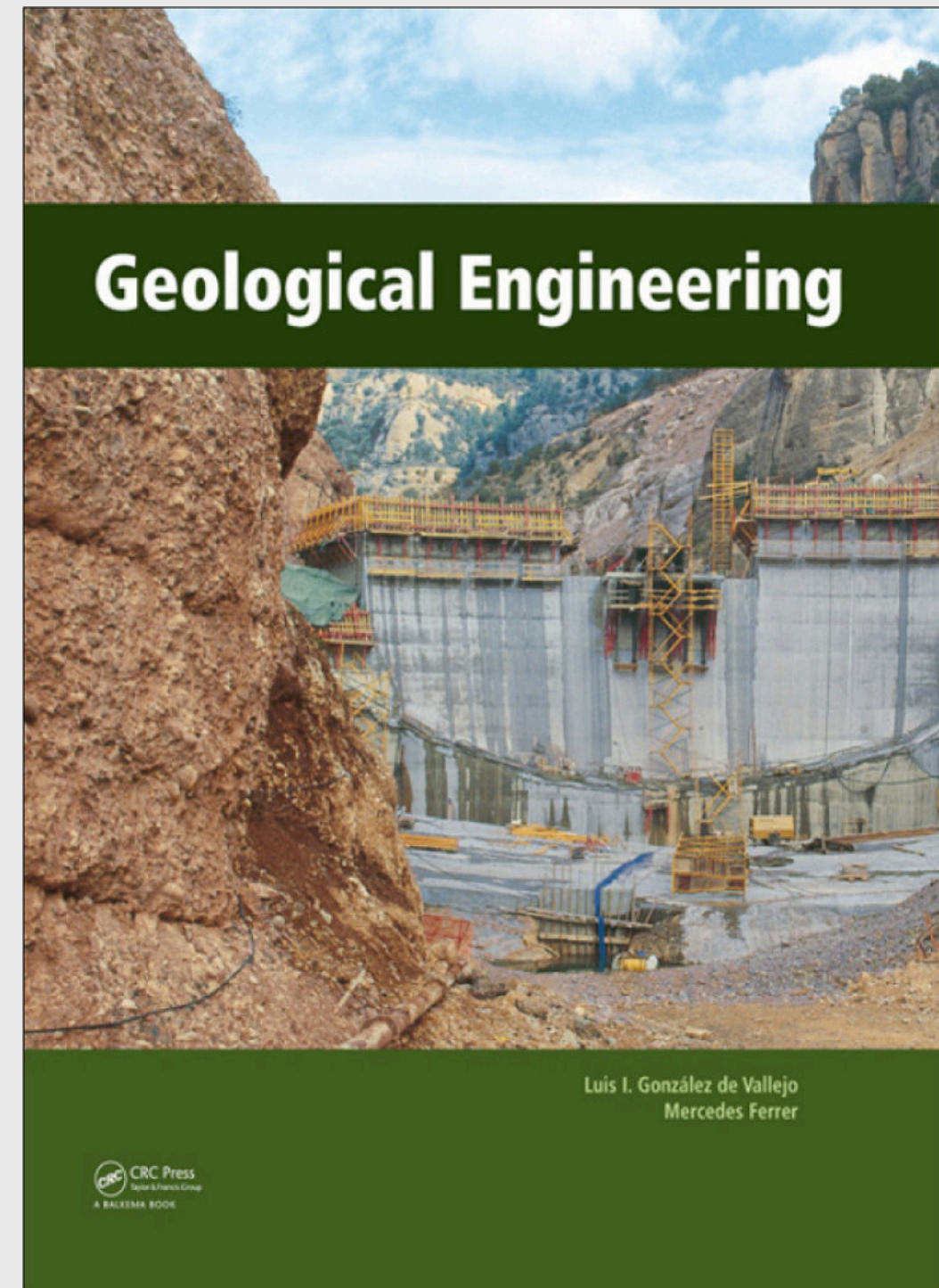
El libro recomendado

https://www.amazon.com/Introduction-Rock-Forming-Minerals-Howie-Zussman/dp/0903056275/ref=sr_1_1?qid=1661404805&refinements=p_27%3A+R.A.+Howie%5CJ.+Zussman+W.+Deer&s=books&sr=1-1&text=J.+Zussman+W.+Deer%2C+R.A.+Howie



El libro recomendado

https://www.amazon.com.mx/Geological-Engineering-Luis-Gonzalez-Vallejo/dp/0415413524/ref=sr_1_2?mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crd=2AIZFT97KLS4Q&keywords=Gonz%C3%A1lez+de+Vallejo+ingenier%C3%ADa&qid=1661402899&srefix=gonz%C3%A1lez+de+vallejo+ingenier%C3%ADa+,aps,125&sr=8-2&ufe=app_do:amzn1.fos.66c34496-0d28-4d73-a0a1-97a8d87ec0b2&asin=B08LG62S83&revisionId=9f6a28fb&format=1&depth=1



TEMAS DE INTERÉS

Sostenibilidad en la transición energética

Natalia Silva Cruz

Colaboradora de la Revista

El litio y otros minerales indispensables para la manufactura de baterías.

El planeta está en el medio de una crisis ambiental que requiere la actuación inmediata para evitar catástrofes a niveles globales, y digo globales porque a nivel local ya se están presentando y los pocos esfuerzos realizados no fueron suficientes para controlarlas. Reducir la emisión de gases de efecto invernadero es una tarea bastante compleja si se quiere mantener el estilo de vida y la actividad económica intactos. Una de las transformaciones más significativas en el control de emisiones es la transición energética hacia fuentes limpias como el hidrógeno, la energía solar, eólica e hidroeléctrica, entre otras, y la disminución del uso de combustibles fósiles como el carbón y la gasolina; sin embargo, garantizar la sostenibilidad ambiental, económica y social no es fácil y presenta obstáculos que es indispensable abordar de manera responsable.

Hoy hablaremos del almacenamiento de energía en vehículos eléctricos, y para eso, debemos primero entender la razón por la cual los combustibles fósiles son la principal fuente energética para el transporte. Los combustibles fósiles contienen gran cantidad de energía en un volumen tan pequeño, que buscar un reemplazo con propiedades y desempeños comparables ha mantenido a la comunidad científica trabajando durante décadas. Los creadores de los vehículos eléctricos reemplazaron el uso de combustibles fósiles como fuente energética in-situ por una batería eléctrica recargable que permite una autonomía de movilización de entre 100 hasta 400 kilómetros por cada carga, aparentemente nada mal si se compara con los 400 kilómetros que recorre un vehículo a gasolina con un tanque lleno, sin embargo, recargar la batería del eléctrico puede tardar varias horas, mientras que el tiempo de llenado del tanque de gasolina es cuestión de minutos en una de las múltiples estaciones de combustibles disponibles en muchos lugares. Para la fabricación de un vehículo eléctrico se utilizan seis veces los minerales que necesita un vehículo a gasolina, así que la minería tiene un papel importantísimo en la transformación energética.

Nuestro estilo de vida se ha ajustado para que los vehículos a gasolina nos resulten ampliamente convenientes (aunque se nos haya tratado de convencer de que es el uso de combustibles fósiles lo que se ha moldeado para el completo beneficio de la sociedad), de manera que la introducción de tecnologías nuevas no solo se enfrenta a la resistencia al cambio del ser humano, sino que también debe demostrar que la relación costo-beneficio de la modificación de infraestructura urbana es suficientemente significativa para aceptarla. Así, para que el desempeño de los vehículos eléctricos corresponda a lo esperado por los usuarios, requieren de un sistema de almacenamiento de energía óptimo y necesitan minerales con propiedades excelentes que no siempre son fáciles de extraer.

Litio: el litio es un elemento metálico con relativa moderada a alta abundancia en el planeta, con una presencia en la corteza terrestre de 65 partes por millón. Sin embargo, la aparición de este elemento se reduce a acumulaciones muy dispersas en baja proporción, lo que dificulta su producción comercial en masa. Se observa en rocas ígneas (en minerales como lepidolita, petalita, espodumena, etc.) y en salares, de donde se obtiene comercialmente, aunque también se ha identificado en agua de mar y en pozos geotérmicos. No es considerado de alta toxicidad, pero en niveles altos puede ser fatal. Los principales productores son Australia (40 kTon/año), Chile (20 kTon/año) y China (14 kTon/año)¹, y las mayores reservas se encuentran en Chile (9 MTon), Australia (6 MTon) y Argentina (2 MTon)². El 85% de los recursos mundiales se encuentran en el Triángulo del Litio, conformado por el Salar de Uyuni (Bolivia 9 MTon), el Salar de Atacama (Chile 8,5 MTon) y el Salar del Hombre Muerto (Argentina 15 MTon).

El uso final del litio es en su gran mayoría para la manufactura de baterías, lo que está bastante influenciado por la industria de vehículos eléctricos, solamente Tesla consumió un total de 18.700 toneladas de litio durante el 2020³, equivalente a una quinta parte de la producción anual mundial. Ahora, ¿tiene el planeta litio suficiente? El Departamento de Energía de los Estados Unidos calcula que un vehículo eléctrico contiene 8 kg de litio, así, con la producción actual de litio (<100 kTon/año) se podría construir un total de 12 millones de vehículos anuales, esto sin tener en cuenta que no toda la producción se puede destinar a la fabricación de baterías. Así, en el mejor de los casos, utilizando el total de las reservas conocidas a la fecha, un total de 2.500 millones de vehículos serían fabricados⁴, lo que sería suficiente para alcanzar la meta de

2.000 millones de vehículos estimados por la Agencia de Energía Internacional, IEA, para tener emisiones netas de cero para 2050⁵, ahora, lo que no es realista es el plazo, si continúa la extracción a la tasa actual, necesitaríamos más de 150 años para producir todo ese litio. El problema se nos está complicando, ya no es solo si de verdad tenemos todo ese litio sino cómo lo sacaremos.

El principal método de extracción resulta poco práctico porque se realiza mediante un proceso que tarda varios meses y consiste en el bombeo de salmuera a la superficie donde se dispone en piscinas de evaporación en las que precipitarán las sales y se obtendrá un líquido con un alto contenido de litio, que luego será transferido a un sistema de tratamientos físico - químicos para obtener el producto final. Para acelerar la producción actual no existen muchas opciones y se evalúa su obtención alternativa en salmueras geotermales (como del lago Salton en California), en agua de producción en áreas donde se explotan hidrocarburos a través de fracturamiento hidráulico, en agua de mar, en la

minería de minerales mena de litio, y mediante el reciclaje de baterías que alcanzan su vida útil.

Cobalto: es un metal que es extraído como un subproducto de la minería de cobre y níquel (también requeridos en la fabricación de vehículos eléctricos), aunque también se puede obtener mediante la minería de cobaltita (CoAsS). La principal producción global se encuentra en el Cinturón de Cobre de la República Democrática del Congo y Zambia, generando preocupación por las pocas prácticas de seguridad y por el trabajo de menores de edad, que deben manipular este elemento altamente tóxico. El cobalto se usa en los cátodos de las baterías, y en los últimos años se ha estado experimentando nuevas tecnologías que permiten reducir su cantidad manteniendo un buen desempeño, anteriormente se utilizaban unos 19 kg de cobalto y ahora están alcanzando buenas eficiencias utilizando sólo 5 kg o inclusive dejándolo completamente de lado, reemplazándolo por materiales que contienen níquel⁶.



Figura 1. Cristales de espodumena. Tomado de Geology.com

1 Charted: Lithium Production by Country (1995-2020), <https://www.visualcapitalist.com/sp/charted-lithium-production-by-country-1995-2020/>

2 Reserves of lithium worldwide as of 2021, by country, <https://www.statista.com/statistics/268790/countries-with-the-largest-lithium-reserves-worldwide/>

3 Adamas: Tesla Consumed More Lithium Than Next 4 Brands Combined, <https://insideevs.com/news/505990/tesla-consumes-more-lithium-2020/>

4 The world needs 2 billion electric vehicles to get to net zero. But is there enough lithium to make all the batteries? <https://www.weforum.org/agenda/2022/07/electric-vehicles-world-enough-lithium-resources...ced>

5 IEA, 2021. Net Zero by 2050. A Roadmap for the Global Energy Sector.

Níquel: aparece en minerales como la pentlandita, la millerita, la niquelina y la galena. Se obtiene a través de la minería de lateritas que contienen limonita y garnierita y en depósitos de sulfuros magmáticos de pentlandita. Las mayores reservas se encuentran en Indonesia y Australia, pero el refinado se realiza principalmente en China. La razón primordial por la que se busca reemplazar el cobalto con níquel es cuestión de precios, y si bien es más barato, tampoco lo es tanto y por lo mismo también se está evaluando la posibilidad de eliminarlo por completo en las baterías, que requieren cerca de 35 kg de este mineral, sin contar el excedente necesario para sustituir el cobalto. El nuevo diseño de la batería contendría un cátodo intercrecido de sal de roca, que se construye principalmente con manganeso, que viene siendo un elemento mucho más barato que los anteriores⁷. Sin

embargo, todos estos esfuerzos están todavía en pruebas de laboratorio sin ser implementados comercialmente.

Conseguir desarrollar nuevos métodos de explotación y reciclaje de minerales para el poco plazo que tenemos es una tarea bastante complicada y pareciera que estamos ante un escenario no muy alentador, no obstante, los vehículos con baterías eléctricas no son la única opción hacia una atmósfera más limpia, podemos también recurrir al uso de transporte masivo alimentado con formas de combustibles fósiles con menor contenido de carbón, como el gas natural, y mejor aún, el uso de vehículos con celdas de hidrógeno... pero cómo conseguimos el hidrógeno? Esa ya es otra historia, que les contaré en otra oportunidad no muy lejana.

6 Reducing Reliance on Cobalt for Lithium-ion Batteries, <https://www.energy.gov/eere/vehicles/articles/reducing-reliance-cobalt-lithium-ion-batteries>

7 Electric cars and batteries: how will the world produce enough? <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02222-1>



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

¡Descubramos la geotecnia!

Saúl Humberto Ricardez Medina

Colaborador de la Revista

Existe la discusión sobre si la geotecnia es una rama de la Ingeniería Civil o de la Ingeniería Geológica, pero ¿Qué es la geotecnia? La geotecnia es la ciencia aplicada que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas, de los materiales en la corteza terrestre.

La geotecnia o también llamada Ingeniería Geotécnica es una ciencia aplicada distinta la cual utiliza la información geológica del área de estudio como el tipo de sedimentos, rocas, su comportamiento, la mecánica de suelos y rocas, ingeniería geofísica, hidrología y ciencias relacionadas, esta información es utilizada para el diseño y desarrollo de obras de ingeniería civil (fig. 1).

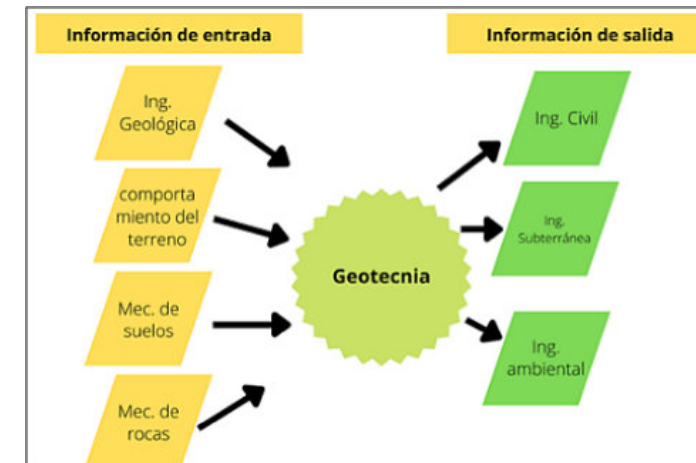


Figura 1: Modificado de geotecnia.ONLINE: Información de entrada y salida de la Ingeniería Geotécnica.

En palabras de Brandl, H. (2011) actualmente vivimos en la era de la alta tecnología. Aunque la ingeniería se encuentra en el centro del escenario convirtiéndose en la clave para la supervivencia, la ingeniería civil es una profesión muy incomprendida y ampliamente subestimada.

La mayoría de las personas que viven en países industrializados no son conscientes del logro de la ingeniería civil, el que tanta gente pueda vivir cómodamente en áreas tan relativamente pequeñas. Para las necesidades básicas de la sociedad, los ingenieros civiles construyen instalaciones de abastecimiento de agua y alcantarillado; construyen edificios de apartamentos y oficinas, fábricas, así como instalaciones de almacenamiento y silos. Para la distribución de mercancías construyen carreteras y vías férreas, canales, mercados, grandes almacenes y supermercados. Para la educación de los niños construyen todo tipo de escuelas y, cada vez más, intercambian escuelas, colegios y universidades por la educación y formación profesional, porque cada vez más

personas luchan por la educación superior para enriquecer sus vidas. Los ingenieros civiles construyen sistemas de abastecimiento de agua (potable), sistemas de riego y las instalaciones para obtener recursos naturales, construyen centrales eléctricas para la generación de energía, hospitales donde la gente espera curarse, instalaciones deportivas para la salud física, así como sistemas de eliminación de aguas residuales, desechos las plantas depuradoras de agua y los depósitos de basura para que la sociedad no se vea asfixiada por los residuos generados por la producción industrial y la vida cotidiana, y para evitar daños irreparables al medio ambiente. Además, los ingenieros civiles y geotécnicos minimizan los peligros naturales (por ejemplo, mediante la estabilización de deslizamientos de tierra, protección contra inundaciones, protección contra avalanchas y flujos de lodo, diseño de estructuras resistentes a terremotos, entre otros).

Un claro ejemplo de todo esto es que California en su momento se convirtió en el equivalente al séptimo país más rico del mundo no gracias al oro si no a las represas que han convertido Central Valley en un supermercado agrícola para el mundo. Las presas o represas cumplen la demanda de agua de las ciudades de costas desde San Diego hasta San Francisco con miles de millones de galones de agua dulce al año. Las represas permiten que Sacramento no sufra las devastadoras consecuencias de inundaciones regulares, además de que las represas suplen la demanda de la industria aeroespacial, de los microchips, cinematográfica o "punto com" de los estados con un promedio de 40 BMWh de electricidad: más que el carbón, el petróleo, energía geotérmica, las fuentes de energía eólica y solar combinadas.

La Ingeniería geotécnica es una de las áreas más difíciles de la ingeniería, se solía pensar que era debido a la naturaleza del terreno y al hecho de que es un material bifásico o incluso trifásico. Es mucho más complejo que los materiales de construcción más comunes como el acero, hormigón e incluso la madera con los que los estudiantes están más familiarizados. De acuerdo a la opinión del catedrático Burland, él llegó a la conclusión de que el principal problema se debe a la falta de apreciación de la cantidad de aspectos que deben considerarse al abordar un problema de mecánica de suelos, para Burland existen 4 aspectos distintos pero interrelacionados entre sí:

1. El perfil del terreno, incluidas las condiciones del agua subterránea.
2. El comportamiento medido u observado del suelo.
3. Predicción analítica utilizando modelos apropiados.
4. Experiencia adquirida a través de los años y/o conocimiento empírico.

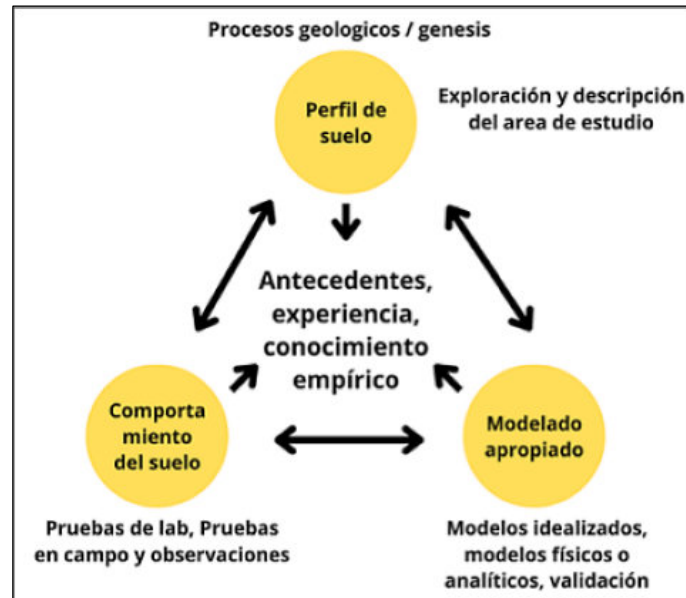


Figura 2. Modificado de Burland, J (s/n): triángulo de la geotecnia.

Todo esto puede resumirse con el triángulo de la geotecnia (fig. 2).

Establecer el perfil del suelo es el resultado clave de la investigación del sitio. Por perfil del suelo, me refiero a la descripción de los estratos sucesivos en términos simples de ingeniería junto con las condiciones del agua subterránea y las variaciones a lo largo del sitio. También es vital comprender los procesos geológicos y las actividades hechas por el hombre que formaron el perfil del suelo, es decir, su génesis. Burland está convencido de que 9 de cada 10 veces, las principales decisiones de diseño se pueden tomar sobre la base de un buen perfil de suelo.

Conocer el comportamiento del suelo implica la observación y medición. Incluye pruebas de laboratorio y de campo, observaciones de campo del comportamiento, incluidos los movimientos y el flujo de agua subterránea. A menudo se requieren metodologías rigurosas e instrumentación avanzada para este trabajo. Las mediciones requieren interpretación y para ello se requiere un marco analítico apropiado. Esto nos lleva a la actividad de modelado.

El término modelado se usa cada vez más y el ingeniero geólogo está muy familiarizado con el proceso de desarrollo de modelos geológicos.

- Por modelar nos referimos al proceso de idealizar o simplificar nuestro conocimiento del mundo real.
- Ensamblar estas idealizaciones apropiadamente en un modelo que luego sea susceptible de análisis y, por lo tanto, de predicción de la respuesta. A menudo les

digo a los estudiantes que “analizar es primero que idealizar”.

- El proceso de modelado no se ha completado hasta que la respuesta ha sido validada y evaluada.
- El procedimiento puede implicar varias iteraciones. Así, el proceso de modelado es mucho más que simplemente realizar un análisis. Un modelo puede ser conceptual muy simple, puede ser un modelo físico 1g o un modelo centrífugo, puede ser un modelo numérico muy sofisticado. Al usar el término “modelo” estamos enfatizando el proceso de idealización y desmitificando el proceso analítico. El Triángulo Geotécnico ayuda en esto.

Muchos de los procedimientos de diseño y construcción son producto de la experiencia empírica a lo largo de una vida de trabajo relacionando diferentes casos de estudio así como problemáticas durante la vida laboral del Ingeniero en geotecnia.

A modo de conclusión la Ingeniería geotécnica es una ciencia aplicada aparte de la Ingeniería civil e ingeniería geológica la cual utiliza la información de entrada de la ingeniería geológica para tomarla en cuenta y utilizarla en el desarrollo de proyectos de ingeniería civil, la ingeniería geotecnia se complementa de estas 2 ciencias, las cuales son de crucial importancia para la mitigación de daños por fenómenos naturales como terremotos, inundaciones, procesos de remoción de masas, hundimientos, así como además de atender a las necesidades que van en aumento debido al crecimiento de la población mundial como el actual problema de la crisis inmobiliaria en donde cada vez es más común el concepto de “smart houses” los cuales buscan maximizar espacios pequeños para que estos cubran todas las necesidades básicas de hoy en día, aunado a esto el nivel de vida que requiere cada vez más energía, por lo tanto se requiere la mejora y renovación de las centrales eléctricas existentes y el diseño y construcción de nuevas centrales eléctricas. Los pequeños proyectos hidroeléctricos son un complemento valioso para los proyectos a gran escala y ahorran recursos naturales no renovables como el petróleo y reducen los impactos ambientales (contaminación del aire). Las pequeñas centrales hidroeléctricas ciertamente tienen un gran futuro en la industria de las energías renovables.

Bibliografía

Burland, J. (s/n). Personal reflections on the teaching of soil mechanics. septiembre 2, 2022 de Imperial College London, UK. Sitio web: https://www.academia.edu/44228484/Burland_Teaching_of_Soil_Mechanics

Brandl, H. (2011). IMPORTANCE OF GEOTECHNICS IN TODAY'S AND FUTURE CIVIL ENGINEERING - Public image, risks and responsibilities and future aspects of civil/

geotechnical engineering. septiembre 2, 2022 de Vienna University of Technology. Sitio web: <https://hrcak.srce.hr/file/110411>

Belandria, N. (s/n). TEMA 1. INTRODUCCIÓN A LA GEOTECNIA INTRODUCCION A LA GEOTECNIA. septiembre 1, 2022 de Grupo de Investigación en geología aplicada (GIGA). Sitio web: https://www.academia.edu/36843968/TEMA_1_INTRODUCCI%C3%93N_A_LA_GEOTECNIA_INTRODUCCION_A_LA_GEOTECNIA



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

Das, B & Sobhan, K. (2012). Principles of Geotechnical Engineering. CENGAGE Learning.

geotecnia.ONLINE (septiembre 15, 2017). GEOTECNIA ¿Qué es? - definición - ¿Para qué sirve? - ¿Cómo se puede aprender? [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=2xvSEYaBSHs>

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

El Daiquirí, el coctel geólogo-minero.

Dr. Rafael Tenreyro Pérez

Melbana Energy

La Habana, Cuba

El Daiquirí es el más popular de los cocteles de ron y en cualquier encuesta se clasifica siempre entre los cinco más consumidos en el mundo. Lleva el nombre de una mina de hierro situada al Este de Santiago de Cuba y no es por casualidad – un geólogo y un minero se unieron para su invención un caluroso día de junio de 1905. El ingeniero coronel del ejército libertador Domenico Pagliuchi, a la sazón administrador de las minas de El Cobre, visitaba al geólogo norteamericano Jennings S. Cox en la mina de Daiquirí. Después de agotados los asuntos, Pagliuchi sugirió tomar algo. Cox se disculpó:

- Me va a perdonar, en mi despensa ya no me queda ni gin, ni vermut, ni whisky, pero, tengo bastante ron.

Inmediatamente puso en una coctelera: ron, azúcar de caña, limón, abundante hielo finamente picado y lo batió bien, sirviéndolo sin colar con el hielo granizado.

Pagliuchi le preguntó:

- ¿Cómo se llama este coctel?

A lo que Cox respondió:

- No tiene nombre ... yo le llamo Rhum Sour.

En los Estados Unidos era popular un coctel llamado Whisky Sour, una mezcla de Bourbon whisky, jugo de limón, azúcar y, opcionalmente, clara de huevo, agitado y servido directamente o sobre hielo picado. Entonces Pagliuchi le dijo:

- Ese nombre es muy largo. ¿Por qué no llamarlo Daiquirí?

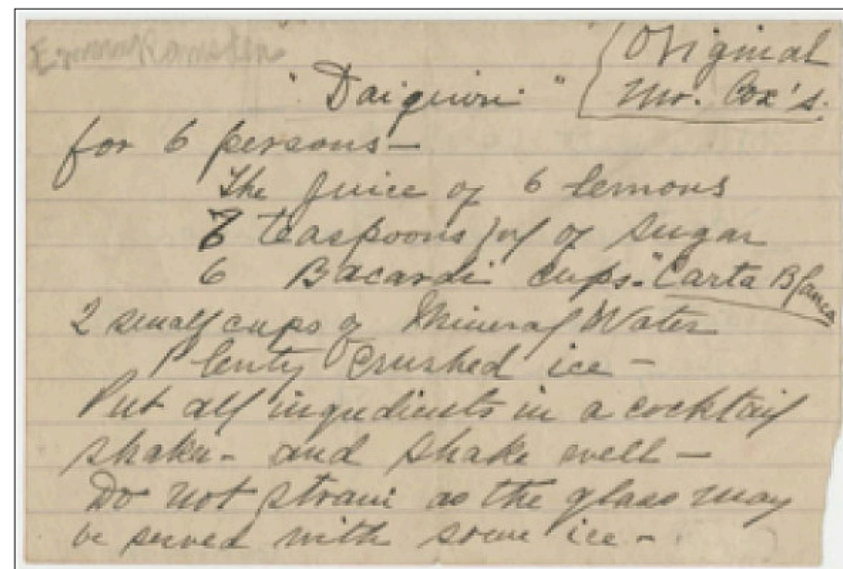
A Cox le encantó el nuevo nombre. Con el ánimo del descubrimiento, un par de semanas más tarde, visitan ambos el Bar Americano del, hoy desaparecido, Hotel Venus en Santiago de Cuba. Pagliuchi se recostó en la barra y haciéndole un guiño a Cox le dice al cantinero:

- Barman, por favor, sírvanos un Daiquirí.

El asombrado cantinero le dice:

- Me excusa, coronel, pero yo no conozco ese coctel.

Al instante Cox y Pagliuchi saltaron del otro lado del mostrador y prepararon varios Daiquirís para los presentes con un éxito inmediato. Durante algún tiempo fue consumido en la ciudad y adoptado por la oficialidad norteamericana como coctel insignia, ya que fue precisamente en la playa de Daiquirí donde desembarcaron sus tropas el 25 de abril de 1898. Además, el Servicio Médico de la Armada lo instauró como remedio para prevenir el escorbuto.



Receta original escrita a mano por el ingeniero Cox.

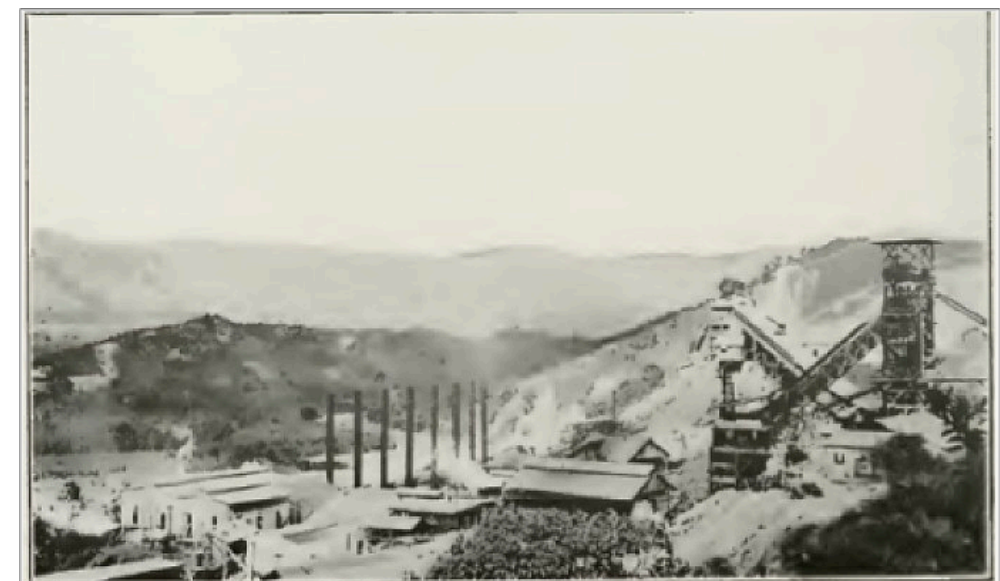
El manuscrito de la receta original de Cox ha sobrevivido e incluye: el jugo de seis limones, seis cucharaditas de azúcar, 177 ml de ron Carta Blanca, dos pequeñas tazas de agua mineral y un montón de hielo picado, todos agitados juntos en una coctelera. El Daiquirí llega a La Habana, de la mano del propio Pagliuchi en un viaje suyo a la capital cubana, donde alcanza la fama definitiva y la notoriedad que lo convertiría en uno de los mitos de la coctelería mundial.

Francesco Domenico Pagliuchi (Frank) nació en Pontedera, Toscana, en la provincia de Pisa, el 6 de noviembre de 1869. Emigró a los Estados Unidos en el Vapor City of Paris desde Londres en septiembre de 1893, después de concluir en Inglaterra sus estudios de ingeniero en minas. Se enrola en un barco de bandera argentina como oficial maquinista. En una escala en Nueva York, los revolucionarios cubanos de la emigración le invitan a una reunión. Allí, escuchó al líder revolucionario Jose Martí y quedó para siempre atraído por la causa cubana. Pagliuchi participó en la tripulación de un primer barco con una expedición hacia las costas cubanas en 1896 y, luego muchas más, todas misiones riesgosas. Los peligros reales de la navegación, en los maltrechos y viejos buques que podían contratar los cubanos con sus exiguos fondos, era el menor de todos. Todos conocían la suerte corrida por varias expediciones que luego de apresados todos eran pasados por las armas.

Al EE.UU. declararle la guerra a España en 1898, el gobierno americano asumió el avituallamiento del Ejército Libertador, utilizando sus propias unidades navales. La inexperiencia de la Armada norteamericana para operar en Cuba la llevó a varios estruendosos fracasos. Por tal razón se recabó la ayuda de los hombres del Departamento de Expediciones, Pagliuchi fue destinado a formar parte de estas. El 15 de junio pasó a formar parte del Estado Mayor del Ejército de EE.UU. Llegó con flota expedicionaria de 47 buques llenos de tropas y pertrechos a las costas sureñas del oriente cubano. Desembarcó con el General Shafter, comandante de la expedición, al que le sirvió de traductor en las conversaciones con el comandante en jefe de las tropas cubanas Calixto García. Fue testigo ocular del descalabro de la Armada de Cervera por las naves a cargo del Almirante Sampson el 3 de julio del 1898. El 17 del mismo mes, fue el único mambí que entró con las tropas foráneas a Santiago de Cuba cuando se rindió el General Toral.

Pagliuchi fue, además, fotógrafo y periodista. reportero de guerra y especial para varias publicaciones norteamericanas especialmente Harper's Weekly donde a lo largo de dos años publicó historias siempre ilustradas con fotos.

Concluida la guerra Pagliuchi como ingeniero en minas se dio a la tarea de conseguir capital para reactivar las viejas minas de El Cobre, para lo cual se incorporó la El Cobre Mines Company. En 1902, consiguió el apoyo de William A. Chandler, un rico neoyorquino veterano de la Guerra hispano - cubano – americana. Después se traslada a Sudamérica, donde administra dos minas de oro. Estando en Venezuela en el año 1920, un cazador encontró un trozo de mineral de hierro de alta calidad en las inmediaciones de El Pao, lo entregó en Ciudad Bolívar a Pagliuchi, quien formó una sociedad e hizo el denuncia de la mina. Regresa de nuevo a Cuba hasta que se instala definitivamente en 1934. Pagliuchi se interesó por otras zonas productoras, particularmente en la exploración de nuevos yacimientos de cobre en una pequeña mina denominada El Salvador cercana a la ciudad de Bayamo. Se relaciona también con la minería de hierro, en particular los denuncios cercanos al arroyo El Naranjal en el río La Plata. Pagliuchi participa en la exploración petrolera con la adquisición de



Mina de El Cobre en 1915

permisos en las cercanías de Placetas. El valiente y corajudo toscano Francesco Pagliuchi, insigne capitán de la causa independentista cubana, fallece en la ciudad de la Habana en 1945.



Jennings S. Cox Jr.

Jennings S. Cox Jr. fue un ingeniero minas y geólogo norteamericano que vivió durante decenas de años en Cuba a partir de 1892 y por lo menos hasta 1912. A lo largo de su tiempo de labor progresó desde la posición de geólogo de mina a gerente general de la Spanish American Iron Company. Cox trabajó especialmente en las minas de magnetita y hematita que se encontraban en Daiquirí a unas cuatro millas al este de Santiago de Cuba cerca de la costa. La mina de Daiquirí era la mayor alcanzando un volumen de exportación de 74 000 toneladas en 1894.

Además de su labor en los yacimientos del sur, Cox se considera que es el geólogo que descubre la importancia industrial de los yacimientos de limonita, ligado con óxido de cromo silicato de níquel y otros del norte de la actual provincia de Holguín en una amplia región al este de Mayarí. Los suelos rojos ferruginosos de la corteza de meteorización abarcan decenas de kilómetros cuadrados en uno de los yacimientos más importantes del mundo de níquel, cobalto y hierro. J. S. Cox organiza proyectos de evaluación de las cortezas de meteorización en la Sierra Cristal y Moa desde 1904 y hasta 1910. La evaluación de las cortezas o “plancha” con análisis químicos revelaron que no solo la corteza sino también las ofiolitas subyacentes tienen alto valor económico. El reporte llevó a la construcción en 1907 de una planta en Felton por parte de la Spanish-American Iron Co. la cual concluye en 1909.

Como dato curioso se puede apuntar que Cox alojó en su casa de Cuba al escritor y periodista Richard Harding Davies quien escribió allí su famosa novela “Soldiers of Fortune” en 1897 inspirada en historias contadas por el propio Cox. La novela que fue muy popular es considerada la primera sobre el entonces naciente imperialismo norteamericano.



Minas de Daiquirí al este de Santiago de Cuba.

Complejo Intrusivo de la Isla San Pedro Nolasco

Golfo de California, Sonora, México.

El Complejo Intrusivo Isla San Pedro Nolasco ocurre en una pequeña isla que hace parte de un alto estructural (40 km de largo), sumergido en el Golfo de California y delimitado por fallas dextrales NW-SE, cerca al límite de las placas Pacífico –Norte América. Está compuesto por un stock tipo *sheet-like* de composición intermedia y félsica que es a su vez intrusionado por un enjambre de diques intermedios y ácidos. Tiene una edad correspondiente al Mioceno tardío (9-10 Ma). Sus rocas no han sido reconocidas en ninguna otra isla o en los márgenes del Golfo de California. Estas son de afinidad calco-alcalina y transicional donde se destaca la presencia de una asociación mineralógica con ferromagnesianos anhidros (anfíbol y biotita). Se considera que este bloque continental aislado pudo migrar 100 km de su posición original y tratarse de un ejemplo de un joven micro-continente.

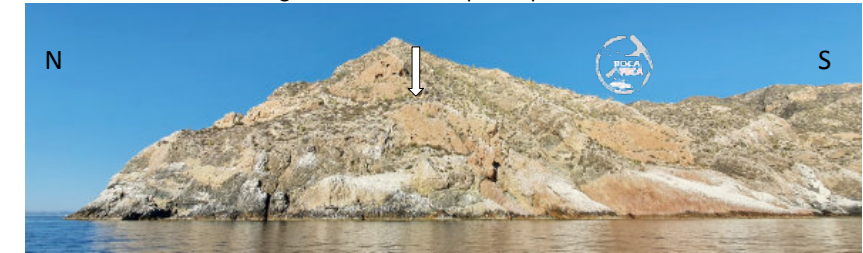
Referencia bibliográfica:

Velderrain-Rojas, J.R. Vidal-Solano, L.M. Alva-Valdivia, R. Vega-Granillo, M. López-Martínez., 2022. Isla San Pedro Nolasco as a Late Miocene intrusive record at the eastern margin of the Gulf of California: Insights from geological, geochemical and geochronological studies, *Geoscience Frontiers*, Volume 13, Issue 3, 101351.

<https://doi.org/10.1016/j.gsf.2022.101351>



Complejo intrusivo de la Isla San Pedro Nolasco (~ 4km de longitud), se observa un stock laminado granitoide cortado por diques félsicos NNW-SSE.



Diques sub-verticales ácidos de grano fino (~15m de espesor) disectados por fallas por fallas dextrales y normales oblicuas de rumbo 310-350° Az.



Diques sub-verticales ácidos e intermedios en un stock laminado de grano grueso con alternancia de composiciones félsicas e intermedias.



Aspecto del Complejo Intrusivo en la cumbre desértica de la ISPN, con vista hacia el Este, a los vestigios volcánicos del Mioceno tardío en continente (Sonora, México).



Vista al SE de la exposición, en la cima de la ISPN, de las composiciones intermedias y félsicas del stock laminado, que presentan un rumbo azimutal de 17-45° y ligeros echados de 10 a 30° al SE o S.

Aportaciones: La Rocateca, Jesus Roberto VIDAL SOLANO, Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México. www.rocateca.unison.mx



Todas las rocas del Complejo Intrusivo de la Isla San Pedro Nolasco se caracterizan por ser equigranulares con feldespato, anfíbol y biotita: A, Cuarzo-Monzodiorita de grano medio del stock laminado; B, Diorita de grano fino del contacto entre las facies félsicas del stock laminado; C, Monzo-Granito de grano medio a grueso del stock laminado con desarrollo de motas de epidota y anfíbol; D, Cuarzo-Diorita de grano medio del stock laminado.

Aportaciones: La Rocateca, Jesus Roberto VIDAL SOLANO, Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.
www.rocateca.unison.mx



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

Volcán de Fuego de Colima: Paradigma del geopatrimonio del Cinturón Volcánico Transversal Mexicano

Laura Itzel González León¹

¹ Licenciatura en ingeniería en Geología ambiental, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo – go341099@uaeh.edu.mx

Palabras clave: Volcán de Colima, Geopatrimonio, Cinturón Volcánico Transversal Mexicano.

Durante años hemos leído y escuchado sobre protección y conservación de la naturaleza con un enfoque a la biodiversidad; con ello hemos desatendido el hecho de que el mundo natural va más allá de los seres vivos, pues existen factores abióticos que determinan el escenario donde los seres vivos nos desarrollamos. La heterogeneidad de ecosistemas que encontramos debe su existencia en gran parte a la diversidad geológica y geomorfológica de nuestro planeta. Claro está que estos procesos ocurren, mayoritariamente, en periodos tan largos que el ser humano no es capaz de percibir la magnitud de los mismos.

Cuando hablamos de geodiversidad nos referimos no solo a las formaciones rocosas con las que se hallan nuestros ojos cuando observamos al horizonte; sino que hablamos de todas aquellas manifestaciones de las fuerzas endógenas y exógenas que han modelado la superficie terrestre durante millones de años en condiciones tan excepcionales, que resulta poco probable que estas condiciones ambientales similares en diferentes tiempos geológicos.

Palacio y Vázquez (2016), definen a la geodiversidad como “la variedad natural de la superficie terrestre en términos de su geología, geomorfología, suelos y agua, así como otros sistemas creados por procesos naturales”. En el día internacional de la Geodiversidad, la UNESCO (2021) hizo hincapié en que es esta variedad la que sustenta a la biodiversidad y, ante los daños irreversibles generados en ella por cambios de usos de suelo o urbanización, es necesario tomar medidas para su preservación.

Es a través de lo anterior que llegamos a un elemento clave del sistema llamado Geodiversidad: el geopatrimonio. Este es reflejado en todas aquellas cuestiones que, debido al valor científico, la estrecha relación con los factores biológicos y culturales de una región y su potencial educativo, merece ser protegido y conservado. Una de estas cuestiones son los “geositios”, que son regiones con interés geológico que guardan información sobre la evolución geológica de nuestro planeta.

Un extraordinario ejemplo de geopatrimonio en el territorio mexicano lo encontramos en el Volcán de Fuego de Colima (VFC) o Volcán de Colima, que destaca por ser el volcán más activo de México con alrededor de 50 erupciones en los últimos 430 años (Ostrooumov, 2011).

El VFC es un estratovolcán de composición andesítica perteneciente al Complejo Volcánico de Colima (CVC), localizado al occidente de México entre los municipios de Comala y Cuahtémoc (Estado de Colima) y Tuxpan, Zapotitlán y Tonila (Jalisco). En las coordenadas geográficas 19°30'45" N y 103°37' W a 3860 m.s.n.m. dentro del Cinturón Volcánico Transversal Mexicano (CVTM); un arco volcánico de más de 1000 km de longitud que atraviesa el país de este a oeste.

La historia geológica del Volcán de Fuego de Colima se remonta al Pleistoceno, resultado de la subducción de las placas de Cocos y Rivera bajo la Placa Norteamericana. A 175 km al norte de la Trincheras Mesoamericana, el VFC es la estructura más joven de una cadena volcánica con dirección N-S dentro del Graben de Colima que incluye además a los volcanes Cántaro y Nevado de Colima (Figura 1).

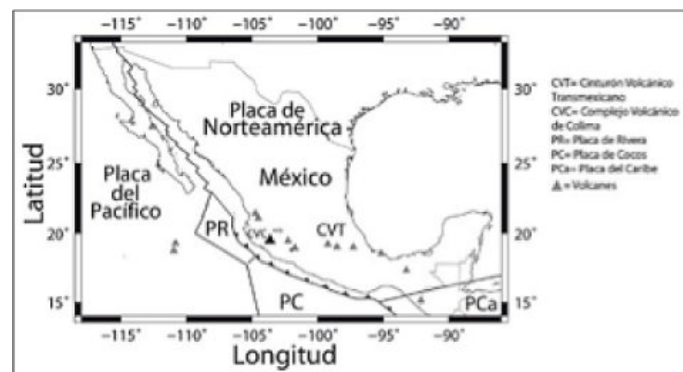


Fig. 1 – Localización del Complejo Volcánico de Colima en la parte occidental del Cinturón Volcánico Transversal Mexicano (CUVEI, 2022).

De acuerdo a Varley (2015), la geología regional se compone de rocas del Jurásico y calizas del Cretácico que han sido plegadas y que subyacen a rocas sedimentarias marinas del Cretácico Superior y formaciones graníticas y flujos piroclásticos andesíticos de edad Cuaternaria.

Las unidades litoestratigráficas propias del Volcán de Colima descritas por Rodríguez-Elizarrarás (1995) que constituyen aproximadamente 6.85 km³, incluyen a la andesita La Lumbre, el lahar Cofradía, la andesita El Playón y la Grava Cordobán.

Como sabemos, los estratovolcanes son producto de procesos eruptivos cíclicos de destrucción-reconstrucción que concentran el material incandescente cerca del cráter. En el caso del VFC, estos ciclos están bien delimitados por la formación de un domo volcánico que tapona el cráter y su posterior expulsión por la acumulación de la presión de los gases que alcanzan la superficie.

La historia eruptiva del VFC ha sido registrada por el Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima a partir de textos históricos desde el año 1560 hasta el presente, destacando entre ellas las de los años 1585, 1622, 1890, 1903, 1913, 2003 y 2005, y la más reciente en febrero de 2017 (Figura 2).



Fig. 2 – Actividad reciente del Volcán de Fuego de Colima (Fotografía cortesía de Raúl Arámbula).

La actividad del VFC ha variado entre fases efusivas y explosivas. Con base en los estudios petrológicos y geoquímicos realizados por Luhr (2002) y Mora et al. (2002), podemos caracterizar a las fases efusivas por la emisión de andesitas (61 wt% de SiO₂), mientras que el material expulsado durante las fases explosivas tiende a ser ligeramente más básico (58-59 wt% de SiO₂). Además, los registros de estas erupciones han definido que los ciclos del VFC finalizan con un cambio de estilo eruptivo que va del subpliniano a pliniano (Centro Universitario de Estudios Vulcanológicos, 2022).

Jiménez (2018) resalta la rápida evolución geomorfológica que ha tenido el volcán a causa de la constante expulsión de material piroclástico con temperaturas mayores a los 500° C, que ha erosionado el cono y cuyos flujos piroclásticos han generado derrames en las abruptas pendientes (>45° en las proximidades del cráter) de sus flancos occidente y sur (figura 3).

Desde épocas prehispánicas, los habitantes de Colima poseían una cultura entorno al VFC al que guardaban respeto y presentaban ofrendas como si de un Dios se tratase, pero no fue hasta el siglo XX cuando la intermitente pero constante actividad del VFC le dio el mérito de ser objeto de estudio a escala local, nacional e internacional. Así, múltiples ingenieros, vulcanólogos, geólogos, naturalistas, montañistas, minerólogos,



Fig. 3 – Esquema de los principales flujos piroclásticos y estructuras del Volcán de Colima (Cooperativa Crassula, 2022).

químicos y fotógrafos, por mencionar algunos, giraron la vista para convertirlo en un icono multidisciplinario en el que se han desarrollado diversas ascensiones, representaciones gráficas y observaciones. Su esplendor ha quedado plasmado en cuadros como los del pintor y naturalista Johann Moritz Rugendas o en las crónicas de Juan S. Vizcaíno donde se relata la influencia de la actividad volcánica en la región (García, 2020).

El gran aporte del VFC a la ciencia mineralógica nacional fue detallada por Ostrooumov (2011), quien investigó las fases minerales que se cristalizaron en el proceso del enfriamiento de los gases volcánicos. Además de los anteriormente descritos cristales de oro, sulfuros y sulfatos de vanadio y telurio, Ostrooumov, descubrió un nuevo mineral con composición $(K_{2.95}Na_{0.06}V_{3.01}S_{1.03}S_{3.97})$ que fue aprobado en 2008 con el nombre de “Colimaíta” por la Comisión de Nuevos Minerales, Nomenclatura y Clasificación (CNMNC) de la Asociación Internacional Mineralógica (IMA).

Es más que evidente la relevancia científica del estudio del VFC para entender los procesos volcánicos actuales. Sin embargo, el papel de este coloso no se detiene ahí. Los volcanes como el de este texto, poseen un rol ecológico inconmensurable. Por los flancos del Volcán de Colima fluye un drenaje de tipo dendrítico, paralelo y radial que abastece a los afluentes que se forman en el piedemonte y que desembocan en el Océano Pacífico; otros más forman pequeños lagos en la zona sur del volcán.

Los caminos formados por los flujos piroclásticos que son surcados por las aguas meteóricas en épocas de lluvias y las fallas extensionales generadas por los desplazamientos rocosos, terminan dando paso a la diversidad en el relieve del CVC (Figura 4) que se personifica en la transición biogeográfica entre las selvas tropicales, los bosques templados y las zonas semiáridas (Calvo, 2016; Jiménez, 2018). Esta complejidad ecológica se ve favorecida por la fertilidad de los suelos desarrollados en la periferia del VFC, dando lugar al cultivo de cítricos y caña de azúcar, que han destacado a la región como productor nacional.



Fig. 4 – Diversidad paisajística en zonas aledañas al Volcán de Colima.

Otro caso que integra la bio y geodiversidad del VFC y que no puede ignorarse es el cultivo de agave (Figura 5) descrito por Lucio (2015). Los productores de mezcal, una bebida artesanal mexicana, han fomentado las prácticas sustentables para el cultivo de agave mezcalero que localmente alcanza más de 20 variedades. Pero el cultivo de agave mezcalero no solo aporta beneficios económicos para la población, sino que además brinda servicios ecosistémicos reduciendo la erosión, reteniendo la humedad y favoreciendo la variedad edáfica.



Fig. 5 – Cultivo de agave con el Volcán de Fuego de Colima al fondo.

A pesar del papel de los volcanes en los ecosistemas, las erupciones volcánicas destacan entre los peligros naturales de carácter geológico. Por su vehemente actividad y su cercanía con núcleos poblacionales, el VFC no queda exento de considerarse un escenario de riesgo dentro de un área de alrededor de 7'850 km² con más 500'000 habitantes (CENAPRED, 2019).

El seguimiento de la actividad del VFC, para prevenir riesgos, ha sido realizada desde hace décadas, pero los avances tecnológicos en cuanto a teledetección en los últimos años han corregido algunos de los errores y superado las dificultades en el monitoreo de gases

volcánicos como las sufridas durante las investigaciones de Rodríguez-Elizarrarás (1995) en las que expresó la dificultad para tomar muestras representativas de gases de origen magmático (SO₂, H₂S, CO₂, Cl, F, etc.) debido al alto grado de fracturamiento en la cima que permite la circulación de aire libre al conducto volcánico y la disminución de la temperatura.

Actualmente, para conocer los indicadores de erupción volcánica en el VFC son utilizados instrumentos como el Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS) empleado por Jiménez-Escalona et al. (2011) para obtener las variaciones de los gases volcánicos emitidos, principalmente SO₂, la dinámica de las cenizas y gases en la atmósfera y la influencia de esta última en la morfología de la columna eruptiva a través de imágenes satelitales. Asimismo, las imágenes de infrarrojo térmico para conocer las anomalías de temperatura y los estudios aeromagnéticos como los realizados por López-Loera et al. (2011), hacen posible delimitar estructuras volcánicas y cuerpos intrusivos indetectables mediante otros métodos. Gracias a ello, López-Loera y sus colaboradores detectaron que la fuente asociada a las anomalías del VFC se relaciona con una posible cámara magmática de forma alargada N-S, con una longitud de más 6.8 km y un espesor de hasta 5.6 km.

Los registros de la actividad del Volcán de Colima llevados a cabo por la Red Sísmica Telemétrica del Estado de Colima (RESCO), el Centro Universitario de Estudios Vulcanológicos (CUEIV), los Sistemas Estatales de Protección Civil, así como los del Centro Nacional de Prevención de desastres han permitido generar Atlas y Mapas de Riesgo Volcánico como la Adaptación del mapa de peligros del volcán de Fuego del Centro Nacional de Prevención de Desastres presentada en la figura 6.



Fig. 6 – Mapa de dispersión de ceniza y Caída de Balísticos. Centro Nacional de Prevención de Desastres (2019).

El análisis llevado a cabo por Hernández et al. (2003) señala que los asentamientos cercanos al VFC se dedican al sector primario, por lo que los grupos más vulnerables en caso de un incidente volcánico serían el agrícola y el ganadero; seguidos por aquellos relacionados con las vías de comunicación y los suministros de electricidad y agua. Debido a que en el extremo norte el Nevado de Colima actúa como una barrera topográfica, la zona sur es más susceptible a sufrir daños. Por lo anterior, las localidades meridionales se encuentran vigiladas continuamente por Protección Civil; organismo encargado de desarrollar planes de emergencia y rutas de evacuación.

Aunque no existe peligro inminente de una erupción volcánica, la cartografía de riesgo volcánico elaborada por Rodríguez-Elizarrarás (1995) destaca que los lahares podrían rellenar canales y barrancos interrumpiendo las vías de acceso entre las comunidades. Un análisis a la figura 3, nos indica que los poblados al suroeste y sureste del VFC, son los más susceptibles a sufrir estos riesgos. Por otro lado, los flujos de ceniza, se transportan en dirección de los vientos dominantes, que en la región actúan hacia el norte, noreste y este (Figura 6); por lo que los poblados localizados en estas direcciones son los que resultan mayormente afectados por los eventos de caída de ceniza en los que se incluyen daños en la infraestructura local y colapsos de techos.

No menos importantes resultan los derrames de lava, que si bien, se restringen al flanco norte conocido como “El Playón”, y hay que considerar que el material lávico puede ser encauzado y transportado a través de las barrancas circundantes causando incendios forestales y problemas en el abastecimiento de agua.

Tampoco es descartable la posibilidad de formación de un cono parásito en los flancos de la estructura como ocurrió en 1869, cuando la debilidad del terreno suroccidental dio lugar a la formación de “El Volcancito”. Las avalanchas y surgencias basales como la ocurrida en Monte St. Helens, en las que uno de los flancos de la estructura volcánica fue completamente desplazado es poco probable en el actual edificio del VFC; no obstante, estudios realizados en depósitos anteriores reflejaron que uno de estos eventos tuvo lugar en la estructura precedente sobre la que reposa el VFC: el “Paleovolcán de Fuego o Paleofuego”, produciendo la destrucción casi total de dicha estructura volcánica hace alrededor de 4'300 años resultando en una estructura caldérica de 6.5 x 4 Km de la que ahora solo quedan vestigios y capas de piroclastos que alcanzaron distancias de hasta 40 km (Stoopes & Sheridan, 1992; Suárez y Saavedra, s.f.).

El último Boletín técnico semanal de la actividad del Volcán de Colima publicado por la Universidad de Colima (2022), correspondiente al día 1 de julio de 2022, señala que se han contabilizado 5 derrumbes, pero no existen señales de anomalías térmicas en el cono volcánico y que las emisiones gaseosas permanecen de baja intensidad, acompañadas de una baja actividad sísmica y una nula deformación por lo que no existe un alto índice de peligro por erupción.

Tras toda la serie de datos presentados que giran en torno al Volcán de Fuego de Colima, es fácil deducir la importancia que ha tenido en la compleja configuración geológica y geomorfológica del paisaje nacional. El amplio registro histórico de su actividad eruptiva también marca una pauta para entender el comportamiento de volcanes con un marco tectónico afín.

Comprender la geodiversidad como hasta ahora lo hemos hecho con su contraparte viva, nos permitirá aprovechar los servicios ecosistémicos que nos brinda y que ha favorecido el desarrollo de los pueblos desde épocas prehistóricas. Además, lugares como el VFC pueden emplearse como herramientas de divulgación científica en el área de las Ciencias de la Tierra que impulsen la investigación vulcanológica, creen conciencia en la sociedad sobre los riesgos volcánicos y promuevan el geoturismo como parte de un desarrollo local en zonas de alta marginación como lo son las localidades que circundan el Volcán de Fuego de Colima.

Agradecimientos

A Raúl Arámbula, quien con el lente de su cámara capturó los paisajes que me motivaron a desarrollar este resumen; y por permitirme utilizar su arte para ilustrar este texto.

Referencias

Calvo, L., 2016. Riesgos hidrovulcánicos en el volcán Fuego de Colima, México. Universidad Complutense De Madrid.

Centro Nacional de Prevención de Desastres, 2019. Volcán de Colima: dispersión de ceniza y caída de balísticos. Centro Universitario de Estudios Vulcanológicos, 2022. Volcán de Colima. <https://portal.ucol.mx/cueiv/Volcan-colima.htm>

García, R., 2020. Prácticas científicas en el Volcán de Colima durante la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX. Saberes: Revista de historia de las ciencias y las humanidades, 3-8, 41-74.

Hernández, L., Cruz, H.- Márquez, B., Suárez, C., Padlog, M. y Palomar, P., 2013. Aproximación al análisis de la vulnerabilidad del Volcán de Fuego de Colima (Jalisco, México). *Vegueta*, 7, 241-254.

Jiménez-Escalona, J., Delgado-Granados, H., Realmuto, V., 2011. Use of MODIS images to study eruptive clouds from Volcán de Fuego de Colima (México) and applications on volcano monitoring. *Geofísica Internacional*, 50-2, 199-210.

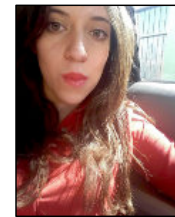
Jiménez, M., 2018. Caracterización geomorfológica del Volcán de Fuego de Colima. Universidad Autónoma del Estado de México.

López-Loera, H., Urrutia-Fucugauchi, J., Alva-Valdivia, L., 2011. Estudio aeromagnético del complejo volcánico de Colima, occidente de México – implicaciones tectónicas y estructurales. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28-3, 349-370.

Lucio, C., 2015. Mezcales y diversidad biocultural en los

alrededores del Volcán de Colima. *EntreDiversidades*, 2, 13-43.
 Luhr, J.F., 2002, Petrology and geochemistry of the 1991 and 1998-1999 lava flow from Volcán de Colima, México: Implications for the end of the current eruptive cycle: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 117, 1-2, 169-194.
 Mora, J.C., Macías, J.L., Saucedo, R., Orlando, A., Manetti, C., Basille, O., 2002, Petrology of the 1998-2000 products of Volcán de Colima, México: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 117, 195-212.
 Ostrooumov, M., 2011. La colimaita, nuevo mineral en el Volcán de Colima. *Ciencia*, 3, 40-43.
 Palacio, J., Vázquez, L., 2016. Geodiversidad y Geopatrimonio. *Geografía de México: una reflexión espacial contemporánea*, 2-6, 102-114.
 Rodríguez-Elizarrás, S., 1995. Estratigrafía y Estructura y del Volcán de Colima, México. *Revista*

Mexicana de Ciencias Geológicas. 12-1, 22-46.
 Rodríguez-Elizarrás, S., 1995. Consideraciones preliminares sobre riesgo en el Volcán de Colima, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 12-1, 47-51.
 Suárez, S., Saavedra, G., s.f. Análisis y mapa de riesgo del Volcán Colima, México. Centro de investigación de la Facultad de Geografía. Universidad de Guadalajara, México.
 UNESCO, 2021. Día internacional de la geodiversidad. Consejo Ejecutivo, 211ª reunión. 211 Ex/37.
 Universidad de Colima, 2022. Boletín técnico semanal de la actividad del Volcán de Colima. Boletín No.284.
 Varley, N., 2015. La evolución de la actividad reciente del Volcán de Colima. Unión Geofísica Mexicana A.C. <https://ugm.org.mx/site/webinario-evolucion-volcan-de-colima/>

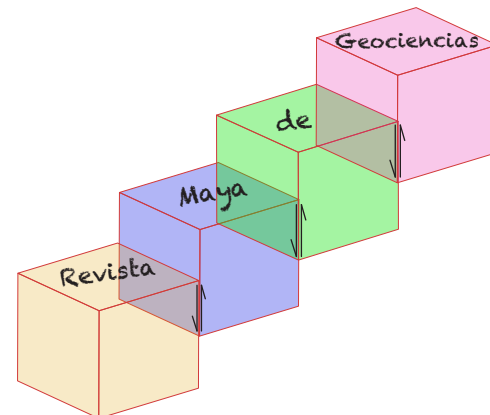


Laura Itzel González León, es estudiante de la carrera de ingeniería en Geología ambiental, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería).

Sus principales áreas de interés son la geotecnia, geotermia, sistemas de información geográfica, gestión de cuencas hidrográficas y riesgos geológicos.

Actualmente ejerce como prestadora de servicio social en el Geoparque Mundial de la UNESCO Comarca Minera haciendo divulgación referente a geopatrimonio.

itzelleon2909@gmail.com



Fuerte descenso del Golfo de México en el Paleógeno de hipótesis a teoría

Joshua Rosenfeld
Editor de la Revista

Este artículo originalmente fue publicado en inglés en abril de 2020 en la revista *Explorer* de la Asociación Americano de Geólogos Petroleros (A.A.P.G.). Es la historia de una idea (hipótesis) que a través de los años sigue añadiendo pruebas y que explica rasgos que de otra manera no pueden explicarse. Entonces, la hipótesis de 2002 es ahora la teoría de 2022.

En 2002 la petrolera Unocal reveló que su pozo Trident-1, perforado en aguas profundas del Golfo de México costa fuera de Texas, 400 kilómetros mar adentro de la orilla de la plataforma continental actual, encontró más de 400 metros de espesor con ~70% de arena neta en la Formación Wilcox Inferior (Paleoceno). Junto con Art Berman, contemplamos un mapa del Golfo pensando cómo pudiera haber llegado tanta arena hasta la cuenca tan lejos de la plataforma. Nuestra hipótesis fue que esto ocurrió por un fuerte descenso del nivel base, aunque no habían grandes variaciones eustáticas del océano mundial en ese tiempo.

El registro del pozo Great White (Fig. 1), vecino del pozo Trident, muestra que esta zona de arenas aparece repentinamente encima de lutitas de la Formación Midway, y termina con un contacto también agudo debajo de una sección gruesa de lutita, presentando un

~70% arena neta y abruptos contactos inferior y superior. Adaptada de Berman y Rosenfeld, 2007; IHS Petroleum Frontiers. V. 21 no. 1.

rompecabezas, porque en lugar de contactos agudos, los depósitos distales de capas de arena en ambientes de regresión deben engrosar hacia arriba, y durante transgresión adelgazar hacia arriba. Quiere decir que los contactos deben ser gradacionales. Entonces, ¿cómo pudiera esto haber ocurrido tan lejos de la plataforma continental?

El acertijo

Es bien conocido que las arenas turbidíticas son depositadas en cuencas oceánicas. Por ejemplo, arenas canalizadas y hasta gravas, como se encuentran en el abanico distal del Río Mississippi. Sin embargo, la vasta mayoría del sedimento de este abanico, depositado durante las bajadas eustáticas de ~130 metros del Pleistoceno, es de lodo, y los sedimentos de grano grueso encontrados solamente se observan en canales. Jon Blickwede, geólogo de Unocal de ese tiempo, había indicado que los cuerpos arenosos del Wilcox Inferior en Trident son de sabana, y no canalizadas. Entonces, surgió éste acertijo. ¿Como pudo haber bajado, y luego subido repentinamente el nivel base del Golfo de México para crear este inmenso depósito regresivo, que ahora sabemos que se encuentra desde Louisiana oriental hasta el sur de México, y de la costa de Louisiana (en el pozo Davy Jones) hasta más allá de la Escarpa de Sigsbee?

No fueron únicamente las arenas del Wilcox que nos llamaban la atención. Hay otros rasgos anómalos en el Golfo de más o menos la misma edad (límite Paleoceno-Eoceno) como la rápida excavación y relleno del Paleocañon de Yoakum del plano costero de Texas, los derrumbes de la Tendencia Lobo en el Valle del Río Grande, y el corte y relleno de los paleocañones de Chicotepec y Bejuco-La Laja de la Cuenca Tampico-Misantla en México. Hasta el geólogo mexicano José Carrillo-Bravo en 1980 había documentado una extensa discordancia de esa edad por todo lo largo de la planicie costera de México.

Todos estos fenómenos se explicarían por cambios extremos del nivel base del Golfo de México, pero todavía faltaba un mecanismo para un evento tan insólito.

Más de 18 años de controversia.

El momento "Eureka" ocurrió con la Placa del Caribe, con la isla de Cuba en su proa, la cual colisionó y se suturó contra el Bloque Florida-Bahamas del Paleoceno Tardío al Eoceno Temprano, bloqueando potencialmente el estrecho de 200 km. de ancho entre Yucatán y Florida; la

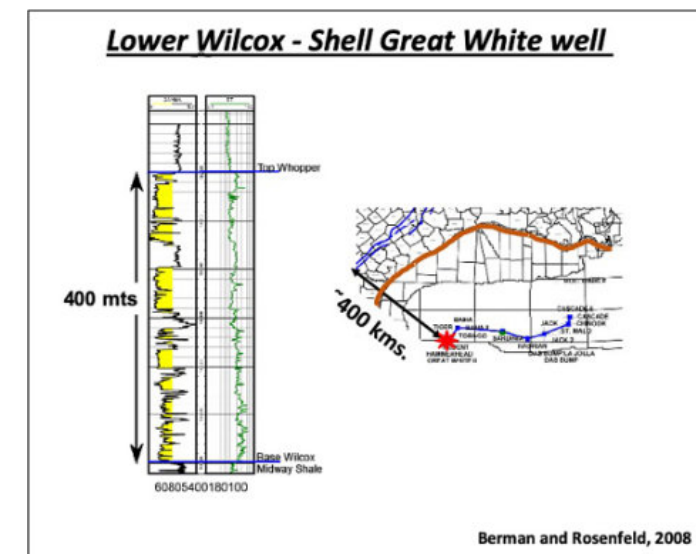


Figura 1. Registro de rayos gama del pozo Great White costa fuera del sur de Texas a ~400 km desde la orilla de la plataforma continental en el Paleoceno. La ubicación aproximada del pozo se marca con el número 1 en Figura 2. El pozo encontró 400 metros del Wilcox Inferior con

conexión entre el Golfo y el Océano Atlántico. Abundantes fallas de cabalgaduras en Cuba y rocas de Yucatán presentes en el occidente de la isla indican que la colisión fue fuerte, y probablemente produjo un levantamiento topográfico.

Con Cuba bloqueando la entrada al Golfo, el nivel de agua hubiera bajado rápidamente por evaporación, un efecto similar a lo ocurrido por el bien documentado aislamiento del Mar Mediterráneo del Mioceno. En el Golfo, los ríos hubieron excavado cañones profundos a través de las plataformas del Wilcox Inferior (Yoakum, Chicontepec, etc.) llevando arena al cuerpo residual de agua de la cuenca profunda. Estas arenas en su mayoría fueron canibalizadas de las plataformas del Wilcox Inferior y siendo dominadas por un contenido fósil extremadamente retrabajado.

Después de la colisión, la corteza oceánica del proto-Caribe se desprendió debajo de la zona de sutura produciendo aún más levantamiento. Esto, junto con el levantamiento isostático debido a la reducción de la columna de agua del Golfo aislado, produjo la exposición completa de Florida, Cuba, las Bahamas y Yucatán, que rodearon completamente el Golfo de México residual (Fig. 2).

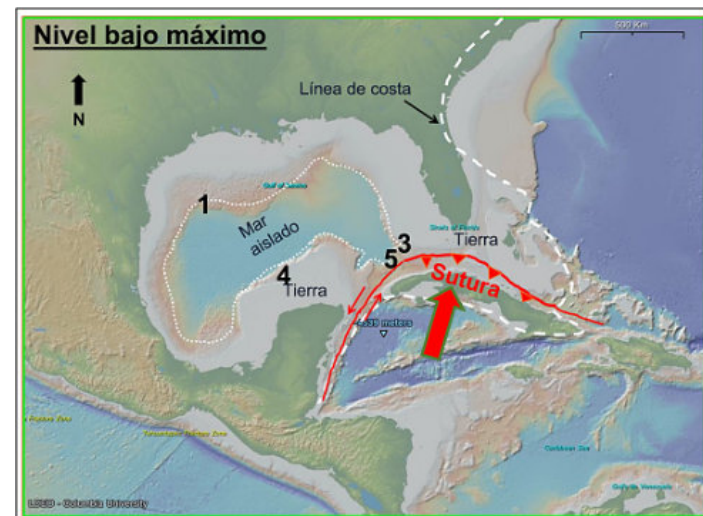


Figura 2. Mapa con rasgos paleogeográficos del descenso climático del nivel en el Golfo de México. La línea roja marca la zona de sutura entre Cuba y Florida/Bahamas. La flecha roja indica el movimiento relativo de Cuba, al frente de la placa oceánica paleo-Caribe. Áreas de tierra expuesta rodean el Golfo de México. Los números 1, 3, 4 y 5 localizan las Figuras de los mismos números. De Rosenfeld, 2019; GCAGS Geogulf Conference Transactions.

En 2003, junto con James Pindell, publicamos el artículo *Early Paleogene Isolation of the Gulf of Mexico from the World's Oceans? Implications for Hydrocarbon Exploration and Eustasy* en *AAPG Memoir 79*, y en 2004 presenté la

idea al *Bureau of Economic Geology of the University of Texas – Austin* esperando promover una investigación de la hipótesis a fondo. Desafortunadamente, la mayoría de la audiencia no aceptó la idea. Hasta un comentario fue: “¿Usted dice que el nivel del Golfo de México bajó 2,000 metros? ¡Esto es una locura!” El único comentario positivo fue: “Esto posiblemente explicaría la existencia del karst profundo en la Faja de Oro.”

Entonces lo que esperaba dar principio a investigaciones académicas interesantes se ha vuelto 18 años (hasta ahora) de controversia. La gente de U.T. firmemente cree que el Golfo nunca fue aislado del océano mundial, diciendo que siempre tenía una conexión con el Atlántico a través del Canal de Suwanee en los estados de Florida y Georgia, aunque falta ponerse de acuerdo sobre la naturaleza, y aún la existencia del Canal de Suwanee. Por ejemplo, un estudio en *Clemson University* concluyó que: “Perfiles sísmicos no demuestran rasgos al este del Cañón de DeSoto que pueden ser construidos como la extensión occidental del Canal de Suwanee.” Obviamente, el “Canal de Suwanee” necesita más trabajo.

La pistola ahumante

Estuve algo decaído después de presentar la idea a casi todas las sociedades geológicas del Golfo, cuando un día recibí una llamada telefónica del Dr. Steve Cossey. Sus primeras palabras fueron: “Tengo la pistola ahumante del descenso”. Steve y Mark Bitter, estudiaban conjuntamente depósitos expuestos de algunos tributarios del Paleocañón de Chicontepec en México donde habían encontrado manaderos subaéreos de petróleo fosilizados entre capas de sedimentos batiales cerca al límite Paleoceno-Eoceno. Otra evidencia que encontraron de un cambio extremo de nivel base fueron cañones cortados y rellenos rápidamente por depósitos en masa, indicando un mínimo de 600 metros de bajada del nivel base. Steve Cossey es el autor principal de varios excelentes trabajos sobre el área de Chicontepec y espero que él prepare una reseña de su trabajo para un número futuro en la Revista Maya de Geociencias.

El cañón ahumante

Toda evidencia mencionada hasta ahora para el descenso del nivel del Golfo se encuentra en las partes norte y occidental de la cuenca, donde abunda la sedimentación clástica del Terciario al Reciente. Con la excepción de los afloramientos de la zona de Chicontepec documentados por Steve Cossey y sus asociados, datos del límite Paleoceno-Eoceno son de la subsuperficie y se prestan a interpretaciones incompletas y, a veces, controversiales. Felizmente, el Golfo oriental y sur son muy diferentes. Allí la evidencia es geomorfológica y expuesta para examen directo según la calidad de la batimetría disponible.

Existen recientes datos batimétricos de excelente calidad que cubren las escarpas submarinas de Florida occidental y del norte de Yucatán (Campeche) disponibles abiertamente en las aplicaciones web de Google Earth y Polar Express <https://www.polar-explorer.org/index.html>. Estos datos muestran rasgos característicos de erosión subaérea hoy bajo el agua a profundidades desde ~500 hasta ~3,400 m. Estos incluyen trenes de dolinas y numerosos cañones cortados en carbonatos litificados con riscos casi verticales y relieve de más de 1,000 metros (Figuras 3 y 4). Debajo de los riscos altos al fondo de los cañones hay depresiones como las que se forman debajo de saltos de agua subaéreos. Estos cañones muy accidentados requirieron altísima energía para formarse, lo que no existe en el ambiente marino. Fueron cortados por grandes volúmenes de agua que caían sobre las expuestas plataformas carbonatadas y karstificadas de Yucatán y Florida y corría hacia los escarpes, antes de caer a la cuenca. Le recomiendo a aquel geólogo a quien se le haya despertado la curiosidad, que examine estos datos batimétricos para concretar su percepción de la tremenda escala de esta erosión.

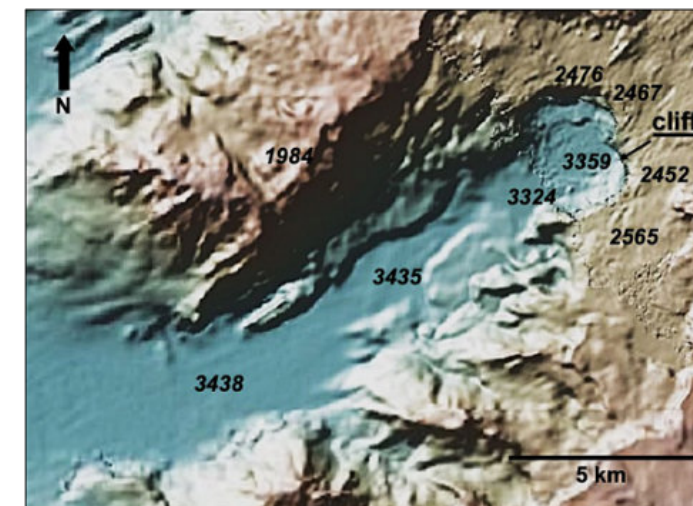


Figura 3. Batimetría detallada del Cañón de Florida en el Escarp de Florida Occidental. Números negros son profundidades actuales de agua en metros. El risco marcado con flecha negra tiene casi 1,000 mt de relieve, y la depresión debajo del risco es 35 m más profunda del sobre la traza del cañón abajo, indicando que fue cortada por una fuerte caída de agua. La pared noroeste de la cañón es casi vertical con 1,500 m de relieve, casi igual al gran cañón del Río Colorado en Arizona. De Rosenfeld, 2019, GCAGS Geogulf Conference Transactions.

El retorno del océano

Los datos batimétricos apoyan el súbito gran bajada del nivel del Golfo de México, pero no es obvio como el Golfo se reconectó con el océano mundial. Evidencia por esto se encuentra en los datos del DSDP (Proyecto de perforación en el Mar Profundo) del año 1984. Una línea sísmica entre Florida y Cuba revela un paleocañón, parcialmente lleno

de sedimentos, con relieve de orilla hasta la traza del cañón de ~800 m (Figuras 5 y 6). El cañón corta carbonatos del Cretácico Inferior depositados en agua profunda. Los científicos del DSDP ascribieron este cañón a erosión por un corriente que llamaron “el paleo-Gulf Stream”. Sin

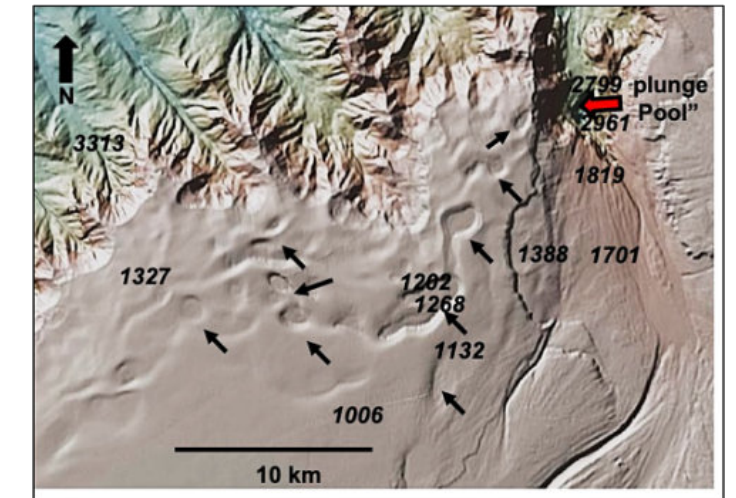


Figura 4. Una porción del Escarpe de Campeche. Números negros son profundidades actuales de agua en metros. Flechas negras son dolinas. La flecha roja indica una depresión con 160 m de profundidad debajo de un risco de 1,100 m. La depresión se interpreta como una excavación originada por una fuerte caída de agua desde la altura aún más que la Caída Angel de Venezuela (la más alta del mundo). De Rosenfeld, 2019, GCAGS Geogulf Conference Transactions.

embargo, la excavación de la tremenda cantidad de roca necesaria para formar esta cañón sería imposible en el ambiente marino que es de baja energía. El cañón fue cortado entonces durante el retorno catastrófico del agua del Océano Atlántico con una probable caída máxima de ~2,000 metros.

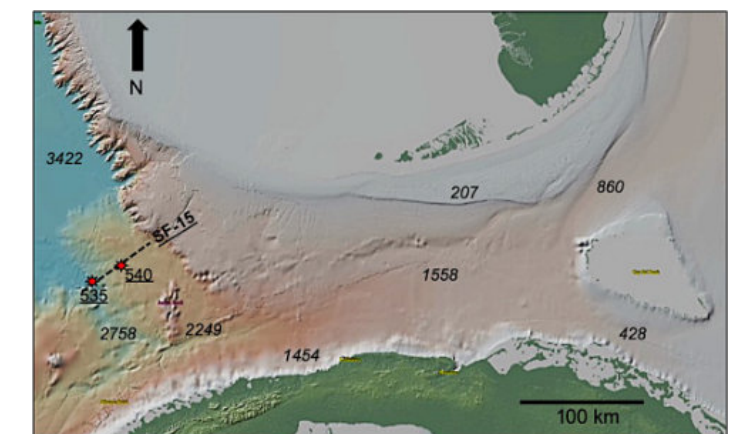


Figura 5. Batimetría del Estrecho de Florida occidental. Los números negros son profundidades actuales del agua en metros. Los asteriscos rojos marcan los pozos 535 y 540 del DSDP en la línea sísmica SF-15 de Figura 6. De Rosenfeld, 2019, GCAGS Geogulf Conference Transactions.

¿Puede este evento haber iniciado el Máximo Termal de Paleoceno-Eoceno (PETM)?

Estos eventos del Golfo de México coinciden aproximadamente con el pico de temperatura promedio mundial conocido como el PETM, que en ~10,000 años subió de 8 a 10 Celsius y tardó alrededor de 200,000 años. Aún no ha sido identificado el gatillo para este evento tal vez único en la historia de la Tierra. ¿Pudiera haber iniciado por el descenso del nivel del Golfo de México?

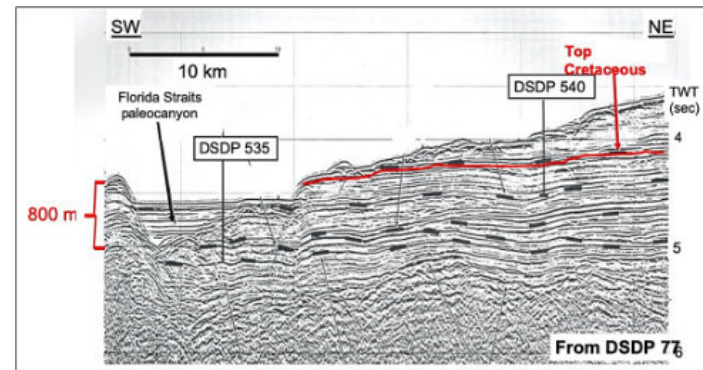


Figura 6. Línea sísmica SF-15 muestra un paleocañon parcialmente relleno de 800 metros de relieve cortado en carbonatos de cuenca de edad Cretácica. Hoy DSDP 535 encontró sedimentos del Pleistoceno encima del Cretácico. Los estratos más profundos del cañon, que no fueron penetrados, darían la edad del primer relleno, que probablemente es del Eoceno Temprano. Adaptada del DSDP, 1984, Initial Report v. 77.

La evaporación rápida resultando en la removiada de ~2,000 metros de sobrecarga de agua pudiera haber causado la desestabilización de los voluminosos hidratos de metano almacenados en los sedimentos del Golfo, además de hidrocarburos almacenados en yacimientos

convencionales que también pudieron haber escapado debido a la pérdida de presión (explicando así los manaderos fosilizados de Chicontepepec). Entonces, es posible que se inyectó súbitamente a la atmósfera una enorme carga de hidrocarburos dominado por metano. Los datos geoquímicos apoyan este mecanismo para haber iniciado al PETM, aunque el origen del gas todavía no se ha identificado.

Posibles efectos en sistemas petroleros

Hay algunos cambios en la paradigma de los sistemas petroleros del Golfo de México si se llega a comprobar el descenso del nivel descrito.

- Aumento de porosidad en los carbonatos por diagénesis por agua meteórica (notado ya en el Campo Poza Rica en México y en muestras tomadas por el DSDP al pie del Escarpe de Campeche.
- Aumento de permeabilidad por lixiviación y karstificación en zonas cavernosas expuestas durante el bajo nivel de agua.
- Modificación de los perfiles de maduración de roca generadora debido a variaciones en sobrecarga y temperaturas de superficie durante el descenso de nivel.
- Efectos halokinéticos por cambios rápidos en sobrecarga de sedimentos y agua.

Algunos conceptos nuevos de plays petroleros que proceden de estos cambios son:

- Migración y entrapamiento por paleokarst en las plataformas de Yucatán, Florida, Cuba y las Bahamas.
- Yacimientos en las arenas Wilcox en aguas profundas del Golfo de México (¡Ya encontrado, pero por accidente!).

Dr. Joshua H. Rosenfeld

Independent Geologist, 7302 Ravenswood Rd., Granbury, Texas 76049

Josh Rosenfeld received his B.S. in Geology in 1960 from the City College of New York. He served from 1963 to 1966 in the US Army on active duty in Guatemala. Upon discharge from military service he returned to Guatemala as both a mining and petroleum geologist, becoming the Chief Geologist of the government's mining department. 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.

<https://www.researchgate.net/profile/Joshua-Rosenfeld>

Biodegradación: aspectos generales y su efecto en las propiedades de los hidrocarburos en los yacimientos.

Marisol Polet Pinzon-Sotelo¹, Diana Roberta Tapia-Juárez¹

¹Circuito Mediterráneo 5, Fraccionamiento Lomas Residencial, Poza Riza de Hidalgo, Veracruz

Generalidades

La historia del petróleo no culmina cuando éste ha sido acumulado en el yacimiento, diversos procesos post-acumulación pueden ocurrir y modificar drásticamente las propiedades originales de los hidrocarburos (Connan, 1984). Existen diversos procesos que pueden alterar la calidad de los hidrocarburos, tales como el flujo de agua (*water washing*), separación de fases, segregación por gravedad y craqueo de petróleo en el yacimiento (Wenger *et al.*, 2002; Figura 1).

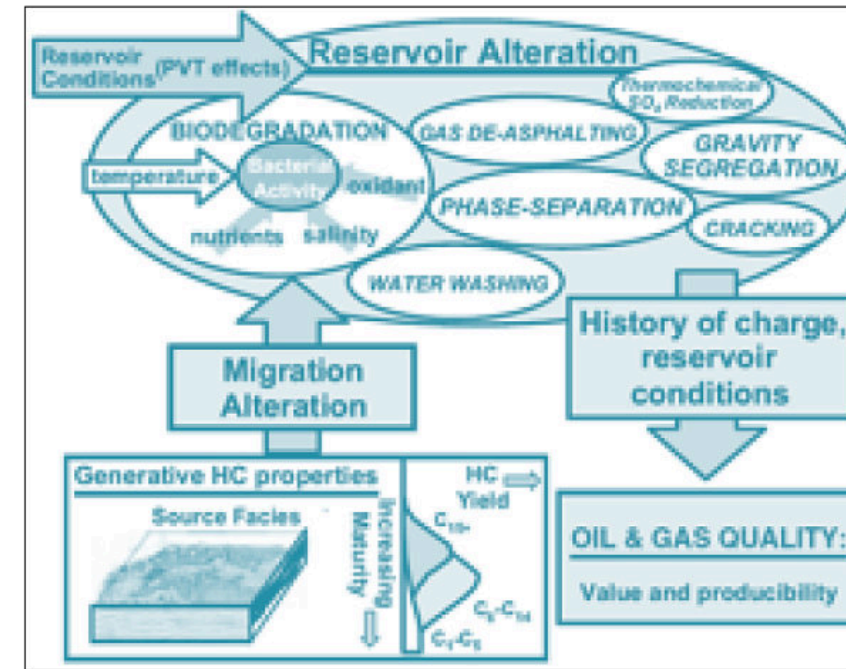


Figura 1. Factores que afectan a la calidad del petróleo y el gas, las facies de la roca generadora y el grado de madurez que controlan la composición de los hidrocarburos, posteriormente, pueden producirse una serie de procesos, incluida la biodegradación (Tomada de Wenger *et al.*, 2002).

La biodegradación es uno de los principales procesos que degradan los hidrocarburos alterando su calidad, se define como la alteración natural de los hidrocarburos a causa de organismos vivos (bacterias, hongos; Milner *et al.*, 1977; Connan, 1984; Palmer, 1993; Blac y Connan, 1994). Durante el proceso de biodegradación los organismos metabolizan el petróleo y degradan los hidrocarburos, el proceso puede tomar mayor o menor tiempo dependiendo de la cantidad y tipo de bacterias, el ambiente donde se encuentra el yacimiento, así como la cantidad de oxígeno presente, entre otros.

Peters *et al.*, (2013) describen que la biodegradación del petróleo es principalmente un proceso de oxidación de hidrocarburos, que produce CO² y especies parcialmente oxidadas, donde la calidad del petróleo y el volumen neto disminuyen con el aumento de esta. Los organismos biodegradadores tienen un orden de preferencia específico para los compuestos que eliminan de los aceites y gases, esta degradación progresiva tiende a eliminar primero los hidrocarburos saturados, concentrando los componentes polares pesados y los asfaltenos en el petróleo residual, por consecuencia la gravedad API disminuye mientras que los gases (CO²), viscosidad, compuestos NSO (Nitrógeno, Azufre y Oxígeno) y los

metales traza aumentan. Es ahí donde radica su importancia dado que puede resultar beneficiosa o perjudicial dentro de la industria petrolera, dependiendo de las circunstancias, debido a que tiene un impacto en la calidad, producción y valor económico del hidrocarburo en nuestros yacimientos (Wenger *et al.*, 2002).

Factores que controlan la biodegradación del petróleo

La biodegradación del petróleo requiere condiciones para que se desarrolle la vida microbiana, cuando éstas son ideales, se pueden degradar grandes volúmenes de petróleo en un tiempo relativamente corto en comparación con los procesos geológicos y geoquímicos (Connan, 1984). Los factores que controlan principalmente la biodegradación son: temperatura (<80°C), salinidad, pH, litología, presión, así mismo se necesita la presencia de microorganismos, sustrato y nutrientes, receptores de electrones, como el sulfato o el nitrato o simplemente agua (la ausencia de estos inhibe la biodegradación). De acuerdo con Peters *et al.*, (2003) las siguientes son las condiciones necesarias para que ocurra la biodegradación:

- Debe haber suficiente acceso al petróleo, a los receptores de electrones (por ejemplo, oxígeno molecular, nitratos, sulfatos, hierro férrico) y a los nutrientes inorgánicos (por ejemplo, fósforo, metales traza). Debe haber agua.
- La matriz de la roca debe tener suficiente porosidad y permeabilidad para permitir la difusión de nutrientes y la movilidad bacteriana.
- La temperatura de los depósitos debe mantenerse dentro de los límites que permiten la vida, las observaciones empíricas sugieren que las temperaturas inferiores a ~80° son ideales. En los gradientes geotérmicos típicos, tales temperaturas corresponden a profundidades <2000 m. La exposición transitoria a temperaturas más altas puede "esterilizar" los yacimientos.
- Deben estar presentes los microorganismos capaces de degradar los hidrocarburos.
- La salinidad del agua de formación generalmente debe ser menor que ~100-150 ppm.
- El depósito debe carecer de H₂S para los microbios aeróbicos o contener no más de ~5% de H₂S para que los reductores de sulfato anaeróbicos estén activos.

Una de las conceptualizaciones sobre el proceso de biodegradación del petróleo en los yacimientos es la que se ilustra en el esquema de Head *et al.*, (2003), la cual se muestra en la figura 2, donde se describe que la degradación microbiana se produce principalmente en el contacto entre el hidrocarburo y el agua, ya que esta interfaz presenta condiciones óptimas en términos de suministro de sustrato (principalmente hidrocarburos) y nutrientes (Blumenstein-Weingartz, 2011).

Resulta conveniente detallar los efectos de la temperatura, dado a que es un factor importante que limita biodegradación. Las observaciones empíricas sugieren que la degradación microbiana del petróleo es óptima a temperaturas superficiales o cercanas a la superficie y tiene un límite superior de ~60-80°C (Peters *et al.*, 2003). Estos límites de temperatura son coherentes con las condiciones de crecimiento y supervivencia asociadas a muchas bacterias mesófilas. Se sabe que la biodegradación de los aceites afecta principalmente a aquellos yacimientos que son más fríos, en ese sentido los hidrocarburos que se encuentran en yacimientos más superficiales y fríos tienden a biodegradarse más progresivamente en comparación con los yacimientos más profundos y calientes. Tal como se mencionó anteriormente, el aumento en el nivel de biodegradación suele provocar un decremento en la calidad del hidrocarburo, así como de su productividad y su valor a medida que disminuyen la gravedad API; además, aumentan la viscosidad, el contenido de azufre, los asfaltenos, los metales. Es posible que para un sistema petrolero específico (misma roca generadora y similar grado de madurez), se tengan tendencias generales de los parámetros de calidad de los hidrocarburos con respecto a las temperaturas actuales del yacimiento de <80°C, sin embargo, existen otros controles de la biodegradación que también pueden tener efectos significativos, lo que dificulta la predicción de la calidad del hidrocarburo antes de la perforación (Wenger *et al.*, 2002).

Otro aspecto importante que se presenta recurrentemente en diversos proyectos radica en yacimientos donde la carga de petróleo ocurrió a temperaturas <80° C, pero actualmente se encuentran a temperaturas mayores debido a procesos de subsidencia, estos yacimientos son especialmente frecuentes en las cuencas terciarias que se hundieron rápidamente (Peters *et al.*, 2003). En tales situaciones, el petróleo atrapado en objetivos someros puede biodegradarse antes de que se produzca la esterilización del yacimiento a mayor profundidad.

Efectos de la biodegradación en la calidad de los hidrocarburos

La biodegradación de los hidrocarburos y el deterioro de la calidad del petróleo en los yacimientos ha sido documentada desde hace tiempo, inicialmente los ejemplos hacían referencia a yacimientos poco profundos terrestres, en los que se sospechaba que había afluencia de agua meteórica (Winters y Williams, 1969 en Wenger *et al.*, 2002). Esta observación fortaleció la creencia de que la biodegradación era llevada a cabo únicamente por bacterias aeróbicas y requería un suministro de oxígeno en el yacimiento, definitivamente los yacimientos poco profundos terrestres donde se tiene presencia de agua meteórica fresca son ciertamente los principales candidatos para una fuerte biodegradación. Sin embargo, a medida que la exploración avanzaba hacia aguas profundas, también se observaba biodegradación en los yacimientos poco profundos y fríos. En estas zonas, era difícil explicar de dónde podía venir el agua fresca y oxigenada, esto llevó a la conclusión de que las bacterias anaerobias, como las bacterias reductoras de sulfato, son capaces de biodegradar el petróleo (Wenger *et al.*, 2002). La relación entre la calidad del petróleo, los microbios y las propiedades del yacimiento se resumen en la Figura 3.

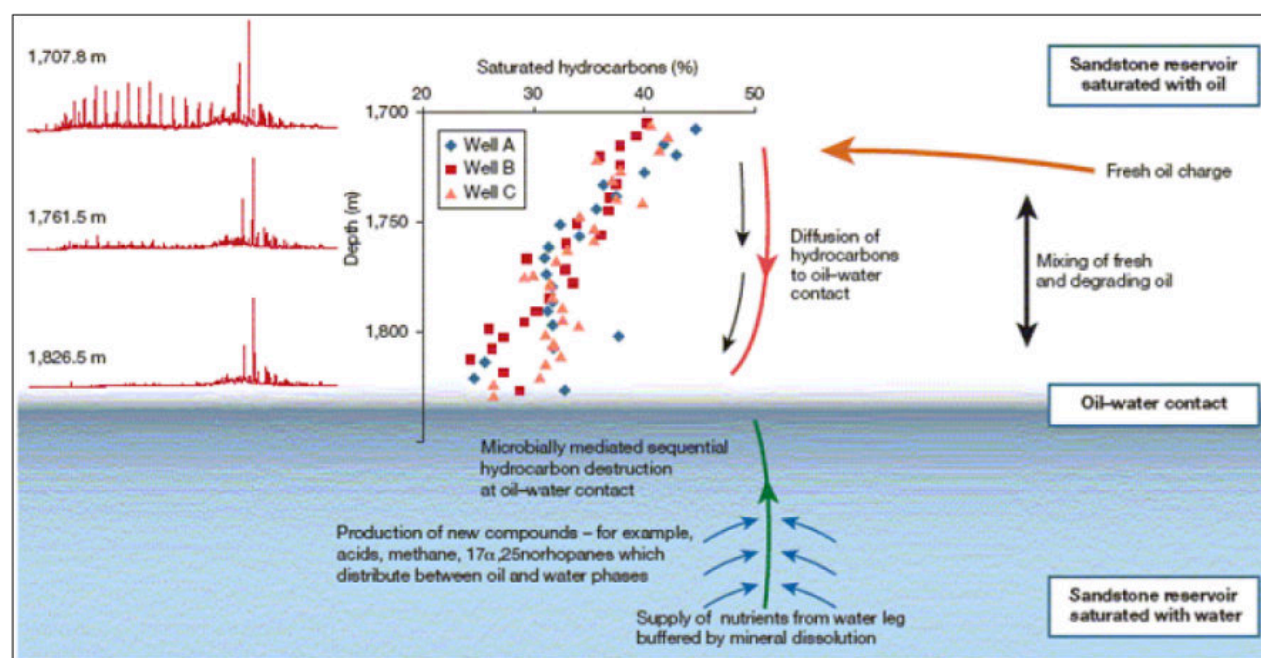


Figura 2. Esquema conceptual del proceso de biodegradación del petróleo en yacimientos naturales, donde se observa la difusión de hidrocarburos y nutrientes hacia el contacto agua-aceite, así como los cambios en la composición del hidrocarburo (Tomada de Head *et al.*, 2003).

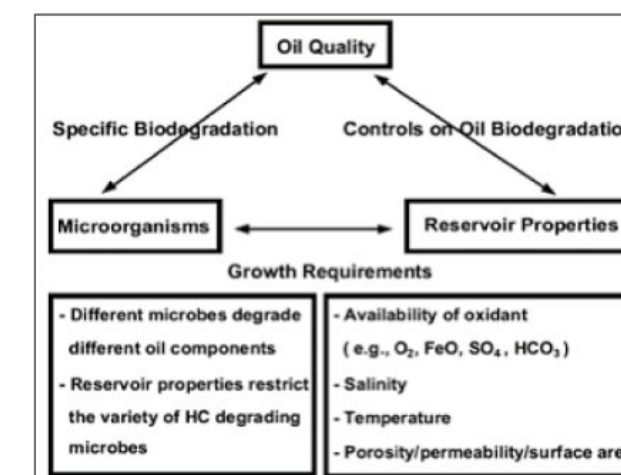


Figura 3. Relación entre la calidad del hidrocarburo, los microorganismos y las propiedades del yacimiento (figura facilitada por Steve Hinton, ExxonMobil Corporate Strategic Research Co., en Wenger *et al.*, 2002).

Los efectos de la biodegradación en las propiedades físicas y moleculares del petróleo son bien conocidos (Connan, 1984; Peters y Moldowan, 1993; Peters *et al.*, 1996b). Debido a que la biodegradación consume preferentemente hidrocarburos, el aceite residual se enriquece en compuestos de nitrógeno, azufre y oxígeno (fracciones polares y asfaltenos), en comparación con sus equivalentes inalterados, los aceites biodegradados tienen una gravedad API más baja, son más viscosos y son más ricos en azufre, resinas, asfaltenos y metales (por ejemplo, Ni y V), lo que los hace menos deseables como materia prima para las refinerías.

El impacto de la biodegradación en los parámetros de calidad del petróleo puede ser significativo, a continuación, se describirán en forma breve e ilustrativa la manera en la que se da la secuencia de biodegradación y por ende la eliminación de los grupos de compuestos. Wenger *et al.*, (2002) sugiere una tabla que ilustra una posible secuencia de biodegradación, donde a medida que avanza el proceso algunos compuestos del petróleo son eliminados (Tabla 1). Los mismos autores señalan que pese a los diferentes tipos de bacterias y ambiente de los yacimientos tienen cierto efecto en el orden de los compuestos eliminados, las tendencias generales de orden de preferencia descritas suelen ser aplicables. Los n-alcenos de cadena recta suelen ser atacados antes que los saturados ramificados (por ejemplo, los isoprenoides), los saturados cíclicos y los hidrocarburos aromáticos.

		Level of Biodegradation				
		very slight	slight	moderate	heavy	severe
C ₁ -C ₅ gases	methane					
	ethane					→
	propane	→	→	→	→	→
	iso-butane					→
	n-butane					→
pentanes					→	
C ₆ -C ₁₅ HCs	n-alkanes					→
	iso-alkanes					→
	isoprenoids					→
	BTEX aromatics					→
	alkylcyclohexanes					→
C ₁₅ -C ₃₅ HCs	n-alkanes, iso-alkanes					→
	isoprenoids					→
	naphthalenes (C ₁₀)					→
	phenanthrenes, DBTs					→
C ₁₅ -C ₃₅ biomarkers	regular steranes					→
	C ₃₀ -C ₃₅ hopanes					→
	C ₂₇ -C ₂₉ hopanes					→
	triaromatic steranes					→
	monoaromatic steranes					→
	gammacerane					→
	oleanane					→
	C ₂₁ -C ₂₂ steranes					→
	tricyclic terpanes					→
	diasteranes					→
	diahopanes					→
	25-norhopanes**					→
	seco-hopanes**					→

*Table represents a generalized sequence of degradation. Different biodegradation pathways (aerobic vs. anaerobic) and different types of bacteria will attack specific molecules and compound ranges. Degradation sequence is based on observation of reservoir oils and seabottom seeps. BTEX refers to benzene, toluene, ethylbenzene, and xylene.
**Appearance, rather than removal of compounds (these compounds believed to be created during biodegradation).

Tabla 1. Eliminación de grupos de compuestos seleccionados en varios niveles de biodegradación* (Tomada de Wenger et al., 2002).

En la figura 4 se ilustra una serie de cromatogramas de gas (CG) de aceites, los cuales muestran el impacto del aumento de los niveles de biodegradación en el aspecto de los CG y las propiedades del fluido. Es importante mencionar que todos estos aceites proceden de la misma cuenca y se han generado a partir de las mismas facies de roca madre con madurez similar. Los compuestos biomarcadores multirresistentes tienden a ser resistentes a niveles de biodegradación de moderados a fuertes, y proporcionan un excelente medio para correlacionar aceites biodegradados y no biodegradados.

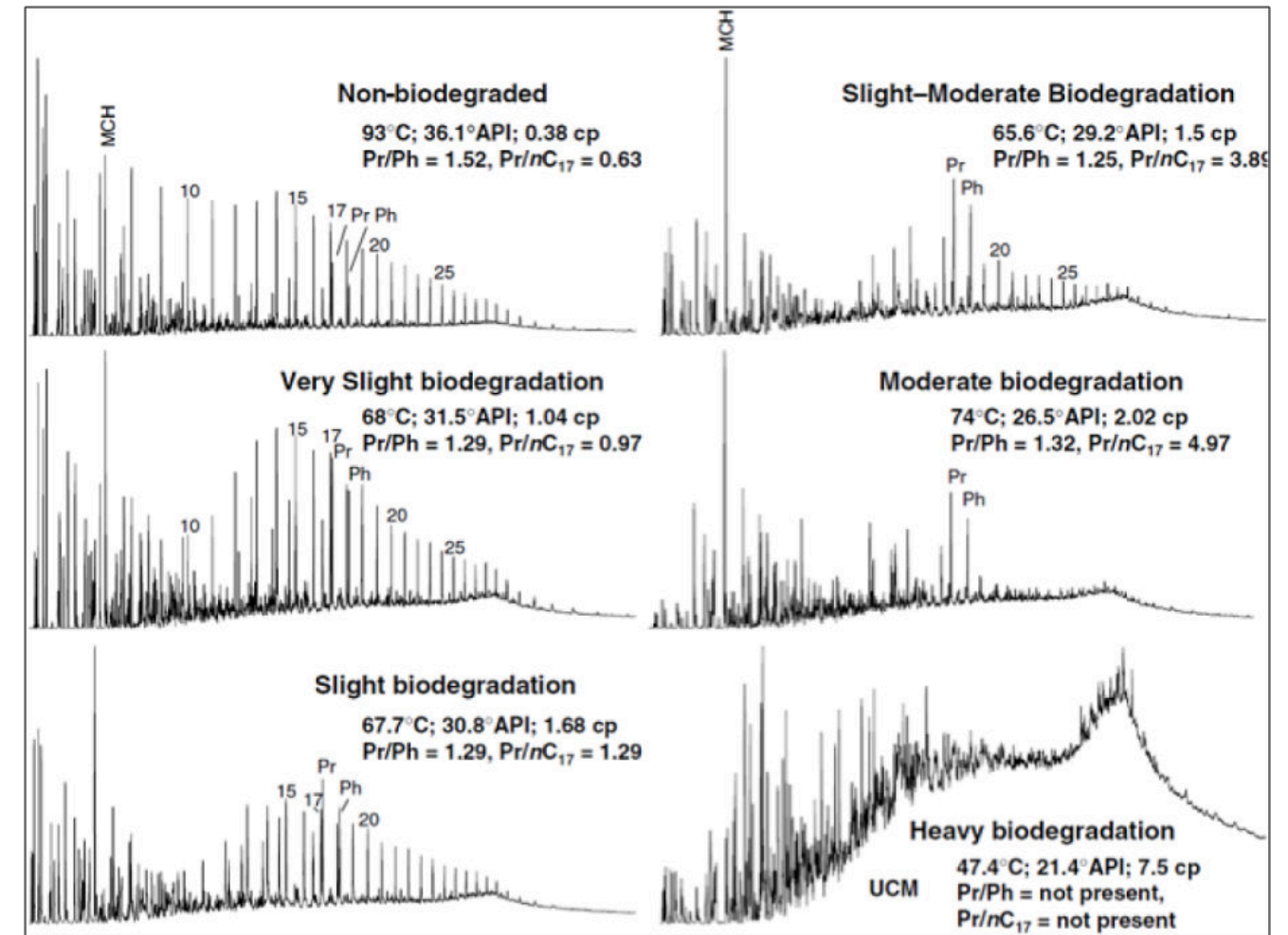


Figura 4. Progresión de la biodegradación y disminución de la calidad del aceite en CG, donde todas las muestras proceden de la misma cuenca, con una fuente y madurez esencialmente idénticas, pero de diferentes profundidades y/o pozos (Tomada de Wenger *et al.*, 2002).

La calidad del petróleo y del gas reflejan las características de composición de los hidrocarburos, las cuales afectan la viabilidad económica de una oportunidad exploratoria, desarrollo o producción de un proyecto. La composición puede afectar el valor directo del producto (por ejemplo, la valoración del crudo en relación con un petróleo de referencia), los costos de desarrollo o de las instalaciones (por ejemplo, pozos adicionales necesarios, procesamiento de emulsiones, uso de aceros especiales), incluso puede causar que el petróleo sea irrecuperable. La biodegradación afecta esencialmente a todas las propiedades de la calidad del petróleo (las propiedades típicas de la calidad del petróleo incluyen la gravedad API, la viscosidad, el azufre, los asfaltenos y los metales, los residuos, la acidez, etc.).

Beneficios

En otra área de la industria del petróleo la biodegradación puede ayudar a la recuperación de suelos contaminados por petróleo y devolver un ecosistema a su estado original, esto a través de millones de microbios que degradan los hidrocarburos que han sido derramados debido a un suceso desafortunado (ejemplo Deepwater Horizon) donde el impacto medioambiental es de gran magnitud y duradero. De esta manera se vierten dispersantes químicos sobre un vertido de petróleo para descomponer el petróleo y facilitar su consumo por parte de los microorganismos.

Conclusiones

Aunque las consecuencias del proceso de biodegradación son bien conocidas, los procesos reales implicados siguen siendo imprecisos, durante los últimos años, se han realizado importantes avances para mejorar el entendimiento de los mecanismos implicados.

La evaluación económica de una cuenca petrolífera en conjunto con el valor directo del aceite y el gas se establece a partir de la calidad de sus hidrocarburos, la cual está determinada por la composición de la materia orgánica, su madurez térmica y el grado de alteración, en este último aspecto, la biodegradación es considerada uno de los procesos más importantes que modifican las propiedades originales de los hidrocarburos en los yacimientos.

Los procesos de alteración orgánica de los hidrocarburos pueden ser identificados rápidamente mediante análisis geoquímicos rutinarios que son relativamente rápidos, de bajo costo y proporcionan información crítica sobre la calidad del aceite y el gas. El análisis de esta información permite pronosticar con mayor precisión el grado de biodegradación de los hidrocarburos en el yacimiento, mismo que tiene implicaciones económicas sustanciales en las fases de exploración y el desarrollo.

Referencias

- Blumenstein-Weingartz, Irene Ortrun. (2011). Modelling of in-reservoir petroleum biodegradation: principles and application. Tesis. Biblioteca universitaria de Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen. 132 pp.
- Connan Jacques. (1984). Biodegradation of crude oils in reservoirs," in Advances in Petroleum Geochemistry Volume 1, Brooks and Welte (eds.), Academic Press, London. 299pp.
- Milner, C. W. D., Rogers, M. A., & Evans, C. (1977). Petroleum transformations in reservoirs. Journal of Geochemical Exploration, 7, 101-153pp.
- Peters, K. E., Walters, C. C., Moldowan, J. M. (2005). The Biomarker Guide, Volumen 2. Second edition. Cambridge University Press. 1155pp.
- Wenger, L. M., Davis, C. L. and Isaksen, G. H. (2002). Multiple controls on petroleum biodegradation and impact on oil quality. SPE Reservoir Evaluation and Engineering, 5, 375-83pp.
- Winters, J.C. and Williams, J.A.: "Microbiological alteration of crude oil in the reservoir," paper PETR86, E22 presentada en la 1969 American Chemical Soc. Symposium on Petroleum Transform. in Geol. Envir., New York City, 7-12 September.



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



Diana Roberta Tapia Juárez es Ingeniero Geólogo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), titulado en 2005. Su principal interés se centra en temas de modelado de sistemas petroleros en proyectos de exploración de hidrocarburos. Tiene 13 años de experiencia en la industria petrolera, actualmente en el área de modelado de sistemas petroleros. Ha participado en proyectos de desarrollo de campos en tierra (Activo Integral Aceite Terciario del Golfo), en proyectos de exploración aguas someras del norte del Golfo de México (Proyecto TMV) y en aguas profundas del Golfo de México (Proyecto Perdido). Actualmente pertenece al Activo de Exploración Marina Norte de la Subdirección de Exploración.

diana.roberta.tapia@pemex.com

“De mis libretas de campo en la Sierra Madre Oriental”

Ing. Rogelio Ramos Aracén

ramosrogelio51@gmail.com



De mis libretas de Campo en la S.M.O.

Mis principales trabajos de Geología de campo, siempre fueron para Pemex Exploración, así me inicié como ayudante midiendo estratigráficamente a la Formación Chicontepec, y registrando las estructuras sedimentarias desde las principales hasta los asombrosos lcnofosiles que fueron clave para interpretar que estas turbiditas se depositaron a más de 3,800 m de profundidad. Posteriormente hice semidetalle estructural y más mediciones estratigráficas en la Plataforma Valles S.L..P., y uno grandioso de Reconocimiento Regional de la Sierra Madre Oriental, cubriendo los estados de Nuevo León y Tamaulipas, donde los paisajes, los sobre esfuerzos a veces inhumanos, me sellaron mi pasión por esas majestuosas montañas, recuerdo cuando subimos el Cerro del Viejo en la región de Zaragoza N.L. donde iniciamos los trabajos como a las 8 am y llegamos a la cima a las 21 pm casi desmayándome, después supe que esa cima fue referencia del navegante español Cabeza de Vaca en su travesía marinas. Y fui jefe de Brigada a partir de 1981 con mi primer proyecto, (del cual pongo aquí mi primer dibujo) y a partir de aquí, continuo haciendo expediciones a la SMO con colegas y a veces solo en las sinuosas áreas de la Sierra Madre Oriental, en la regiones de Tamazunchale, Xilitla, Cd, Valles SLP, en la Sierra de Huizachal Peregrina, y en casi gran parte de la SMO desde Monterrey N.L. hasta Huachinango, Puebla, y también hago expediciones por mi cuenta de las cuales he realizado 3 excursiones para profesionistas y jóvenes pasantes, 2 en la Fm. Chicontepec y otra en las rocas cretácicas y jurásicas de tipo Shales donde tuve gran participación de profesionistas de la U.N.A.M. Y el IPN, Ingenieros Petroleros, Ingenieros Geólogos y pasantes de geociencias y dos doctores uno en Geoquímica y otro en Geofísica.



Cañón Los Mimbres

Localidad; Geográficamente está ubicada en el Frente oriente de la Sierra Madre Oriental en la región de la Hacienda de Santa Engracia, en el estado de Tamaulipas al norte del Río Guayabas, el dibujo se encuentra visualizando desde una terracería hacia el noreste de dicho cañón.

Geológicamente, se ubica en el flanco nor-oriental del Arco de Huizachal Peregrina. y de la S.M.O.

Título; *Cañón Los Mimbres.*

En primer plano se presenta, la morfología suave y semi inclinada de las secuencias de capas rojas de edad Triásico de la Fm. Huizachal seguida de las capas continentales de las formaciones La Joya y La Boca, de edad Jurásico medio y en forma discordante, se tienen los abruptos precipicios, destacándose las fisiografías constituidas en parte por las facies someras de las formaciones del Jurásico superior de la Formación Zuloaga y del Cretácico inferior de la Formación Tamaulipas Inferior que se observan en las partes altas y al fondo del paisaje.

Como referencia se muestra el camino de terracería que se encuentra la porción frontal del dibujo.

Desarrollo del trabajo; En los recorridos de campo para conocer las litologías y sus características, tanto estratigráficas como estructurales, en la época en que pertencí al grupo de Geología Regional, cuyo Gerente lo fue el Ing. José Carrillo Bravo DEP, principal estudioso de estas secuencias geológicas

Descripción del Dibujo; En la mayor parte de la región se observaron rocas de tipo areniscas lutitas y conglomerados de color rojo en capas delgadas y gruesas de las formaciones continentales Huizachal, La Joya y la Boca y encima de ellas discordantemente, hay evaporitas y yesos en capas sinuosas de la Formación Olvido y calizas y dolomías en capas medianas a gruesas de color gris claro de la Formación Zuloaga y capas gruesas de 60 a 110 cm. la Formación Tamaulipas Inferior



Discordancia del Cretácico Inferior de las Capas Miquihuana

Localidad; Geográficamente está ubicada en la porción meridional de la Sierra Madre Oriental en la región de Miquihuana y Villa de Bustamante en el estado de Tamaulipas

Geológicamente, se ubica en la porción nor-occidental de la Plataforma Valles. y de la S.M.O.

Título; *Discordancia de las Capas Miquihuana.*

En un camino de terracería se observan las capas continentales de posible edad Paleozoico, constituidas en este sitio por rocas volcánicas y capas sinuosas de tobas y encima de ellas en forma discordante se tiene una secuencia de conglomerados basales de la invasión de aguas marinas en el Cretácico Inferior y cubriendo a estos conglomerados se encuentran capas medianas de calizas tipo mudstones de las facies Miquihuana de edad Cretácico Inferior.

Como referencia se muestra el camino de terracería que se encuentra en la parte frontal del dibujo.

Desarrollo del trabajo; Durante los recorridos de campo para conocer las litologías y sus características, tanto estratigráficas como estructurales, en la época en que pertenecí al grupo de Geología Regional, cuyo Gerente lo fue el Ing. José Carrillo Bravo DEP, principal estudioso de la Plataforma Valles.

Descripción general de área y del Dibujo; En la región de Miquihuana y Bustamante, Tamaulipas existen rocas metamórficas tipo esquistos de edad Paleozoica, que han llamado la atención de varios investigadores incluso se tienen dataciones de sus edades radiométricas que comprueban su edad Paleozoica y en este caso investigamos en contacto discordante entre parte de estas secuencias en esta localidad compuesta por rocas volcánicas y tobas cubiertas discordantemente con la serie de facies marinas de edad Cretácico Inferior de las capas Miquihuana



Rogelio Ramos Aracén, es geólogo petrolero egresado del IPN, con experiencia en geología de campo en superficie en la SMO y como geólogo de pozos de exploración y explotación.

En su primer proyecto en 1981 denominado El Limón, del área de Ciudad Mante Tamaulipas. Cambio drásticamente las interpretaciones estructurales de pliegues en abanico, modificándolos por fallas de Cabalgamientos y de desgarre o laterales, trabajo muy polémico en ese entonces, pero años después y ahora ya son conceptos triviales.

Efectuó trabajos de Geología Regional tanto de la Plataforma Valles, como de las regiones de los estados de Nuevo León, Tamaulipas, Querétaro, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla.

Una Invitación inesperada primeramente del Dr. Eduardo Aguayo, me involucra con geólogos internacionales de la SGA y de la AAPG, para excursiones en la región frontal de la SMO, en las sierras de El Abra, Xilitla, Ahuacatlan, Qro., y paso de invitado a protagonista y guía colaborador con los Drs. Paul Enos y Charles Minero con los cuales se convirtió en coautor del Libro *Sedimentology and Diagenesis of Middle Cretaceous Platform East Central Mexico*

Participó en el Simposium sobre Yacimientos Naturalmente Fracturados en Tampico al lado del Dr. Ronald Nelson. y en recorrido de campo a la SMO y curso de sedimentología de siliciclastos con el Dr. Paul Edwin Potter y en secciones regionales de la Cuenca Tampico Misantla con el Dr. A. W. Bally.

Ha impartido conferencias en congresos nacionales y fue invitado y embajador mexicano en el Pabellón Internacional celebrado en el congreso de la AAPG en Dallas Txs. en 1997

Fue Premio Nacional en el 3er Simposium de Exploración de Plays y Habitats de Hidrocarburos en Tampico Tam. en 2007.

Fue presidente de las delegaciones de Tampico y CDMX de la AMGP, en los bienios 1998-1999 y 2018-2020 respectivamente, y recientemente ex candidato a la presidencia nacional de la AMGP

Laboro en Pemex exploración, en el IMP como asesor y consultor con Ingeniería de Perforación de Pozos en las regiones del SE y N., y como analista sedimentológico del Jurásico Superior, recientemente ha efectuado trabajos como asesor con algunas empresas del sector energético en algunos de sus proyectos o adjudicaciones.

Co Autor del Libro

Paul Enos, Charles Minero, Rogelio Ramos Aracén. "*Sedimentology and Diagenesis of Middle Cretaceous Platform East Central Mexico*", AAPG GUIDE BOOK FIELD TRIP AAPG DALLAS ANUAL CONVENTION 1997

Principales Conferencias Impartidas.

EN CONVENCIONES NACIONALES DE LA SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA, en los años:

1984 "LOS CABALGAMIENTOS EN LA REGIÓN DE CD. MANTE TAM." VI CONGRESO SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA EN EL HOTEL MA. ISABEL SHERATON EN MÉXICO, D.F.

1986 "EL ORIGEN DE LAS CONCRECIONES EN LA FM. LA CASITA" VII CONGRESO SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA EN EL IMP EN MÉXICO, DF.

1988 "LOS OLISTOLITOS DE LA FM. EL DOCTOR EN EL ÁREA DE ZIMAPAN, HGO". VIII CONGRESO SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA EN LA CFE EN MÉXICO, DF.

1990 "DEFORMACION ESTRUCTURAL EN EL FRENTES DE LA SMO ÁREA, XILITLA, TAMAZUNCHALE, SLP". IX CONGRESO SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA EN EL AUDITORIO BRUNO MASCANZONI DEL IMP EN MÉXICO, DF.

1992 "EXPLORACION DE PETROLEO ASOCIADO A EL FRACTURAMIENTO REGIONAL EN LA PLANICIE COSTERA" X CONGRESO SOCIEDAD GEOLOGICA MEXICANA EN EL CENTRO DE CONVENCIONES "EXPOVER" EN EL PUERTO DE VERACRUZ, VERACRUZ.

2021 "LA INVASIÓN MARINA SOBRE LOS BORDES CONTINENTALES DESDE EL CALLOVIANO AL KIMMERIDGIANO EN EL ORIENTE Y SURESTE DE MÉXICO. CDMX VIA ZOOM.

2021 "PRINCIPALES OROGENIAS EN MÉXICO CON CATACTERISTICAS GEOLOGICAS. ESTILOS ESTRUCTURALES, CRONÓLOGIAS". CDMX. VIA ZOOM

Foro de discusión

Discussion Forum

A sugerencia de uno de nuestros lectores, a partir de la revista de agosto de 2022, 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 Geosciencias.

MISCELÁNEOS

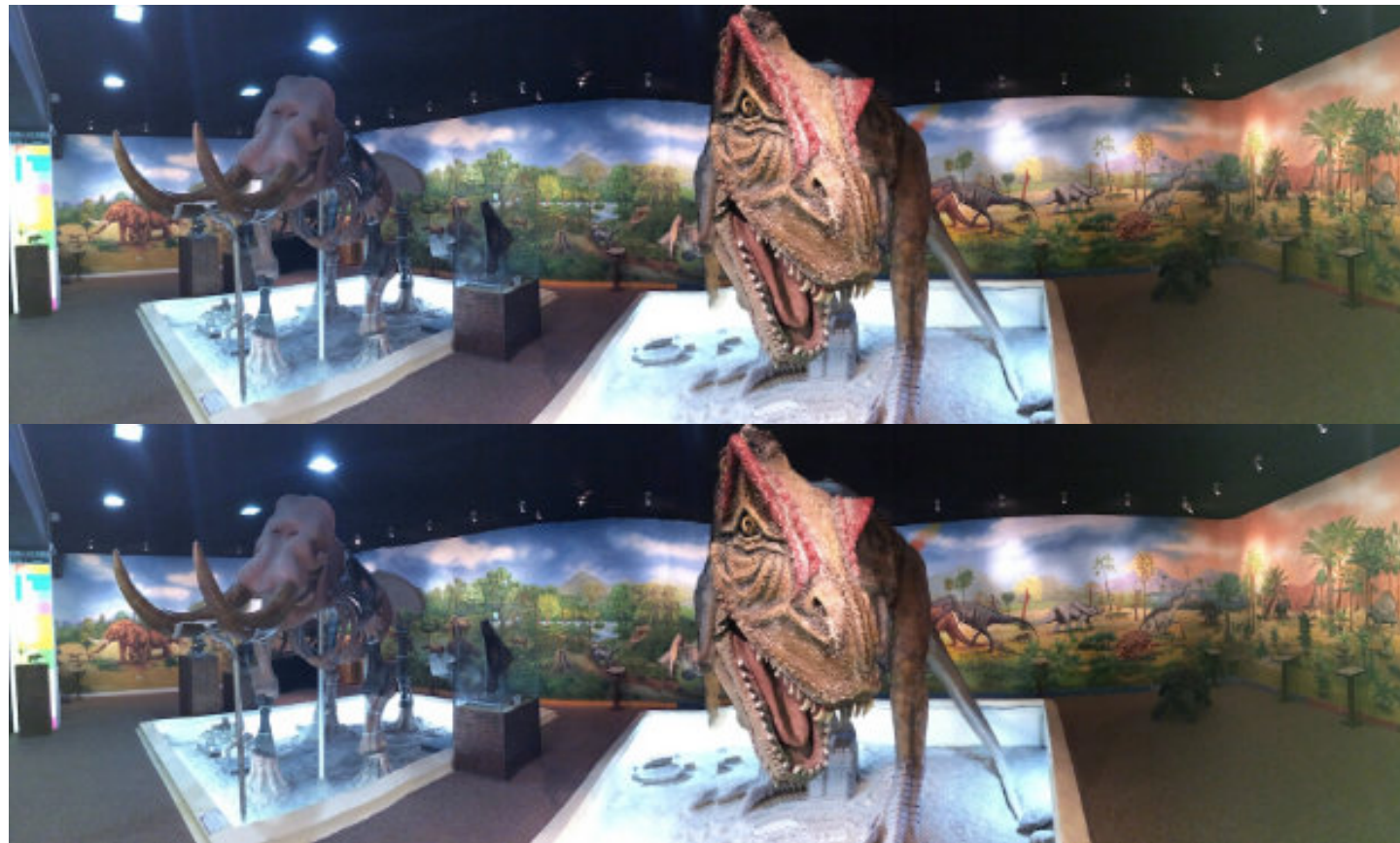
Ixtab , Diosa del suicidio



Los antiguos mayas creían que los suicidas se iban directamente al paraíso. Tenían una diosa especial que era la patrona de los que se habían privado de la vida ahorcándose, la llamaban Ixtab, diosa del suicidio. Puede verse esta diosa en el Códice de Dresde donde aparece pendiente del cielo por medio de una cuerda que está enrollada a su cuello. Tiene los ojos cerrados por la muerte, y en sus mejillas un círculo negro que representa la descomposición de la carne.

Museo de Historia Natural, Quito, Ecuador

Haz click en la imagen



La casa de la atmósfera de la tierra

<https://youtu.be/1YAOT92wuD8>

[atmosphere | Definition, Layers, & Facts | Britannica](#)

[Atmosphere of Earth - Wikipedia](#)

[What Is The Earth's Atmosphere Made Of? - WorldAtlas](#)

[5 things you might not know about the sky \(conservation.org\)](#)

[The Atmosphere and the Water Cycle | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](#)

[How Does Carbon Get Into the Atmosphere? | U.S. Geological Survey \(usgs.gov\)](#)

[The Top of the Atmosphere \(nasa.gov\)](#)

[How much water is in Earth's atmosphere? | Live Science](#)



<https://www.worldatlas.com/r/w1200-q80/upload/d0/ac/51/earth-atmosphere-space-studio23.jpg>

The James Webb Space Telescope

The **James Webb Space Telescope** will be a giant leap forward in our quest to understand the Universe and our origins. Webb will examine every phase of cosmic history; from the first luminous glows after the Big Bang to the formation of galaxies, stars, and planets to the evolution of our own solar system.

The telescope will be launched this year from French Guiana out to a Lagrange point 1.6 million kms from the Earth where it will be unaffected by gravity and be able to see in nearly all directions, in contrast to the Hubble telescope which is close to the Earth where much of its field of vision is blocked.

Webb's unprecedented infrared sensitivity will allow astronomers to compare the faintest, earliest galaxies to today's grand spirals and ellipticals, helping us to understand how galaxies are assembled over billions of years. Webb will be able to see through massive clouds of dust that are opaque to visible-light observatories like the Hubble, where stars and planetary systems are being born.

Webb will also tell us more about the atmospheres of extrasolar planets, and perhaps even find the building blocks of life elsewhere in the universe. In addition to other planetary systems, Webb will also study objects within our own Solar System.

<https://webb.nasa.gov/>



Tesis selectas presentadas en la Universidad Nacional Autónoma de México 2020

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

Caracterización del carbono orgánico disuelto del suelo y de enmiendas orgánicas y su interacción con la atrazina
Rincón Quintero, Luz Dary

Interacción de carbonatos edáficos con soluciones ácidas generados por minería :mecanismos de neutralización e inmovilización de contaminantes

Rivera Uria, María Yazmín

Geología estructural y mineralización epitermal de la región de Actopan y Santa Rosa, Sierra de Pachuca, estado de Hidalgo

Salvador Santamaría, Sabrina Jacqueline

Evidencia de actividad sísmica Cuaternaria de la falla La Alberca-Teremendo, Michoacán a través del registro paleosismológico

Soria Caballero, Diana Cinthia

Análisis tectonoestratigráfico del sector sur de la cuenca Ayuquila, Oaxaca, México: su implicación tectónica

Torre González, Alam Israel de la

Dinámica de flujos de escombros a través de datos experimentales

Tranquilino Espinoza, Carla Gisela

Geomorfología de la isla de Cozumel y su relación con los cambios del nivel del mar a partir del Pleistoceno Tardío, Quintana Roo, México

Trejo Pelayo, Salvador Antonio

Atributos sísmicos para la identificación y diferenciación de las facies carbonatadas del jurásico superior kimmeridgiano al sur de la cuenca Tampico - Misantla, México Centro - Oriental

Valdés Suárez, Dainiel

Análisis de la dinámica fluvial del Río San Pedro, Nayarit

Valoix Balderas, Alfredo

Evaluación de procesos superficiales del Cuaternario tardío con características orgánicas e inorgánicas de sedimentos en la Cuenca Sandía, nororiente de México

Vera Vera, Guillermo

Estudio de la susceptibilidad a la generación de inundaciones y lahares en el volcán Pico de Orizaba (Citlaltépetl), México

Zaragoza Campillo, Ana Gabriela

Análisis de anomalías del tensor magnético

Aguirre Díaz, Juan Pablo

Estudio de factibilidad hidrogeológica para la recarga de acuíferos en la zona sur de la cuenca de México

Alonso García, Adriana

Descripción de la placa de cocos debajo de la región centro-sur de México con tomografía sísmica

Álvarez Ruedas, Heber Raziel

Caracterización hidrogeoquímica del acuífero Valle de Celaya en la región hidrológica n°12, México

Amézaga Campos, Blanca Sofía

Análisis del registro de la intensidad de campo eléctrico atmosférico de la red universitaria de observatorios atmosféricos

Argueta Hernández, Fidel Alejandro

Estudio magnético integral de flujos de lava históricos del centro y oeste de la Faja Volcánica Trans-Mexicana :implicaciones de cronología absoluta y estructura de edificios volcánicos

Cifuentes Nava, Gerardo

Determinación de las características petrográficas y geoquímicas de xenolitos de la región sureste de la Sierra de Pachuca (sector oriental de la FVTM)

Contreras Cruz, Diana

Batimetría de alta resolución del sector suroeste del Escarpe de Campeche

Cossío González, Rafael

Origen y edad del vulcanismo silíceo entre Epazoyucan y la sierra de Pachuca

Cristiani Solís, Carlos Gaspar

Caverna del arte

**Vendedora de globos, Ciudad de Queretaro, México.
Fotografía de Claudio Bartolini.**



**Vendedora de videos, Ciudad de Cartagena, Colombia.
Fotografía de Claudio Bartolini.**



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.

Análisis granulométrico: Determinación de las cantidades relativas de partículas en un material granular que se encuentran dentro de rangos definidos de diámetro, mediante su separación sobre tamices de distintos tamaños de abertura, o por otros procesos adecuados para el efecto como la sedimentación o el examen por medios ópticos.

Cantera: Excavación en la superficie de la tierra para la explotación de minerales o de materiales de construcción.

Cimentación: Parte de una estructura que transmite la carga directamente al suelo.

Estabilidad: Estado y condición de una estructura o de una masa de material cuando puede soportar los esfuerzos aplicados durante largo tiempo sin sufrir una deformación o movimiento apreciable que no se recupere o devuelva al retirar la carga.

Factor de estabilidad: Factor adimensional, utilizado en el análisis de estabilidad de taludes, definido por Terzaghi (1962) con la siguiente ecuación; $N_s = H_c \gamma_e / c$, donde, c = cohesión del suelo, H_c = altura crítica del talud, y γ_e = peso unitario sumergido del suelo.

Licuefacción: Anulación de la capacidad para resistir esfuerzos de corte en un suelo granular fino, saturado y con densidad relativa baja, como consecuencia del aumento de presión intersticial originado por vibraciones.

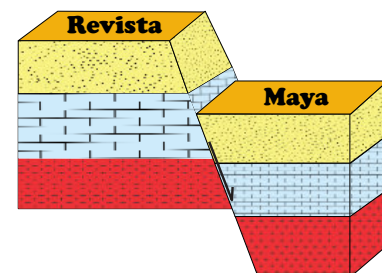
Permeabilidad: Capacidad de una roca o de un suelo de permitir el paso de un fluido a través de éste. Medida de la relativa facilidad en que un fluido pasa a través de un material bajo una diferencia de presión dada. La permeabilidad es una característica del material, independientemente de las propiedades físicas del fluido que pasa a través suyo, y es diferente del coeficiente de permeabilidad o conductividad hidráulica. La permeabilidad de un material está dada por la velocidad de descarga del fluido con el cual se hace el ensayo, v , el gradiente hidráulico, i , el peso unitario del fluido, γ_w en el caso del agua, y su viscosidad, η , de acuerdo con la ecuación $K = v \eta / i \gamma_w$.

Plasticidad: Propiedad de un material que se deforma indefinidamente sin romperse al ser sometido a un esfuerzo que supere un nivel dado.

Relleno estructural: Relleno situado próximo a una estructura y cuyas características desempeñan un papel importante en la estabilidad o deformación del conjunto.

Talud: Superficie inclinada en una excavación o en una explanada.

Tomado de: <https://glosarios.servidor-alicante.com/geotecnia>



Reunion Anual 2022 - Unión Geofísica Mexicana

<https://raugm.org.mx/>



RAUGM 2022
Resiliencia para un mundo sostenible

Convención Geológica Nacional 2023 - SGM

<https://www.sociedadgeologicamexicana.org.mx/cgn2023>

CONVENCIÓN GEOLÓGICA NACIONAL 2023

Sede

PRIMERA CIRCULAR

CONVENCIÓN GEOLÓGICA NACIONAL 2023

GEOCIENCIAS, CAMBIO CLIMÁTICO, DESASTRES Y RESILIENCIA

Palacio de Minería, Centro Histórico, CDMX
Del 23 al 27 Abril 2023

Fecha límite para proponer Sesiones especiales, Excursiones, Cursos cortos, Mesas redondas y Conversatorios: 30 de octubre 2022
Envíos al correo: sociedadgeologicamexicana.info@gmail.com

Las propuestas serán sometidas al Comité Científico para su evaluación

TEMAS:

- Arqueometría
- Cambio Climático
- Edafología
- Educación
- Estratigrafía
- Estratigrafía Volcánica
- Geofísica
- Geología Ambiental
- Geología de México
- Geología del Petróleo
- Geología Estructural
- Geomorfología
- Geoquímica
- Geotecnia
- Geotermia
- Hidrogeología
- Karst y Pseudokarst
- Mineralogía
- Paleoclimatología
- Paleontología
- Peligros Geológicos
- Petrología Ignea
- Petrología Metamórfica
- Petrología Sedimentaria
- Sedimentología
- Tectónica
- Vulcanología
- Yacimientos Minerales

PRÓXIMAMENTE
MÁS
INFORMACIÓN

sitio en construcción

PRÓXIMAMENTE MÁS INFORMACIÓN
WWW.SOCIEDADGEOLOGICAMEXICANA.ORG.MX/CGN2023
SIGUELOS EN: [SOCIEDADGEOLOGICAMEXICANA](https://www.facebook.com/SOCIEDADGEOLOGICAMEXICANA)

AAPG WOMEN'S NETWORK

<https://www.aapg.org/womens-network>

AAPG Women's Network

The AAPG Women's Network was previously known as PROWESS.

The AAPG Women's Network (AAPGWN) is a special interest group made up of men and women who are dedicated to promoting the technical and professional prowess of AAPG's women members.

Current activities include hosting networking events and short courses at ACE and ICE conferences, nominating women for AAPG awards, partnering with sister organizations, creating media materials to highlight the careers of women geoscientists and more.

To join AAPGWN, navigate to the [AAPG N.E.T.](#) and click **Join**. You must have or [create a free AAPG account](#) to join a Special Interest Group (SIG). SIG membership is free to all AAPG members and is free for one year from the join date for individuals who have not yet joined AAPG.

Follow us on social media: [LinkedIn](#), [Facebook](#) and [Twitter](#).

Mission

The mission of AAPGWN is to make a positive difference, provide guidance, support, increase participation and promote the advancement of women in geosciences and the Energy Industry. The emphasis will be on education, outreach, support, leadership development, and ultimately, retention and engagement. The AAPGWN will interact with men and women in geoscience, their peers and employers, educational institutions, and professional societies to accomplish this mission.

Vision

The vision of the AAPGWN is to lift the status of women in the petroleum geosciences such that women's issues become non-issues.



X EARTH SCIENCES CONVENTION
Exhibition of Products, New Technologies and Services
International Convention Center of Havana, Cuba
April 10th - 14th, 2023



GEOLOGIA ' 2023
XV Geology Congress

GEOFISICA ' 2023
XII Geophysics Congress

MINERIA ' 2023
X Mining Congress

PETROGAS ' 2023
IX Oil And Gas Congress

GEOINFO ' 2023
XVI Informatics
and Geosciences Congress

The Cuban Geological Society (SCG) is pleased to invite scientists, professionals, technicians and university students of Geology, Geophysics, Mining and related Geosciences, to participate in the X Earth Sciences Convention, and Exhibition of Products, New Technologies and Services, to be held at the International Conference Center of Havana, Cuba on April 10th - 14th, 2023.

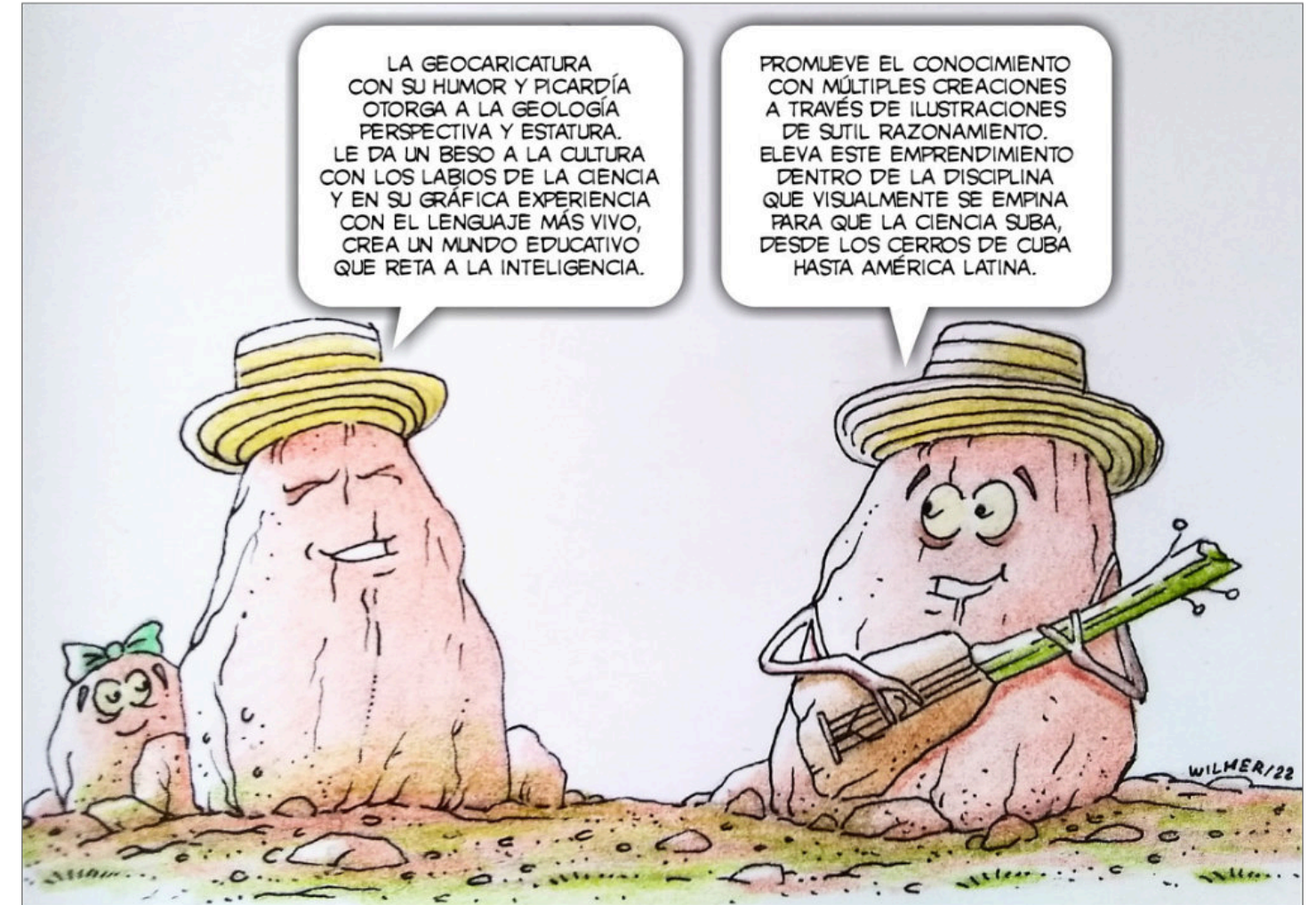
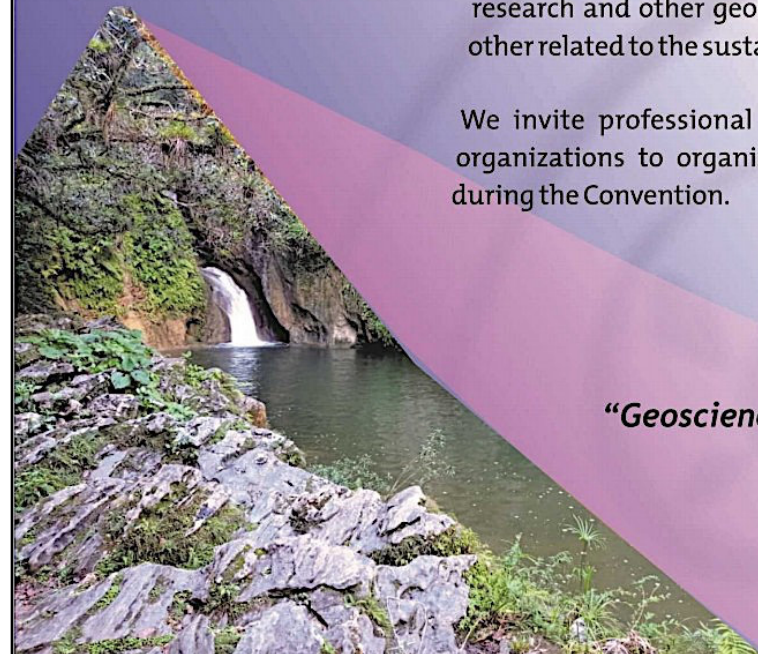
The convention welcomes presentations about Cuba, the Caribbean and other regions or in general about the geology, geophysics and mining experiences in the search and management of natural resources, including minerals (metals, industrial), water, oil and gas, construction, earthquake research and other geohazards, education of geosciences; as well as any other related to the sustainable exploitation of natural resources.

We invite professional societies, institutions and non-government organizations to organize workshops, round tables and meetings during the Convention.

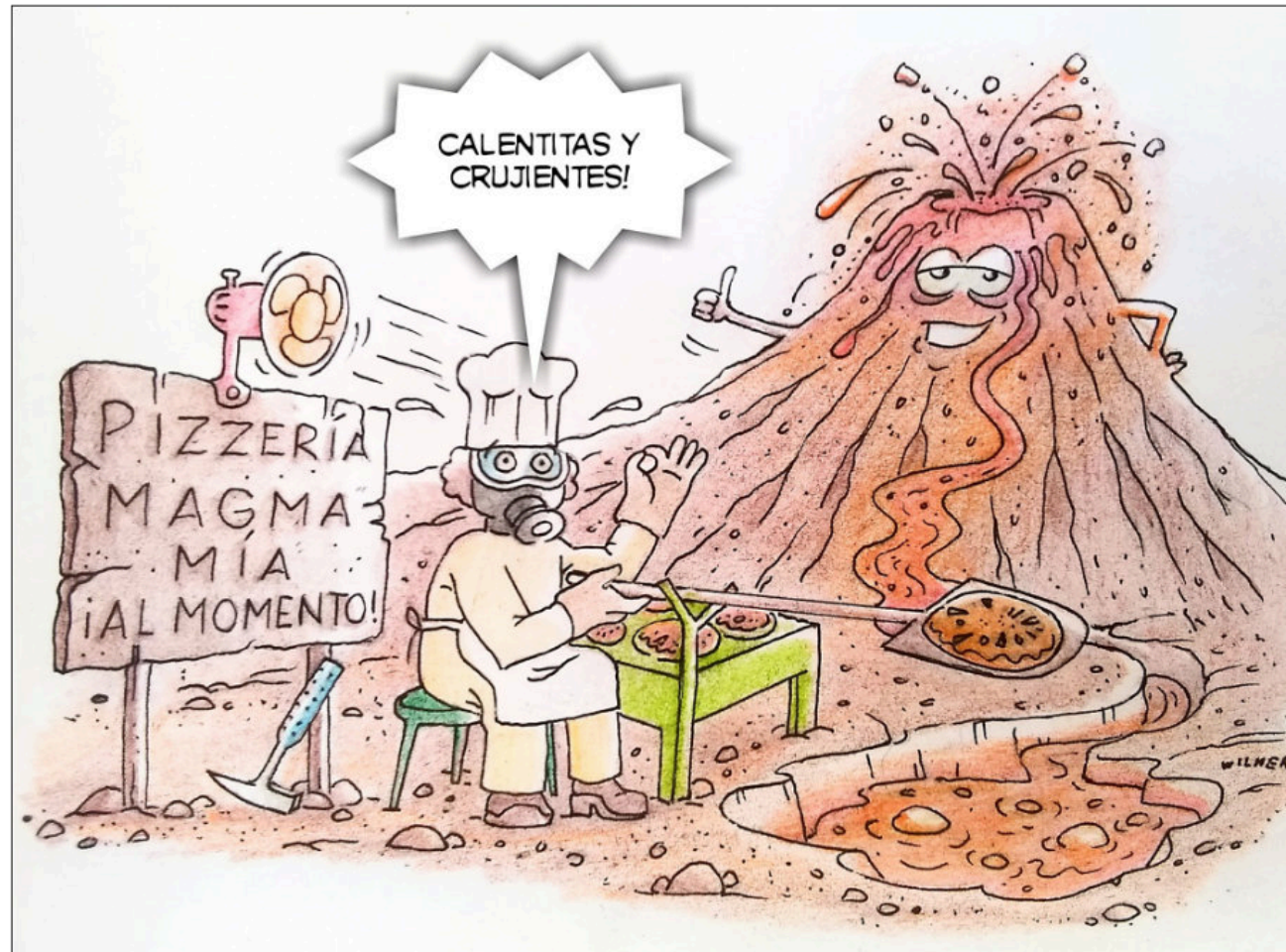
MSc. Kenya E. Núñez Cambra
President of the Cuban Geological Society

“Geosciences at services of Society and Development”

www.scg.cu
www.cubacienciasdelatierra.com
geociencias.cuba.scg@gmail.com
geociencias@mhnc.inf.cu
geociencias@igp.minem.cu



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.



Kartchner Caves, Arizona

Boasting the world's longest stalactite formation, Kartchner Caverns introduces visitors to the mysterious world of caves. Explore the bowels of a living cave and marvel at Arizona's tallest natural column formation. Located in Southern Arizona, this ADA-accessible park is just a short hop from Tucson in nearby Benson.

Discovered in 1974, Kartchner Caverns is a massive limestone cave that's home to many outstanding features, including remarkable minerals and formations as well as some winged friends.

<https://www.visitarizona.com/places/parks-monuments/kartchner-caverns-state-park/>

<https://azstateparks.com/kartchner/>

<https://www.youtube.com/watch?v=Xf8o3v9YLys>

<https://stateparks.com/kartchner-caverns-state-park-in-arizona.html>

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

Compilado por Nimio Tristán,
Geólogo,
Houston, Texas



PARA TODOS AQUELLOS QUE TIENEN QUE ESCRIBIR TESIS, DISERTACIONES, REPORTES TÉCNICOS, Y PUBLICACIONES CIENTÍFICAS, LA SIGUIENTE LISTA DE APLICACIONES “OPEN SOURCE” FUERON IDENTIFICADAS POR:

DR. JORDI TRITLLA CAMBRA

Para imágenes:

Rawtherapee: www.rawtherapee.com

Irfanview: <https://www.irfanview.com/>

XnViewMP: <https://www.xnview.com/en/xnviewmp/>

Estadística:

Past4: <https://www.nhm.uio.no/english/research/infrastructure/past/>

Open Geoscience:

<https://github.com/softwareunderground/awesome-open-geoscience>

Para GIS:

GIS: <https://grass.osgeo.org>

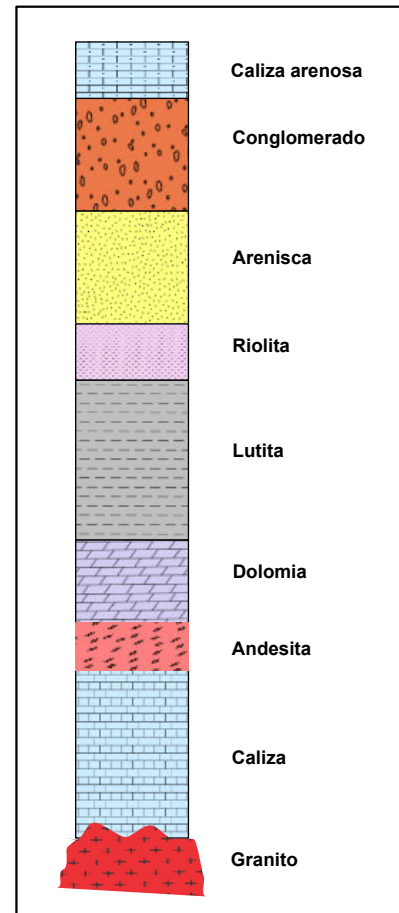
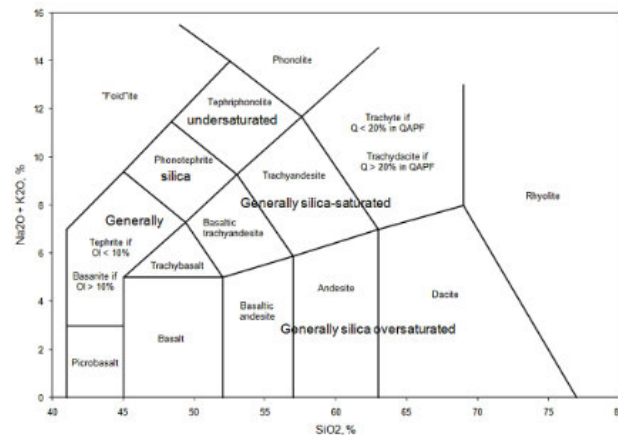
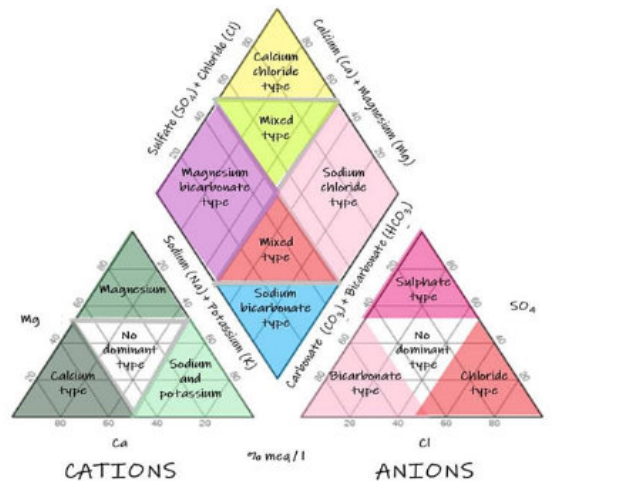
Administradores de Referencias:

Jabref: <https://www.jabref.org>

Zotero: <https://www.zotero.org>

Mendeley: <https://www.mendeley.com/>

EJEMPLOS DE ILUSTRACIONES



Curiosidades de ciencias y cultura...

¿Qué edad tiene el árbol más viejo del mundo?

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

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

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

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

¿Cómo se estima la edad de un árbol?

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

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



Source: BBC NEWS

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

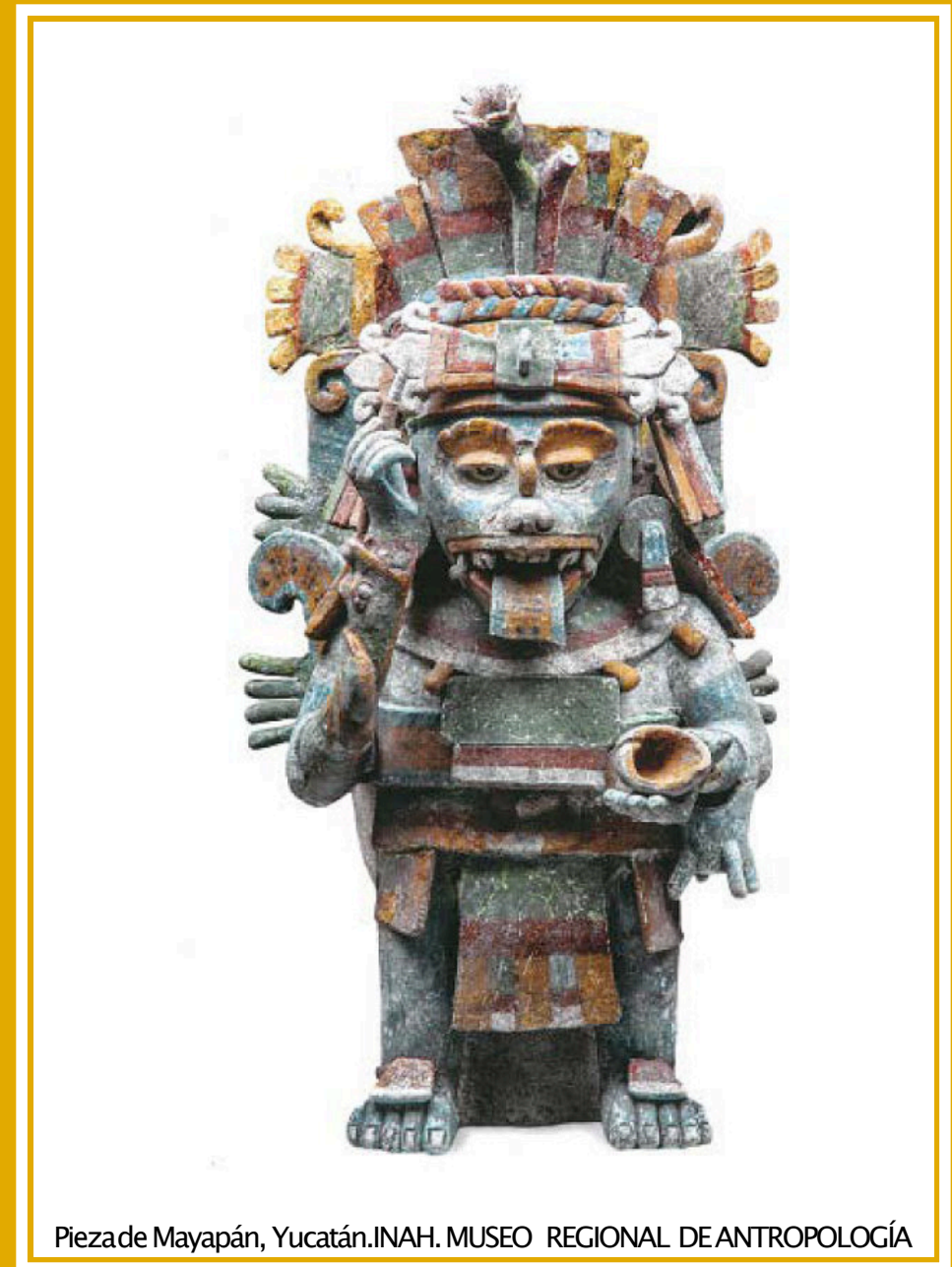
<http://sodogeo.org/>



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

Universidad Tecnológica
del Cibao Oriental,
República Dominicana

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



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