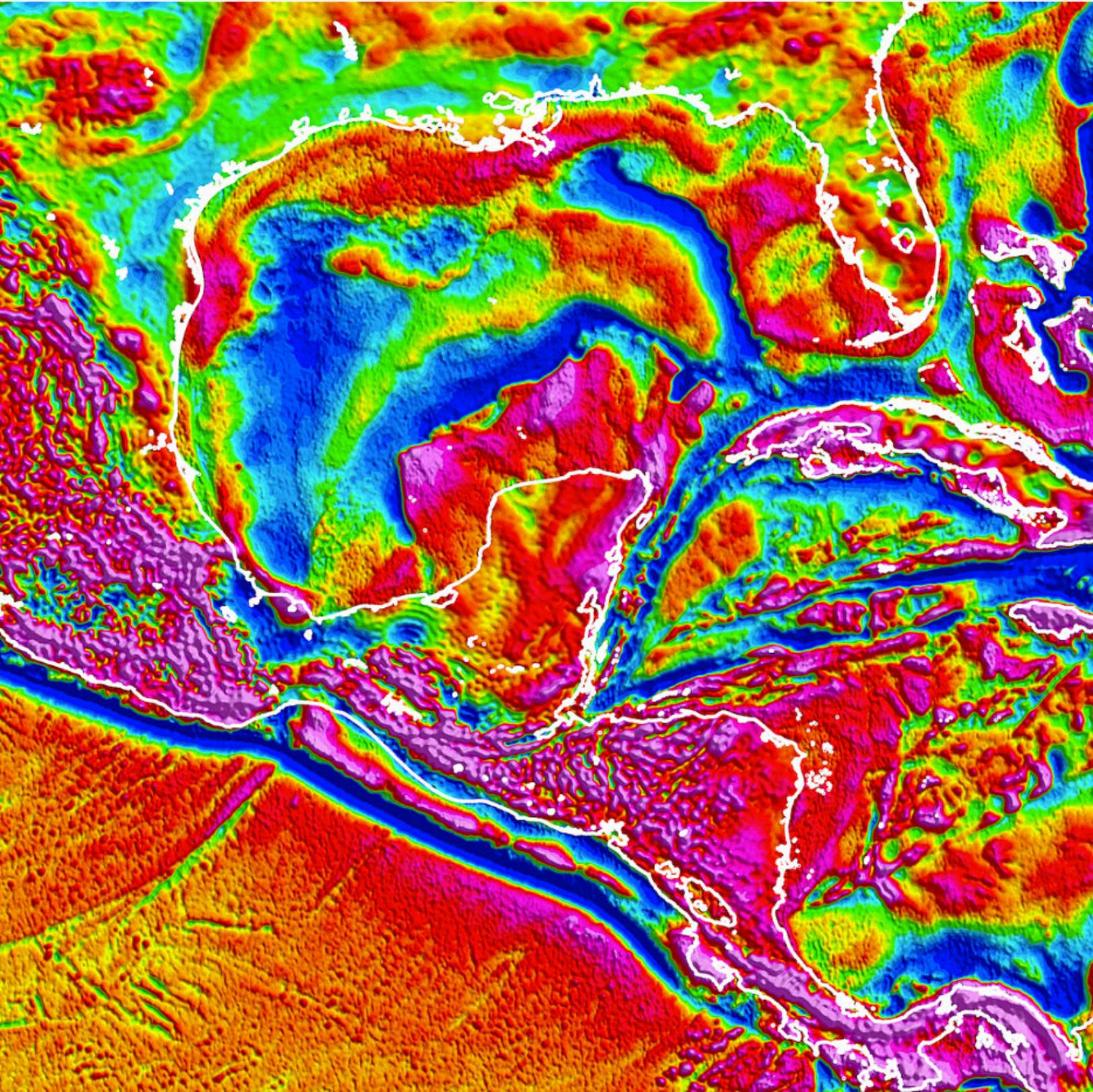


**JULIO
2023**



MAYA

REVISTA DE GEOCIENCIAS



JULIO
2023



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 desean participar o contribuir con algún manuscrito, por favor comuníquense 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: Mapa de anomalía gravimétrica de Aire Libre por el **Dr. Antonio Olaiz**. En costa afuera los datos son Sandwell et al., 2014 (versión 23.1). En tierra los datos del modelo EGM08 de Pavlis et al., 2008. Datos disponibles en el Bureau Gravimétrico Internacional: <https://bgi.obs-mip.fr/data-products/grids-and-models/egm2008-global-model/> y en el Instituto Scripps de Oceanografía/Universidad de San Diego: https://topex.ucsd.edu/marine_grav_mar_grav.html

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),



Ing. Humberto Álvarez. Más de 5 décadas, dedicadas a la estratigrafía y tectónica del Jurásico, Cretácico y Paleógeno de Cuba occidental y central. Editor cubano de la Expedición checoslovaca Escambray II realizó cartografías del Macizo Metamórfico Escambray; Complejo Anfibolítico de Mabujina y Complejo Granítico de Cuba central. Es autor-coautor de 23 unidades litoestratigráficas y litodémicas de Cuba occidental y central. Es miembro extranjero de las subcomisiones del Jurásico, Cretácico y Paleógeno de la Comisión del Léxico Estratigráfico de Cuba. Descubrió el mayor depósito cubano de fosforitas marinas y nuevos prospectos de Cu y Au y realizó la factibilidad de 7 proyectos hidroeléctricos en la Cordillera Central de Panamá. Country Manager de Big Pony Gold de Utah, exploró el potencial de oro del greenstone belt del cratón de Uruguay. Senior Geologist de Gold Standard Brasil, exploró regiones auríferas en los Estados de Paraná, Santa Catarina y Mato Grosso del Norte en rocas arqueanas y



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

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

proterozoicas y realizó evaluaciones de exploración para Cias. canadienses en Panamá, Andes de Perú, Honduras y otros países. Nombrado por el Ministro de Comercio e Industrias Miembro de la Comisión "Ad Honorem" del Plan Maestro de Minería de Panamá, fue el redactor encargado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) del Proyecto de Geología y Minería y miembro de su Misión Especial para entregar el proyecto al Gobierno y posterior Consultor del BID para la descentralización de la Autoridad Nacional del Ambiente. Anterior Miembro del Consejo Científico de GWL de la Federación Rusa y Representante del Servicio Geológico de Inglaterra en América central. Director de Miramar Mining Panamá y Minera Santeña, S. A., reside en Panamá por 28 años y redacta obras sobre geología de Cuba y Panamá. En el repositorio Academia.edu de libre acceso, se encuentran 22 artículos suyos de diferente volumen.

geodoxo@gmail.com

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

r.lopez.jimenez00@aberdeen.ac.uk



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



José Antonio Rodríguez Arteaga es Ingeniero geólogo, egresado de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica de la Universidad Central de Venezuela, Caracas, con más de 30 años de experiencia. En sus inicios profesionales laboró como geólogo de campo por 5 años consecutivos en prospección de yacimientos minerales no-metálicos de la región Centro-Occidental de Venezuela. Tiene en su haber labores de investigación en Geología de Terremotos y Riesgo Geológico asociado o no a la sismicidad. Es especialista en Sismología Histórica, Historia de la Sismología y Geología venezolanas. Ha recibido entrenamiento profesional en



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



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



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

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

Metalogenia, Ecuador y Geomática Aplicada a la Zonificación de Riesgos en Colombia. Tiene en su haber como autor y coautor, tres libros dedicados a la catalogación sísmológica del siglo XX; a la historia del pensamiento sísmológico venezolano y la coordinación de un atlas geológico de la región central del país, preparado junto al Dr. Franco Urbani, profesor por más de 50 años de la Escuela de Geología de la Universidad Central. 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

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

proyectos de geología sobre EEUU, México, Centroamérica 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 tomadas con su drone, integrados con otros datos geoespaciales.

jonblickwede@gmail.com

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



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

Nuevo Canal Youtube de la Revista Maya de Geociencias

Es un gran placer informarles que hemos establecido un un Canal Youtube de nuestra Revista Maya para la difusión de videos de temas de Ciencias de la Tierra. Ya iniciamos nuestras actividades en: <https://www.youtube.com/channel/UCYJ94EyLj4LqnVbbTXh5vpA>

Estimados colegas,

Te invitamos a que visites la página web de 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 Revista Maya de Geociencias

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





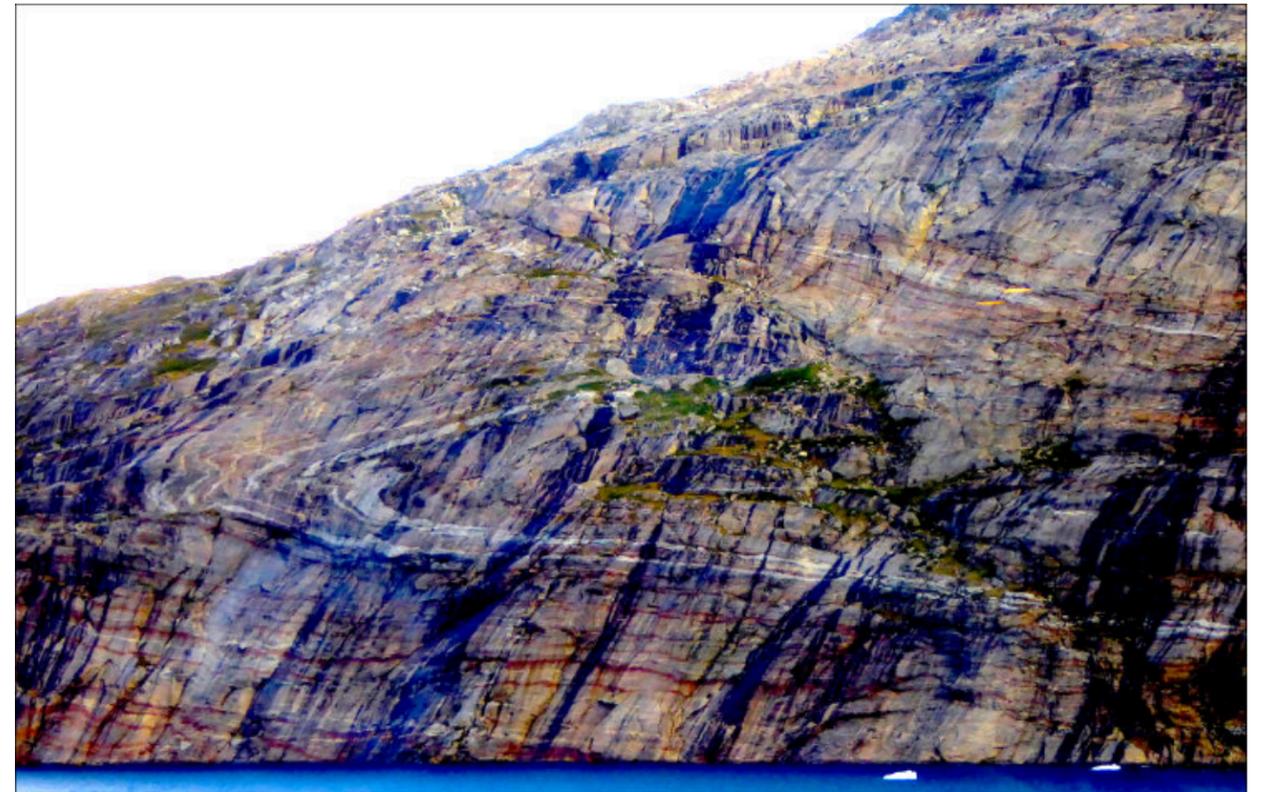
Tertiary mylonites, Catalinas metamorphic core complex, Tucson, Arizona. Photo by Claudio Bartolini.

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

En esta ocasión queremos manifestarles nuestro contento sobre el reciente convenio de colaboración entre la Revista Maya de Geociencias (RMG) y la Comisión Especial de Ingeniería Geológica de la Academia de Ingeniería México (CE-IG-AIM), y, cuya presidenta es la Dra. Rosa María Prol Ledesma.

Les agradecemos a los miembros de la CE-IG-AIM su interés por publicar su valioso material y experiencias a través de la RMG, un medio digital de difusión y divulgación de las geociencias en México, Latinoamérica y el mundo.

Asimismo, alentamos a todos nuestros lectores a estar pendientes de los próximos números de la RMG en la que encontrarán notas geológicas, semblanzas y demás miscelánea geocientífica de parte de los miembros de la CE-IG-AIM.

¡Enhorabuena por esta valiosa colaboración!

CONTENIDO **JULIO 2023**

Semblanzas.....	12
Obituario.....	21
Resúmenes de tesis y publicaciones.....	23
Los libros recomendados.....	31
Temas de interés.....	34
Fotografías de afloramientos/microscopio.....	55
Notas geológicas.....	60
Misceláneos	
Museos de historia natural.....	86
Concurso de fotografía geológica.....	87
GeoLatinas – GeoSeminarios.....	90
Conferencia Internacional sobre Geología Médica.....	92
Caverna del Arte.....	93
Geo-caricatura (Wilmer Pérez Gil).....	96
Desierto de Atacama, Chile.....	97
Asociaciones geológicas hermanas.....	98

www.revistamaya.com

<https://ai.org.mx/la-academia/>



SEMBLANZAS

Marjorie O'Connell: 1890 - 1974

La primera geóloga en Cuba.

En 1909, el Dr. Carlos de la Torre anuncia, en la Academia de Ciencias de La Habana, luego en 1910, en el Congreso Geológico Mundial de Estocolmo, la comprobación de la sección jurásica en las calizas que afloran en el valle de Viñales, en Pinar del Río, basándose en la presencia de *Ammonites*.¹ Se conocía que 1884 Manuel Fernández de Castro y Pedro Salterain consideraron estas calizas como probablemente jurásicas.² De la Torre correlaciona las formaciones de Viñales con las del Jurásico Superior (Kimmerigense) de Mazapil en México.³ La secuencia jurásica fue incorporada por Vaughan en la memoria "Stratigraphy of North America" en 1912.⁴ Desde 1911, por invitación del Dr. de la Torre, Barnum Brown⁵ del American Museum of Natural History lleva a cabo en Cuba cinco misiones de trabajos de campo que totalizan un total de 11 meses en las provincias centrales y occidentales. Producto de estas misiones, logra completar una extensa colección fósiles. El material obtenido por Brown en Pinar del Río, con representantes de una variada fauna, era suficiente para determinar, con relativa exactitud, la sucesión zonal y lograr una correlación con formaciones sincrónicas de México y Europa. Además de las muestras recolectadas en las expediciones, el Dr. de la Torre le entrega muchos de los especímenes recolectados en la localidad tipo que tenía por clasificar y el Dr. Mario Sánchez Roig, de la Universidad de la Habana, también le suministra generosamente otros sesenta especímenes.⁶ Pero, para completar su estudio, necesitaba la competencia de un paleontólogo de invertebrados, por lo que acudió a la Dra. Marjorie O'Connell.

El Dr. T. W. Stanton, del Servicio Geológico de los Estados Unidos, le presta a la Dra. O'Connell su propia colección de *Ammonites* del Kimmeridgense y el Titonense de Mazapil, mientras que su tutor, el profesor A.W. Grabau del Museo Paleontológico de la Universidad de Columbia, le entrega algunos especímenes del genus *Idoceras*, también de Mazapil. Con toda esta información, O'Connell compara los ejemplares de la fauna fósil cubana y mexicana determinando sus relaciones reales lo que publica en su artículo de 1920, "The Jurassic Ammonite fauna of Cuba"⁷. Así, determina que las rocas que anteriormente se



suponían del Kimmeridgense, en realidad pertenecen al Oxfordense Superior. Antes del artículo, O'Connell presenta notas sobre la estratigrafía y las correlaciones de las formaciones jurásicas de Cuba ante la Paleontological Society of America, en una reunión en Baltimore en 1918⁸ y ante la Geological Society of America, en su reunión de Boston en 1919.⁹ Algunos estudios paleontológicos sobre los *Ammonites* cubanos se resumen en un breve comunicación, presentada en la referida reunión de Baltimore.¹⁰ Mientras que el artículo de O'Connell estaba en proceso de edición, aparece la publicación del Dr. Sánchez Roig "La Fauna Jurásica de Viñales".¹¹

Al describir los especímenes, incluyendo la nueva especie de *Perisphinctes cubanensis* del Oxfordense, O'Connell resalta la presencia de petróleo pesado (chapapote) asociado a los cristales de calcita tanto dentro como fuera del molde. El asfalto en ocasiones rellena completamente los fósiles, sustituyendo los tabiques de tal manera que puede obtenerse un molde interno. Esto se reporta en otros ejemplares que pertenecen al género *Perisphinctes*. Independientemente de los errores característicos de la primera etapa de estudios, los trabajos de O'Connell son tremendamente importantes por la clasificación y

correlación de las secuencias del Jurásico Superior de Cuba con las de Europa y México. Comparando la fauna de *Ammonites* de Cuba con la de Europa se encuentra que hay una suficiente similitud que indica que ambas pertenecieron a la misma provincia geográfica, a pesar de la enorme distancia.

Marjorie O'Connell describió los *Ammonites* del Oxfordiano pinareño, con excelente rigor paleontológico incluyendo varias especies nuevas para la ciencia.¹² De forma similar describió varias formas de *Aptychus* del Cretácico Inferior (Neocomense) contenidas en las calizas de esa edad.¹³ Estas son: *Ochetoceras (Cubaocetoceras) burckhardtii* (O'Connell, 1920); *Perisphinctes (Dichotomosphinctes) plicatiloides* (O'Connell, 1920); *Perisphinctes (Arisphinctes) cubanensis* (O'Connell, 1920); *Lamellaptychus angulocostatus var cristobalensis* (O'Connell); *Lamellaptychus cubensis* (O'Connell). El Dr. Mario Sánchez Roig le dedica a la Dra. O'Connell una especie caracterizada por su alto endemismo: *Euaspidoceras (Euaspidoceras) oconnellae* (Sánchez Roig, 1951).¹⁴

Los estudios sobre la geología de Cuba occidental de Brown y O'Connell fueron sintetizados en el artículo "Correlation of the Jurassic Formations of Western Cuba. Publicado en el Bulletin of the Geological Society of America de septiembre de 1922. La interpretación errónea como de edad Cretácica de la secuencia de lutitas y areniscas en las alturas meridionales de Guaniguanico, cubriendo discordante la sección Jurásica, era muy atractiva para la exploración petrolera porque era, en una primera aproximación, la misma secuencia que en las cuencas de la península Arábiga. El artículo de Brown y O'Connell tuvo amplia repercusión y sirvió para atraer empresas petroleras internacionales para la búsqueda de petróleo. Es la cuenca terciaria al sur de Pinar del Río el escenario de los primeros trabajos sísmicos en Cuba y la perforación de varios pozos muy profundos de más de 3 000 metros.

Si bien la cooperación con Barnum Brown sobre la fauna jurásica de Cuba se considera de gran impacto científico, esta no fue la única. Con anterioridad Marjorie O'Connell cooperó en la datación de las calizas seboruco que cubren discordantes las ofiolitas níquelíferas en el nordeste de Cuba como "probablemente oligocénicas". En 1915 nombró la nueva especie de foraminíferos orbitoides *Orbitoides kempii* (O'Connell) en honor al profesor James Kemp de la Universidad de Columbia. (Kemp, J.F. The Mayari Iron-Ore Deposits, Cuba. Transactions of American Institute of Mining Engineers for 1915, pp. 11-13.)

Notas biográficas de Marjorie O'Connell (1890-1974).¹⁵

Nace el 15 de agosto de 1890 en Newark, N.J. Educada en la Universidad de Columbia de Nueva York donde se

gradúa de Bachelor of Art en 1911. En la misma universidad continua su maestría que concluye en 1912, y el doctorado en 1916. Fue alumna de paleontología del Doctor Amadeus Grabau en esta Universidad donde manifiesta su deseo de dedicarse a las investigaciones científicas en geología.

Entre 1913 y 1914 fue profesora de geología en el colegio femenino Adelphi College. Ella opta por dar clases en este colegio femenino porque le daba la oportunidad de continuar estudiando en el doctorado en la Universidad. Obtiene el puesto de investigador como Curador de paleontología en la Universidad de Columbia entre 1914-1916. Obtiene la beca Sarah Berliner en los años 1917-1918. Mientras esperaba por una posición en la investigación, realiza varios trabajos hasta que consigue una plaza de paleontóloga en el American Museum of Natural History. En 1918 comienza a trabajar como experto asistente paleontólogo en el AMNH y luego como asistente de investigador 1920. Ray Bassler director del American Museum of Natural History prohibía a otros investigadores imitar el ejemplo de Marjorie O'Connell que se armaba con un revólver para salir a los trabajos de campo. En sus plazas en el museo ganaba muchísimo menos que los hombres por el mismo trabajo. Estando lejos de su familia, solo dependía de ella misma por lo que alternaba su posición con el trabajo en un banco. Su final como científica e investigadora llegaría en 1922 cuando se casó con William Shearon. En aquellos tiempos, se prohibía contratar mujeres casadas por lo que de nuevo se vio obligada a cambiar completamente de carrera para dedicarse al trabajo social y la salud pública. Junto a su esposo William vivió en Brooklyn y más tarde en Queens, New York hasta los años cuarenta.¹⁶ Publicó varios artículos en periódicos estatales, pero nunca relacionados con la geología y la paleontología. En 1967 publica la biografía de Wilburn Cohen.¹⁷

En su corta carrera como investigadora. Marjorie O'Connell adquiere un notable prestigio. Era considerada una científica muy prometedora, una estrella naciente en la geología y la paleontología de los Estados Unidos. Ganó el premio Walker de la Sociedad de Historia Natural de Boston en 1914. Sus trabajos sobre la evolución y el hábitat de los especímenes eurypteridos del Ordovícico y más tarde la paleontología de los invertebrados y la estratigrafía del Jurásico en Cuba gozaron de reconocimiento. Fue miembro de la Boston National History Society, miembro de la Paleontologic Society, de la American Geographic Society y de la New York Academy. Fue de las primeras mujeres electas miembro de la Geological Society of America. La Dra. O'Connell fue la sexta en la historia de esta sociedad en ser admitida en 1919.¹⁸ En los primeros 58 años de la GSA solo 28 mujeres fueron admitidas.

¹Torre, Carlos de la, 1909. Excursión Científica a Viñales. Anales de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana, XLVI, pp. 99- 103.

²Fernández de Castro, M.—Pruebas paleontológicas de que la Isla de Cuba estaba unida al Continente americano, y breve idea de su constitución geológica. Anales de la Academia de Ciencias de la Habana. Tomo XXI, página 146. Habana, 1885.

³Torre. Carlos de la, 1910. Comprobation de l'existence d'un horizon jurassique dans la region occidentale de Cuba. Compte Rendu, Congres geologique international, XIe, Stockholm, pp. 1021-1022.

⁴Balley Willis: Index to the stratigraphy of North America. Professional Paper No. 71, 1912. (See p. 552.)

⁵El mismo que había descubierto el Tyrannosaurus Rex y que era conocido popularmente como "Mr. Bonds".

⁶Sánchez 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

⁷O'Connell, Marjorie. 1920. The Jurassic Ammonite fauna of Cuba. Bulletin of the American Museum of Natural History, 42 (14 december 1920): Plates XXXIV to XXXVIII 643-692

⁸Brown, Barnum and O'Connell, Marjorie. 1919. Discovery of the Oxfordian in Western Cuba. Bull. Geol. Soc. Amer., XXX, p. 152 (abstract). Presented Dec., 1918.

⁹O'Connell, Marjorie. 1920. Further Studies on the Jurassic of Cuba. Bull. Geol. Soc. Amer., XXXI, p. 136 (abstract). Presented Dec., 1919.

¹⁰O'Connell, Marjorie. 1919. Orthogenetic Development of the Costa in the Perisphinctine. Amer. Journ. Sci., XLVIII, pp. 450-460, 2 figs. Presented before the Palaeontological Society of America, Dec., 1918.

¹¹Roig, Mario Sánchez. 1920. La Fauna Jurásica de Viñales. República de Cuba, Secretaria de Agricultura, Comercio y Trabajo, Boletín Especial, 61 pp., 23 plates. Imprenta "Graphical Arts". Salud No 113. 1920

¹²Judoley Constantino y Furrzola Bermudez Gustavo Estratigrafía del Jurásico Superior Publicación Especial No 3 Ministerio de Industrias Departamento Científico de Geología, 1965; Furrzola Bermudez, Gustavo. Gutiérrez Domech Roberto, Torres Silva Ana I. Pantaleón Guillermo. Los Ammonites y Aptychus del Mesozoico de Cuba, Actualización Geología y Minería 98 Memorias 3 Tomo 2 p. 291-294, La Habana.1998.; Myczinsky Ryszard, Pszczolkovsky Andrzej The ammonites and age of the San Cayetano Formation from the Sierra del Rosario, western Cuba Acta Geologica Polonica Warszawa Vol. 26. No. - 2 1976

¹³Oliva Martín. Anabel; Delgado Carballo, Iliana L.; Domínguez Samalea, Yaima; M. Gutiérrez Domech, Roberto; Hidalgo Griff. Daisy El Catálogo de Ammonites de Cuba: Volumen primero. IGP. La Habana 2015.

¹⁴Sánchez Roig M. La fauna jurásica de Viñales. Anales de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de La Habana. LXXXIX (II): 46 - 94. 1951

¹⁵Aldrich, Michele L. Women in Geology en Kass-Simon, Gabriele; Farnes Patricia; Deborah Nash Women of Science: Righting the record

¹⁶Bonnie Carson. Comunicación Personal

¹⁷Wilbur J. Cohen: the pursuit of power; a bureaucratic biography. Marjorie O'Connell Shearon. Shearon Legislative Service. 1967.

¹⁸Ecket Edwin Butt The Geological Society of America: Life History of a Learned Society GSA Bulletin No. 155



Rafael Tenreiro 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. tenreiro2015@gmail.com

In Memoriam, CARLOS GALÁN VÁSQUEZ (1949 -2023)

José Antonio Rodríguez Arteaga

Colaborador de la Revista

Introducción

El nombre de Carlos Galán está especialmente vinculado con la espeleología de Venezuela y de algunos otros países de Latinoamérica como Argentina y Brasil.

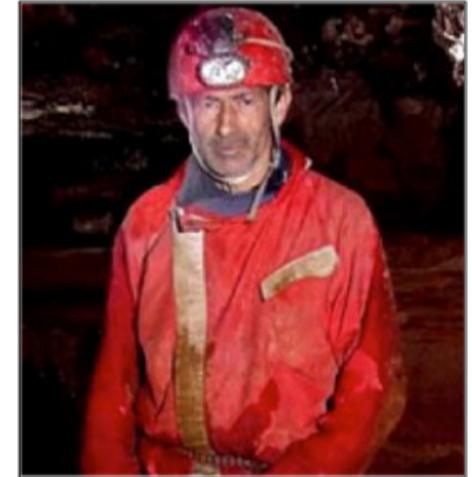
En su persona se reunieron las características de un diligente explorador, naturalista de liderazgo, nacido en el País Vasco y que tuvo en su haber una producción científica muy abundante sobre Venezuela y sus cuevas. Finalizando el mes de mayo la Sociedad Venezolana de Espeleología (SVE), Caracas-Venezuela y la Sociedad de Ciencias Aranzadi, (SCA), Donostia-San Sebastián-España, expresaron el pesar que la comunidad espeleológica tiene ante su desaparición física. Ésta tomó por sorpresa a

bachillerato en el Colegio La Salle, regentado por la Congregación Salesiana interesada por las Ciencias Naturales (Elkarrizketa, 2005).

Así, entre la cotidianidad de sus estudios, tuvo la oportunidad de incorporarse y participar en los trabajos del Museo de Historia Natural de La Salle, uno de los más reconocidos en materia de Zoología de Suramérica; para los años 60's. Allí iniciará su vocación aprovechando cualquier tiempo libre o período vacacional, cuando se trasladaba a San Sebastián para proseguir las actividades iniciadas en Caracas, llevando a la práctica su afición por las cuevas junto a los miembros de la S. C. Aranzadi (Elkarrizketa, *op. cit.*).

Como biólogo de profesión se inicia en la práctica de la mastozoología, teniendo un particular interés en primates y quirópteros siendo muchos de ellos habitantes cavernarios y además de las salidas habituales como colector de especies para el museo, empieza a explorar cuevas cercanas a la capital. Será allí que se entera de la existencia de una organización científica dedicada exclusivamente al estudio de las cavernas, la Sociedad Venezolana de Espeleología (SVE), conformada en sus inicios por un entusiasta grupo de individuos que incluía profesionales, estudiantes universitarios, jóvenes deportistas y estudiantes de bachillerato interesados en las 3 principales áreas dedicadas al estudio de cavernas: biología, geología y antropología (Sarawak Exploracions Geografía, 2012).

En 1962 con apenas 13 años, inicia su fase de ingreso en la exploración practicándola en la Sección de Espeleología de



Carlos Galán, en 2004, Sistema Roraima sur (Venezuela).

la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales de la cual nace en 1967 la SVE; así pues Galán Vásquez será uno de los integrantes de la primera exploración a la Cueva La Milagrosa, ubicada en la población de Mundo Nuevo, estado Monagas, nororiente venezolano (Sarawak Exploracions Geografía, 2012: 0028-02-G), recordando que por 4 años (1962-1966), participará en las exploraciones que la organización científica nacional efectuaba en el país junto a un pequeño grupo de "colegas" y amigos interesados en conocer la geografía subterránea del país con áreas extensas de roca caliza y cuarcita, cuya naturaleza litológica favorecía la formación de cavernas, de suerte que en 1964 junto a un contingente de espeleólogos venezolanos explorará la Cueva Alfredo Jahn, la más grande de la región central ubicada a 4 km al oeste de la población de Birongo, estado Miranda - extremo oriental de la Serranía Litoral (Cordillera de la Costa)- con un desarrollo de galerías superior a 4 km así como la cueva Walter Dupouy y la denominada cueva Gagigal.

En este contexto el bienio 1962-63 dará comienzo a la época de consolidación metodológica del trabajo que incluía la topografía subterránea detallada y completa en cuevas (Urbani *et al.*, 2006: 18). Independientemente de ello su principal interés estaba centrado y decidido desde un comienzo: el estudio de la fauna subterránea y la exploración y topografía de nuevas cavidades mas en Venezuela donde casi todo estaba por conocerse, contando con un gran sistema montañoso inexplorado. Sorprende que Galán Vásquez comenzara su formación de explorador sin haber llegado a la mayoría de edad en lo que será su norte hasta el fin de sus días. Al finalizar sus

estudios universitarios en la Argentina y tras 7 años de ausencia, regresa a Venezuela en 1978 y vuelve a formar filas en la SVE.

Por 14 años más realizará exploraciones con dicha organización científica en cuevas ubicadas en los estados Anzoátegui, Monagas y Sucre, región nororiental del país. En Monagas explora la región de Caripe (Cueva del Guácharo, 10.200 m); y el karst de Mata de Mango integradas por un conjunto importante de cavidades. A partir de 1981 su actividad se centra en la región de Barlovento, estado Miranda; en el occidente del estado Falcón (Cueva Mayorquines; Cueva de La Taza o de la Quebrada del Toro) y en la Sierra de Perijá, estado Zulia.

En la región sur del país, numerosos tepuyes de la Guayana Venezolana, serán su objetivo junto a colegas exploradores descubriendo los mayores sistemas: Sima Ahonda (-380 m.); Auyantepuy Norte (-320 m.), Kukenán, Yuruaní, Aguapira, Autana, Illú, entre otros, incluyendo algunas salidas cortas para regiones accesibles o expediciones a zonas inhóspitas que requerían apoyo aerotransportado y logística muy bien planificada; en cualquier caso unido al conocimiento geográfico del territorio, estuvo presente en forma sistemática la toma de muestras y datos científicos de cada caverna explorada contrastada con los datos de superficie y la elaboración de informes y publicaciones. Un detallado estudio de la actividad espeleológica nacional desde sus orígenes ha sido desarrollado por Urbani *et al.* 2006. en el artículo “55 años de exploraciones espeleológicas en Venezuela” del cual recomendamos su lectura.

Sus membresías y actividades expedicionarias

Una lista extensa de agrupaciones científicas acompañará a Carlos Galán: Sociedad de Ciencias Aranzadi; Sociedad Venezolana de Espeleología; Karst, Organización Argentina de Investigaciones Espeleológicas; Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas (MG, Brasil); FEALC, Federación Espeleológica de América Latina y el Caribe; y SEDECK, Sociedad Española de Espeleología y Ciencias del Karst, perteneciendo a la Sección de Espeleología de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales, SVCN; UEV, Unión de Espeleólogos Vascos; Sociedad Brasileña de Espeleología y Sociedad Espeleológica de Cuba.

Mencionar puntualmente cada una de sus actividades en cada uno de los países que lograron tenerlo, ya de visita o viviendo en ellos es tarea muy extensa, tan solo hemos de mencionar que sale de Venezuela rumbo a su natal Donostia a principios de los años 90's (Carreño, *com. escrita*, 2023) siendo incierta la precisión de fecha alguna, mas legó a Venezuela no solo el ejercicio activo de sus exploraciones, sino un abundante testimonio escrito que

paradójicamente carece de registro electrónico, debiendo el interesado recurrir a otras fuentes de información. A continuación, se muestran los títulos publicados.

Bibliografía espeleológica mínima de Venezuela

Una revisión detallada y parcialmente corregida del listado de sus publicaciones por un período de 42 años (1970-2012) totaliza 261 entradas de las cuales 120 son de Venezuela en calidad de autor o coautor. De ello da buena cuenta el apéndice elaborado por el mismo Carlos Galán e incorporado con el título: “*Algunas publicaciones sobre temas de espeleología*” en Sarawak Exploracions Geografía (2012). En tal sentido, su producción nacional siempre fue muy abundante y aún hay artículos por ubicar, tal como nos ha señalado Rafael Carreño actual Presidente de la SVE (Carreño *com. escrita*, 2023).

Como curiosidad, intervino hace 30 años (1993) en el trabajo de grado del entonces bachiller Franz Scaramelli, igualmente espeleólogo venezolano, quién optaba al título de antropólogo en la Universidad Central de Venezuela. Dicho trabajo lleva por título “*Las pinturas rupestres del Parguaza: Mito y representación*” y las descripciones y planos de las cuevas visitadas contentivas de pinturas rupestres que acompañaron dicho trabajo fueron elaboradas por Galán. Posteriormente éste trabajo fue publicada en el Boletín El Guácharo, Soc. Venez. Espeleol., 31: 1-96. (Galán, 2012). A los efectos de este ensayo hemos enumerado los artículos en los cuales la protagonista fue la Venezuela subterránea con los estudios realizados por este naturalista. Se incluyen 2 nuevos títulos suministrados por Carreño (2023):

1. GALAN, C. 1981. *La técnica de jumars*. Bol. El Guácharo, Soc. Venez. Espeleol., 20:23-46.
2. GALAN, C. 1981. *Las grandes cavidades de Venezuela*. Bol. El Guácharo, Soc. Venez. Espeleol., 21:11-15
3. GALAN, C. 1981. *Técnicas de exploración utilizadas en la caza de guácharos*. Bol. El Guácharo, Soc. Venez. Espeleol., 21: 28-35.
4. GALAN, C. 1982. *La caza de guácharos (Steatornis caripensis) en Caripe y su interés etnográfico*. XXXII Convención Anual de la ASOVAC - AsoVAC, Contribuciones, 1: 435-438.
5. GALAN, C. y A. GALAN. 1982. *La Sima-Fumarola de la Isla de Monos, Pertigalete, Anzoátegui*. XXXII Convención Anual de la ASOVAC - AsoVAC, Contribuciones, 1: 438-441.
6. GALAN, C. 1982. *Notas sobre la morfología de la Cueva Autana y algunos comentarios generales sobre las formas pseudocársicas desarrolladas en cuarcitas del Grupo Roraima, Guayana Venezolana*. Bol.Soc. Venez. Espeleol., 10(19):115-128.
7. GALAN, C. 1982. *Notas sobre una anguila blanca (Symbranchus marmoratus) colectada en un río subterráneo del NE de Venezuela*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 10(19): 129-131.

8. GALAN, C. 1982. *Catastro Espeleológico Nacional. An.1. Sima Cueva del Agua*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 18:49-51.
9. GALAN, C. 1982. *An.5. Sima (Fumarola) de la Isla de Monos*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 10(18): 56-57.
10. GALAN, C. 1982. *Mo.22 - Cueva de La Milagrosa*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 19: 174-175.
11. GALAN, C. 1982. *Mo.23 á Mo.40. - Simas de Narciso, La Quebrada, Pánfilo, Domingo, El Chorro, La Peinilla, El Barrial, El Bajo, Las Lapas, Las Báquiras, El Danto, El Cacao, Los González*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 19: 176-209.
12. GALAN, C. 1983. *Fa.61. Cueva Hueque 2*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 20: 81-83.
13. GALAN, C. y A. GALAN. 1983. *Notas sobre la Sima-Fumarola de Isla de Monos, NE de Venezuela*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 20: 3-10.
14. GALAN, C. 1983. *Sima Aonda (-362 m)*. Ed. , Imp. Arte, Caracas. 24 pp. + Ilustr. color.
15. GALAN, C. 1983. *Expediciones efectuadas por la Soc. Venez. Espeleol. durante el período 1978-1983*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 20: 91-93.
16. GALAN, C. 1983. *Exploración de la Sima Aonda, Auyantepuy, Venezuela*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 20:99-103.
17. GALAN, C. 1983. *Catastro Espeleológico Nacional. Bo.8 - Sima Aonda*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 20:43-45.
18. GALAN, C. 1983. *Fa.32-33. Cueva de la Tazao de la Quebrada del Toro*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 20: 46-49.
19. GALAN, C. 1983. *Fa.46 - Sima del Guarataro*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 20: 54-55.
20. GALAN, C. 1983. *Fa.52 á Fa.53 - Simas Sabana Grande 1 y Sabana Grande 2*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 20:65-69.
21. GALAN, C. 1984. *La protección de la Cuenca del río Caroní: estudios ambientales*. Ed. Edelca, Imp. Arte, Caracas, 52 pp + Ilustr. color.
22. GALAN, C. 1984. *Sima Aonda, -362 m., Vénézuéla*. Spelunca. Fed. Fran. Speol., Paris, 14(2):14-17.
23. CASTRO, L.; S. GORZULA y C. GALAN. 1984. *El sistema hidrográfico de los ríos Caroní y Paragua: un enfoque interdisciplinario para su conocimiento y manejo*. I Jorn. Conserv. Ambient. Región Guayana, Puerto Ordaz, 28 pp.
24. GALAN, C. 1984. *Mo.26 - Sima de Hilario (conexión con la Sima de Domingo)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 21:85-86.
25. GALAN, C. 1984. *Mo.41 á Mo.43. Sima del Naranjo y de Simón*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 21:86-90.
26. GALAN, C. 1986. *Vénézuéla: Explorations par la Soc. Venez. Espeleol. en 1984-85*. Spelunca, Fed. Franc.Speol., Paris, 24: 13-15.
27. MAGUREGUI, J. y C. GALAN. 1986. *Cavidades de Aguapira: Expedición al Alto Paragua, Sierra Marutani, sur del estado Bolívar*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 22: 78-80.
28. GALAN, C. 1986. *Nuevas expediciones espeleológicas en la Guayana Venezolana: Tepuy Kukenán*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 22: 80-81.
29. GALAN, C. 1986. *Exploración de la Sima Auyantepuy Norte y del Sistema Aonda*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 22:81-84.
30. GALAN, C. 1986. *Expedición a Yuruaní tepuy*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 22:84-85.
31. GALAN, C. 1986. *Los sistemas de cavernas del tepuy Kukenán, Gran Sabana*. Bol. Edelca, Caracas, XI(2): 4-5.
32. GALAN, C. y F. URBANI. 1986. *Las grandes cavidades de Venezuela*. En: COURBON y CHABERT, 1986. *Atlas des grandes cavités mondiales*. Publ. Internat. Union Speleol. (UIS) y Fed. Franc. Speol., Paris, 240 p; pp: 65-68.
33. GALAN, C. 1986. *Catastro Espeleológico Nacional. Cavidades de Aguapira, Sierra Marutani, Alto Paragua*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 22:49-60.
34. GALAN, C. 1986. *Bo.22 a 23. Simas Kukenán 1 y 2*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 22:61-63.
35. GALAN, C. 1986. *Bo.26 - Sima Auyantepuy Norte*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 22:65-67.
36. GALAN, C. 1986. *Bo.27 á Bo.30. Simas Aonda Este 1 y 2, Aonda Sur 1 y 2*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 22:68-72.
37. GALAN, C. 1986. *Bo.31 á Bo.32. Simas Yuruaní tepuy 1 y 2*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 22: 73-75.
38. URBANI, F. y C. GALAN. 1987. *Listado de cavidades venezolanas en rocas nocarbonáticas*. Bol. Geociencias, Universidad Central de Venezuela, Dpto. Geología, Caracas, 8: 5-12.
39. GALAN, C. y F. URBANI. 1987. *El desarrollo de la Espeleología y aspectos generales de las áreas cársicas venezolanas*. In: DECU, V. et al. 1987. *Fauna hipogea y hemiedáfica de Venezuela y de otros países de América del Sur*. Inst. Speol. E. Racovitza, Rumania y Soc. Venez. Espeleol., Venezuela. Impreso en Bucarest, 220 pp. Reimpreso en: *Síntesis Geográfica (UCV)*, 8(15-16):41-54.
40. GALAN, C. y J. LAGARDE. 1987. *La sima Coycoy de Acurigua, Sierra de San Luis, estado Falcón*. Rev. Ámbito, Caracas, 2-3: 96-100.
41. URBANI, F. y C. GALAN. 1987. *De nouvelles cavités dans les quartzites du Vénézuéla*. Grottes y Gouffres, Speleoclub de Paris, 99: 16.
42. GALAN, C. 1988. *Les cuevas Mara 1 et 2 et la zone karstique du Guasare (Etat Zulia - Vénézuéla)*. Spelunca, Fed. Franc. Speol., 29:16-23.
43. GALAN, C. 1988. *Cavernas y formas de superficie en rocas silíceas precámbricas del Grupo Roraima, Guayana venezolana*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 23:1-12.
44. GALAN, C. y J. LAGARDE. 1988. *Morphologie et évolution des cavernes et formes superficielles dans les quartzites du Roraima*. Karstologia, FFS y AFK, 11-12:49-60.
45. GALAN, C. 1988. *Catastro Espeleológico Nacional. Fa.83 á Fa.84. Hoyo de Marachi y Cueva La Meseta*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 23: 34-35.
46. GALAN, C. 1988. *Fa.87 - Sima Coycoy de Acurigua*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 23:36-37.
47. GALAN, C. 1989. *La actividad de Catastro y el concepto actual de karst*. II Jorn. Venez. Espeleol., Ponencias. Bol. El Guácharo, Soc. Venez. Espeleol., 27:4-7.
48. GALAN, C. 1989. *Karstificación y morfología de superficie en cuarcitas del Grupo Roraima*. II Jorn. Venez. Espeleol., Ponencias. Bol. El Guácharo, Soc. Venez. Espeleol., 27:44-45.
49. GALAN, C. 1990. *Guyana: Reconnaissances dans*

la zone de Potaro et Kaieteur Falls, vallée de l'Esequibo. *Vénézuéla: Explorations dans le Guasare, Falcón et Guayana*. Spelunca, Fed. Franc. Speol., 37: 14-16.

50. GALAN, C. 1990. Système souterraine du Samán (Zulia, Vénézuéla). Spelunca, Fed. Franc. Speol., 40: 11-13.
51. GALAN, C. 1990. Mo.44 y Mo.47. *Cueva Surgencia de La Puerta, Sima La Palencia*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 24:25-27.
52. GALAN, C. 1990. *Catastro Espeleológico Nacional. Zu.1 y 2. Cuevas Mara 1 y 2*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 24:30-34.
53. GALAN, C. 1990. *Zu.21 - Cueva de Punto Fijo, con datos sobre el hallazgo de un nuevo crustáceo decápodo Chaceus caecus (Pseudothelphusidae) y un nuevo pez troglobio Trichomycterus spelaeus (Trichomycteridae)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 24:35.
54. GALAN, C. 1990. *Nuevo descenso a la Sima Aonda: vertical de 316 m*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 24:37.
55. GALAN, C. 1990. *Récord del mundo en jumars: vertical absoluta de 1.000 m*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 24:37.
56. GALAN, C. 1990. *Descubierto gigantesco sistema de cavernas en la cuenca del Guasare*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 24: 38.
57. GALAN, C. 1990. *Algunas publicaciones recientes sobre espeleología venezolana*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 24:38-39.
58. GALAN, C. 1990. *Las mayores cavidades de Venezuela: mayo de 1990*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 24:40.
59. GALAN, C. 1991. *Hidrogeología del Sistema del Samán (Cuenca del río Guasare, estado Zulia, Venezuela)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 25: 1-12.
60. GALAN, C. 1991. *El karst de la Fila de las Cuevas (Zona kárstica de Mata de Mango, estado Monagas, Venezuela)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 25: 13-24.
61. GALAN, C. 1991. *Expedición Soc. Venez. Espeleol. a los tepuys Ilú, Tramen y Yuruaní (Guayana venezolana)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 25: 47.
62. GALAN, C. 1991. *Expedición Espeleológica Vasco-Venezolana a Mesa Turik por Soc. Venez. Espeleol.UEV*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 25: 48.
63. GALAN, C. y F. HERRERA. 1991. *El karst de Mesa Turik (Sierra de Perijá, estado Zulia). Notas sobre clima, hidrogeología, suelos y vegetación*. Mem. I Encuentro Espeleol. Vasco-Venezolano, Gasteiz, p. 65-73.
64. GALAN, C. 1991. *Aspectos físico-químicos, cinéticos y dinámicos que intervienen en la formación de cavernas en rocas silíceas y rocas carbonáticas*. Inf. técnico, CVG Edelca, Caracas, 66 pp.
65. GALAN, C. 1991. *Catastro Espeleológico Nacional. Bo.34 á 38. Simas Tramen 1 y 2, Cañón-sima Yuruaní 5*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 25:26-28.
66. GALAN, C. 1991. *Zu.30 - Cueva del Samán*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 25:34-39.
67. GALAN, C. 1991. *Zu.31 - Cueva Los Laureles*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 25:40-42.
68. GALAN, C. 1991. *Zu.46 á 47. Cuevas La Cristalina y La Carlótica*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 25:44-46.
69. GALAN, C. 1992. *Rasgos ecológicos y climáticos del karst de Mesa Turik (Sierra de Perijá, Venezuela)*. Karaitza, UEV, 1: 3-8.

70. VILORIA, A.; F. HERRERA y C. GALAN. 1992. *Resultados preliminares del estudio del material biológico colectado en Turik*. Karaitza, UEV, 1: 29-30.
71. SCARAMELLI, F. y C. GALAN. 1992. *Estudio craneométrico de los restos óseos de Turik (Sierra de Perijá, Venezuela) y notas antropológicas sobre los yacimientos encontrados*. Karaitza, UEV, 1: 31-42.
72. GALAN, C.; A. VILORIA y F. HERRERA. 1992. *Características ecológicas y climáticas de Mesa Turik, Sierra de Perijá, Venezuela*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 26:2-6.
73. VILORIA, A.; F. HERRERA y C. GALAN. 1992. *Resultados preliminares del estudio del material biológico colectado en Mesa Turik y cuenca del río Socuy*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 26:7-9.
74. SCARAMELLI, F. y C. GALAN. 1992. *Notas antropológicas y etnográficas sobre las cuevas funerarias de Mesa Turik (Sierra de Perijá, Venezuela)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 26: 10-26.
75. GALAN, C. 1992. *Catastro Espeleológico Nacional. Cavidades de Mesa Turik: .Zu-49 á Zu.58. Cuevas del Río, de la Pared Norte o Tashkapa, de Las Lianas o Komó, Sima Turik 2, Cueva de los Huesos*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 26: 35-43.
76. GALAN, C. y A. VILORIA. 1993. *Resultados de la expedición Soc. Venez. Espeleol.-SCA a la región de Río de Oro-Río Aricuaisá (Sierra de Perijá, Venezuela)*. Karaitza, UEV, 2: 5-17.
77. GALAN, C. 1993. *Expedición Soc. Venez. Espeleol.-SCA a la región de Río de Oro-Río Aricuaisá (Sierra de Perijá)*. Bol. El Guácharo, Soc. Venez. Espeleol., 32:65-76.
78. GALAN, C. 1993. *Catastro Espeleológico Nacional. Zu.61 y Zu.62. Cuevas de Inshká Troá y Toromo (con datos sobre el hallazgo de un nuevo isópodo troglobio: Zulialana coalescens)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 27:61-643.
79. GALAN, C. 1994. *Publicación de la descripción de Zulialana coalescens, nuevo género y nueva especie de isópodo cavernícola*. Karaitza, UEV, 3:45.
80. GALAN, C. 1995. *Exploración y estudio de cavidades en rocas silíceas Precámbricas del Grupo Roraima, Guayana venezolana: una síntesis actual*. Karaitza, UEV, 4:3-12.
81. GALAN, C. 1995. *Zu.66. Cueva de Orro (Sierra de Perijá)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 29:69-71.
82. GALAN, C. 1995. *Fauna troglobia de Venezuela: sinopsis, biología, ambiente, distribución y evolución*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 29: 20-38.
83. CARREÑO, R.; J. LAGARDE; C. GALAN; F. HERRERA y F. URBANI. 1995. *Funcionamiento hidrológico de la Cueva del Samán, la mayor caverna de Venezuela, Sierra de Perijá*. Ponencias XLV Convención Anual de AsoVAC, Univ. Simón Bolívar, Caracas, noviembre 95. Reimpreso en Bol. El Guácharo, 41, 1997.
84. HERRERA, F.; R. CARREÑO y C. GALAN. 1995. *Resultados espeleológicos del Sistema del río Socuy (Sierra de Perijá, Zulia)*. Ponencias XLV Convención Anual de AsoVAC, Univ. Simón Bolívar, Caracas, noviembre 95. Reimpreso en Bol. El Guácharo, 41, 1997.
85. GALAN, C. 1996. *Bo.68 á Bo.71. Cueva del Caño Oré, Cementerio Piaroa de El Carmen, Cueva El Carmen 3*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 30:76-80.
86. GALAN, C. 2000. *Resultados del material biológico de herpetofauna colectado en expediciones a cavernas en*

- tepuys de la Guayana venezolana*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 34: 11-19.
87. GALAN, C. 2001. *Domingo Maita (1920-2001): En memoria de un baquiano Chaima, cazador de guácharos, shamán, espeleólogo y entrañable amigo*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 35:70-71.
88. GALAN, C. 2003. *Mo.60 á Mo.61. Cuevas de El Culta y del Chorro*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 37: 45-48.
89. GALAN, C. 2004. *Resultados científicos de la expedición al tepuy Roraima (Venezuela): nuevos datos geológicos sobre la formación de cavidades y descubrimiento de la mayor caverna del mundo en cuarcitas*. Aranzadiana, SCA, 125: 6 pp.
90. GALAN, C. y F. HERRERA. 2004. *Génesis de la cueva Roraima Sur, Venezuela: la mayor cavidad del mundo en cuarcitas: 6 km*. Mem. VII Jornadas Venezol. Espeleol., Ponencias Geoespeleol., 4 pp. + audiovisual en Powerpoint.
91. GALAN, C. y F. HERRERA. 2005. *Sistema Roraima Sur, Venezuela: la mayor cavidad del mundo en cuarcitas: 11 km*. Pág. web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 27 pp. + Reeditado en Págs. Web Lapiaz y Cota0.com.
92. GALAN, C. y F. HERRERA. 2005. *Le système Roraima Sud au Venezuela: La plus grande cavité du monde creusée dans les quartzites*. Spelunca, FFS, nº 99, septembre 2005, pp: 17-22.
93. GALAN, C. y F. HERRERA. 2005. *El sistema Roraima Sur, Venezuela, y la formación del karst en cuarcitas*. Bol. Sedec, 6 (2006): 18-27.
94. GALAN, C.; F. HERRERA y R. CARREÑO. 2005. *Geomorfología e hidrología del sistema Roraima Sur, Venezuela, la mayor cavidad del mundo en cuarcitas: 11 km*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 38:2-16.
95. GALAN, C.; F. HERRERA y J. ASTORT. 2005. *Génesis del sistema Roraima Sur, Venezuela, con notas sobre el desarrollo del karst en cuarcitas*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 38:17-27.
96. GALAN, C.; F. HERRERA; R. CARREÑO y M.A. PEREZ. 2005. *Roraima Sur System, Venezuela: 10.8 km, world's longest quartzite cave*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 38:53-60.
97. GALAN, C. 2006. *Notas de campo sobre hidrogeología y fauna cavernícola del Sistema Mara (Sierra de Perijá, estado Zulia, Venezuela)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 39:46-54.
98. URBANI, F. y C. GALAN. 2006. *Efectos de tubificación (piping) bajo una autopista: Paracotos, estado Miranda (Venezuela)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 39: 82-83.
99. GALAN, C.; F.F. HERRERA; R. CARREÑO y F. URBANI. 2006. *Geomorfología, hidrología y espeleotemas del Sistema Roraima Sur (Guayana venezolana)*. Boletín de Geología de INGEOMIN, Caracas, 34:40 pp.
100. URBANI, F.; C. GALAN y F. HERRERA. 2006. *55 años de exploraciones espeleológicas en Venezuela*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 40: 17-33.
101. GALAN, C. 2007. *Convenio de cooperación e intercambio científico IVIC - SCA en biología subterránea*. Aranzadiana, 127: 4 pp + Reeditado en págs. web. Cota0.com.
102. HERRERA, F.; F. URBANI; J. ASTORT; R. CARREÑO; A. VILORIA; C. GALAN; F. SCARAMELLI; K. TARBLE y A. RINCÓN. 2007. *Sociedad Venezolana de Espeleología*

- 2007: Profile of structure, history, activities, and explorations*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 40: 4-11.
103. GALAN, C. y M. A. PERERA. 2007. *Entrevista a Juan Antonio Tronchoni*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 40:12-16.
104. GALAN, C. y F. F. HERRERA. 2007. *Fauna cavernícola de Venezuela: una revisión*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 40:39-57.
105. GALAN, C. 2007. *Zu.95 á 99. Cueva Los Perdidos, Sima de Colino, Cuevas Casa Verde, Colino 2, y Cueva de Las Brisas (Sierra de Perijá)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol.:26-32.
106. GALAN, C. 2008. *Descripción y topografía de las simas del Alto La Palencia 1 á 3 (Mo.68 á Mo.70), Teresén, estado Monagas*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 42: 4 pp.
107. GALAN, C.; F. HERRERA y A. RINCON. 2008. *Fauna cavernícola de la Cueva de Los Laureles (Sierra de Perijá, Venezuela): Capturas directas, Ecología, Diversidad y hallazgo de alto número de especies troglobias*. IVIC, Centro de Ecología, Inf. ind.: 12 pp. Comunicaciones, VIII Jornadas Venezol. Espeleol., IVIC, Caracas. + Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 30 pp.
108. GALAN, C.; F. HERRERA y A. RINCON. 2008. *Biomasa de macrofauna cavernícola en la Cueva de Los Laureles (Sierra de Perijá, Venezuela)*. IVIC, Centro de Ecología, Proyecto LOCTI, Inf. ind.: 10 pp + Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 12 pp.
109. RODRIGUEZ, L. M. y C. GALAN. 2009. *Las zonas kársticas de la Sierra de Perijá, Venezuela: Cavidades estudiadas y rasgos geológico-estructurales*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 42:7-19.
110. GALAN, C.; F. HERRERA y A. RINCON. 2009. *Biodiversidad y biomasa global de la Cueva de Los Laureles (Sierra de Perijá, Venezuela)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 42:15 pp + Reedit. con ilustraciones en: Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 24 pp.
111. GALAN, C.; F. HERRERA; A. RINCON y M. LEIS. 2009. *Ecología, biomasa y biodiversidad de la Cueva Grande de Anton Göering (karst de Mata de Mango, estado Monagas, Venezuela)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 42:19 pp. Reedit. con ilustr. en: Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 47 pp.
112. HERRERA, F.; A. RINCON; C. GALAN y M. LEIS. 2009. *Biomasa y biodiversidad de la fauna cavernícola de la cueva Coy-coy de Uria (Falcón, Venezuela)*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 43: 14 pp. + Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 24 pp.
113. GALAN, C.; F. HERRERA; A. RINCON y M. LEIS. 2009. *Diversidad de la fauna cavernícola de los karsts en caliza del norte de Venezuela*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 43:14 pp + Reeditado con ilustraciones en: Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 31 pp.
114. GALAN, C. 2010. *Evolución de la fauna cavernícola: mecanismos y procesos que explican el origen de las especies troglobias*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 44: 22 pp + Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 31 pp.
115. RODRIGUEZ, L. M. y C. GALAN. 2010. *Las zonas kársticas de la Sierra de Perijá, Venezuela: Cavidades estudiadas y rasgos geológico-estructurales*. Bol. Soc. Venez. Espeleol., 42:7-19. Reedicción c/ilustraciones-color in: aranzadi-sciences.org, 2010, Archivo PDF, 17 pp.

116. GALAN, C. 2010. *Pensamiento sistémico y matrices de racionalidad en bioespeleología, ciencia y medio ambiente*. Pag web Cota0.com + Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 50 pp.
117. GALAN, C. y F. F. HERRERA. 2011. *Fauna cavernícola de Venezuela: una revisión*. Reedición de: Bol. Soc. Venez. Espeleol., 2006, (40):39-57. In: Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 20 pp.
118. URBANI, F.; C. GALAN y F. F. HERRERA. 2011. *55 años de exploraciones espeleológicas en Venezuela*. Reedición de: Bol. Soc. Venez. Espeleol., 2006, 40: 17-33. In: Pag web aranzadi-sciences.org, Archivo PDF, 18 pp.
119. GALÁN C. 2012. *Algunas Publicaciones sobre temas de Espeleología*. Sarawak Exploracions Geografía (S/P).
120. GALÁN C. y Herrera, F. 2017. Ríos subterráneos y acuíferos kársticos de Venezuela. Inventario, situación y conservación. En: *Ríos en riesgo en Venezuela*, vol. I. D. Rodríguez-Olarte (eds.). Colección Recursos Hidrobiológicos de Venezuela. Cap. 7, 153-171.

Bibliografía

- ARANZADI, S.C. *En memoria de Carlos Galan*. <https://www.aranzadi.eus/carlos-galan-vasquez>. [Docum. en línea]. (mayo 23, 2023).



Francisco Herrera (izq.) y **Carlos Galán** (der.) 2004, en el Sistema Roraima Sur (Venezuela). Ellos, con otros espeleólogos de la SVE, fueron los impulsores de la exploración de esta cavidad. Fuente: Sarawak. Exploracions-Geografía (2012).

- ARANZADI. 2023. *En memoria de Carlos Galán* <https://www.aranzadi.eus/en-memoria-de-carlos-galan>. [Docum. en línea]. (mayo 23, 2023).
- ELKARRISKETA. 2005. *Estoy muy agradecido a toda América Latina, te abre las puertas. Carlos Galán, Biólogo, espeleólogo, investigador*. <<https://www.euskadi.eus>>. [Docum. en línea]. (mayo 24, 2023).
- GALÁN, C. 2012. <https://academia.edu/7122758/Algunas-referencias-biograficas-sobre-actividades-de-Espeleologia-Ada-Carlos-Galan-Sarawak-Quies-qui>>. [Docum. en línea]. (mayo 24, 2023).
- URBANI, F. GALÁN, C. y HERRERA, F. 2006. *55 años de exploraciones espeleológicas en Venezuela*. <<https://www.academia.edu/35146688/2006-Urbani-et-al-55-años-de-exploraciones-espeleológicas-en-Venezuela-pdf>>. [Docum. en línea]. (mayo 24, 2023).

Agradecimientos

Mi muy especial reconocimiento a Franco Urbani Patat y Rafael Carreño, miembros de la Sociedad Venezolana de Espeleología por el suministro de datos y textos.

OBITUARIO



Fernando José Chacartegui (1950 – 2023)
Sedimentólogo Venezolano

El pasado 29 de mayo, falleció en la ciudad de Cancún, Fernando Chacartegui. Maracucho de nacimiento, aunque fue criado en un pequeño pueblo del estado Sucre (Venezuela), llamado San Juan de las Galdonas, donde su padre ejercía la medicina. Fernando recibe su grado en Geología en la Universidad de la Florida en 1976; y posteriormente un MSc en la misma universidad. Regresó a Venezuela y comenzó a trabajar en el Departamento de Geología Marina del Ministerio de Minas e Hidrocarburos hasta el año 1981, en el cual Fernando inicia una nueva etapa profesional dentro de Maraven, S.A. (filial de PDVSA), en el Departamento de Exploración (costa afuera); y en seguida paso a Producción, en la recientemente creada unidad de sedimentología. Durante estos años, Fernando trabajó en innumerables proyectos de caracterización geológica de reservorios y fue tutor de incontables trabajos de tesis de grado. Hasta el 2003, Fernando construyó una brillante carrera en PDVSA, como especialista en la Gerencia de Tecnología, aportando y compartiendo conocimientos; y siendo pionero y líder en el concepto y aplicación de modelos estáticos, desde los inicios del geomodelado moderno de reservorios. Esa trayectoria la amplió luego, con una exitosa y larga carrera profesional desarrollada en México, donde se estableció con su esposa Mary. Hasta fecha muy reciente, trabajó como consultor independiente, conduciendo exitosamente numerosos estudios integrados en diferentes países de Latinoamérica. Muchas anécdotas nos quedan, algunas ocurridas durante las decenas y decenas de viajes que muchos tuvimos la fortuna de compartir con él, fuera a la ciudad de Maracaibo o a la Nucleoteca de la Concepción. Una muy famosa, ocurrió en este último lugar a comienzos de los 90s, donde Fernando y un grupo de colegas, trabajando con unos núcleos de roca, estaban esperando la recepción de una información transmitida vía FAX, por lo que el grupo fue a la oficina principal a buscar dicha transmisión. Una vez allí, Fernando preguntó donde estaba la oficina del FAX y el grupo fue remitido al segundo pasillo a la derecha, y luego a la tercera oficina a la izquierda, y así sucesivamente sin encontrar el lugar del FAX. Llegados a una oficina que parecía una especie de archivo, entra en ese momento un trabajador y con voz alzada le pregunta a Fernando ... que quieren ? ... a lo que Fernando también alzando la voz contesta ... FAX ... donde esta FAX ? ... el trabajador bajando un poco la guardia, le responde calmadamente ... FAX si vino hoy a trabajar, pero no se encuentra aquí en este momento, a lo que el grupo estallo en carcajadas. Es de destacar también esa extraordinaria habilidad de Fernando para desmontar con conocimiento profundo, conceptos sencillos y con la dosis exacta de humor, la inmensa complejidad de los procesos sedimentarios y sus productos. Con ese estilo muy personal que lo caracterizaba, ganó liderazgo, aprecio, y popularidad entre sus colegas, a quienes Fernando (Chaca, como le decían cariñosamente sus amigos), aportó durante su fructífera carrera. Apasionado de la actividad de geología de campo, pudimos verlo en variados escenarios, desde las cuarcitas precámbricas del Escudo de Guayana, hasta las barras litorales de su amadísima Laguna de Tacarigua, en el estado Miranda (Venezuela); y desde los carbonatos Mesozoicos de México y Guatemala, hasta el espectacular mundo coralino de las islas de Los Roques en el Caribe venezolano, así como tantos otros lugares del planeta que Fernando visualizó y comprendió a través de la información de pozos, y testigos o núcleos de roca.

Mención especial merece el Fernando Chacartegui impulsor y visionario; fundador y presidente en 1997 de la Asociación Venezolana de Sedimentólogos, creador también de uno de los primeros congresos virtuales: Primer Congreso Virtual de Sedimentología en el 2002, así como el Fernando Chacartegui profesor de postgrado, en la Universidad Central de Venezuela, donde durante sus 12 años de actividad, formó varias generaciones de estudiantes de destacada actuación profesional. Se nos fue también el melómano consumado, con su ameno compartir de gustos sobre bandas y artistas de diferentes épocas, pero siempre que fuese rock, en todos sus estilos; y donde la banda "The Doors" siempre estuvo entre sus favoritas. Y se nos va el Fernando amigo incondicional, de palabra clara, sincera y de compromiso eterno. Profesional de palabra sabia y siempre informada, su amistad, para los que tuvimos la fortuna de compartirla, siempre fue a prueba del tiempo y la distancia.

Gracias Fernando, te nos vas, pero te quedas.

Por: Jhonny E. Casas y Juan Francisco Arminio
jcasas@geologist.com



PUBLICACIONES

TESIS & RESÚMENES

Guadalupe A. Rueda Aguilera

Aplicación de un Modelo Analítico-Numérico para Estimar el Posible Potencial Geotérmico de Pozos Petroleros Abandonados en México.

Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (INICIT) - Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo (UMSNH)

Tesis para obtener el grado de Maestro en Geociencias y Planificación del Territorio, 29 Mayo 2023.

Sustentante: **Guadalupe Abigail Rueda Aguilera**

Director de tesis: *Dr. Orlando Miguel Espinoza Ojeda*

Resumen

Cuando los recursos petroleros se han agotado a un punto inviable económicamente, los pozos son abandonados o simplemente dejan de ser utilizados. Los pozos de petróleo y gas abandonados (PPA) representan una carga ambiental y económica si no se utilizan; Aunado a esto, mayormente se encuentra en zonas con gradientes geotérmicos relativamente altos (>30 °C/km), o por la profundidad alcanzada, llegan a estratos del subsuelo donde existen temperaturas altas. En este contexto, los PPA pueden ser una fuente de potencia geotérmica para la generación sustentable de electricidad o usos directos del calor. En algunos países como Canadá, China, Croacia, Estados Unidos de América, Hungría, Israel, Nueva Zelanda, Polonia y Rusia se ha realizado investigación científica sobre la reutilización de los PPA como fuente de energía geotérmica. El uso de los PPA tiene la ventaja de aprovechar la infraestructura existente de pozos perforados, lo que se traduce en un ahorro de inversión de hasta un 50% en un proyecto de explotación del recurso geotérmico. Actualmente, de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) se sabe que en el territorio mexicano existen aproximadamente 33,000 pozos profundos, los cuales fueron perforados para la exploración y explotación de hidrocarburos. De este gran número de pozos, aproximadamente 15,000 se encuentran abandonados o no son utilizados por la industria petrolera, y están distribuidos en gran parte del país.

En este trabajo se utilizó una base de datos de 40 PPA del norte central de México, que consiste de registros geológicos y geofísicos con los cuales se determina cuánto calor proviene del subsuelo, y posteriormente obtener la potencia neta teórica producida por cada PPA analizado. Para lograr esto último, se aplicó el modelo de un intercambiador de calor (BHE) insertado dentro de un PPA, que describe el proceso de inyectar un fluido de trabajo desde la superficie, entre el revestimiento de cemento y el tubo exterior; y retorna hacia la salida por medio del anular del tubo interno. De la trayectoria del fluido de trabajo se calcula la transferencia de calor por convección y conducción que existe entre la formación rocosa y el fluido de trabajo. Se encontró que la exactitud del BHE se ve afectado por la dependencia de la temperatura en las propiedades termodinámicas y de transporte del fluido de trabajo y la formación rocosa; así como la temperatura de inyección, el caudal de inyección y la conductividad térmica de la tubería aislante. Por lo tanto, los PPA en México tienen un gran potencial para la explotación geotérmica aplicando la tecnología del BHE. De los resultados obtenidos, se encontró que predominan sitios de mediana a alta entalpia, por lo tanto, las zonas con PPA podrían convertirse en sistemas geotérmicos mejorados. Finalmente, se puede decir que este trabajo es el preámbulo para analizar y/o mejorar más aspectos del diseño de BHE aplicados en PPA que ayuden a obtener y optimizar la mayor producción de energía.

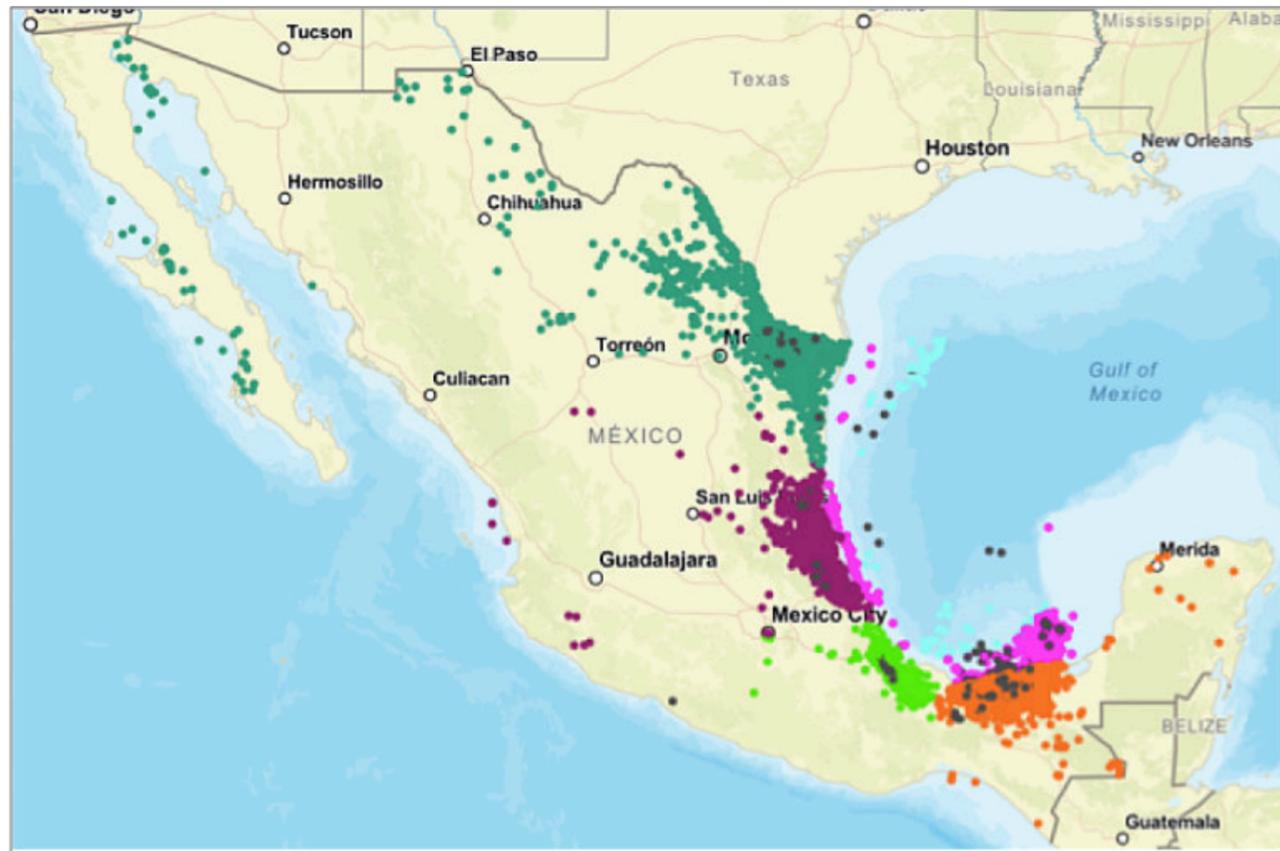


Figura 1.1. Ubicación de pozos de hidrocarburos en México (Tomado de CNH).

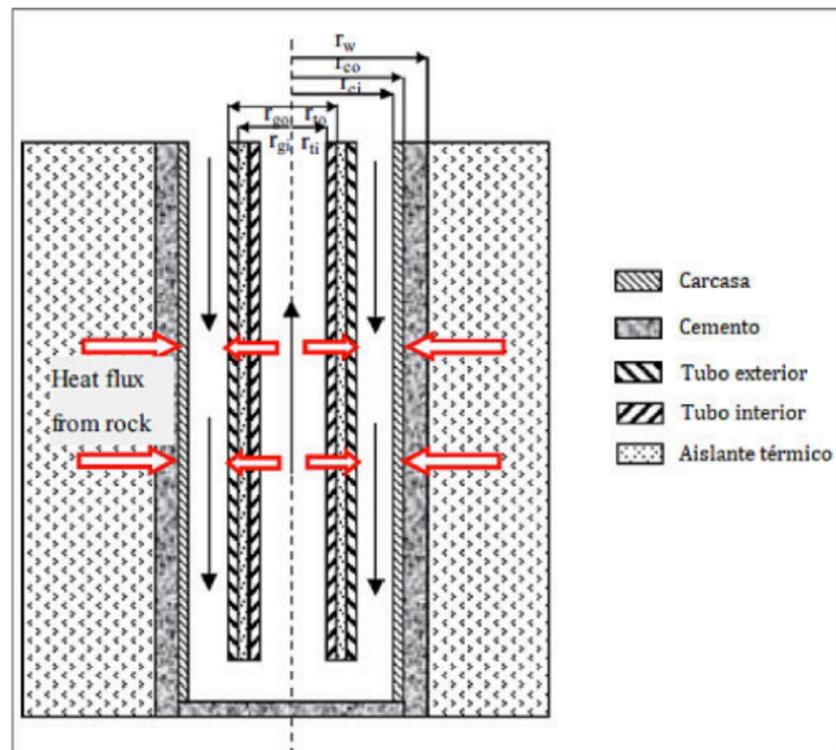


Figura 1.2. Diagrama esquemático de un intercambiador de calor en un pozo petrolero abandonado.

Prospección geológica y geoquímica del sector oeste de Chalhuanca - concesiones Nueva Alicia 1, 2, 3 y 4 Apurímac – Perú.

Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Geólogo, 2023

Sustentante: **Calsin Colquehuanca Celso Aquilino.**

Asesor de Tesis: *MSc. Valdivia Bustamante Pablo Mauro.*

Resumen.

El presente trabajo de investigación “Prospección Geológica y Geoquímica del sector Oeste de Chalhuanca – Concesiones Nueva Alicia 1, 2, 3 y 4”, localizado en la franja Metalogénica Andahuaylas -Yauri, donde se emplazan yacimientos tipo pórfido y skarn de Cu – Mo – Au, como Los Chancas, Antapacay, Quechuas, Las Bambas, Cotabambas. El ámbito litológico local está conformado por rocas intrusivas, correspondientes al magmatismo del Batolito de Abancay, granodiorita, monzonita, subvolcánico, andesitas, rocas de la formación Ferrobamba, Grupo Puno, Grupo Barroso, rocas metamórficas mármol skarns y hornfels, depósitos cuaternarios fluvio-glaciares, morrénicos, Aluviales, coluviales y eluviales. El área de estudio evaluado en la presente tesis ha sido realizado, mediante el trabajo de cartografiado geológico-estructural, análisis de ortofotos e imágenes satelitales, alteración hidrotermal, mineralización a escalas 1:10,000 y 1:25,000, e interpretación de las anomalías geoquímicas. Como resultado de los trabajos efectuados, se ha identificado un zoneamiento bien definido de un skarn, donde el Endoskarn presenta Andradita, Hedenbergita, Clinopiroxenos, Plagioclasas alterada a Caolinita, sulfuros diseminados de Py - Cpy, óxidos y carbonatos de Cu; Exoskarn se caracteriza por el desarrollo de Andradita que predomina sobre otros minerales como la Grosularia, Calcita, Wollastonita, Clorita, Epidota y Cuarzo, relacionados a una mineralización Cu-Zn-Pb, en las zonas marmolizadas se presentan vetas de Au-Cu-Fe. La mineralización en Nueva Alicia 1, 2, 3 y 4, están asociada al emplazamiento del intrusivo granodiorítico con variación local a monzonítica; con un control estructural preferencial de rumbo andino, afectando a las calizas replegadas de la formación Ferrobamba. Los resultados geoquímicos de las 225 muestras nos permitieron determinar dos áreas potenciales “Nueva Alicia 1 y 2” y otras dos con menor potencial “Nueva Alicia 3 y 4”, ambos asociados a ambientes tipo pórfido y skarns. Estimación de recurso preliminar, en Exoskarn 137,600 Onz Cu, 458,669 Onz Ag; en el Endoskarn 590,241 Onz Cu, 7’378,024 Onz Ag, 1’475,604 Onz Au; en la Brecha 5,073 Onz Au, y en las vetas 49.068 Onz Au.



Figura 1.1. Mapa de ubicación del área de estudio. Fuente: Elaboración propia, con base en imágenes satelitales de BingMaps.

Aplicación del Método Geofísico -Prospección Eléctrica Activo para Determinar la Profundidad de Acuíferos Subterráneos en la Localidad El Virrey - Olmos - Lambayeque, Perú.

Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo"

Tesis para optar el título de Licenciado en Física, 2017

Sustentante: **Cobeñas Sánchez, Angel Alfonso.**

Asesor de Tesis: *M. Sc. Justo Vladimir Tuñoque Gutiérrez.*

Resumen

En el presente trabajo de investigación presenta. En primer lugar, los conceptos básicos de la hidrogeología o hidrología subterránea que explica lo necesario sobre la formación de acuíferos mediante el ciclo hidrológico del agua y los procesos de ganancia y pérdida en cada ciclo. Geofísica, la cual es una ciencia que estudia los fenómenos físicos que ocurren en nuestro planeta y que involucra a la física y geología para estudiar las propiedades de los materiales mediante métodos de prospección. En segundo lugar, usando el método de prospección eléctrica activo, que consiste en la inyección de corriente continua al terreno, en su modalidad de SEV con el dispositivo de schlumberger. El cual por su metodología permite conocer la resistividad aparente del subsuelo a diferentes profundidades (las cuales son la mitad del espaciamiento de los electrodos de corriente móviles "AB"). En tercer lugar, el procesamiento de los datos de resistividad aparente tomados en la localidad de El Virrey el Olmos a través del programa IPI2WIN que pertenece a GEOSCAN-M LTD., donde se trata mediante la superposición de las curvas de relación entre la resistividad aparente del modelo y la profundidad (color rojo y color azul) con la curva de resistividad de campo (negro) que representa los valores tomados. Finalmente, como resultado se muestra el número de capas (estratos) con su respectiva resistividad real (corte geoelectrico) el cual se traduce en la ubicación del acuífero y su profundidad.

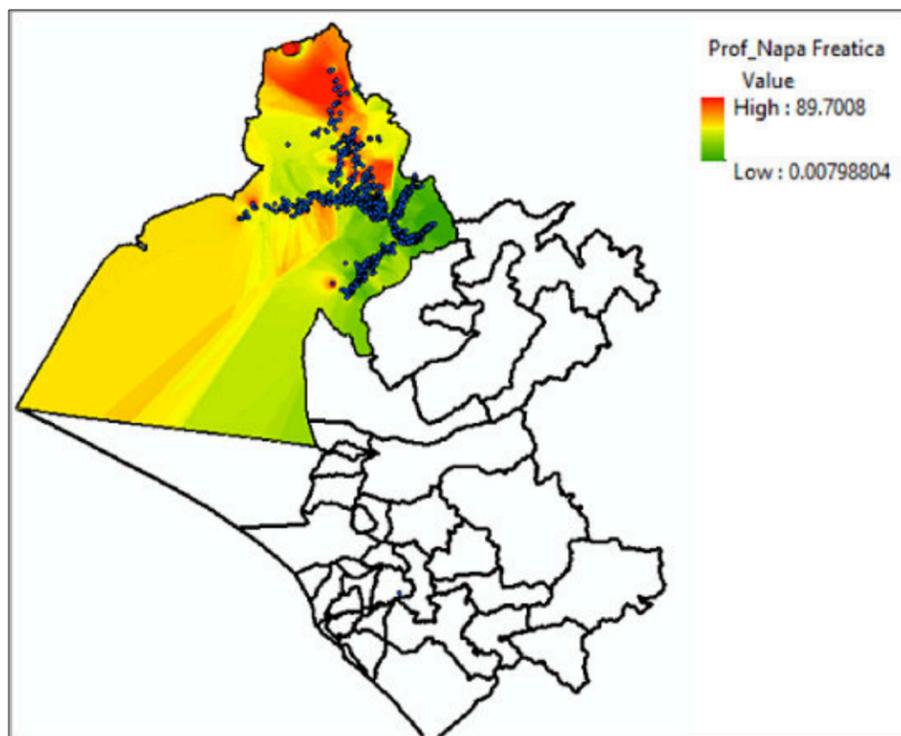


Figura 1.1. Interpolación de la Profundidad que se Encuentran Acuíferos. Fuente: Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)-Procesado en ARCMAP

Modelación, evaluación y estimación del potencial geotérmico para la generación de energía eléctrica en la Cuenca de Wagner.

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

Tesis para para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de: Maestro en Ciencias, 2023

Sustentante: **Óscar López Villagómez.**

Director de Tesis: *Dr. Efraín Gómez Arias.*

Resumen

Se desarrolló un modelo 2D de una tubería en forma de "U" (sistema geotérmico de ciclo cerrado), que utiliza agua como fluido de trabajo para estimar la cantidad de calor (energía) que se puede aprovechar en la Cuenca de Wagner. El código numérico fue escrito en lenguaje MATLAB. La ecuación de transferencia de calor conductivo-convectivo se discretizó por el Método de Volumen Finito (MVF) y, para resolver el sistema de ecuaciones no lineales se utilizó el algoritmo TDMA. Los parámetros utilizados para el estudio fueron la profundidad [Z] (300, 350 y 400m), longitud horizontal [L] (500, 600, 700, 800, 900 y 1000 m), flujo de calor [q] (0.5, 1, 1.5y 2 W/m²), diámetro de tubería [φ] (0.075, 0.15 y 0.225 m) y velocidad [V] (0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5 y 6 m/s). Lo que nos da un total de 2592 configuraciones. Se encontró que para obtener los valores de calor y temperatura más altos se tiene que hacer uso de la profundidad en 400 m, la longitud horizontal en 1000 m y un flujo de calor de 2 W/m². El diámetro de la tubería y la velocidad del fluido se comportan de manera inversa para el calor y temperatura. Debido a la densidad del fluido un diámetro pequeño y una velocidad baja generan una temperatura alta pero un calor bajo, por el contrario, el calor será alto con un diámetro ancho y una velocidad alta. Ya que no se puede tener un calor y una temperatura alta se encontraron los valores óptimos, que es en donde los perfiles de calor y temperatura se intersectan. Así se encontró que el diámetro de tubería óptimo es de 0.15 m (6") y la velocidad óptima es de 2 m/s. La temperatura y calor óptimos en la salida de modelo son 157 °C y 21.6 MW. Mientras que al final de la tubería horizontal son 183.3 °C y 25.1 MW.

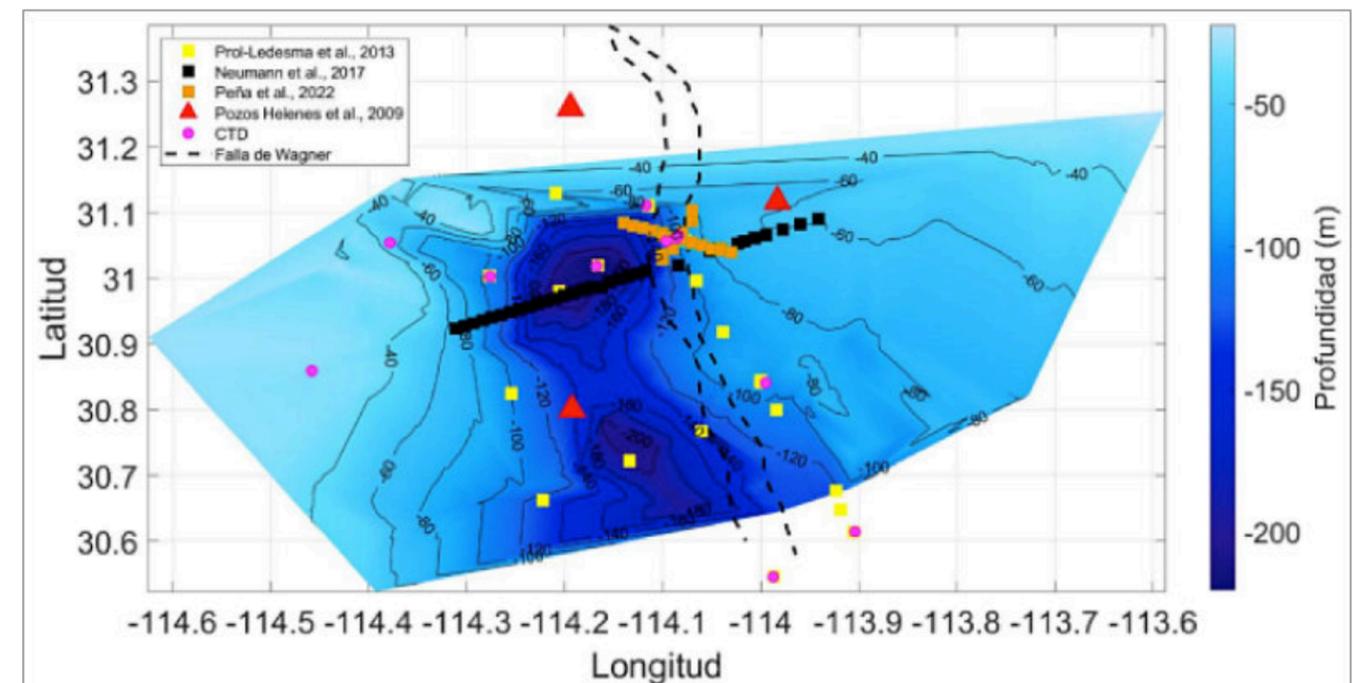


Figura 1.1. Mapa de la zona de estudio que incluye batimetría, colecta de datos de flujos de calor (Prol-Ledesma et al., 2013; Neumann et al., 2017; y Peña-Domínguez et al., 2022), localización de pozos (PEMEX), colecta de datos de conductividad, temperatura y profundidad (CTD por sus siglas en inglés) y en líneas punteadas la Falla de Wagner.

Análisis geoquímico del contenido de tierras raras e itrio en conchas subfósiles de *Polymesoda radiata* (Mollusca: Bivalvia) del Holoceno Medio (Norgripiano) provenientes de región Chantuto-Soconusco, Chiapas, México

Universidad Nacional Autónoma de México

Tesis de licenciatura que para obtener el título de Bióloga, 2023.

Sustentante: **Guadalupe Álvarez Icaza Pastor.**

Director de Tesis: Dr. Juan Francisco Sánchez Beristain.

Resumen

El presente trabajo consiste en un análisis geoquímico del contenido de tierras raras e itrio (REE + Y) en conchas subfósiles de *Polymesoda radiata* (Mollusca: Bivalvia) para ofrecer una reconstrucción paleoambiental de la región del Chantuto-Soconusco donde se distribuyen registros arqueofaunísticos denominados "Concheros" de 7,500-5,500 años de edad (Holoceno Medio, Norgripiano). Se analizaron seis valvas de *P. radiata* procedentes de un Conchero vía LA-ICP-MS utilizando el método puntual para obtener patrones de distribución de las concentraciones de REE + Y. Normalizados al estándar de Lutitas Australianas Post-Arqueanas (abreviado PAAS por sus siglas en inglés), los resultados muestran anomalías positivas de La, Gd, e Y, así como una anomalía negativa de Ce. El patrón de distribución de REE + Y_{SN} revela un ligero agotamiento de tierras raras pesadas (HREE) contra ligeras (LREE) y medias (MREE) (Pr_{SN}/Yb_{SN} , Nd_{SN}/Yb_{SN} y $Dy_{SN}/Yb_{SN} > 1$). Estos valores apuntan a un patrón de agua de mar en contacto con agua dulce. La relación Y/Ho se encuentra entre 35.153 y 24.442 (promedio = 29.218). Los valores más altos concuerdan con un patrón de distribución de agua marina cercana a la costa mientras que los valores más bajos serían indicadores de afluencias terrígenas o dulceacuícolas, concordantes con un ambiente estuarino. La anomalía de Gd, firma típica de agua de mar, permite descartar contaminación antrópica en las muestras, lo cual refleja la antigüedad y buena calidad de conservación de las conchas.

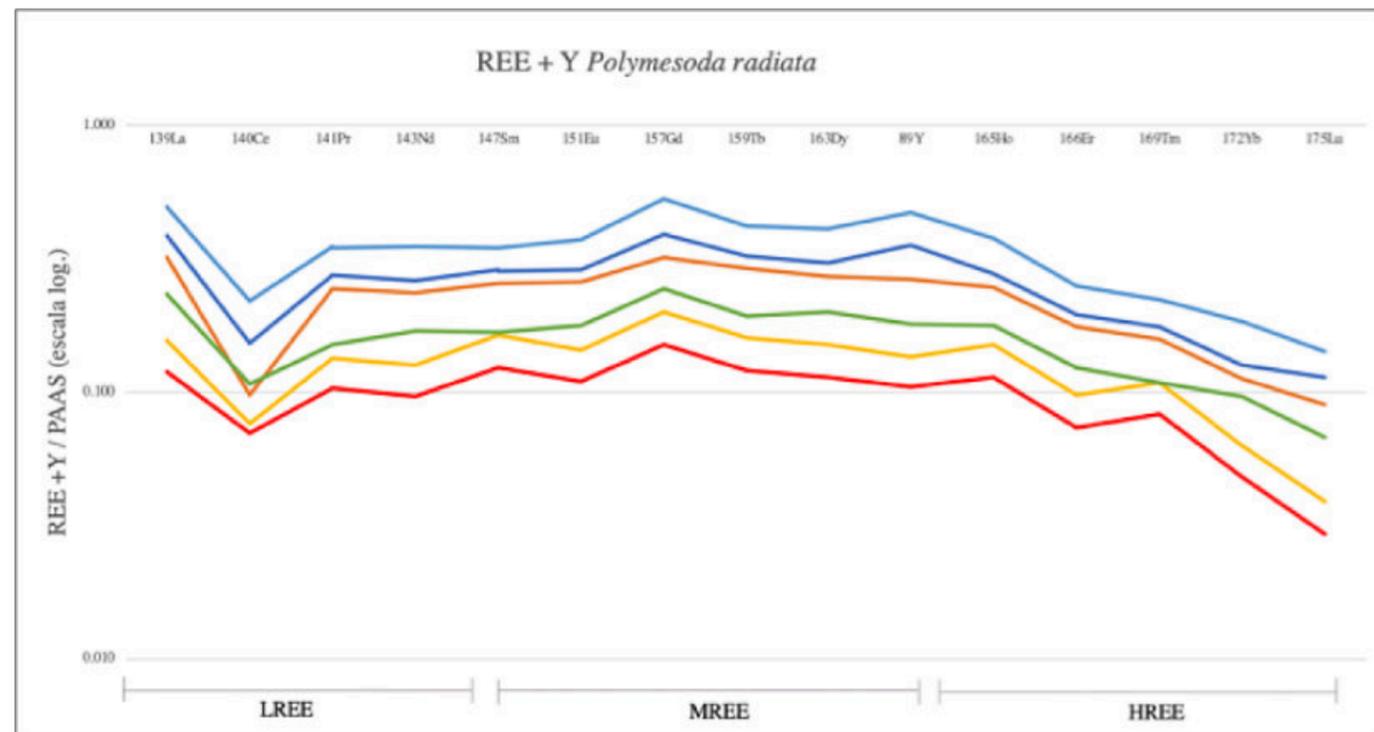


Figura 1.1. Patrones de distribución de REE + Y normalizados al estándar PAAS, de la región del umbo de las seis conchas de *Polymesoda radiata* de Chantuto-Soconusco (Chiapas, México). Se reflejan las anomalías positivas de La, Gd e Y, así como la anomalía negativa de Ce. Así mismo se observa un empobrecimiento de los HREE vs MREE y LREE.

Evaluación de la distribución espacial de concentración total de arsénico y su relación con propiedades fisicoquímicas en la zona minera El Bote, Zacatecas, México.

Instituto Politécnico Nacional, México.

Tesis para obtener el título en Ingeniería Ambiental, Julio de 2019.

Sustentante: **Acosta Flores María Jocelyn.**

Directores de Tesis: *Dr. Marcos Loredó Tovías y M. en C. Laura Alejandra Pinedo Torres.*

Resumen

En las actividades minero-metalúrgicas, la contaminación del suelo por elementos potencialmente tóxicos (EPT) presentes en los residuos generados, es uno de los impactos ambientales más significativos, por lo que la caracterización del suelo en sitios donde se han desarrollado actual o antiguamente estas actividades es de especial interés. El presente estudio se realizó en jales abandonados y suelos contiguos de la mina inactiva "El Bote" en la ciudad de Zacatecas, con el objetivo de evaluar la distribución espacial de la concentración total de arsénico, pH y conductividad eléctrica a través del método de interpolación espacial por kriging ordinario; así como la relación entre estas variables, el tamaño de partícula y densidad real. Además de determinar el grado de contaminación por As mediante el índice de geoacumulación. Todo esto partiendo de un muestreo exploratorio zonificado con base en lo establecido en la NOM-AA-132-SCFI-2006. La zona de estudio abarcó una extensión de 86 hectáreas, con 45 puntos de muestreo superficiales (0-5 cm) distribuidos en 6 zonas: jales A, B y C, zona aledaña a jales, UPIIZ y Quantum.

La determinación del tamaño de partícula se realizó por tamizado, la densidad real de las muestras se obtuvo siguiendo el método AS-04 descrito en la NOM-021SEMARNAT-2000 y se realizó la medición de pH y conductividad eléctrica del suelo medio en agua (1:1), siguiendo el método de la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. La concentración total de As fue determinada mediante espectrofotometría de emisión con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), luego de una digestión ácida en microondas (método EPA 3051A). El método analítico proporcionó la precisión y exactitud necesaria para garantizar la confiabilidad de los resultados, logrando valores de repetibilidad %RPD <20% y recuperación >89%. Obteniendo que la concentración total de arsénico en las muestras analizadas presenta un rango de 14.0659 mg kg⁻¹ a 1569.8421 mg kg⁻¹, con las concentraciones más altas en los jales B, con un promedio de 692.4919 mg kg⁻¹, mientras que la concentración promedio más baja se obtuvo en la zona de la UPIIZ con 21.8391 mg kg⁻¹.

Se encontró que en las zonas clasificadas como residenciales (zona aledaña a jales, UPIIZ, Quantum) el 73.1% de las muestras sobrepasa el valor de referencia establecido en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 con concentraciones hasta 7 veces mayores para ese uso de suelo (22 mg kg⁻¹), y obteniendo un pH moderadamente ácido en Quantum y zona aledaña a jales, y medianamente alcalino en UPIIZ. Por su parte en la zona clasificada como industrial (jales A, B y C) el 31.6% de las muestras sobrepasa el valor de referencia de 260 mg kg⁻¹, presentando valores hasta 6 veces mayores, con pH neutro en jales A, moderadamente ácido en jales C y fuertemente alcalino en jales B. El pH obtenido indica que en las zonas moderadamente ácidas/neutras, se favorece la inmovilidad o baja movilidad del As, mientras que en UPIIZ y jales B, el pH alto favorece la movilidad o solubilidad del contaminante.

Por su parte el índice de geoacumulación refleja la influencia antropogénica sobre la concentración total de As en la zona estudiada, resultando que el suelo aledaño a los jales mineros, la UPIIZ y Quantum presentan de moderada a alta contaminación. Los mapas de predicción se generaron luego de la comparación de tres modelos teóricos, eligiendo el que presentó mejor ajuste, permitiendo evaluar la distribución espacial del pH, CE y As. Estos mapas y el conjunto de resultados obtenidos en el estudio evidenciaron que los jales son una fuente potencial de contaminación de los suelos colindantes, y representan un riesgo para la salud pública.

El libro recomendado

https://www.routledge.com/The-United-Kingdoms-Natural-Wonders-Scotland-and-Northern-Ireland-Lake/Prost/p/book/9780815349013?_gl=1*6gx2et*_ga*MjExODAxMjM2OS4xNjg3NDcwMTkz*_ga_0HYE8YG0M6*MTY4NzQ3MDE5My4xLjE5uMTY4NzQ3MDIyNS4wLjAuMA

https://www.amazon.com/United-Kingdoms-Natural-Wonders-Yorkshire-ebook/dp/BOC4M9JJDC/ref=sr_1_6?qid=1687470469&refinements=p_27%3AGary+Prost&s=books&sr=1-6

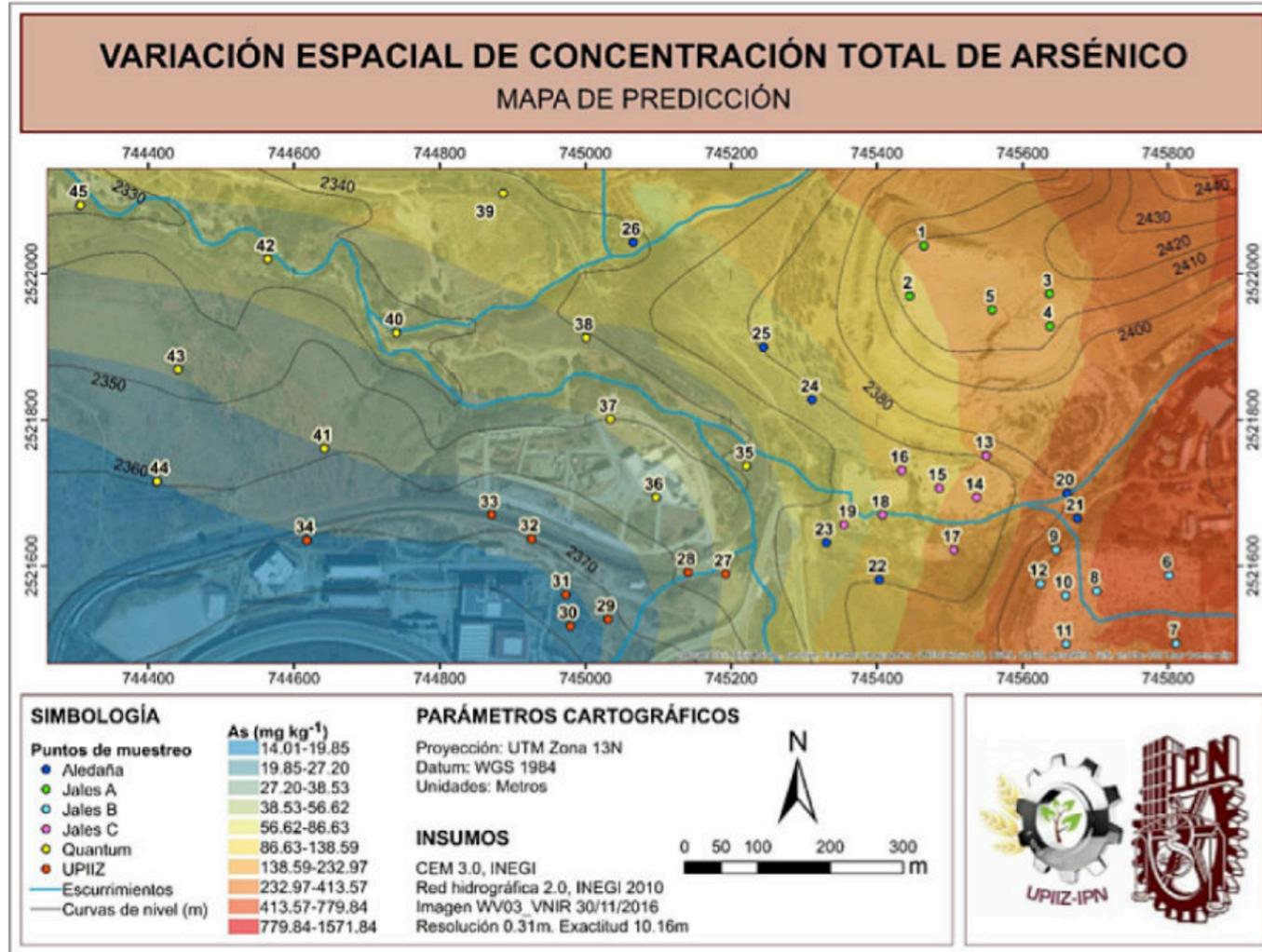


Figura 1.1. Mapa de predicción de concentración de As total en la zona de estudio.

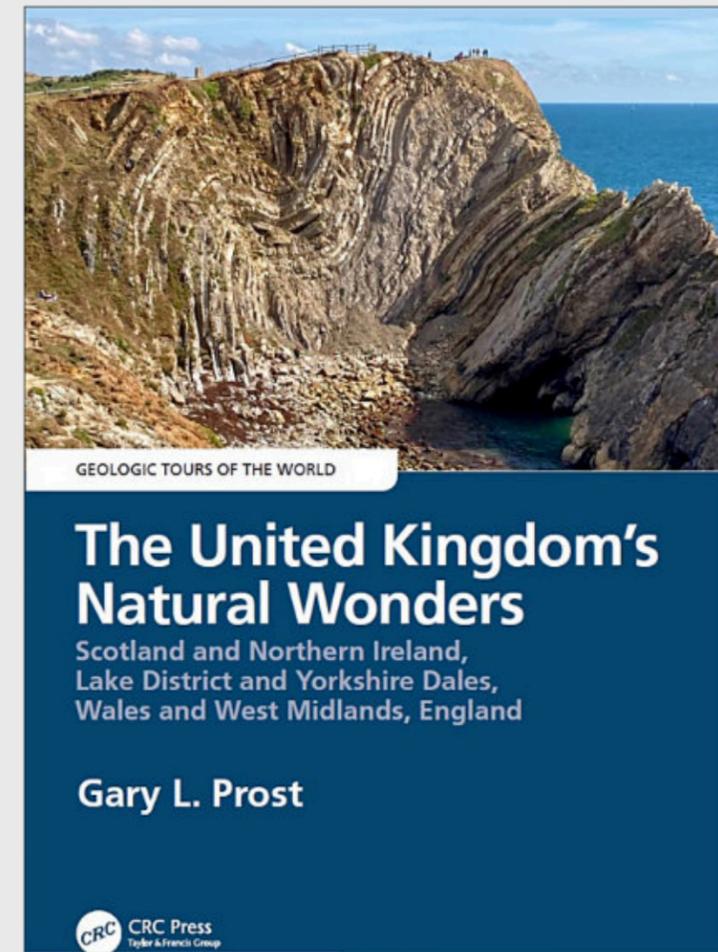
Compilación mensual de publicaciones y tesis por **Diego G. Miguel Vázquez**, Colaborador de la Revista.



Miguel Vazquez Diego Gabriel, es estudiante de la carrera de Ingeniería Geológica en la Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Ingeniera), 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

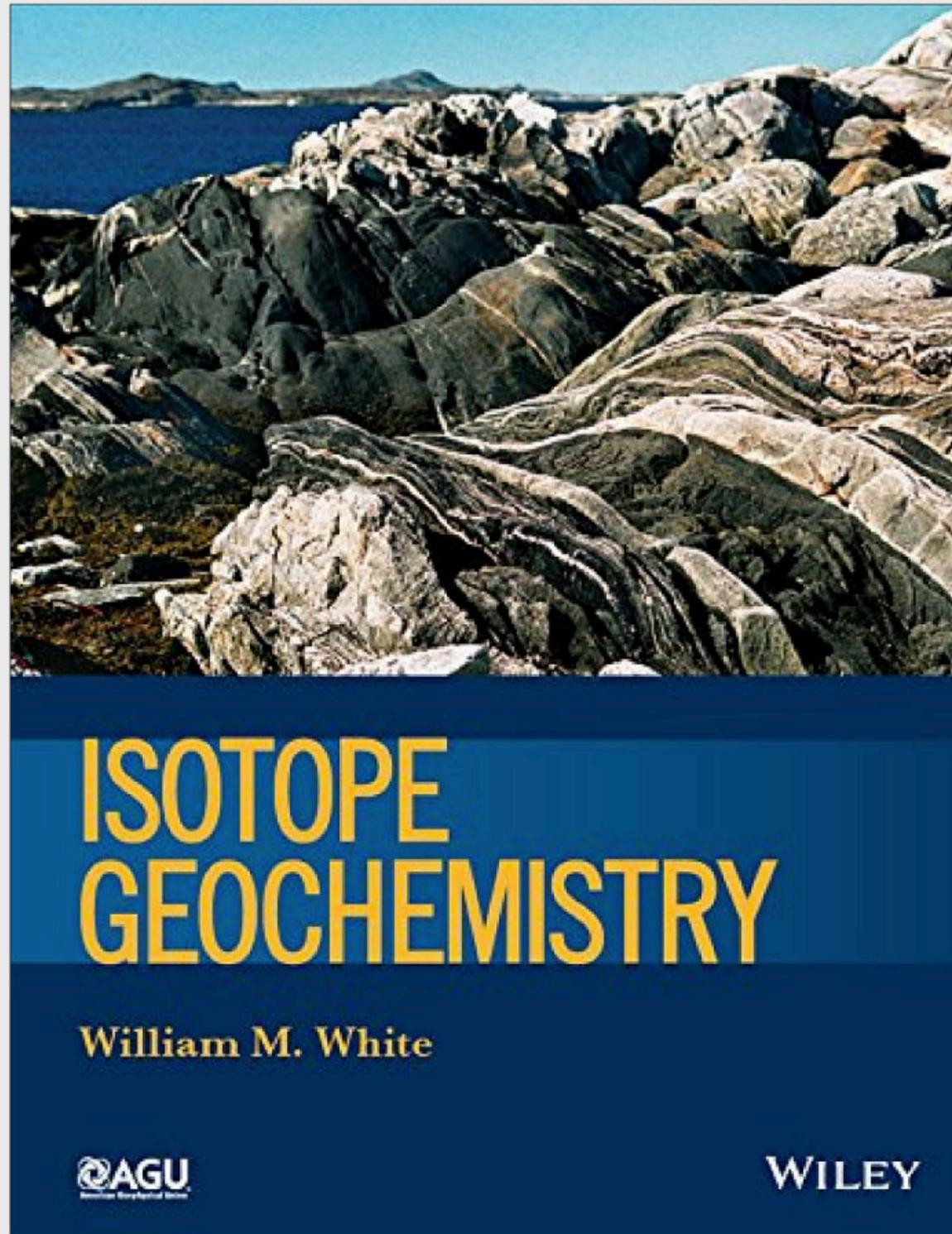


This book guides readers through the most iconic and geologically significant scenery in the United Kingdom, points out features of interest, explains what they are seeing, and describes how these features came to be. It illustrates numerous regions, explaining classic locations in the development of geology and paleontology in the United Kingdom, and giving readers a tour through sites of special scientific interest. The author puts the geology of Britain into a plate tectonic context and discusses the history of sedimentary basins and mountain building. Volcanism and glacial features of the region are also explained, and the effects of the Ice Age are discussed.

The United Kingdom's Natural Wonders is an inviting text giving individuals with no background in geology the opportunity to understand key geologic aspects of local landscapes. It also serves as a guide to undergraduate- and graduate-level students taking courses in earth science programs, such as geology, geophysics, geochemistry, mining engineering, and petroleum engineering. Teachers of these courses can also use this book to better understand their local geologic environment.

El libro recomendado

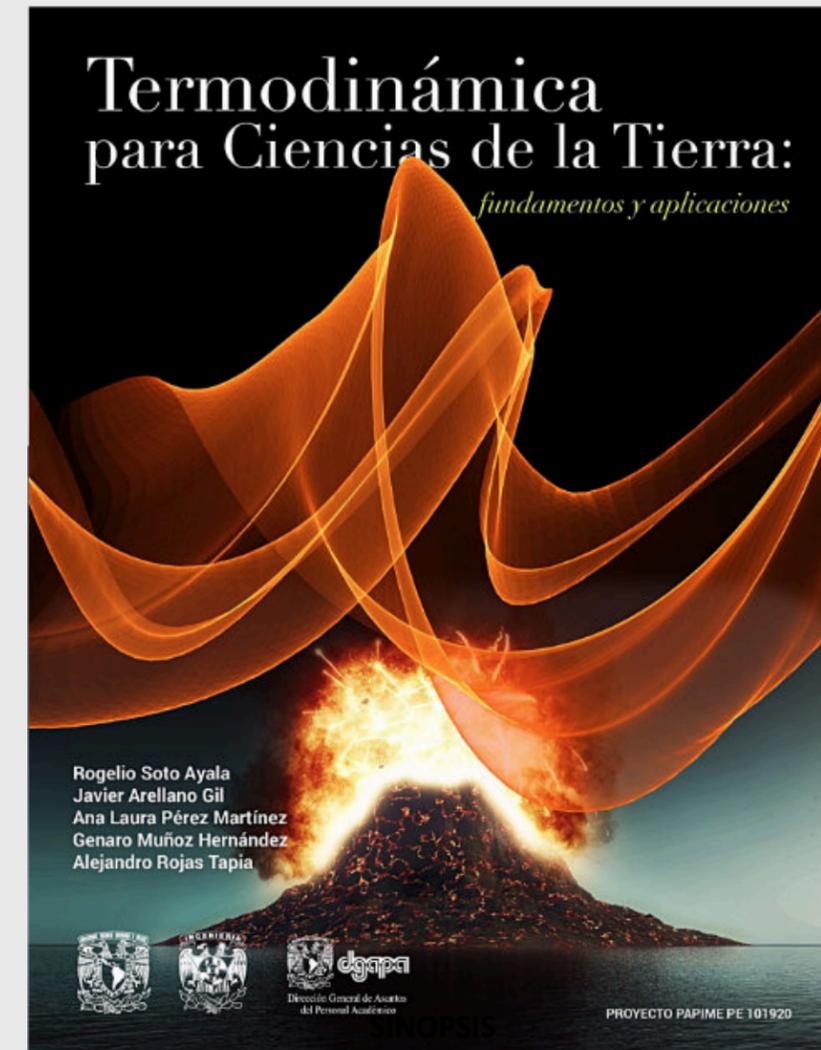
<https://www.amazon.com/Isotope-Geochemistry-Wiley-Works-William/dp/0470656700>



El libro recomendado

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/RepoFi/18540>

Obra de acceso gratuito.



La Termodinámica es una ciencia de incommensurables alcances que aporta grandes beneficios a la humanidad. Está relacionada, fundamentalmente, con aquellos procesos en los cuales ocurren intercambios de masa y energía entre un sistema y sus alrededores. En todas las manifestaciones de la naturaleza se suscitan constantemente cambios energéticos que son explicados con aparente sencillez a partir de las leyes de la termodinámica, las cuales se refieren al movimiento, transferencia del calor y a la cantidad de energía en el universo, así como de sus transformaciones constantes y la espontaneidad de los procesos.

El libro está conformado por 8 capítulos de unidades teóricas y 23 capítulos con casos de aplicación y tópicos selectos relacionados con las Geociencias. Pretende cubrir una necesidad de material bibliográfico que fortalezca el aprendizaje de la termodinámica en los estudiantes de las carreras de Ingeniería Geológica, Geofísica, Petrolera y de Minas y Metalurgia. La obra cuenta con ejemplos y ejercicios correspondientes a problemas reales, muchos de los cuales fueron diseñados con información referida a México. También incluye cuestionarios de autoevaluación, los cuales permitirán una retroalimentación inmediata al terminar el estudio de cada tema, contribuyendo, de este modo, en la mejora del aprendizaje y en el impulso del enfoque autodidacta. Sobre todo, en las modalidades de educación a distancia y en línea, mismas que, en la actualidad, constituyen una alternativa relevante en la formación de recursos humanos. Tiene la peculiaridad de mantener un equilibrio razonable entre la descripción de los conceptos y las aplicaciones de la ingeniería en Ciencias de la Tierra. Palabras clave: Termodinámica, calor, energía, Tierra, sustancias y recursos naturales.

TEMAS DE INTERÉS

Blind Alleys in Exploration

Jon Blickwede

Colaborador de la Revista

A few years ago, I read an article in Forbes magazine entitled “The Power of the Blind Alley,” written by their science contributor Paul Sutter. Sutter made the case for scientific hypotheses that are proven wrong being just as valuable as hypotheses that eventually are proven to be correct. As Sutter put it, “In order to map the unknown and turn it into the known, there’s bound to be a lot of effort spent in directions that do not ultimately lead to a satisfying conclusion. But that does not make them fruitless. If you’re going to make a map, you won’t just find the rivers and the passages, but also the blocked coves and the impassible mountains. It all goes together into a single body of knowledge.”

And so it is with the main task of the exploration geologist, especially for those who are involved in frontier petroleum exploration of new basins, or new plays in mature basins, where there is an inherently high risk of technical and/or commercial failure. Of course, all of us would rather be responsible for a commercial discovery than for a non-commercial discovery or a dry hole, but the latter are unavoidable and we should be psychologically prepared as explorationists to accept that fact. In addition, we should expect that company management accepts that fact, and makes it clear to their explorationists that their efforts will be rewarded regardless of the final result of prospect drilling – so long as the lessons learned are well documented and retained as a part of the company’s collective knowledge going forward. Managers should also be open-minded to drill a high-risk prospect, as part of a balanced exploration portfolio, if the geologic concepts that went into the generation of such a prospect are reasonable and the upside resource potential is sufficiently high. Unfortunately, some oil & gas company managers have been prone to supporting only the lowest-risk prospects-- stemming from their desire to have their names free of any association with a dry hole. But as the old saying goes, “nothing ventured, nothing gained.”

One such experience I had involved a prospect where multiple reservoir targets were defined by the exploration team. These targets included a reservoir that had already been proven in the same trend and was mapped to occur at an anomalously shallow depth. This opened the possibility of deepening the well, at a reasonable cost, to penetrate a series of older potential reservoirs that had never been penetrated in this part of the basin. A discovery, even a non-commercial discovery, in any of these older reservoir targets would have opened up an entire new exploration play and blessed the company with the advantages of being a first-mover. But alas, a neophyte manager was put in charge of the area and decided to only consider deepening the well if the primary, shallowest objective was found to contain significant pay. And unfortunately (in my view), drilling was unilaterally stopped by the manager after the shallow objective was found to be water-wet. It pains me to say that, to my knowledge, those deeper objectives remain untested. Even if the deeper objectives had not panned out, the value of the *data* from the undrilled, deeper portion of that well could have significantly offset the dry-hole cost, and possibly would have led to partnership opportunities.

The abovementioned “blind alley” experience was certainly an overall negative one. But I have also had more positive experiences where the acceptance, and even encouragement of taking on high technical risk yielded high rewards. The one that springs to mind most readily was in 1983, when I only had a couple of years of industry experience under my belt. I was working in a Gulf of Mexico regional team and was assigned a project to study the structural styles of the offshore Texas continental shelf, where some sizeable natural gas discoveries had been made in recent years, most notably by Shell in the so-called Corsair Trend. To evaluate the area in its basinal context, the seismic data set I selected included the 1970’s-vintage 2D survey acquired by the Institute for Geophysics at The University of Texas (UT) at Austin – the first seismic survey ever to cover the entire offshore Gulf of Mexico. One of the UT lines started on the inner Texas shelf and stretched a few hundred miles across the Gulf to the Yucatan Platform. During my presentation to the

exploration manager, in which I was talking about the minutiae of the different fault systems of the Texas shelf, I laid out a paper copy of the interpreted line on the long conference room table. The shelf portion of the line was located on one end, but the manager kept interrupting me, pointing at some huge anticlines on the continental rise on the central part of the line, and asking “what’s *that*?” “That” turned out to be the massive compressional folds of the Perdido Foldbelt, which were some 200 miles from the nearest well control and located in 7,000-10,000 feet water depth. During that same year (1983), Foote et al. had published a paper in the AAPG Bulletin about the U.S. Geological Survey’s recent petroleum potential assessment of the maritime boundary region of the central Gulf of Mexico, in which they cited the Perdido Foldbelt as the part of the region with the highest resource potential.

The size of the anticlines was hard to ignore, but at the time the area wasn’t on most companies’ radar because of the extreme water depths. After the presentation, my supervisor told me that the exploration manager requested that we start a new project on the geology and hydrocarbon potential of the Perdido Foldbelt. It turned out that apart from the couple of UT lines crossing the trend, some seismic contractors had acquired a grid of widely-spaced 2D lines, so I proceeded to map the US portion of the foldbelt and was able to create a rough structure contour map of a prominent reflector (which later turned out to be the top of the Cretaceous). Many large anticlines were revealed, and if any of these contained significant potential reservoirs and were hydrocarbon-charged, the preliminary resource estimates were of giant or even supergiant magnitude. But the



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

challenges were considered by some to be insurmountable. One memorable event during this period was the first time that I presented the Perdido play to the company’s drilling and production engineers, who I needed to help put together some initial “scoping” economics. When the engineers first learned of the water depths, they actually laughed. The ensuing results of the economic analysis were indeed sobering, but nevertheless the exploration manager encouraged us to proceed with the project. Eventually more seismic was acquired and interpreted, along with a drop core survey in 1986 that recovered visible oil in a few samples. Those documented oil seeps, more than anything else, convinced my company and a few others to bid for the first time on exploration licenses in the area. The first wildcat in the trend, Baha-1, wasn’t drilled until a decade later, and the first commercial discovery, Great White-1, wasn’t made until 2001. Since then, the Perdido Foldbelt has seen additional discoveries on both the US and Mexican sides of the trend. So for me, it serves as a great example of the importance to the exploration process of geologic imagination, optimism, persistence, and a willingness to sometimes follow hunches down blind alleys.

References

Foote, R.Q., R.G. Martin, and R.B. Powers, 1983, Oil and gas potential of the Maritime Boundary Region of the central Gulf of Mexico: AAPG Bulletin, vol. 67, p. 1047-1065

Sutter, Paul M., “The Power of The Blind Alley,” Forbes, 10 November 2019: <https://www.forbes.com/sites/paulmsutter/2019/11/10/thepower-of-the-blind-alley/#58c6327355d0>

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

**Sostenibilidad en la transición energética.
¿Es la hora de la minería submarina?**

Natalia Silva Cruz
Colaboradora de la Revista.

Este tema controversial requiere una introducción que nos ponga en contexto sobre la realidad actual y entender el porqué necesitaríamos recurrir a los minerales que aparecen en el fondo marino. En esta serie de artículos encontrarán múltiples alusiones a la energía fotovoltaica, y es que como ya he mencionado antes, la energía solar es la madre de casi todas las demás fuentes energéticas: sin el sol no existiría la vida y con ella los hidrocarburos, es responsable del ciclo del agua (energía hidráulica) y del flujo de los vientos (energía eólica) gracias a las diferencias de temperaturas que genera en la atmósfera, los mares y los continentes; todo esto y otras ventajas hacen de la energía fotovoltaica una de mis favoritas en esta contrarreloj que tenemos frente al cambio climático porque estamos haciendo uso casi directo, o al menos uno de los más directos que conocemos hasta ahora de esa enorme fuente energética.

Es cierto que no todos los requerimientos energéticos de la humanidad pueden ser cubiertos con la energía solar, pero si pudiéramos reemplazar todos los vehículos de transporte pequeño y mediano alimentados por hidrocarburos a versiones eléctricas, además de que toda la generación de electricidad se hiciera con fuentes renovables, se controlaría cerca del 50% de las emisiones totales de CO₂ a la atmósfera. Hagamos un ejercicio para dimensionar la cantidad de energía que tenemos en las manos, veamos en la Figura 1 las zonas con mayor potencial de aprovechamiento, vemos cómo en latitudes cercanas a los 20-30°N y S se presentan altas concentraciones de potencial debido a las áreas de alta presión por diferencias de temperatura que permiten corrientes de aire favorables que crean zonas desérticas con baja nubosidad y altas irradiancias. ¿Qué tal si cubriéramos el desierto de Sonora con paneles fotovoltaicos en un esfuerzo de los dos países que lo contienen, Estados Unidos y México, para combatir el cambio climático? Según la tecnología disponible en la actualidad, por cada kilómetro cuadrado podríamos generar unos 250 GWh/año (ver Figura 2).

Una sociedad con una calidad de vida primermundista utiliza unos 27 MWh de energía per cápita anuales, y esto

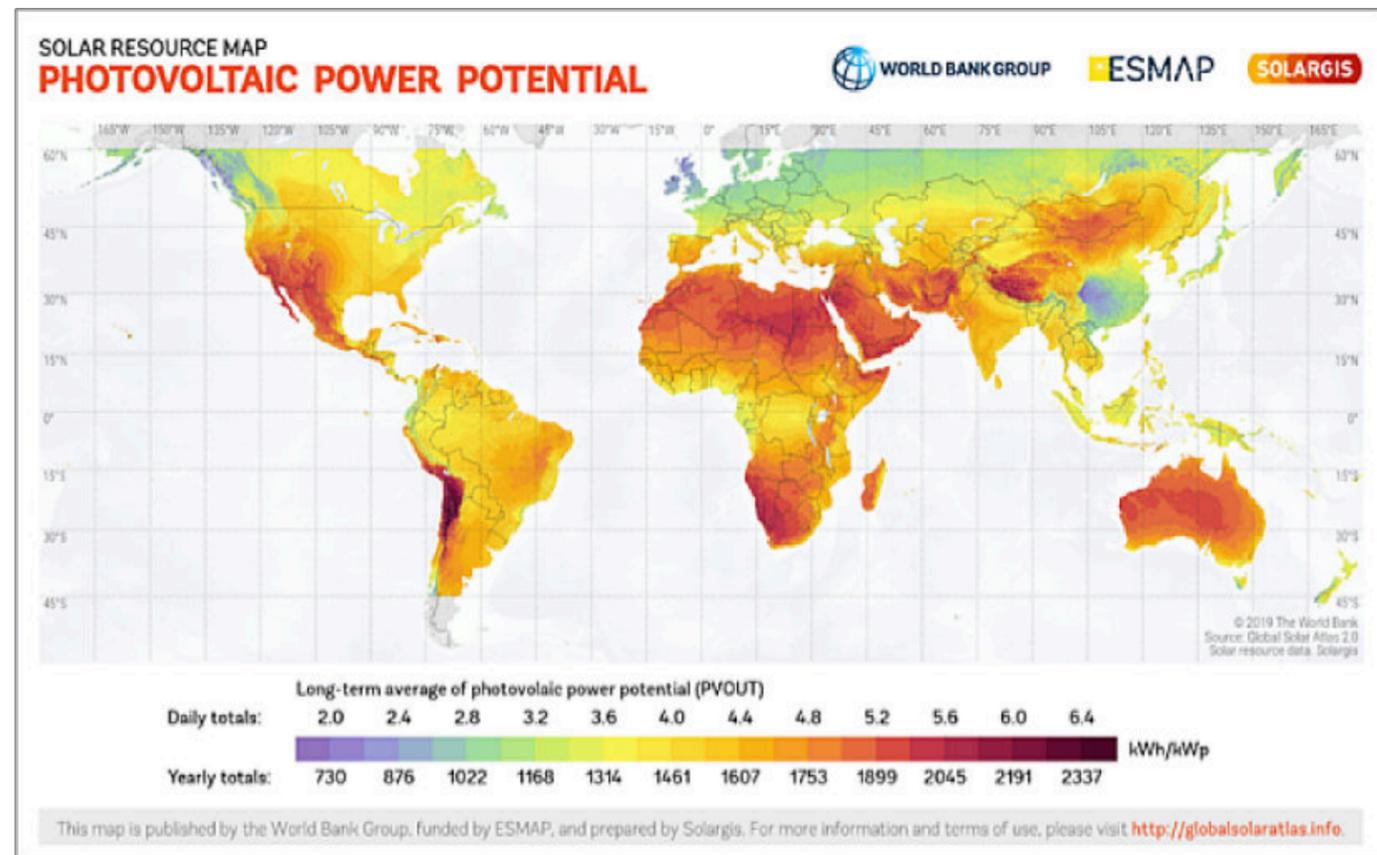


Figura 1. Mapa de potencial fotovoltaico mundial. Fuente: World Bank Group.¹

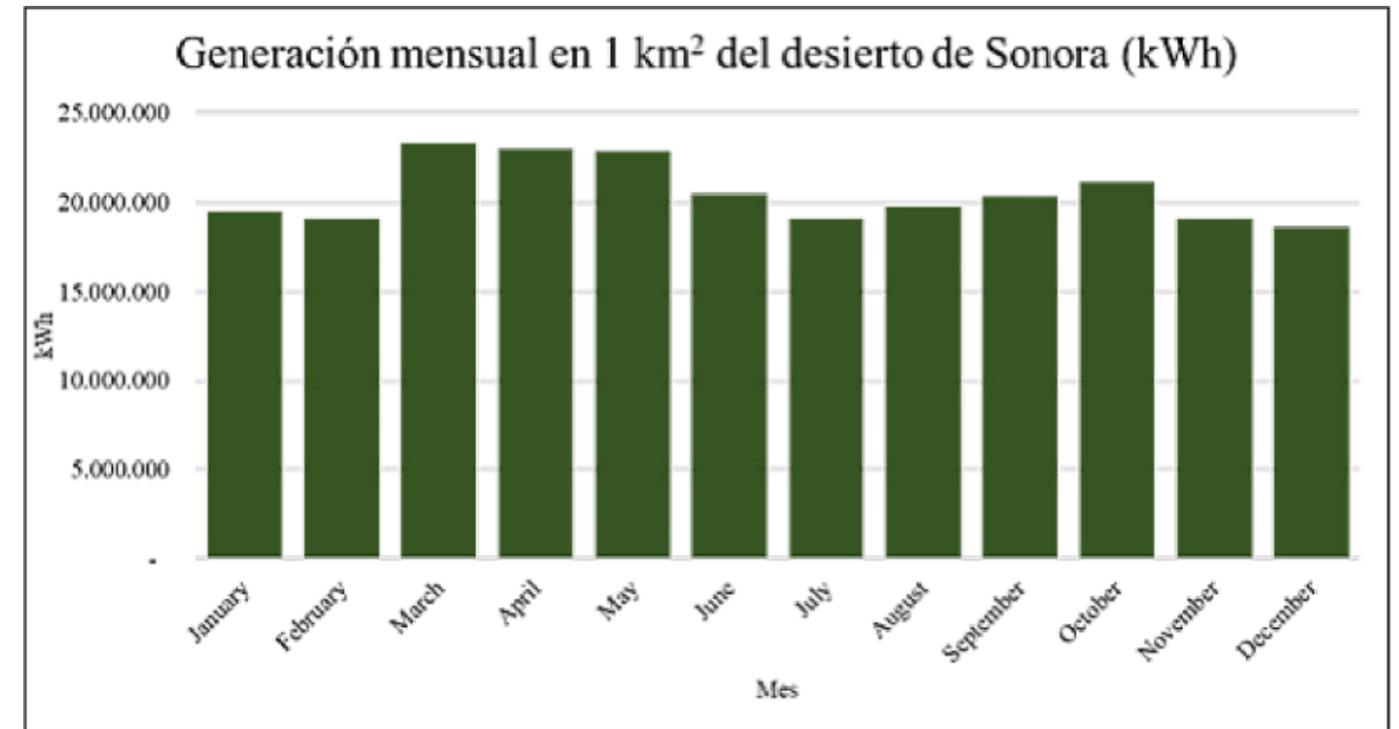


Figura 2. Estimación de generación eléctrica (kWh) en el Desierto de Sonora por cada kilómetro cuadrado de módulos solares instalados según el histórico de irradiación solar de 2005 a 2010. Nótese la baja variación con las estaciones, esto se debe a que el efecto de las altas temperaturas en verano tiene un impacto similar al de las bajas radiaciones durante el invierno.

incluye toda la energía de todos los sectores: transporte, iluminación, construcción, industria, etc., si hablamos solamente de electricidad, esa cifra está más cerca a los 5,5 MWh (valores estándar para países europeos).² Así, según los cálculos que realizamos para el desierto de Sonora, con 250 GWh podríamos cubrir la demanda de más de 45 mil personas, pero esto es por kilómetro cuadrado, si quisiéramos generar tanta energía como se requiere en todo México, sólo deberíamos cubrir 2.800 km²,² 10.000 km² si se desea añadir toda la población de Estados Unidos, una región ínfima de un desierto que tiene un área de más de 300.000 km² (claro, no toda la zona es inhabitada y podría ser utilizada, pero este escenario es solamente un ejercicio). ¿Qué nos impide realizar este proyecto que tanto bien le haría al planeta? Existen algunos inconvenientes, desafortunadamente, empezamos porque se necesitan unos 250 millones de dólares por kilómetro cuadrado solamente para la instalación fotovoltaica, eso teniendo en cuenta que existan proveedores que puedan producir tantos módulos solares como se requieren, además, deberíamos tener una red excelente de transmisión energética, con la que no contamos, y lo más importante: baterías para almacenar tanta electricidad, y es que solo podemos producir energía durante el día, pero mucha de esa debe estar disponible para su consumo nocturno y para las variaciones según la temporada del año, y no menos importante, es

indispensable contar con un sistema de acumulación de energía de respaldo en caso de emergencia (a esto se le deben incluir los costos asociados, que pueden ser equivalentes a los de la misma planta fotovoltaica).

¿Qué necesitamos para dichas baterías? Para las baterías que construimos en el presente, utilizamos litio, cobalto, y níquel, entre otros. Como hemos hablado en artículos anteriores, el litio no es un elemento escaso en la corteza terrestre, las mayores densidades se observan en salares, de donde se extrae comercialmente. Según nuestros cálculos, la limitante no es la cantidad sino la tasa a la que lo estamos obteniendo, de manera que es preciso mejorar los mecanismos de extracción y reciclaje o cambiar la tecnología de baterías que utilizamos mediante el uso de un reemplazo para el litio o al menos continuar su utilización empleándolo en menores cantidades manteniendo el desempeño. Con respecto al cobalto, su principal producción se presenta en el Cinturón de Cobre de la República Democrática del Congo y Zambia, donde genera mucha preocupación por las pocas prácticas de seguridad y el trabajo de menores de edad, que deben manipular un elemento altamente tóxico; las opciones para reducir la importación de estos lugares es reemplazar el cobalto por níquel, minimizar su utilización en las baterías, o extraerlo de otras fuentes, como del fondo marino. El caso del níquel es más económico, porque,

aunque las mayores acumulaciones se presentan en Indonesia y Australia, el mayor refinador es China, que controla el mercado; igual que para el cobalto, también aparece en el fondo marino, por lo que sería una nueva fuente de extracción que podría abaratar costos.

La minería submarina nunca había sido tan atractiva para la economía mundial como ahora, y es que el fondo marino está lleno de cobalto y níquel, entre otros. Aunque no conocemos casi nada de los océanos, habiendo explorado solamente el 1%, se cree que el 96% de las reservas de cobalto y el 84% de las de níquel se encuentran allí.³ Estos minerales aparecen ahí en cantidades enormes, reposando en el fondo del mar en forma de nódulos (conocidos como nódulos de manganeso porque cuando fueron descubiertos en los años 70s el cobalto y el níquel no eran tan importantes para la economía mundial como el manganeso), y el proceso de minado necesario es muy diferente a la minería tradicional que llevamos a cabo en el continente, imagínense una especie de aspiradoras gigantes que absorben todo lo que encuentran, minerales, organismos vivos, y elementos propios del ecosistema; esta gran remoción de material implica la formación de nubes de sedimentos tóxicos en suspensión que amenazan innumerables formas de vida marina. Ahora, suena alarmante porque ese tipo de explotación es la más viable comercialmente hasta el momento, pero existen pilotos que se estarán poniendo a prueba este año y los siguientes donde se utilizan sistemas de inteligencia artificial cuyo objetivo es tomar únicamente los nódulos que no

contienen organismos vivos, o al menos que no contengan tantos, asegurando la menor alteración posible al hábitat. Es muy difícil poder estimar hasta dónde nuestra afectación de los océanos sea sostenible y si se justifica poner en riesgo el ecosistema sabiendo que el objetivo final es reducir la emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a los métodos de generación eléctrica tradicionales, lo que sería en últimas un gran beneficio para los océanos, que son nuestros mayores aliados en la regulación térmica del planeta y como sumidero de CO₂.

Todavía no existe una normativa que enmarque las prácticas que deben seguirse en la explotación del fondo marino, la Autoridad Internacional del Fondo Marino (ISA) está trabajando en ello, pero eso no es lo único que están desarrollando, también están estableciendo a quién deberían pertenecer los depósitos que se presentan en áreas de aguas internacionales, que es donde se ubican las mayores concentraciones y que no son parte del territorio formal de ningún país (ver Figura 2), y eso sí que es complicado y posiblemente tome más tiempo que la definición del marco regulatorio para la extracción.

Entonces, ¿es la hora de la minería submarina?, lugares como las Islas Cook aprobaron muy recientemente licencias de exploración submarina, y seguramente mientras sea comercialmente viable existirán compañías dispuestas a hacerlo. Pero volviendo al dilema del almacén de electricidad, no todo se debe abordar con la misma

óptica tradicional de las baterías, existen otros métodos, incluyendo uno que se ha implementado casi al tiempo de la construcción de las primeras plantas hidroeléctricas, hablo de las hidroeléctricas de bombeo, éstas consisten de un sistema cerrado que no es alimentado por ninguna fuente externa de agua, el principio es que el agua que es utilizada para poner en movimiento las turbinas de generación es bombeada al reservorio superior de vuelta, estas plantas son normalmente implementadas en lugares en los que la electricidad varía de precio durante el día, de manera que es rentable bombear el agua durante períodos de precios bajos y generar electricidad cuando los precios están altos para venderla más cara de lo que costó generarla. ¿Qué tal les suena utilizar la energía excedente generada durante el día por los módulos solares para bombear agua y luego usar ese reservorio para generar

electricidad durante la noche o en momentos nublados (Figura 4)? A mí me suena muchísimo como un sistema excelente de almacenaje de energía, y les aseguro que no es el único método. La energía se puede almacenar no solamente en forma de electrones, sino de manera potencial como en una hidroeléctrica de bombeo o en forma de calor mantenido en sal fundida, que es un mecanismo extraordinario y muy económico. Evidentemente habrá pérdidas de energía al transformarla, pero incluso las baterías tradicionales tienen ineficiencias, lo importante es que al final los usuarios tengamos acceso a energía limpia y que nuestro estilo de vida no siga poniendo en riesgo al planeta y quienes lo habitamos. Nuestra responsabilidad como seres humanos es exigirle a nuestros gobernantes mejores prácticas y regulaciones que aseguren un futuro mejor.

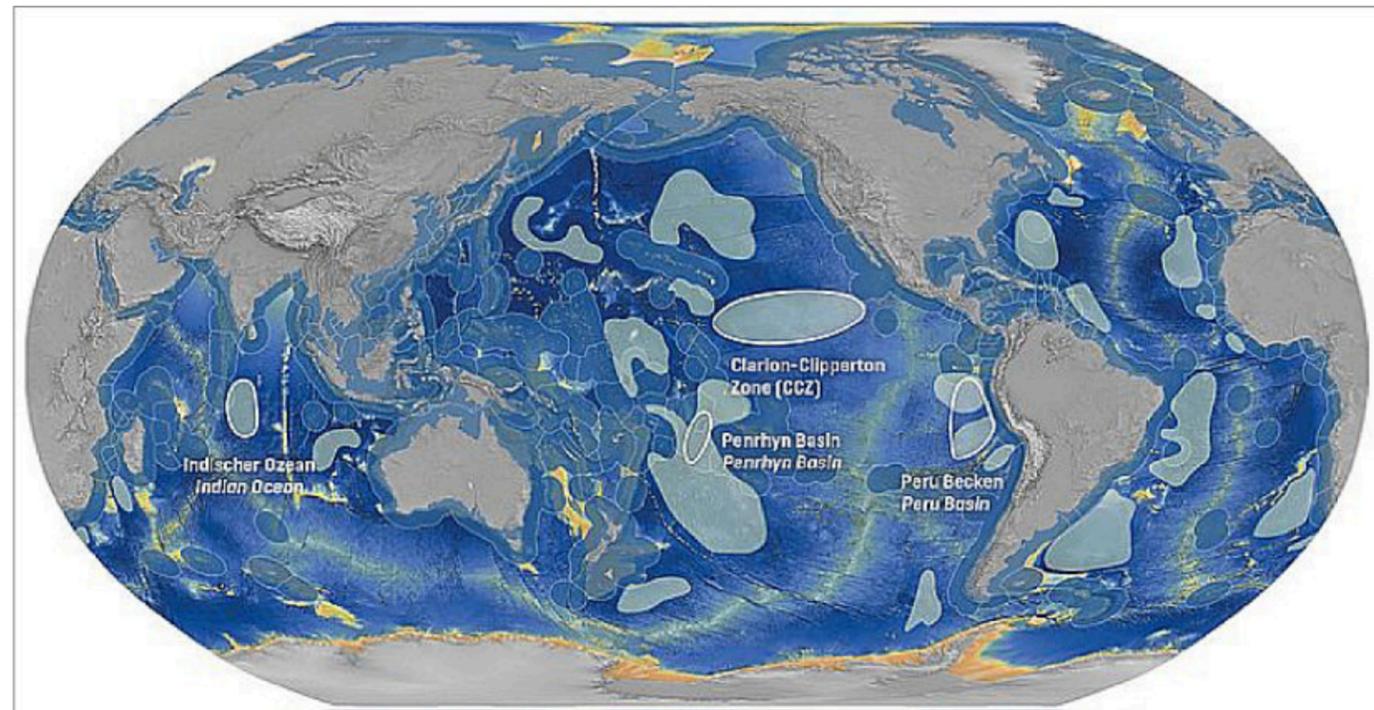


Figura 3. Distribución de nódulos de manganeso en los océanos. Fuente: Sven Petersen / GEOMAR.⁴

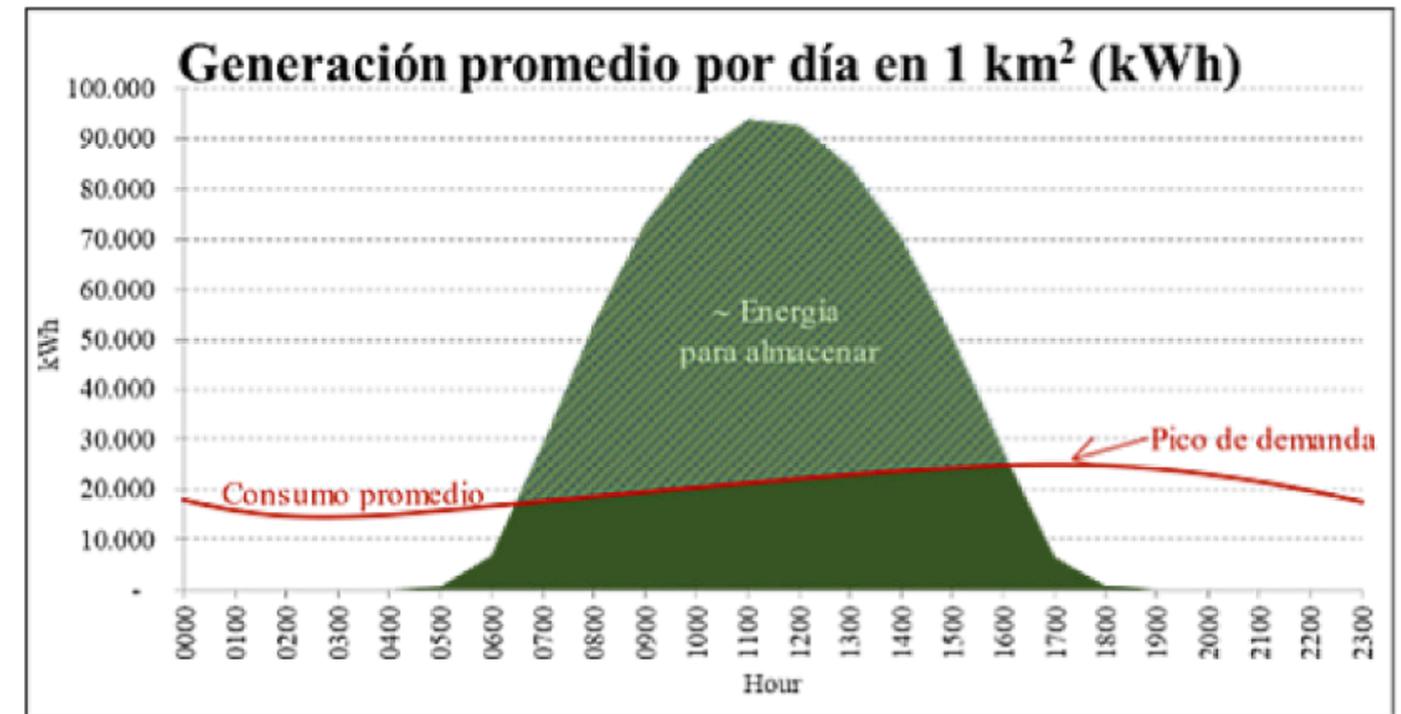


Figura 4. Generación solar horaria para un día promedio en el Desierto de Sonora en 1 km² de módulos solares instalados (área verde). La línea roja representa la demanda de electricidad esperada, toda la energía sobre esta línea debe ser almacenada para ser consumida en otras horas.

¹Map obtained from the "Global Solar Atlas 2.0, a free, web-based application is developed and operated by the company Solargis s.r.o. on behalf of the World Bank Group, utilizing Solargis data, with funding provided by the Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). For additional information: <https://globalsolaratlas.info>.

²WorldData.info Energy consumption in the United States of America.

<https://www.worlddata.info/america/usa/energy-consumption.php>

³Ladera Sur. La minería submarina, la nueva gran amenaza para la conservación de los fondos oceánicos.

<https://laderasur.com/articulo/la-mineria-submarina-la-nueva-gran-amenaza-para-la-conservacion-de-los-fondos-oceanicos/>

⁴GEOMAR. Manganese Nodules – Rich Mineral Fields on the Seabed. <https://www.geomar.de/en/discover/marine-resources/manganese-nodules>

LOS CURIOSOS NOMBRES DE LA INDUSTRIA PETROLERA AMERICANA: ¿IDENTIDAD, CREATIVIDAD O IMAGINARIO POPULAR?

Jesús S. Porras M.
Geólogo Consultor
porrasjs@yahoo.com

INTRODUCCIÓN

La industria petrolera, con casi dos siglos de historia y tradición en América, es una miríada de curiosidades y términos, que acompañan los miles de procesos y actividades que tienen lugar en ella. Adentrarse en el mundo del petróleo y su léxico, es abrir un universo infinito en el que nunca se dejan de descubrir cosas nuevas. Es recorrer los espacios en el tiempo y trasladarse a la mente e imaginación de los trabajadores petroleros. Significa también asimilar un vocabulario especial lleno de palabras, nombres, neologismos y expresiones técnicas, y otras no tanto, cada una con un sentido específico, pero todas con mucho significado socio-cultural. Este lenguaje es el mismo que propicia la comunicación y el entendimiento, así como sirve para identificar objetos y operaciones propias de la industria.

En los inicios de la industria, los nombres generalmente tenían que ver con los trajines del quehacer petrolero, con la localidad o con un accidente geográfico notable del área de explotación, al igual que en minería. Muchos nombres recurrentes y pintorescos, y epónimos, surgen paralelamente al desarrollo de las operaciones y se usaron para bautizar y denominar campos, prospectos, pozos, herramientas, equipos y formaciones geológicas. Con el tiempo se crearon e incorporaron nuevos y muchos vocablos extraños. Referencias a la fauna y flora local, menciones a la mitología, alusiones al zodiaco, al santoral y al bestiario, expresiones emocionales, singulares nombres femeninos e insólitos vocablos, se hicieron populares.

Estos inagotables nombres han servido no solo para identificar campos y pozos y engrosar las listas, sino para darles la independencia e individualidad que se merecen.

En este artículo, hacemos un recorrido por las principales zonas petroleras de algunos de los países productores de América, y damos un breve repaso a ese lenguaje característico o simpática jerga petrolera. Revelamos la fantasía que se esconde detrás de cada palabra.

EL ORIGEN DE LOS NOMBRES

A pesar de que en algunos países siguen normativas, resoluciones, guías y procedimientos para la identificación, clasificación y nomenclatura de pozos, bloques y yacimientos, a fin de su normalización, registro y uso uniforme, no existe una regla particular respecto al

“nombre del pozo”, de yacimientos ni de áreas petroleras. Las pautas y definiciones están destinadas a proporcionar un esquema teórico para ayudar en la muy confusa tarea de nombrar y numerar los pozos de petróleo y gas. Cada prospecto o pozo perforado debe tener su propio nombre desde el momento en que se solicita el permiso ante los entes reguladores.

También existen razones prácticas para nombrar bloques. Young (2008) menciona que una es la de preservar secreta y confidencialmente la ubicación de éstos antes de participar en una ronda licitatoria, y la otra, para distinguir un campo de otro dentro de un bloque de concesiones. Los nombres son únicos para cada campo y pozo y se convierten en el identificador principal a lo largo del desarrollo, la producción y el abandono. Dawson (2015) señala que hay pocas reglas que guíen el nombramiento, por lo que los apodos tienden hacia lo mundano y prosaico y que la mayoría de los nombres dejan mucho que pensar en cuanto a su originalidad.

Al igual que en la minería, se cree que los nombres-o vocabulario- de la industria petrolera, nacen en los poblados o campamentos donde se asentaban los trabajadores pioneros. Estaban estrechamente vinculados a la geografía local y a la idiosincrasia de los pueblos americanos y se fueron diversificando con el tiempo. Palabras de uso cotidiano, anglicismos, variantes y deformaciones fonéticas, y tecnicismos fueron incluidos progresivamente en la jerga petrolera.

Respecto a los nombres de los prospectos y pozos, se señala que quienes los asignan son los profesionales de geociencias, geólogos y geofísicos de los grupos de exploración; alguna vez los de perforación, en mucha menor medida los gerentes, y nunca, personal de proyectos o mercadeo, aunque esto no es una regla. Algunas compañías han acudido a rifas, sorteos o campañas caritativas y subastas cuyo ganador obtiene el derecho de asignar el nombre del prospecto.

En México, la norma recomienda antes de la perforación del primer pozo exploratorio, la identificación del área prospectiva o campo utilizando nombres de sitios geográficos mexicanos o palabras de origen regional, indígena, histórico o cultural mexicano. En Noruega, el estado dictaminó que los campos deben poseer nombres noruegos con importancia para el patrimonio nacional. En los Países Bajos, usualmente se identifican con un número.

Los nombres suelen ser alusivos a la flora y fauna, mitología, astrología y astronomía, personajes históricos, de famosos del cine o TV, de damas o caballeros, de apellidos, de las ciencias y artes, de geología y geografía, de comidas y bebidas, climáticos y meteorológicos, de vocablos indígenas, anglicismos, grupos etnológicos, cotidianeidad, topónimos y acrónimos, y de elementos contemporáneos, entre otros (Tabla 1). En fin, un universo de posibilidades y situaciones, difícil de categorizar.

Si bien es cierto es que hay ciertas “pautas” no escritas, se tiene cuidado de evitar nombres que sean marcas comerciales o registradas, o de utilizar nombres-o temas- potencialmente problemáticos o conflictivos, que

Tabla 1. Nomenclatura utilizada para identificar campos petrolíferos y de gas en las cuencas de Venezuela.

Clasificación	Campos & Pozos
Emociones & Sentimientos	Abundancia, Concepción (La), Gozo, Ira, Ida, Largo, Paz (La) Lejos, Placer, Retumbo, Soledad, Victoria (La)
Animales & Peces	Ballena, Cachicamo, Cachama, Caracoles, Caracolito, Cóndor, Coporo, Corocoro, Dorado, Dragón, Ganso, Guavinita, Icotea, Lau Lau, Leona, Lobo, Mejillones, Nigua, Ostra, Oveja, Pato, Sapo, Zorro
Frutas & Vegetales	Algarrobo, Cotoperí, Elotes, Icacos, Jobo, Jobal, Limón, Lechozo, Mangos (Los), Mamón (El), Melones, Merey, Mapuey
Plantas & Arboles	Apamate, Bucaral, Capacho, Carito, Chaguaramal, Chaparro, Mata, Mata Grande, Oca, Roble (El), Javilla, Ceiba (La), Ceibita (La), Morichal, Palmas (Las), Rosal, Rositas, Totumo
Santoral	Santa Ana, San Joaquín, Santa Rosa, Santa Fe, San Luis, San Ramón, San Roque, Santa Barbara, San José, San Vicente
Geografía	Barrancas, Caico (Este, Seco), Cascadas, Cerro Pelado, Estero, Isla, Lago, Lomas (Las), Morro, Pedernales, Pradera, Valle
Cosas y Objetos	Adobe, Boca, Bosque, Budare, Copa, Galán, Hato, Lazo, Libro, Miga, Nido, Nieblas, Obispo, Oleos, Oficina, Perla, Pilón, Piragua, Punzón, Rojo, Zapatos, Zeta, Zumo
Nombres & Apellidos	Amarilis, Anibal, Belen, García, Iris, Juanita, Quiroz, Ruiz, Soto,
Localidades	Anaco, Aguasay, Cantaura, Capacho, El Furrial, Lagunillas, Machiques, Oritupano, Tucupita, Mene Grande

Fuente: Aníbal Martínez en Cronología del Petróleo Venezolano (2000). Octava Edición. Fondo Editorial CIED en Léxico Estratigráfico de Venezuela PDVSA.

afecten el patrimonio cultural, gentilicio y hasta el idioma local. Se deben obviar nombres largos y confusos, duplicados u ofensivos. Muchos nombres incluso están basados más en la superstición, como el caso de Colombia donde no se emplean nombres de frutas, flores o minerales por ser de mal augurio, pero esto no deja de ser mera especulación. Nombres de difícil pronunciación o de fácil tergiversación, también son evitados. Tan es así, que algunas plataformas petroleras no llevan consigo el romanticismo y herencia de los barcos, generalmente de nombres masculinos, por lo que los propietarios prefieren acudir a nombres femeninos.

En el caso de las empresas y operadores petroleras y los nombres comerciales de sus productos, los apodos también son variados y sorprendentes. Al igual que para los campos y pozos, incluyen nombres de la mitología clásica, astrología, de comunidades étnicas o indígenas, los asocian a lugares y sitios, son derivados del sentimiento o romanticismo, o del nacionalismo, o claramente usan nombres de animales u objetos, palabras descriptivas o combinaciones de palabras, sílabas o letras. Entre los

nombres geográficos locales o nacionales, que también hacen alusiones a las comunidades indígenas o étnicas, tenemos: Azteca, Chaco, Apache, Huron, Indian, Inca, Maya, Navajo, Viking. De la mitología y astrología, encontramos Apolo, Marathon, Phillips, Centaur, Cyclops, Hector, Neptune, Hyperion, Orion, Samson, Talos y Osiris. Animales como Albatros, Bear, Condor, Cobra, Elephant, Falcon, Frog, Jaguar, Lobo, Marlin, Mosquito, Mustang, Pantera y Hurón son parte del listado. Otros nombres raros y extravagantes encontrados fueron Blacksands, Frontera, Imperial, Iron, Kaiser, Lonestar, Noble, Obsidian, Planet, Strata, Uno, Vermilion, Shell, Vaquero y Pioneer.

NOMBRES FEMENINOS: admiración y respeto a la mujer

El uso de nombres femeninos en la industria es práctica común en todos los países con antecedentes petroleros y mineros, y América no es la excepción. Desde Norteamérica hasta la Patagonia, vemos como indistintamente emplean nombres femeninos para identificar campos, prospectos, formaciones y pozos

petrolíferos. Sorprende la cantidad de nomenclatura femenina en una industria predominantemente masculina (Tabla 2). Gonzalez Oquendo (2006) refiere que, a mediados del siglo XX, aunque no estuviese directamente asociada a la actividad propia de las empresas, la presencia de las mujeres en las sociedades petroleras fue paralela o posterior a la presencia de los hombres, y se hizo más significativa con el tiempo, situación que obligó a las empresas a tomar una mayor consideración respecto a esta presencia femenina.

En Argentina, en el *offshore* de la Cuenca de San Jorge, en una búsqueda por trampas análogas a los yacimientos *onshore*, se han perforado una veintena de pozos en dos principales campañas, en 1970 y 2009. En ambas se bautizaron pozos con nombres femeninos, tal como se indica:

- Campaña 1970-73 (AGIP): Carmen, Belinda, Violeta, Lidia, Luisita, Deborah x-1, Marta x-1 y Marta x-2
- Campaña 2009-2010 (YPF/Petrobras): Aurora x-1, Elisabet x-1, Alicia x-1, Silvia x-1

Si bien entre estos pozos hubo varios descubrimientos, modestos todos, y se encontraron condiciones favorables de entrapamiento en otros casos, los espesores fueron insuficientes y las saturaciones de agua altas, razones que obligaron sus abandonos.

En la Cuenca de Magallanes, en Chile, se reportan los pozos exploratorios Vania x-1 y María Antonieta x-1 en los bloques Fell y Tanquilo, respectivamente y Tatiana-1 en el bloque Otway.

En el resto de Sudamérica, particularmente en Paraguay, se asignaron nombres femeninos a muchos pozos de la Cuenca del Paraná y Carandayty (Tabla 2).

En Venezuela, en el campo Oritupano B, de la Cuenca Oriental, además, unidades formacionales se subdividen con sustantivos femeninos. Nombres como los de Anna, Lulú, Tina, Yola, Fifi, Ilda, Magi y Asia son comunes en registros eléctricos de pozos. Por su continuidad, consistencia y carácter como “markers” han servido para facilitar la correlación dentro de la secuencia predominantemente pelítica de la Fm Freitas (Porrás & Porrás, 2017). Estos ocho (8) “marcadores” presentan espesores variables entre 80 y 420 pies y se localizan en la base de la citada formación, a profundidades entre 4500 y 6300 pies. Cada uno de ellos son acompañados, generalmente, con cifras de dos dígitos como parte de la nomenclatura técnica-operativa (Fig. 1).

Sobre el origen y uso de nombres femeninos en la industria petrolera existen muchas insólitas y diversas teorías. Unos afirman que fue un reconocimiento de los pioneros de la industria, la mayoría extranjeros, a aquellas mujeres que les albergaron y les prestaron los mínimos cuidados y servicios en las inhóspitas y deshabitadas regiones petroleras de la época (Porrás & Porrás, 2017). Las mujeres, con familia o no, muchas recién llegadas a los nacientes pueblos petroleros, atraídas por el boom del oro negro de mitad del siglo pasado, se ganaban la vida

lavando, planchando y haciéndoles la cena a los obreros que laboraban en las empresas (Fasciani, 2009)

Muchos sostienen que los nombres sirven, aún hoy, para enaltecer a mujeres notables, empleadas, e incluso parientes, como fue el caso del Proyecto Amalia, en Colombia, el cual llevaba casualmente el nombre de la hija del ministro de Minas y Energía de la época (Revista Semana, 2012). Se comenta, entre pasillos, que nombres de pozos del proyecto offshore argentino de la Cuenca de San Jorge llevan el nombre de secretarías del departamento. Otros piensan que representan los nombres de sus amadas, o simplemente apuntan a que estos nombres de damas sirvieron como fuente de inspiración y fortaleza.

El uso de nombres femeninos en la industria petrolera americana definitivamente es una muestra de admiración, respeto y consideración hacia esas mujeres valientes que nacieron con la industria misma y que hoy honrosamente forman parte esencial de ella. Revela su protagonismo en el tiempo. Es un premio a su esfuerzo, logros e increíble contribución.

LA FAUNA PETROLERA: Peces, Pájaros... y Demás Alimañas

Los animales, desde la antigüedad, siempre han estado presentes en casi todas las tradiciones, religiones y culturas y muchos son los mitos e historias que se tejen detrás de ellos. Se los asocian a poder, valentía y sabiduría.

En la industria petrolera los nombres y acrónimos de animales son también comunes. Aparecen en campos, pozos, herramientas, equipos y hasta como componentes del taladro de perforación. Generalmente se eligen animales del entorno inmediato o que representen al grupo o compañía involucrada en la operación.

Si bien están representadas muchas especies, dentro del grupo de animales destacan las aves y los peces, u otras especies, principalmente marinos. Mansos mamíferos, muchos felinos y feroces alimañas están entre los más usados.

En el offshore argentino, muchos de los pozos perforados en el flanco oeste de la cuenca de Malvinas llevan nombres de peces y otras especies marinas: Camarón, Calamar, Dorado, Erizo, Lapa, Lobo Marino, Merluza, Orca, Pulpo, Tiburón y Salmón. En la cuenca del Colorado, con más de 70 años de historia exploratoria, se perforaron 27 pozos, 9 en tierra y 18 en la sección costa afuera. En esta última, pozos fueron nombrados como: Ballena, Pingüino, Delfín, Pejerrey, Corona y Estrella.

En el onshore, se consiguen nombres como El Puma, Cauquén, Cóndor y Castor, La Leona, Las Buitreras, Del Mosquito y Zorro (C. Austral); Caimancito (C. Noroeste); Los Monos (C. San Jorge) y Vaca Muerta, Vaca Mahuida, Lobo, Los Guanacos, Tordillo, Tucán y Lince (C. Neuquina). En Chubut existen las concesiones petroleras El Condor, El Gato, El Ñandú, El Guanaco y Zorro. La prolífica roca madre

Tabla 2. Nomenclatura femenina para identificar algunos campos y pozos petrolíferos en América.

País	Pozo/Campo	Cuenca/Bloque
Argentina	Aurora, Elisabet, Alicia, Silvia, Carmen, Belinda, Violeta, Lidi, Luisita, Deborah, Marta Maria Ines, Adela, Azucena, Carmen Florenca, Rafaela, Rosario	Golfo San Jorge Austral Noroeste
Brasil	Brígida (Alto), Margarita	
Bolivia	Milagros/Eva, Fátima/Margarita	Yapucaity/ Subandina Tarijá, B. Caipipendi
Canada	Caroline, Carol	Central Alberta
Colombia	Rosita, Florentina Sofía Dorotea, Stella	Magdalena VMM Antioquia Llanos
Chile	Susan, Helen, Nancy, Mary, Evelyn, Lucille Maria Antonieta, Vania, Tatiana Catalina	Putumayo Magallanes
Cuba	Marta	Noroeste
Ecuador	Fanny, Joan, Mariann, Margaret	Oriente
Guyana-Suriname	Juliana, Amaila, Liza	Offshore Block 54 Suriname-Guyana
Mexico	Jazmín, Guadalupe, Soledad	Burgos Tampico-Misantla
Paraguay	Federica, Hortensia Inés Alicia, Brigida, Christina, Dorotea, Emilia, Federica, Gabriela, Hortensia, Isabel, Julia, Katerina, Luciana, Marta, Nola, Olga Anita, Berta, Carmen, Gloria	Chaco Sur Paraná Carandayty Pirity
Perú	Carmen, Cesi, Diana, Pilar, Margarita, Martha	Marañón
USA	Nora Glorieta, Dora (Roberts), Megan, Haley, Olivia, Myia, Vera, Sarah Bertha, Catalina, Daisy Cheryl, Chloe, Clarice, Deborah, Delia, Emma, Mabel, Nadia, Natasha, Patricia, Patsy, Sarah, Teresa	Virginia Gas Permian Permian TX Anadarko New Mexico North Dakota
Venezuela	Amarilis, Belen, Iris, Juanita, Mercedes (Las), Soledad	Oriental

devónica de la franja subandina y Noroeste, lleva el nombre de formación Los Monos.

En Chile encontramos los pozos Guanaco y Flamenco. Muchos pozos en Trinidad llevan nombres de peces, tales como: Marlin, Barracuda, Ibis, Coho, Cascadura (*catfish*). Igual sucede en Brasil, donde pozos y campos del offshore fueron nombrados como: Atum, Badejo, Barracuda,

Bonito, Buzios, Cachalote, Corvina, Enchova, Lagosta, Linguado, Liza, Marlim, Mero, Pargo, Sapinhoó, e incluso una Tartaruga. En la Cuenca Marañón del Perú, encontramos los campos Tigre, Piraña, Dorado, Delfín y Raya.

En la Cuenca del Putumayo en Colombia hay pozos llamados Tapir, Conejo, Garza, Caimán, Tigre, Hormiga y

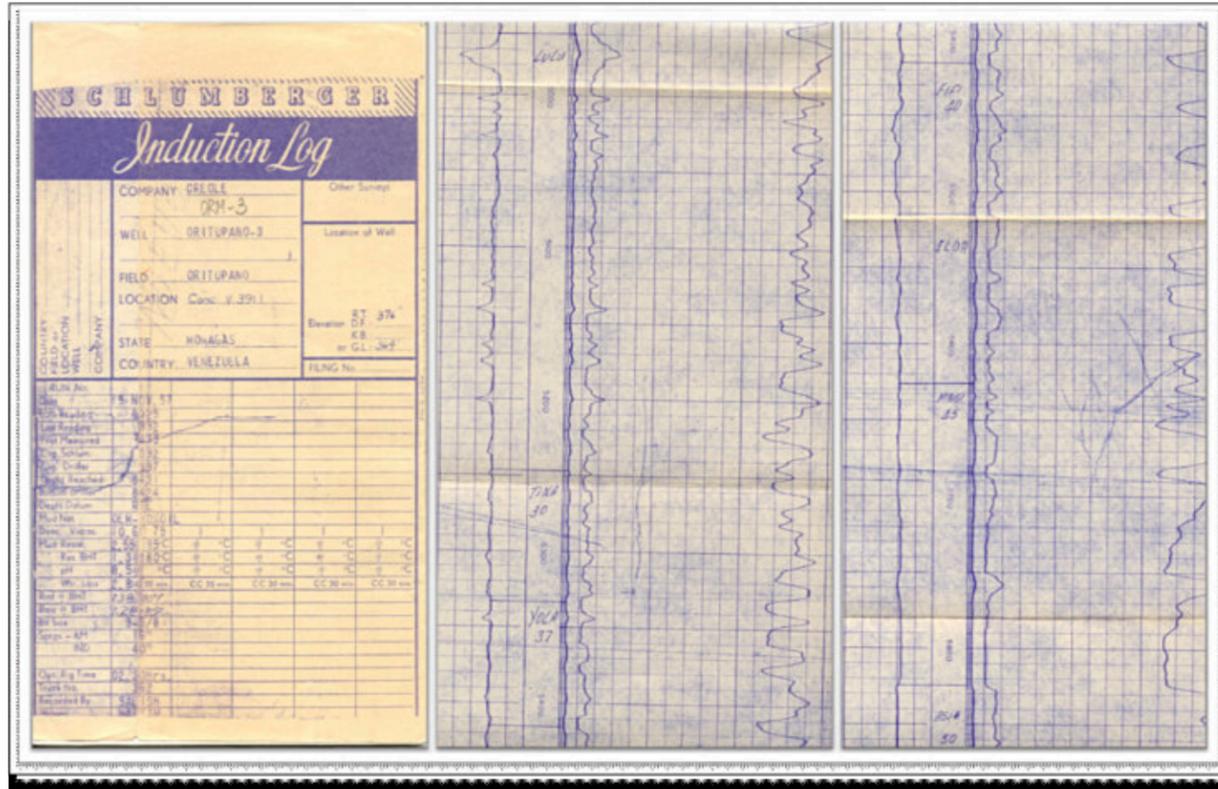


Fig. 1. Tramo de Perfil Electrico del pozo ORM-3 del Campo Oritupano (Venezuela) donde se observan los nombres femeninos asignados a los marcadores litológicos de la Fm. Freitas. El pozo, perforado en el año 1957 alcanzó una profundidad final de 8431 pies.

Loro. Existe también un Coyote y un campo Ocelote. En la Cuenca de los Llanos se localizan los pozos Mariposa-1 y el Marsupial-1. Se consiguen un Mono Capuchino y hasta un Wolf en el Valle Medio del Magdalena. Aparecen campos como Cernícalo, Arrendajo y Cubiro y pozos como Mirla Negra, Azor y Petirrojo (Revista Semana, 2012). En el offshore caribeño colombiano, en aguas de la Goajira, se perforó el pozo descubridor Orca-1 y está el campo de gas Ballena.

En Paraguay se localizan los pozos Pantera, Gato y Toro en la Cuenca Curupaty. Campos petrolíferos de la Cuenca Oriente en Ecuador se denominan Oso, Jaguar y Gacela; y Danta, Manatí, Armadillo, Garza, Mono y Aguila en la Cuenca Maraño. En Trinidad hay campos de gas llamados Iguana, Delfín, Pelicano, Manicou (zarigüeya). Guyana también tiene su Jaguar-1 y una Liza, género de apetecidos peces de mares tropicales.

En México la famosa formación productora de gas de la Cuenca de Burgos se conoce como Yegua. En la misma cuenca, están los pozos Becerro, Cascabel, Alcaraván, Topos y Tigrillos, y el campo Cuervito. Otros pozos son: Sardina (Tampico); Gaviota x-1 (minicuenca Coatzacoalcos); Galápago y Gusano en Tabasco y Pelicano en la cuenca Sureste. En Bolivia unos campos llevan nombres variados como Cascabel, Cobra, Víbora, Toro, Sábalo, Paloma, Tigre y Los Monos. Nicaragua tiene un Toro en el offshore caribeño y unas Corvina en el Pacífico. Costa Rica perforó en 1960 el pozo El Tigre, con una TD de 2812 metros.

En Venezuela existen pozos y campos con nombres tales como: Ballena, Cachicamo, Cachama, Caracoles, Caracolito, Cóndor, Coporo, Corocoro, Dorado, Dragon, Ganso, Guavinita, Icotea, Lau Lau, Leona, Lobo, Mejillones, Nigua, Ostra, Oveja, Pato, Sapo y Zorro. También se le dice "chivo" a los taladros pequeños de perforación y/o workover.

Caballos, Cabras, Castor, Condor, Paloma, Pavo Frío, Puma Blanca, Rana Salada, Vaca y Santa Vaca son algunos nombres- en español- de pozos de diversas áreas de EEUU. En inglés hay Alligator, Bear, Deer, Eagles, Falcon, Panther, Phyton, Raptor, Rattlesnake, Red Bull, Seawolf, Stallion, Tarántula, Tiger, Turkey Track (<https://www.drillingedge.com/wells2023>).

Caso especial el de los equipos de perforación y producción, donde existe una infinidad de términos, acrónimos y nombres, para herramientas y tareas, alusivos a animales. Muchos de estos términos provienen del idioma inglés y se mantienen aun después de la traducción directa. En la Tabla 3 se muestran solo algunos: Para su complemento, descripción y significado, existen glosarios y publicaciones al respecto. (ver Bashirov, 2016; CIPM, 1990; Ponce, 2020).

UN UNIVERSO DE CURIOSIDADES

Todo tipo de nombres han sido utilizados. La lista es larga e interminable, y no es exclusividad de ningún país o zona. Encontramos nombres de lugares geográficos, apellidos, y

Tabla 3. Glosario Inglés-Español de términos petroleros. Solo se incluyen aquellos que llevan nombre de animales o relativos a animales.

Inglés	Español
Alligator (box, teeth)	Caimán
Bull, Bull head	Tapón toro, tapón de ahogo de pozo
(wild) Cat	Pozo exploratorio
Cathead	Cabeza de gato (Torno, cabrestante)
Catwalk	Cabeza de gato rampa, pasillo)
Chicken (hook)	Vara con gancho
Dog-leg	Pata de perro
Dog-house	Casa de perro (caseta del perforador)
Dog-teeth	Diente de perro
Duck-nest	Nido de patos (presa de desechos)
Fish	Pescado/Pesca
Fox	Zorra
Gooseneck	Cuello de ganso
Horse Head	Cabeza de caballo (cabezal de balancín)
Monkey board	Plataforma delencualladero/de enganche/del chango
Mosquito Bill	Tubo Mosquito
Mouse Hole	Hoyo de rata
Pig	Cochino, Chanco (a), Diablo, Conejo
Possum (belly)	Trad. Vientre de zarigüeya
Rabbit	Conejo, Diablo
Rat hole	Hoyo de rata
Rat tail	Cola de rata
Spider (casing)	Araña
Sucker-Rod Pumping System (Oil Horse, Oil Bird, Donkey, Donkey Pumper, Dinosaur, Grasshopper)	Cigueña, Guanaco, Balancín, Caballito

propios masculinos, de títulos honoríficos, especies vegetales, bebidas espirituosas o no, nombres geológicos o de accidentes geográficos, alusivos al clima y música, de comida o personajes famosos, vocablos indígenas, anglicismos, etc. Los ejemplos que se señalan a continuación están entre los más elocuentes.

Alimentos y Bebidas: Las formaciones Quintuco y Vaca Muerta (Argentina) han llegado a estar divididas informalmente en cinco (5) secuencias transgresivas-regresivas: Tannat, Cabernet, Malbec, Bonarda-Syrah y Torrontes, de más profundo a más somero (Gonzalez et al., 2015). Se entiende, por ser Argentina unos de los principales productores de vino a nivel mundial. En un artículo de la Revista Semana (2012) se comenta que unos pozos exploratorios del Valle Superior del Magdalena llevan como nombres Merlot, Tempranillo o Garnacha por la afición del líder de exploración a los vinos. La operadora Canacol, en Colombia perforó un pozo Pola como se le dice popularmente a la cerveza en es país. En EEUU hay pozos que llevan por nombre Whiskey, Rum, Bourbon y Gin.

En Nuevo México (USA) hay unos pozos con los extraños nombres Carne Asada y Chorizo. Existen por lo menos 7 pozos denominados Papas Fritas, así como unos

varios llamados Queso Blanco y Queso State. Varios bloques de Shell son llamados Chimichanga y Enchilada por los bocadillos de comida mexicana. Oxy tiene pozos con el nombre de la salsa mexicana Guamacole. En

Colombia está un campo Casabe, pan crujiente de mandioca de la gastronomía tradicional suramericana. Tienen también un pozo Natilla, delicioso postre casero.

Música: Otros pozos se asocian a la música, al ritmo y al baile. Así pues, tenemos en Colombia los pozos Sonero, en alusión a los cantantes de son, género de música cubana. Los pozos Rumero-1 perforado en el Bloque Playón; el pozo Guepajé del Valle Bajo del Magdalena; y el pozo exploratorio Rumba-1 perforado exitosamente en 2015 en el Bloque LLA-26 en la Formación Uné, tienen nombres que simbolizan la fiesta y el baile. En el mismo país hay un campo de gas Bullerengue, una danza de los negros cimarrones del noroeste de Colombia y la región del Darien en Panamá. Hay un pozo Champeta, ritmo musical cartagenero y un campo Chuchupa, canción del grupo mexicano Cumbias con Banda. La operadora Canacol en la Cuenca Inferior del Magdalena, tiene pozos y campos con nombres de los instrumentos musicales



Fig 2. Mapa ilustrativo de la diversidad de fauna en el continente americano, fuente de inspiración de nombres petroleros.

Saxofón, Claxon, Clarinete, Acordeón, Ocarina, Pandereta y Flauta y del tradicional ritmo caribeño Porro.

En EEUU, varios prospectos de BP llevan nombres de bandas de rock como Blind Faith y Nirvana. Muchas canciones llevan títulos o letras relativas a la industria petrolera o están inspiradas en ella, como: Gasoline Blues (John Mayall), Fuel (Metallica), Heavy Fuel (Dire Straits, Roughneck (Johnny Cash) y the Crude Oil Blues (Jerry Reed) entre muchísimas más. (<https://www.linkedin.com/pulse/39-great-oil-gas-songs-help-pump-your-employees-up-before-giang-do/>).

Flora: Pareciera que no hay un elemento de la flora, que no estuviera representado en la industria. Árboles, Plantas, Flores, Frutos, Especies y hasta Productos Vegetales, llegan a ser referidos. Todos tienen cabida en la jerga petrolera. Destacan Agave y Azafrán en Colombia. La formación Pepino del Eoceno es productiva en la Cuenca de Putumayo. En Venezuela se bautizan pozos y campos con nombres de árboles y frutas locales, muchas derivadas de vocablos indígenas (Ver Tabla 1). Uno de tantos ejemplos es el Campo Cotoperí (fruto ovoide de dulce pulpa) localizado en la Sub-cuenca de Maturín al NE de Venezuela. En Argentina conseguimos Zampal, Jarillosa (Loma), Jarilla Quemada, Mata Mora, Mata Negra, Mata Amarilla, Yerba Buena, El Sauce, La Azucena, Coirón I y II, Coirón Amargo, Selva, Palmar Largo, entre muchos otros. En Argentina cuando un pozo sale seco se dice que el pozo es "papa".

En EEUU hay Appleseed, Avocado, Carrot, Herb, Papa, Papaya, Peachtree, Pecan, Peanut, Rice y Watermelon. La mayoría de los campos de gas de las costas sureste y norte

de Trinidad llevan nombres de flores, árboles, pájaros, lugares y animales. Chaconia, Teca, Manzanilla Este y Mango Rojo son solo algunos nombres de especies vegetales. La Araucaria es una de las mayores refinerías brasileras. En Colombia están unos pozos llamados Lulo, Fresa, Níspero, Brevia y Toronja y unas plantas de producción Jobo, toda una ensalada de frutas. También un Dividivi, árbol icónico de la Guajira.

Clima y Meteorología: Mientras que en Argentina se perforó un pozo Ciclón, en EEUU hay Hurricane, Storm, Rain, Thunder y Twilight, fenómenos climáticos, meteorológicos y catastróficos. En Ecuador, el pozo descubridor del campo Bermejo Sur se denomina El Rayo x-1.

Rocas y Minerales: Nombres de piedras preciosas, rocas y minerales también ha servido para denominar pozos y campos. Campos offshore del "pre-sal" brasileros se nombraron Esmeralda, Ametista, Jade, Agata, Turmalina y Aguamarina. En Colombia existe un Ambar-1. En Ecuador, la más grande refinería de petróleo se llama Esmeralda. Está una Piedra Redonda en Perú offshore. En Argentina tropezamos con una Diadema, una Yesera, La Brea y hasta una Veta Escondida. En EEUU hay pozos Agate, Beryl, Crystal, Chrome, Cobalt, Diamond, Emerald, Gem, Gypsum, Iron, Jade, Jasper, Onix, Obsidian, Pumice, Slate, Serpentine, Topace y Quartz, entre otros. Pacific Rubiales en Colombia perforó unos Jaspe.

Geografía y Accidentes Geográficos: En Argentina varios pozos llevan la palabra Chihuido que no es más que un vocablo mapuche que significa "pecho de mujer, jobado o picudo", en alusión a los cerros que circundan

toda la región patagónica. Como ejemplos están el pozo Chihuido Colorado (Ch.Co x-1) y las áreas petroleras Chihuido de la Sierra Negra y de la Salina.

Perforar un alto estructural o *buried hill* sin encontrar la arena objetivo, producto de la erosión o un "pinchout", es perforar un "alto pelado".

En el offshore de Colombia, está el campo gigante de gas Chuchupa, vocablo indígena que significa Tierra Mojada.

La Brea (*pitch* en inglés), topónimo con el cual se conocen varios poblados y lugares dentro de la amplia geografía americana, está registrado en Venezuela, Colombia, California USA, Trinidad y Tobago, México, El Salvador, Perú, Argentina y Honduras (Mata García, 2009).

Nombres Masculinos & Apellidos: estos son solo algunos de los cientos de nombres y apellidos, localizados a lo largo de: a) *Latinoamérica:* Ceferino, Bonifacio, Juanito, Francisco, Jose María, Rafael, Benavides, Cárdenas, López, Mendoza, Orihuela, Quiroz, Ramírez, Ruiz, Sarmiento, Soto, Yañez. b) *Norte-América:* Adam, Adams, Atencio, Bailey, Berry, Clarks, Dahl, Dennis, Elroy, Frank, Gabriel, Harvey, Hoffman, Jack, Jameson, Leo, MacKenzie, Norton, O'Brien, Olson, Patton, Teddy, Serrano, Thomas, Patton, Voight, William, Young y Zach, entre muchísimos más.

Misceláneos: En North Dakota un pozo lleva el nombre de Fígaro (29-32#2H), personaje de ficción llevado al teatro como protagonista de El Barbero de Sevilla y un Mae, que en México y Costa Rica significa ingenuo o tonto. El Llanero Solitario, célebre personaje imaginario del cine, TV e historietas, o la famosa película de terror de Dino de Laurentis (1985), están representados con el pozo Silver Bullet. El gigantesco gorila ficticio King Kong es el nombre

de un pozo en Colorado y Loco Dinero el de varios pozos en New México. Terminator fue perforado en Colorado.

Es tan diverso el mundo petrolero que hasta la clasificación de los crudos se basa en los términos dulce, mediano, pesado, liviano o ácido. Más aún, los crudos de referencia de los países petroleros llevan nombres muy disímiles tales como Merrey, Tia Juana y Bachaquero (Venezuela), Olmeca, Istmo y Maya (Mexico), Oriente-Napo (Ecuador), Vasconia y Castilla (Colombia), Medanita y Escalante (Argentina) y West Texas (USA).

El Wall Street Journal (<http://www.wsj.com/articles/oil-wells-yield-a-gusher-of-goofy-names-1432857670>) en un artículo reciente presentó algunos de los nombres empleados por operadoras del shale en Estados Unidos. Nombres de personajes del cine como Joel Goodsen (Risky Business), Dr. Egon Spengler (Ghostbusters), Randolph y Mortimer Duke (Trading Places) y de TV (Ron Burgundy) han sido utilizados en pozos.

Samson Resources Corp. tiene pozos que llevan el nombre de autos clásicos de Detroit, incluidos Stingray, Charger, Comet y Bel Air. Otra operadora utilizó nombres de los jugadores Elway, Manning y Davis del equipo de fútbol americano Broncos. Enerplus Corp., tiene entre su lista pozos con nombres de planetas (Marte y Plutón), chiles (Habanero y Poblano) y fabricantes de bicicletas (Huffy y Schwinn). Otras compañías seleccionaron para sus pozos términos taxonómicos de especies de cactus, peces o aves; nombres de pueblos o topográficos y personajes de historietas como Foghorn Leghorn, Porky Pig, Snidely Whiplash y Bullwinkle.

Rice Energy, un operador de gas basado en Pensilvania, es conocido por nombrar pozos como los camiones monstruo (*monster trucks*) Bigfoot, Dragon's



Fig. Nº 3. Equipos de bombeo mecánico al sur del Estado Anzoátegui, Venezuela, Circa 1970 (Fotografía cortesía L. Mayorca).

Breath y Krazy Train y como los superhéroes Batman, Robin y Zorro. Royal Dutch Shell nombró a uno de sus pozos del Golfo de México "Power Nap". Popeye el marino, personaje de tiras cómicas y de cortometrajes de dibujos animados está presente en el mismo estado.

El tristemente célebre pozo Macondo conocido por el derrame masivo del Golfo de México en 2010, lleva el nombre del pueblo ficticio de la novela "Cien años de Soledad", de Gabriel García Márquez. El prospecto exploratorio "Jack Hamburg" también del área, lleva el nombre de quien fuera el mentor del geólogo de exploración durante su pasantía laboral realizada años antes, en la década de 1980 (Hays, 2007).

En Colombia, hay pozos Bololó y Pollera, palabras que significan zaperoco o desorden y falda, respectivamente, y también los campos La Belleza y Esperanza. En el golfo de Guayaquil en Ecuador se encuentra el campo gasífero Amistad.

Muy interesante, y no menos curioso, fue el uso de un léxico muy particular como el observado en novelas petroleras venezolanas, donde trabajadores venezolanos de la industria adoptan y adecúan palabras de lenguas foráneas a su vocabulario diario, todo como resultado del estrecho contacto de éstos con otros trabajadores de distintas nacionalidades, mayormente norteamericana. Esta nueva, aunque temporal jerga se refleja en palabras como míster, guachimán, maifrén, musiú, ófisboy y macundales que no son más que las adaptaciones locales, o anglicismos, de las palabras mister, watchman, my friend, monsieur, office boy, y Mac & Dale, respectivamente (Rojas, 2013). Otras, muy propias de la industria, que pueden agregarse a este grupo son:

camarón (I'll come around), choque (choke), comísare (commissary), croche (clutch), guaya (wire), guinche (winch), guarapo (water pot), locación (location), manifor (manifold), picó (camioneta pick-up), chumber (Schlumberger), tanfan o tanfanc (tank farm) y teipe (tape).

Como corolario, en el Edo Monagas, Municipio Punceres (Venezuela), de larga historia petrolera, existe un caserío denominado Manifor, palabra obviamente derivada del inglés Manifold.

....ENTRE MITOS Y LEYENDAS

Con nombres de seres sobrenaturales, héroes o dioses, también se han bautizado pozos. Muchos de estos nombres son personajes comunes en la mitología greco-romana y en relatos imaginarios de la astrología y astronomía, en el zodíaco, en historias religiosas o en las artes.

En el flanco oeste de la cuenca Malvinas, se perforaron los pozos Alpha, el planeta imaginario de Asimov; Poseidon, el dios del mar; Géminis, tercer signo del Zodíaco, ambos de la mitología griega y el Nautilus, submarino ficticio de Julio Verne. En la Cuenca Austral marina tenemos el pozo Pegaso, caballo alado de la mitología griega y el Tauro, una constelación zodiacal. El campo de gas convencional Aries-Aries Norte localizado en aguas someras argentinas de la misma cuenca, lleva el nombre del primer signo del zodíaco en astrología.

En Colombia se encuentra el pozo Caronte desagradable figura de la mitología griega quien era el encargado de transportar en su barca las almas de los

difuntos. Existen también los pozos Brujo, Mágico y Hechicero. En la cuenca de Santos del offshore de Brasil, se localiza Júpiter, un gigantesco campo de gas natural y condensado. Júpiter es el principal dios de la mitología romana.

Zeus, Hermes, Nautilus, Pegasus y Poseidon personajes de leyendas y mitológicos también aparecen en la larga lista norteamericana. Los pozos norteamericanos Apollo, Hyperion y Neptuno representan, los dos primeros, a los dioses del Sol y la Luz de la mitología griega y el tercero al dios de las Aguas en la mitología romana. También se encuentran los pozos Thor y Centauro. Thor era el dios de la guerra y de la lucha salvaje. Fue una deidad muy popular de los pueblos germánicos, célebre por el uso del martillo de guerra. Centauro era una criatura de la mitología griega, mitad hombre mitad caballo.

Muchos pozos Atlas también han sido perforados. En la mitología griega, Atlas era un titán de segunda generación al que Zeus condenó a cargar sobre sus hombros la bóveda celeste.

En México existe un Sansón, célebre personaje bíblico y en Paraguay un Don Quijote, en la cuenca Carandayty. Los Quijote-2 horizontales están en New Mexico.

En la Cuenca del Noroeste argentino un área se denomina Lincoln. En EEUU nos topamos con El Capitán, Godfather, Lady, Miss y Da Vinci. En el offshore pacífico de Nicaragua están el Argonauta-1, marinero del barco Argo y Tritón, dios del mar, ambos de la mitología griega. en Trinidad está también el prolífico campo Soldado descubierto en 1961.

En Venezuela están los campos Bolívar y Mariscal Sucre, héroes de la Independencia y Mara, aguerrido



Fig.5. Dioses de la Mitología Griega (Foto de Adobe Stock # 303101637).



Fig. Nº 4. Pintura al óleo "Oil wells on Lake Maracaibo" de Adolf Dehn, 1946.

cacique del occidente de Venezuela y Colombia, entre el lago de Maracaibo y el río Magdalena. También se encuentra un pozo llamado Dragón 1 en el Norte de Paria.

Hasta tratamiento "real" se les otorga a los campos y pozos petroleros. En Estados Unidos bautizaron unos pozos con títulos de nobleza y soberanía como King y Kaiser. Están varias Queen incluyendo a Queen Nefertiti, la faraona egipcia. En Colorado, se localiza un pozo llamado Godiva, ¿será en honor a Lady Godiva? Esta dama anglosajona, personaje de una leyenda medieval, recordada por su bondad, belleza y piedad, tan al punto de que recorrió Coventry a caballo sin más vestidura que sus largos cabellos como condición que le impuso su ambicioso esposo para rebajar los impuestos locales.

El campo petrolero colombiano La Cira Infantas es llamado así en honor a las infantas o princesas de la España monárquica y post-medieval. El pozo horizontal Prince Albert 7-66-10-6C perforado en 2019 en Colorado, USA tiene una muy modesta acumulada de gas y petróleo.

El maligno pozo Diablo x-1 fue perforado en la cuenca Columbus de Trinidad, su antagónico fue perforado en Brasil, en la cuenca Alagoas, bajo el nombre de Messias. En

EEUU identificamos Diablo E, Devil Mountain, Devil's Hole, Canyon y Tower, por nombrar algunos personajes malévolos. Un benigno pozo Purple Angel-1 comprobó presencia de gas en aguas profundas del Caribe colombiano. El Paradise se localiza en EEUU.

CONCLUSIONES

A pesar de que cada país aplica procedimientos y normas, y hace intentos, para clasificar y nombrar sus áreas petroleras y pozos, no existe una nomenclatura oficial y normalizada a nivel mundial. Hoy, y pareciera que, por siempre, los prospectos y pozos serán apodados de la misma forma como que se ha hecho históricamente. Es prácticamente imposible desvincular esta terminología vulgar y empírica al trabajador de la industria, ya que es su forma de interpretar y relacionarse con ese inmenso universo petrolero, acción que no es más que el reflejo de su lugar en la familia, sociedad y cultura. Esta terminología particular representa, sin duda alguna, la transición de un lenguaje académico rígido a otro más práctico y popular.

Con relación al vocabulario y nombres para designar herramientas, infraestructura y equipos, la cantidad de nombres es inferior por cuanto el proceso es más estático o lento, ya que, no tan a menudo, surgen nuevos objetos y actividades y las operaciones siguen una rutina y procedimientos bien establecidos en el tiempo.

La lista de nombres y vocablos que se lograron identificar llega a ser interminable y exageradamente diversa. Lo mostrado es solo una pequeña representación de ello, para dar una idea de las dimensiones y magnitud real del tema.

REFERENCIAS

Bashirov Mushfig, 2016, Funny Animal Terms in Oil/Gas (and not only) Industry

<https://www.linkedin.com/pulse/true-funny-animal-terms-drilling-industry-mushfig-bashirov-ma/>

Colegio De Ingenieros Petroleros de Mexico, Ac. , 1990, Glosario Inglés-Español de Terminos Petroleros, traducción al español del Petroleum Extension Service's (PETEX's) Dictionary of Petroleum Terms, University of Texas at Austin, 173 p.

Dawson Chester in the Wall Street Journal, 2015. Oil Wells Yield a Gusher of Goofy Names (<http://www.wsj.com/articles/oil-wells-yield-a-gusher-of-goofy-names-1432857670>)

Diario Rio Negro <https://www.rionegro.com.ar/energia/de-vaca-muerta-al-chancho-y-el-conejo-las-perlitas-de-la-jerga-petrolera-2493251/>

Drilling Edge (<https://www.drillingedge.com>) (ingreso 09 Mayo 2023)

Fasciani Roberto, 2009, Confesiones Públicas de los Hijos del Petróleo, Impresora Los Graficos, 197 P.

González Oquendo Luis J., 2006, La mujer en las publicaciones institucionales de las empresas petroleras extranjeras en Venezuela, Revista Utopía y Praxis Latinoamericana, v.11, n.33 Maracaibo, abr. 2006. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-5216200600200004

González Tomassini Federico, Kietzmann Diego, Fantín Manuel, Crousse Luisa y Reijenstein Hernán, 2015, Estratigrafía y análisis de facies de la Formación Vaca Muerta en el área de El Trapial, Petrotecnia, Febrero 2015, p 78-89.

Hays Kristen in Houston Chronicle, May 21, 2007. Energy sector gets creative in naming prospects (<https://www.chron.com/business/energy/article/Energy-sector-gets-creative-in-naming-prospects-1834274.php>) Acceso 12/06/2023

HR8 Vietnam Manpower en LinkedIn, 2015, 39 Great Oil and Gas Songs That Help Pump Your Employees up before Wor (<https://www.linkedin.com/pulse/39-great-oil-gas-songs-help-pump-your-employees-up-before-giang-do/>) Acceso 19/06/2023

Mata García Luis, 2009, El Petróleo en la Toponimia Americana, Fondo Editorial del Caribe, 51 p.

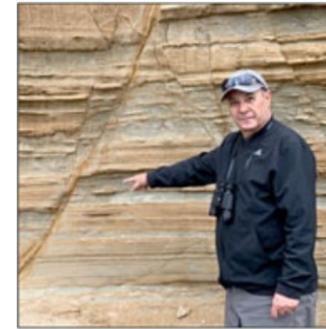
Ponce Jorge, 2020, An Illustrated and Practical English to Spanish, Technical Dictionary Focused in Oil and Gas Industry, Parte I (452 pp) y Parte II (459 pp)

Porras Jesús y Porras Adriana, 2017, Nombres femeninos en registros eléctricos del Campo Oritupano, Cuenca Oriental de Venezuela: ¿Significado geológico o tributo a la mujer?, Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela, Número 124, Junio 2017, p 1-9.

Revista Semana 27/02/2012 <https://www.semana.com/asi-bautizan-pozos-petroleros-colombia/145431/>

Rojas Saavedra, José Amador, 2013. Místeres, guachimanes, maifrenes y ófisboys: léxico de la novela petrolera venezolana. Lengua y Habla, núm. 17, enero-diciembre, 2013, pp. 183-197 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela

Young Sheila, 2009. Oil and Gas Field Names in the Central and Northern Sectors of the North Sea: their provenance, cultural influence, longevity and onshore migration, Nomina, Vol 32, pp. 75-112.



Jesús S. Porras M. es ingeniero geólogo de la Universidad de Oriente con Maestría en Ciencias Geológicas de la Universidad Central de Venezuela. Posee más de 30 años de experiencia profesional tanto en proyectos de exploración como de desarrollo en reservorios convencionales y no convencionales en Venezuela, Colombia y Argentina.

Comenzó su carrera en 1983 como geólogo de operaciones y de producción para empresas estatales y privadas en diversos campos de la Cuenca Oriental de Venezuela. En 1995, se unió a Pérez Companc (luego Petrobras) donde ocupó varios cargos, desde geólogo senior del campo Oritupano-Leona, hasta Gerente Técnico y de Reservorios del campo La Concepción en la Cuenca Maracaibo.

En 2008 es transferido a Argentina, al Grupo de Operaciones de Geología y Geofísica de Exploración de Petrobras Argentina (luego Pampa Energía) donde trabajó como Technical Advisor por espacio de 10 años, destacando una participación activa en proyectos de no convencionales en la Cuenca Neuquina.

Actualmente se desempeña como Geólogo Consultor Senior liderando grupos de estudios integrados de yacimientos para operadoras nacionales e internacionales.

Su principal interés es la evaluación técnico-económica tanto de áreas exploratorias como de campos maduros, la caracterización de reservorios convencionales y no convencionales, y el monitoreo a proyectos exploratorios, de avanzada y desarrollo.

Es miembro activo de diversas asociaciones profesionales y autor o coautor de más de 40 trabajos presentados en diferentes congresos geológicos nacionales e internacionales.

El petróleo cubano - se produce “desde 1508”.

Rafael Tenreiro Perez

Melbana Energy Limited

La manifestación superficial de petróleo en la bahía de La Habana referida por el navegante gallego Sebastián de Ocampo en 1508 fue el primer reporte y utilización de hidrocarburos naturales por parte de los europeos en América. Todo parece indicar que los cubanos originarios, al igual que otros pueblos indígenas vecinos, conocieron y usaron el petróleo o el asfalto natural en algunos de sus múltiples oficios: como combustible, para alumbrarse, para el piso de las viviendas, como agregante en la construcción, para calafatear sus naves e impermeabilizar vasijas, con fines ornamentales, como cosmético, y como elemento para las ceremonias religiosas. Hasta el español moderno ha llegado la palabra chapapote derivada del náhuatl “chapopotli” utilizada por estos pueblos para designar el asfalto natural o petróleo pesado que se encontraba en la superficie.

La bahía de la Habana primera noticia y uso de petróleo en América

Nicolás de Ovando, gobernador de La Española de 1502 a 1509, dispone que se cumpla la Real Cédula de 27 de diciembre de 1504 del regente Fernando de Aragón para que se explorase el territorio cubano. El navegante gallego Sebastián de Ocampo pertrechó lo mejor que pudo dos navíos y partió en 1508 hacia un largo recorrido comenzando por la costa norte de Cuba para despejar la duda si Cuba era o no parte del continente. Esta era la segunda tentativa por cumplir la mencionada orden regia “para que se sepa lo que hay allí”. La primera la realizaron el piloto Andrés Morales y el navegante Vicente Yáñez Pinzón en 1507, sin ofrecer datos realmente valiosos.¹ En su periplo de cerca de nueve meses del bojeo a Cuba, Ocampo visitó los principales puertos cubanos, entre ellos el de Jagua, el Golfo de Guacanayabo y el Cabo de Cruz, desde donde regresó a Santo Domingo luego de pasar por Santiago y Guantánamo. Partió con la convicción de que estas dos últimas, más Jagua (Cienfuegos) y Carenas (La Habana), eran excelentes bahías en las que se podrían guarecer flotas enteras.

Luego de la expedición, el Gobernador Ovando promovió la tesis que Cuba y en particular la Habana eran ideales para la construcción naval. Según los historiadores antiguos, se le hizo llegar a Fernando un reporte muy favorable sobre las ventajas de Cuba para la construcción de barcos. En primer lugar, había muchas bahías abrigadas con una gran abundancia de cedros y sabcú de los cuales se podían cortar las planchas, majagua, alcornos y

otros árboles de los cuales se podía obtener madera. Altos y rectos pinos como los que crecían en las cercanías de Nipe de los cuales se podían hacer mástiles. En tanto de la corteza de la Majagua como de otras plantas textiles se podían tejer las sogas, Había manifestaciones tanto de hierro como de cobre para obtener el metal indispensable y finalmente asfalto natural para el calafateo. Su exploración rectificó el criterio un tanto negativo que se tenía sobre las posibilidades de la isla, que Colón bautizó como Juana, y avivó el propósito de conquistarla al proclamar que Cuba “...era tierra enjuta y buena y no llena de anegadizos”.

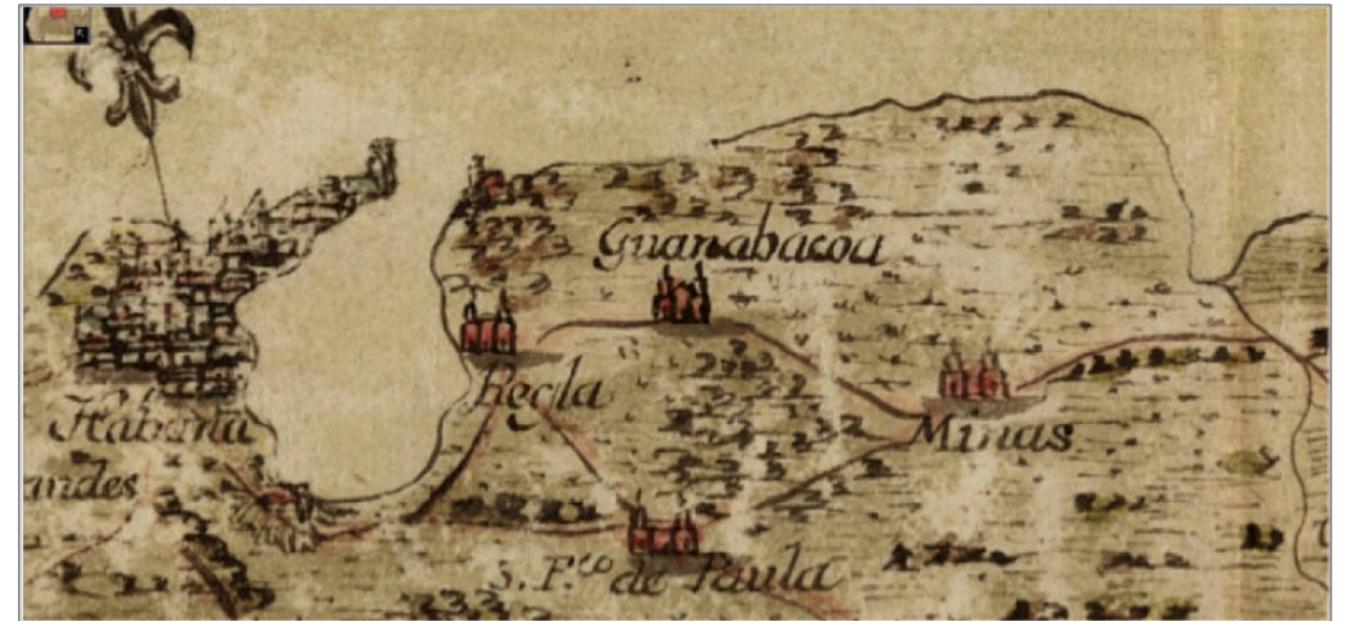
Ocampo, además de anular definitivamente la tesis colombina de que estas tierras eran parte del continente, descubrió la actual bahía de La Habana, a la que denominó Puerto de Carenas, por encontrar allí una fuente de chapapote que le permitió calafatear sus estropeadas naves. Sebastián de Ocampo situó el manadero de forma inequívoca en la costa oriental de la Bahía. El hecho fue relatado en las crónicas.² Con el nombre de Carenas fue conocida La Habana, hasta el momento cuando los 50 ciudadanos que dejó Diego Velázquez en la costa sur trataron de fundar una nueva ciudad al norte a la vera del puerto y de paso cambiaron el nombre definitivamente.

Ubicación de la fuente de petróleo

A lo largo de muchos años se ha extendido la discusión sobre la ubicación exacta del manadero. Algunos investigadores lo han situado en Guanabacoa o en otros lugares alrededor de la bahía donde aflora el petróleo. Otras publicaciones sugieren que el asfalto se pudo haber encontrado en otras bahías cercanas, donde también hay manaderos como Mariel.³ Sin embargo, la descripción de Fray Bartolomé de las Casas es lo suficientemente clara para obviar equívocos: “uno de los navíos, o ambos, tuvieron necesidad de darse carena, que es renovales o remendalles las partes que andan debajo del agua, y ponedles pez y sebo, entraron en el puerto que agora decimos de la Habana, y allí se la dieron, por lo cual se llamó aquel puerto el Puerto de Carenas... puerto muy bueno y donde pueden caber muchas naves...”⁴ Francisco López de Gómara, en la Historia General de las Indias, prestó atención al hecho de que fue allí y no en un sitio cercano, donde Ovando decidió detener la expedición porque: “...hay una fuente y minero de pasta como de pez, con la cual revuelta con aceite o sebo, brean los navíos y empegan cualquier cosa”.⁵

El sabio alemán Alejandro de Humboldt (1769 – 1832) visitó dos veces Cuba y se refirió a esta manifestación de petróleo. En el “Ensayo Político de la Isla de Cuba”, anota “Hay en la bahía de la Habana más fuentes de petróleo que en la de Guanabacoa, ¿o debe suponerse que la de betún

líquido que sirvió a Sebastián de Ocampo, en 1508, para calafatear sus buques, se haya secado? Sin embargo, ésta fue la que fijó la atención de Ocampo en el puerto de la Habana cuando le dio el nombre de Puerto Carenas.”⁶ Por otra parte, en el trabajo titulado “Noticia mineralógica sobre el Cerro de Guanabacoa”, nombra los pozos de petróleo de la sierra de Guanabacoa, localizado cerca de la Habana, así como los baños de Barreto en un punto que se conoce como los manantiales naturales de Santa Rita. “El petróleo rezuma, por algunos sitios, de las fisuras de la serpiente.”⁷



Fragmento del mapa de Juan de la Cruz Cano y Olmedilla de 1765 donde se muestran las Minas 12 kilómetros al Este de la Habana.⁹

En otro trabajo, Richard Taylor reporta las manifestaciones en la bahía: “Incluso en la Bahía de la Habana, la costa en marea baja es abundante en asfalto y lutitas bituminosas para la impermeabilización de naves como sustituto de la breá”. Taylor hace una revelación hasta el momento desconocido cuando afirma que “en los tiempos de los piratas, se acostumbraba a hacer señales quemando grandes masas de chapapote cuyas densas columnas de humo podían ser reconocida a grandes distancias y servían de señal a los barcos en el mar”.¹⁰

En fecha tan reciente como 1920 Willis Fletcher Johnson, en su libro sobre Historia de Cuba relata que ha observado una corriente de asfalto semilíquido saliendo de la costa rocosa en la parte oriental de la Bahía. “The same little

El trabajo de Richard Cowling Taylor y Thomas C. Clemson se estudian los bitúmenes de la mina La Casualidad y la cual sitúan a tres leguas (12 km) de la Habana sobre el Camino Real que lleva a Guanabacoa. Los geólogos corroboran las descripciones de Humboldt y mencionan “los pozos de petróleo de Guanabacoa”, los cuales, eran “bien conocidos desde hacía, por lo menos, trescientos años”. El trabajo de Taylor y Clemson es la primera confirmación de las fuentes de chapapote la costa oriental de la Bahía de la Habana. En el mismo se refiere “donde se recoge para ser utilizado para reparar los barcos”.⁸

stream of semi-liquid asphalt can today be seen, issuing from the rocky shore along the east side of the bay”.¹¹

El punto más probable de ubicación de la manifestación de petróleo es aproximadamente en las cercanías de la estación de trenes de Casablanca. La zona de la ensenada de Marimelena fue dragada en partes y en otras ganadas al mar para la infraestructura de la ciudad y del puerto.

Desde el punto de vista de la geología petrolera la zona donde termina el farallón elevado en la zona oriental del canal del puerto correlaciona con acumulaciones similares conocidas por pozos petroleros y en afloramientos al Este de la Habana. La base de la cobertura terciaria que aflora buzando hacia el norte en la parte oriental de la Bahía corresponde a la Formación Principe la cual es petrolífera en centenares de pozos del yacimiento Boca de Jaruco.



Estación de trenes de Casablanca en una parte de la Bahía ganada al mar.

¹Anglería, Pedro Mártir (1892 [1532]): Fuentes históricas sobre Colón y América. Madrid: Imprenta de la S. E. De San Francisco de Sales. Dec. 1.0, lib. 1, cap. 11

²Las Casas, Bartolomé 1876. Historia de las Indias. Madrid: Imprenta de M. Ginestra. Madrid

³Linares Cala, Evelio. "DE "MOFUCO" A BACURANAO CRUZ VERDE" Dedicado a José Manuel Docampo López. En el libro Historias y chindrinas petroleras. Habana 2013.

⁴Las Casas, Bartolomé 1876. Historia de las Indias. Madrid: Imprenta de M. Ginestra. Madrid

⁵López de Gómara, Francisco Historia General de las Indias 1552 <http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/historia-general-de-las-indias-0/html/>

⁶Humboldt, A. von, "Ensayo político sobre la isla de Cuba". 1828 Aranjuez, Ediciones Doce Calles, Junta de Castilla-León. THEATRUM NATURAE. Colección de Historia Natural, Textos Clásicos, p. 214

⁷Humboldt, A. von, 1818. Noticia mineralógica del cerro de Guanabacoa. Patriota Americano 2, 29 pág., Mem, Soc. Económica Amigos País, 19, pág. 233.

⁸Taylor, Richard Cowling y Thomas C. Clemson. "Notice of a Vein of Bituminous Coal recently explored in the vicinity of the Havana, in the Island of Cuba". Transactions of the American Philosophical Society of Philadelphia 1837 (fue también impreso en «Biblioteca Universal de Ginebra» en 1838, traducido y publicado en los Anales de la Sociedad Patriótica 1839)

⁹Mapa de la Ciudad de la habana y poblaciones a su alrededor, como lo dibujó Juan de Olmedilla 1765 <http://cartotecadigital.icc.cat/cdm/ref/collection/america/id/627>

¹⁰Taylor, Richard C. "Statistics of Coal. Including Mineral Bituminous Substances" Philadelphia 1848. Second Edition Revised and brought down to 1854, Published by J. W. Moore, 195 Chesnut Street. 1855.

¹¹Johnson, Willis Fletcher. THE HISTORY OF CUBA NEW YORK B. F. BUCK & COMPANY, INC. 156 Fifth Avenue 1920.



Rafael Tenreiro 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. tenreiro2015@gmail.com



Xenolito del Grupo Kanmantoo en rocas graníticas paleozoicas en Port Elliot, Encounter Bay, South Australia. El afloramiento está formado por una serie de bloques de granito masivos, multidimensionales y/o colosales, intensamente fracturados o degradados, fuertemente afectados por erosión costera y glacial. Intruyen las metasedimentitas del Grupo Kanmantoo de edad Cámbrico Inferior, el cual está conformado por intercalaciones de rocas sedimentarias clásticas muy resistentes, de grano fino a medio, entre las que se incluyen areniscas masivas, limolitas y pelitas levemente metamorizadas y filitas, esquistos y gneises. Fotografía provista por el **M. en C. Jesús S. Porras**.



Flared slope (en español pendiente invertida) at Enchanted Rock State Natural Area, Texas, USA. A flared slope is a landform consisting of a rock-wall with a smooth transition into a concavity at the foot zone. It forms due to weathering processes. Esta morfología granítica, de pendiente acampanada o invertida, es una forma de relieve que consiste en una pared rocosa con una transición suave hacia una concavidad en la zona basal, relacionada con el frente de meteorización. Se forma debido a procesos de meteorización subsuperficial por la presencia de agua o humedad, Fotografía provista por el **M. en C. Jesús S. Porras**.



Calizas plegadas en planos verticales de estratificación del Sinclinal Providencia, carretera Linares-Galeana, municipio de Iturbide, Nuevo León, México. Fotografías provistas por **Xihuitl Tecuixpo Baroco Bonilla**, Facultad de Ingeniería, UNAM.



Contacto discordante entre lutitas y lutitas calcáreas con margas, Antiguo camino Galeana-Rayones, Nuevo León, México.



Andesitas y arcillas en El Paso del Jabonero, Volcán Iztaccíhuatl, Estado de México, México. Fotografías provistas por Xihuitl Tecuixpo Baroco Bonilla, Facultad de Ingeniería, UNAM.



Lutitas fracturadas, Antiguo camino Galeana-Rayones, Nuevo León, México.



A nosotras las 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

El Diapiro El Gordo, uno de los mejores lugares en la Tierra para mejorar nuestra comprensión de la tectónica de sal, serán destruidas por la extracción minera. ¿Debería este ser un sitio geológico a proteger debido a su interés científico?

Ramón López Jiménez
Colaborador de la Revista

Este artículo tiene como objetivo reunir apoyo de organizaciones públicas o privadas y particulares para convencer a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México de proteger el área que abarca el Diapiro El Gordo en Nuevo León, México (<https://www.gob.mx/conanp/>). No hay intención de dañar la imagen de ninguna empresa que pueda tener interés en explotar los recursos naturales de El Gordo Diapiro, sino debatir si este y otros casos similares deberían ser

protegidos por las oficinas nacionales responsables de la protección ambiental de las áreas naturales.

Las naciones necesitan aprovechar los recursos naturales para mantener nuestras sociedades prósperas. Sin embargo, al hacerlo, generalmente modificamos el medio ambiente. La minería, especialmente la minería a cielo abierto, es altamente destructiva, ya que remueve vastas áreas de la superficie terrestre. Los geólogos aprenden sobre los procesos físicos y químicos que ocurren y que han ocurrido en el pasado en la Tierra gracias al estudio de afloramientos de rocas. El conocimiento extraído de estos estudios ha contribuido a la prosperidad de la humanidad también. Algunas zonas de la Tierra contienen afloramientos de primera clase que exponen de manera excepcional secuencias estratigráficas en las que podemos aprender sobre procesos clave que nos afectan a todos, como es el cambio climático global actual. El Diapiro El Gordo es una estructura geológica que comprende una masa de sal y una serie de rocas sedimentarias e ígneas que bordean e intercalan la sal (ver Figura 1).

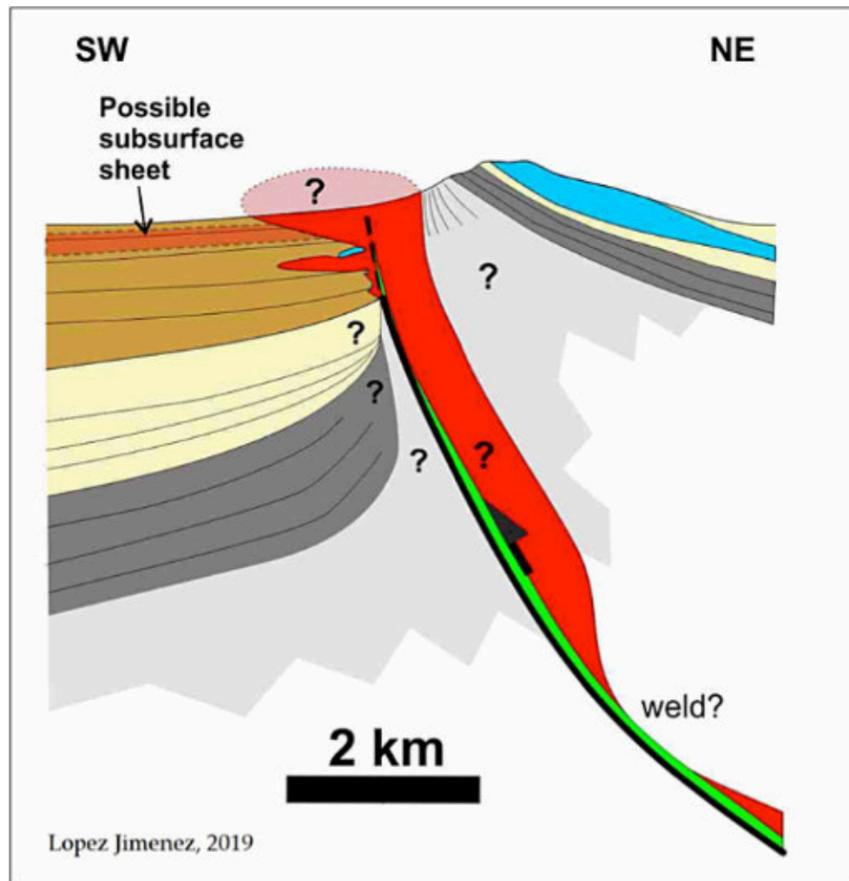


Figura 1. Los primeros cientos de metros del subsuelo de El Gordo se pueden reconstruir gracias al plegamiento complejo en el área y la excepcional exposición de los afloramientos en este árido clima.

La sal se elevó a través de la corteza terrestre desde una zona a varios kilómetros de profundidad actualmente, cuya deposición ocurrió originalmente durante el período Jurásico en un antiguo océano relacionado con el actual Golfo de México. El carácter árido del clima actual en la región donde se encuentra el Diapiro de El Gordo y el plegamiento complejo de la corteza en esta área, permiten la observación de afloramientos continuos de la masa de sal y las unidades sedimentarias. Este es probablemente el mejor lugar en la Tierra donde se puede ir fácilmente a observar el resultado de la deformación como resultado de la tectónica de placas y el movimiento de la sal en el interior de la Tierra. Muchas observaciones que se pueden realizar en El Gordo, aportan claridad a la incertidumbre que aún comprenden los datos sísmicos, especialmente en escalas por debajo de los centenares de metros. Estas observaciones de alta calidad pueden ayudar a los esfuerzos actuales en la comunidad científica para diseñar proyectos de Captura, Utilización y Almacenamiento de Carbono (CCUS) de manera exitosa (lea sobre este tema aquí: <https://www.iea.org/reports/about-ccus>, <https://netl.doe.gov/carbon-management/carbon-storage/faqs/carbon-storage-faqs>, https://unece.org/sites/default/files/2021-04/Geologic%20CO2%20storage%20report_final_EN.pdf).

Hay otro diapiro de sal expuesto a pocos kilómetros al norte del diapiro de El Gordo, llamado el Diapiro de El Papalote. Este fue otro ejemplo de estudio único y excepcional de un diapiro que evolucionó en un entorno tectónico complejo, que incluyó una compresión regional por la propagación de un cinturón de pliegues y cabalgamientos. Y escribo, 'fue', porque la minería a cielo abierto destruyó en los últimos 20 años una gran parte de los afloramientos del diapiro de El Papalote. Desafortunadamente los afloramientos que aún se preservan no son accesibles debido a las operaciones mineras cercanas. No hubo tiempo suficiente para que los geólogos estudiaran en detalle los afloramientos de El Papalote, dejando muchas preguntas sobre la mecánica del movimiento de la sal y las consecuencias en la deformación de las formaciones rocosas circundantes sin respuesta. El daño está hecho en el diapiro de El Papalote, y ahora, los habitantes cercanos al diapiro de El Gordo nos confirman que las compañías mineras están cerca de obtener permiso del Gobierno mexicano para comenzar a operar en este diapiro. El único que queda de su clase en el planeta. En la Figura 2, el aumento del daño en el diapiro de El Papalote es evidente, así como la condición prístina actual de los afloramientos del diapiro de El Gordo.

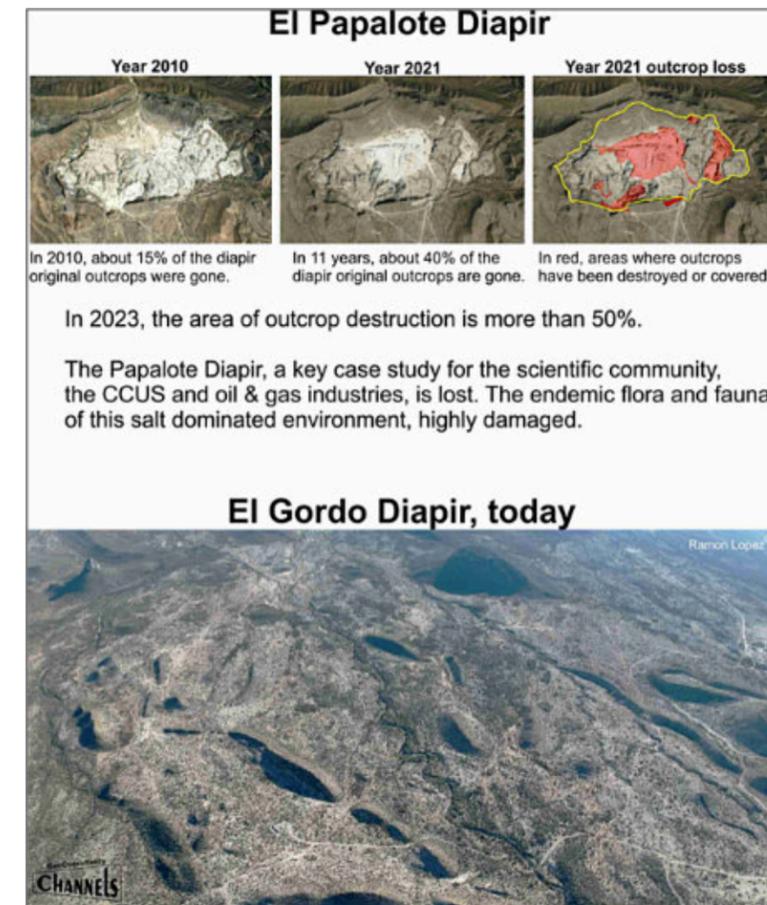


Figura 2. El Diapiro El Gordo todavía está intacto, pero no por mucho tiempo.

¿Crees que la minería es una prioridad en este caso, o debería protegerse este sitio para que las generaciones actuales y futuras de científicos tengan la oportunidad de mejorar nuestra comprensión sobre cómo fluye la sal en el interior de la Tierra y sus consecuencias? Si deseas apoyar nuestra iniciativa de buscar protección para el diapiro de El Gordo, por favor, ponte en contacto con nosotros a través

del email: r.lopez.jimenez00@aberdeen.ac.uk. Estamos buscando asesoramiento para definir la mejor estrategia que consiga convencer al gobierno mexicano de proteger El Gordo. Cualquier institución será bienvenida a esta iniciativa de conservación de un lugar geológico excepcional.



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

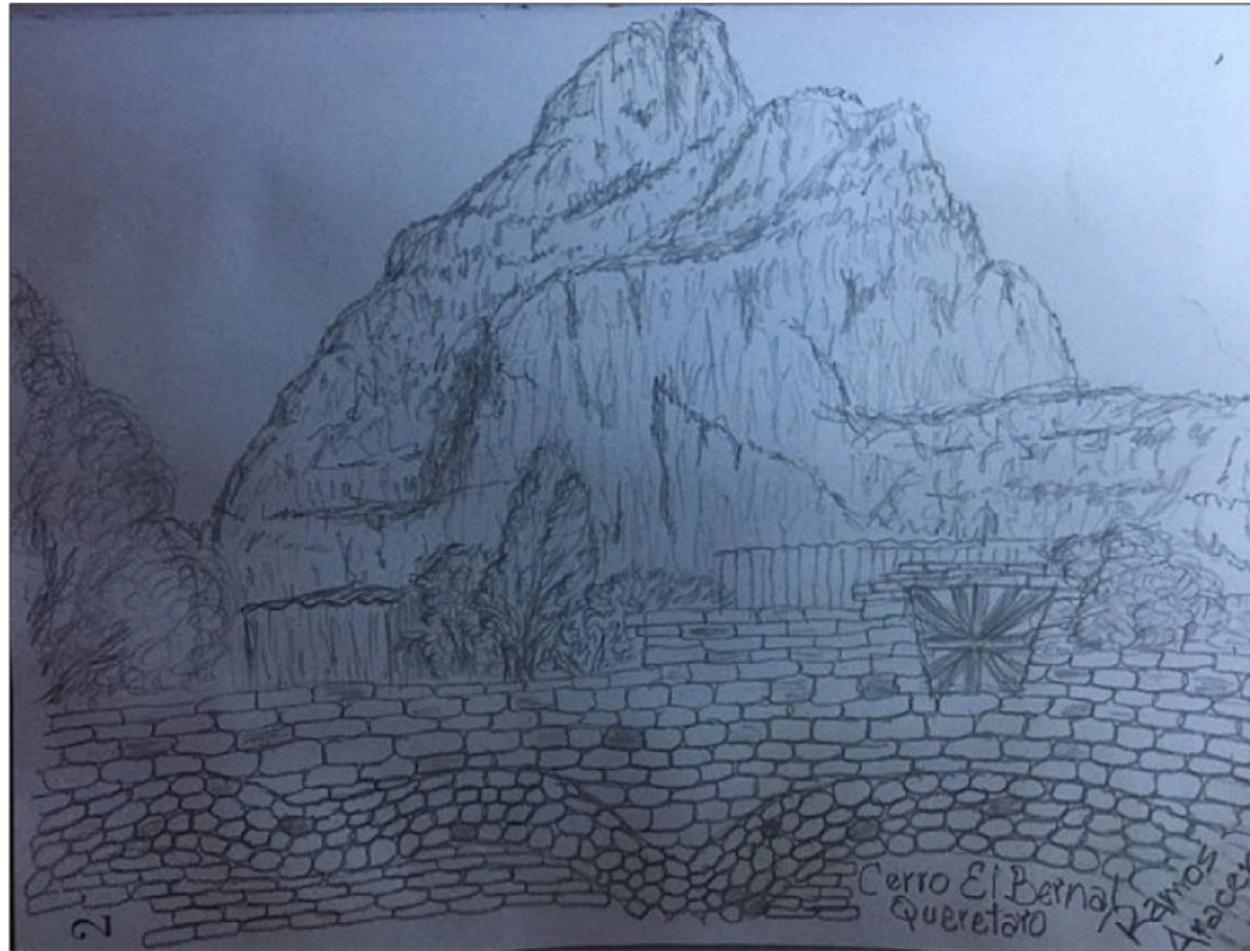
“De mis libretas de campo en la Sierra Madre Oriental”

Ing. Rogelio Ramos Aracén

ramosrogelio51@gmail.com



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 lcnofósiles 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 travesías 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.



Cerro El Bernal, Querétaro.

Localidad, El Bernal, estado de Querétaro.

Título, Cerro El Bernal.

Desarrollo del trabajo: En los recorridos de campo, en los trabajos de Geología Regional, en la supervisión de brigadas geológicas, visité el Prospecto San Joaquín, ubicado en el área de Querétaro y de aquí visitamos este bonito lugar turístico por la impresionante peña que se destaca del paisaje geográfico de la región.

Descripción del Dibujo. En esta localidad se tiene fisiográficamente a un gran cuerpo formado por rocas ígneas intrusivas de lo que fue el conducto o cuello volcánico probablemente de edad Oligoceno-Mioceno, el cerro o aparato volcánico forma parte del famoso Eje Neo Volcánico Mexicano.



El Madroño, Querétaro.

Localidad, El Madroño, Querétaro.

Título, Banco arrecifales de la Formación El Abra,

Desarrollo del trabajo: Durante los trabajos de Geología Regional, se efectuaron varios recorridos sobre algunas localidades de la Sierra Madre Oriental, y también visitamos este excelente afloramiento en varias ocasiones en las excursiones internacionales con la AAPG, dirigidas por los Drs., Paul Enos, Ch. Minero, E. Aguayo y un servidor.

Esta localidad es de las más importantes de estos recorridos, ya que se observan rocas calizas de tipo arrecifales de las facies Taninul, caracterizadas por tener una textura rugosa, con presencia de macrofósiles de tipo Rudistas y Toucasias, además de otras especies típicas de los bancos arrecifales de la Formación El Abra.

Descripción del Dibujo. En este afloramiento en la localidad de la carretera de Ahuacatlan a San Juan del Rio, Qro, el afloramiento está situado en una maderera conocida como El Madroño, aquí se observan dentro de un suelo arcilloso de color rojo de aspecto laterítico a rocas dispersas de color gris oscuro de aspecto rugoso y que al romperlas despiden un olor fétido sulfuroso.

Dentro de las rocas se tiene una textura tipo boundstone de organismos típicos de ambientes arrecifales por su gran contenido de macrofósiles de tipo Rudistas y Toucasias, además otros tipos típicos de estos ambientes marinos someros, esta localidad forma parte del borde SW de la Plataforma Valles-San Luis Potosí.



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 Tamamaulipas. 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 GEOLOGICO 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 GEOLÓGICO MEXICANA EN EL IMP EN MÉXICO, DF.

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

1990 "DEFORMACION ESTRUCTURAL EN EL FRENTE DE LA SMO ÁREA, XILITLA, TAMAZUNCHALE, SLP". IX CONGRESO SOCIEDAD GEOLÓGICA 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.

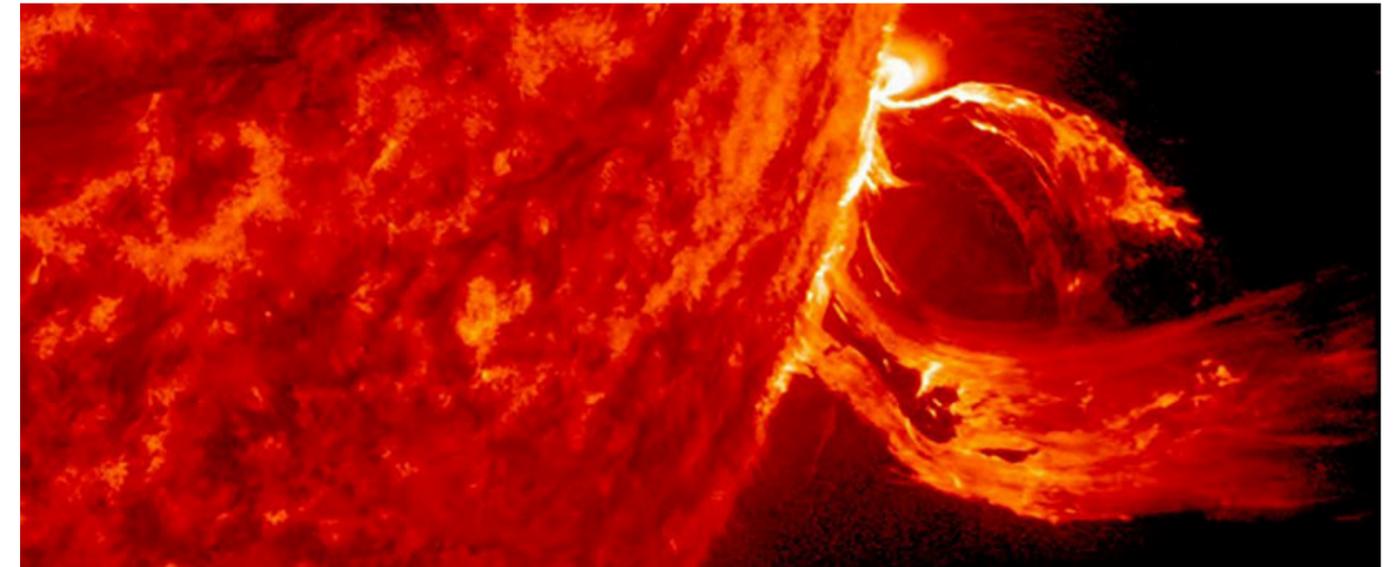
2021 "LA INVASIÓN MARINA SOBRE LOS BORDES CONTINENTALES DESDE EL CALLOVIANO AL KIMMERIDGIANO EN EL ORIENTE Y SURESTE DE MÉXICO. CDMX VIA ZOOM.

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

ON THE RELATIONSHIP BETWEEN EARTHQUAKES AND SOLAR ACTIVITY

JHONNY E. CASAS¹

¹ Escuela de Petróleo, Universidad Central de Venezuela



INTRODUCTION

The studies completed to-date on a relation of the Earth's seismicity and solar processes provided fuzzy and contradictory results. The main problem of this research is a lack of physical explanation of a mechanism of earthquake triggering by strong variations of space weather conditions. Different elements of solar activity have been proposed to explain the mechanism of such an influence: solar proton fluxes (Velinov, 1975), solar and lunar tides (Jakubcova & Pick, 1987), high speed solar wind (Sytinskii, 1989), earthward movement of magnetopause as a result of increased of the solar wind dynamic pressure (Makarova & Shirochkov, 1999). However, the problem remains controversial. Many scientific works were devoted to studying the external sources affecting earthquake origination, mainly related to gravitational effects of the Sun and moon on seismic processes on the Earth, but that correlation of earthquakes with flood- and ebb-tides was not sufficient. Consequently, solar activity, which can generate a change in the atmospheric circulation (that, in turn, disturbs the remaining balance of pressure on the Earth's crust), rather than the hypothesis of a tidal mechanism, can be the answer as one of the possible mechanisms for strong earthquakes.

The USGS web page states that Solar flares and magnetic storms belong to a set of phenomena known collectively as "space weather", where technological systems and the activities of modern civilization can be affected by changing space-weather conditions like interference with radio waves, power outages, etc. Nonetheless, USGS states that it has never been demonstrated that there is a causal relationship between space weather and earthquakes, over the course of the Sun's 11-year variable cycle, (where the occurrence of flares and magnetic storms waxes and wanes is very well known), but earthquakes occur without any such 11-year variability. Since earthquakes are driven by processes in the Earth's interior, stated USGS Web page, they would occur even if solar flares and magnetic storms were to somehow cease occurring. But during the last decades, some research tried to demonstrate a relationship between solar processes and earthquakes. So, let's review some of the last studies relating solar activity and earthquakes:

SEISMIC ACTIVITY vs. SOLAR CYCLES

Georgieva *et al.* (2002), based on data for the ancient earthquakes in the Mediterranean region, showed that the long-term variations of the seismic activity are related to the secular solar cycle. In the 11-year solar cycle, a well-expressed maximum in the number of

strong ($M \geq 7$) earthquakes worldwide in the 20th century is found in the solar activity maximum, and a secondary one - on the descending branch of solar activity cycle coinciding with the period of the maximum of coronal holes - sources of high-speed solar wind. It was found that the number of earthquakes during the days of the arrival of high-speed solar wind and the days following right after them is significantly greater than on all other days.

To study the variations of earthquake occurrence on time scales of the order of centuries, historical data about earthquakes was compiled in the Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to the 10th Century. The information gathered by Georgieva *et al.* (2002) from ancient books and chronicles not only about earthquakes and seismic sea-waves, but also other geophysical and geomorphological phenomena such as emergence of islands, subsidence and landslides. Given are the description of the event, the source of information, and where possible, an estimation of its intensity.

Data about sunspots have been compiled annually by since 1700 and monthly since 1749. An estimation of the yearly levels of solar activity on the basis of sunspot groups are made since 1610. The longest set of solar activity data is based on the estimations of Schöve (1955) from records about auroras and sunspot groups visible with naked eye. The years of minima and maxima of the 11-year solar activity cycles were given, together with the approximate values of the maxima in Schöve (1955), so Georgieva *et al.* (2002) estimated only the long-term, secular-scale effects. Schöve's data set covered the period from 649 B.C. to present, however the set is continuous only since 296 AD. Therefore, though the data from 760-750 BC to 995 AD for earthquakes are available, only the ones between 296 and 995 AD are used in Georgieva *et al.* (2002) study. This period covers several secular (so-called Gleissberg) solar cycles.

For each 11-year cycle, Georgieva *et al.* (2002) compared the estimated value of the maximum of the cycle to the number of earthquakes in this cycle, from the minimum preceding to the minimum following this maximum. This data set is smoothed by 3-point running mean to filter out the higher frequencies and to eliminate the random fluctuations (Figure 1). The correlation between the variations of solar activity and the number of earthquakes is 0.47, with $p < 0.01$. Taking into account

that both data sets are based on fragmentary records and indirect estimations, this is a fairly good correlation holding over a period of seven centuries and demonstrating that, at least in the Mediterranean region and on long time scales, seismic activity is correlated to solar activity.

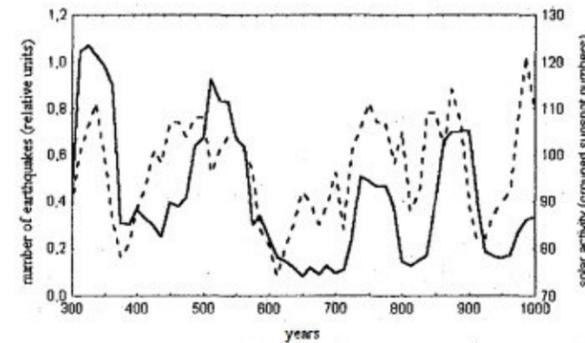


Figure 1. Number of earthquakes in the Mediterranean area summed over the 11-year solar cycles (solid line) and solar activity in the maxima of the solar cycles (broken line) in the period 296-1000 (Georgieva *et al.* 2002)

Figure 2 (also from Georgieva *et al.*, 2002) shows the distribution of the number of earthquakes in the 11-year solar cycle as derived in this way. Two maxima in the average yearly number of earthquakes are seen - one labeled in the Figure as "max 1" (with an average yearly number of earthquakes 22.6 with a standard deviation $S = 8.0$, $n=9$) coinciding with sunspot maximum (year 0) related to the maximum in solar flares, and a second one labeled "max 2" (21.3 earthquakes with $S=9.08$, $n=9$) on the descending phase of the sunspot cycle, three years after the sunspot maximum, coinciding with the maximum of solar coronal holes.

These results from Georgieva *et al.* (2002) confirmed the hypothesis about the effects on earthquake occurrence of sunspot activity originating from open magnetic field configurations - solar flares having maximum in periods of sunspot maximum, and solar coronal holes with a maximum on the descending phase of sunspot cycle, both of them being sources of high-speed solar wind.

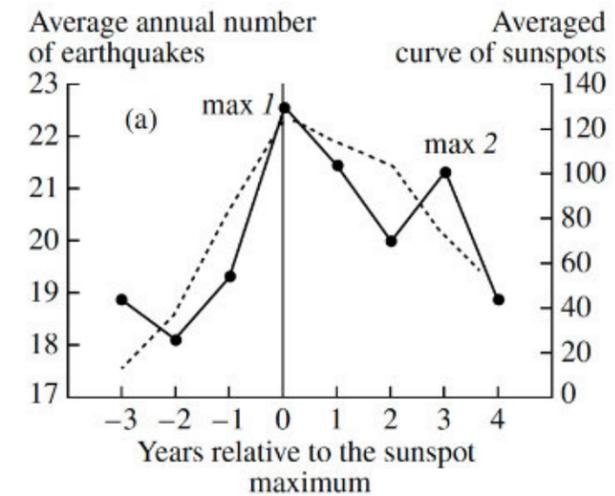


Figure 2. Average number of earthquakes (solid line, left scale) and solar activity (broken line, right scale) in the 11-year solar cycle for the period 1900-1999 (Georgieva *et al.* 2002).

An interesting theory was published by Sytinskii (1997), based on the case study of several strong earthquakes, suggesting that the triggering mechanism for earthquake occurrence is not the tidal force but the solar induced change in atmospheric circulation expressed in large-scale reorganization of baric fields, and showed that the energy of these disturbances is at least 3 orders of magnitude greater than the energy of an earthquake. The problem of solar activity influence on atmospheric processes is in itself quite controversial as none of the proposed physical mechanisms is generally accepted. However, convincing results have been reported by Sytinskii (1997), demonstrating the effect of solar activity on atmospheric circulation on different time-scales. Georgieva *et al.* (2002) compared the long-term changes of the strength of zonal circulation expressed by the temperature contrast between the equatorial and polar regions, anomalies with respect to the period 1961-1990, and the number of earthquakes with $M \geq 7$ in the last century (Figure 3). The strengthening of western winds (i.e. increased transfer of air masses from East to West) is accompanied by an increase in the number of earthquakes.

These two facts seem to favor the Sytinskii (1997), hypothesis of the atmospheric circulation as a mediator between solar and seismic activity. However, another mechanism is possible too. It has been found that the changes of the Earth rotation rate are connected to some solar activity parameters (Georgieva, 2001). The

energy associated to the fluctuations in the Earth rotation is orders of magnitude greater than the energy released in a strong earthquake, so such fluctuations could also act as a trigger. Georgieva *et al.* (2002) stated that it is very possible that the two mechanisms are connected as it is known that there is a connection between large-scale atmospheric circulation and fluctuations in the Earth rotation rate.

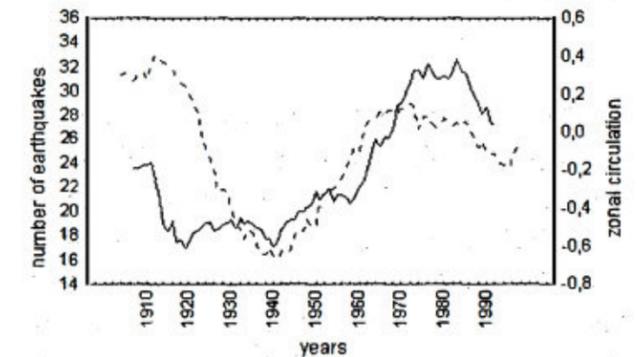


Figure 3. Yearly number of earthquakes with $M \geq 7$ in the period 1900-1997 (solid line) and intensity of zonal circulation (dashed line). From Georgieva *et al.*, (2002).

Han *et al.* (2003) analyzed the relationship between occurrence times, strike of faults of big earthquakes ($M \geq 8$) in China and western Mongolia and solar activity. The result shows that the occurrence dates of many of the earthquakes in faults with west-east strike are in the short period around the maximum of solar activity, and there is a close correlation between the earthquakes and variation of solar activity.

Odintsov *et al.* (2007) analyzed data on the seismic events (<http://www.ngdc.noaa.gov>) and energy released from the global earthquake sources from 1900 to 2000. These data were directly compared with the solar cycles and a sudden increase in the high-speed solar wind that entered into the near-Earth space.

To study the variations in the seismic events for the 11-yr solar cycle, Odintsov *et al.* (2007) used the events with magnitudes 7 or more in the catalog of strong earthquakes. The authors used the catalog of sunspots for 1972-2004 from <http://ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/SSN>. Thus, they processed complete solar cycles 21 and 22 as well as the growth phase of cycle 23. The variations in the seismic events were analyzed using the epoch superposition method and are illustrated in Figure 2, where the years relative to the sunspot maximum are

plotted on the abscissa. The dashed curve shows the sunspot variations averaged over almost three cycles. The solid curve corresponds to the averaged number of earthquakes per year. The variations in the seismic events show two maximums. One maximum coincides with the maximum of sunspots, and the second maximum was detected at the stage of solar activity decline in the third year after the solar activity maximum. Thus, Odintsov *et al* (2007) obtained one more fact confirming that catastrophic earthquakes depend on solar activity, *i.e.*, that most large earthquakes occurred at the stage of solar activity decline. They also note that the period of a certain seismic quiescence is observed after the solar activity minimum.

Odintsov *et al* (2007) also studied the variations in the energy released during earthquakes for the 11-yr solar cycle from 1900 to 2000. Figure 4 presents the plot of the released seismic energy (solid curve) and the 11-yr solar cycle (also obtained by averaging over nine solar cycles). The cycle years are plotted on the abscissa. The absolute earthquake energy values and the averaged sunspot numbers are plotted on the left- and right-hand ordinates, respectively. Figure 4 indicates that the maximum of the seismic energy released from earthquake sources during the generalized 11-yr solar cycle is observed during the cycle decline and lags 2 yr behind the solar cycle maximum.

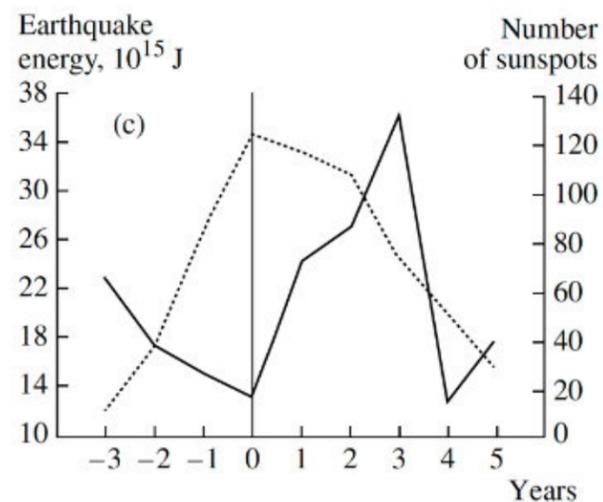


Figure 4. The released seismic energy (solid curve, averaged for a year) and 11-yr averaged cycle of solar activity (dotted line) from 1900 to 2000 (the cycle years are plotted on the abscissa). From Odintsov *et al* (2007).

The main results of the work done by Odintsov *et al* (2007) were as follows: global seismicity of the Earth depends on the 11-yr solar cycle, and the time of catastrophic earthquakes depends on active processes in the Sun, which cause disturbances in the geomagnetic environment and atmospheric circulation via a disturbance of the interplanetary medium and a high-speed solar wind arrival in the near-Earth space. These disturbances may trigger earthquakes and other disturbances and changes in natural processes previously formed on the Earth.

In a study published by Chen *et al* (2020), they systematically investigated the correlation between geomagnetic storms and $M \geq 7.0$ global earthquakes during 1957–2020. The results give the statistically significant evidence that more geomagnetic storms occur before global $M \geq 7.0$ earthquakes. Further statistical investigations of the results using cumulative storm hours show consistency with those using storm days, suggesting that the high probability of geomagnetic storms prior to large-mega earthquakes is significant and robust. Moreover, the same authors check the dependence on the depth and find that the increase of geomagnetic storms becomes inconspicuous before deep earthquakes, implying that geomagnetic storms are more likely to be related with shallow earthquakes rather than deep ones. Although there is no quantitative model to explain such a phenomenon.

Novikov *et al* (2020), based on results obtained in the field and laboratory experiments on earthquake triggering by DC (direct current) pulses injection into the Earth crust, assumed that the similar triggering phenomena may occur after the strong electromagnetic impact to the earthquake source due to solar flares or geomagnetic storms. For supporting the idea of a possible earthquake triggering by solar flares Novikov *et al* (2020) carried out a statistical analysis of global and regional seismicity behavior in Greece during the solar flare of X9.3 class occurred on September 6, 2017 (the strongest flare over the past thirteen years). They discovered a new evidence of earthquake triggering due to the Sun-Earth interaction by simple comparison of a number of earthquakes before and after the strong solar flare. The global number of earthquakes (USGS catalog, $M \geq 4$) for time window of ± 11 days after the solar flare has increased by 68%, and the regional seismicity (Greece, EMSC catalog, $M \geq 3$) has increased by 120%.

Powerful surge of solar flash activity early in May 2017 during approaching the minimum of 24th solar cycle was accompanied by significant disturbances of space weather. On September 6, 2017 a group of sun spots AR2673 generated a large solar flare of X9.3 class, the strongest flare over the past thirteen years. Its explosion produced a coronal mass ejection partially directed towards the Earth. Novikov *et al* (2020) carried out a statistical analysis of the USGS and EMSC catalogs of earthquakes for determination of effect of solar flares on global seismic activity.

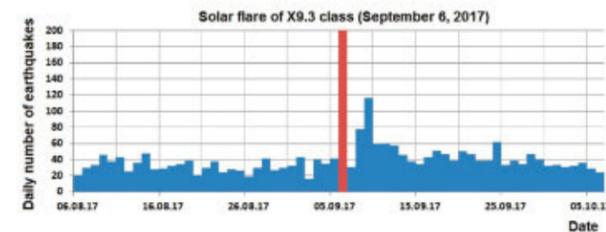


Figure 5. Global daily number of earthquakes before and after the solar flare of X9.3 class (vertical red line) of September 6, 2017 (11:53 UTC). Catalog USGS, $M \geq 4.0$ (2016-2017, average annual daily number of earthquakes is 38.37).

Figure 5 demonstrates a rise of global seismic activity according to USGS earthquake catalog (<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>) completeness of which begins from $M \geq 4.0$ according to Gutenberg-Richter law for one year preceded the solar flare of X9.3 class. A comparison of earthquake number during the same period (11 days) before and after the solar flare demonstrates a significant rise (up to 68%, Figure 5) of a number of earthquakes with a magnitude of $M \geq 4.0$.

The observed pattern of earthquake activity is very similar to behavior of seismicity after injection of DC (direct current) pulses into the Earth crust from artificial power systems, as shown in Tarasov & Tarasova, (2004), figure 6. So, to test the theory, scientists need to find regions sensitive to electromagnetic impacts. According to Novikov *et al* (2020) study it may be the Greece region (latitude of $33.5110^\circ - 42.4428^\circ$, longitude $18.8439^\circ - 29.4344^\circ$). When these authors analyzed the EMSC catalog [<https://www.emsc-csem.org/Earthquake/>] with a completeness starting from $M \geq 3.0$, they found that the number of earthquakes had increased by 2.2 times (5 earthquakes before the solar flare, and 11 – after) in the time

window of ± 11 days. At the following stage of the research, they concentrated on a study of the fault properties where the earthquakes occurred just after the strong solar flare. Thus, based on these results the authors may suppose that the solar flares can provoke the earthquake occurrence. One of the possible reasons of earthquake triggering is the sharp increase of telluric currents induced in the conductive areas of geological faults matured for earthquake occurrence. Based on the results described above by Novikov *et al* (2020), they suppose that an earthquake triggering due to impact of strong solar flares is possible. The physical mechanism of interaction of weak electrical current with rocks under critical stress-strain state is not clear today. The effect of seismicity response to electrical action may be explained either by electric current concentration in the narrow highly conductive fault zones (Han *et al.*, 2004) or by secondary triggering mechanisms driven by electric pulses, like electromagnetic stimulation of fluid migration into the fault zone resulted in reduction of the fault strength properties (Novikov & Novikova, 2014).

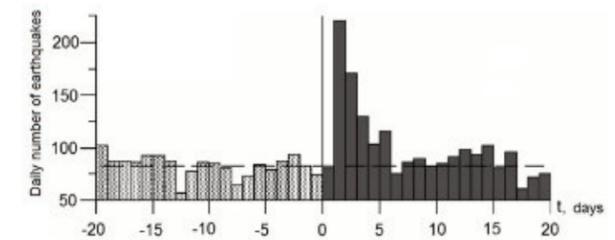
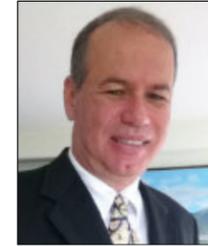


Figure 6. Daily number of earthquakes in the upper layer (0-5 km) of the Earth crust of Bishkek geodynamic proving ground (Northern Tien Shan) before ($t < 0$) and after ($t > 0$) operation of MHD generator for DC current injection into the Earth crust (Tarasov & Tarasova, 2004).

These hypotheses by Novikov *et al* (2020) have only a phenomenological character without a detailed theoretical justification and experimental verification. New fundamental knowledge is needed on the mechanisms of interaction of the electromagnetic field with rocks, as well as on the influence of electric/electromagnetic fields in combination with natural geophysical fields on deformation processes in the fault with specific parameters (electrical conductivity, orientation and maturity for earthquake occurrence).

REFERENCES

- Chen et al (2020), A Statistical Study of the Correlation between Geomagnetic Storms and M- 7.0 Global Earthquakes during 1957–2020. *Entropy*, 22, 1270. <http://dx.doi.org/10.3390/e22111270>
- Georgieva, K., 2001. Long-term changes in Earth rotation rate and North-South solar asymmetry. Proc. of the VIII National Conference on Contemporary Problems of Solar Terrestrial Influences, Sofia, 6-7 December 2001, publ. by the Solar-Terrestrial Influences Laboratory, Bulgarian Academy of Sciences, 107-110
- Georgieva, K., B. Kirov and D. Atanasov (2002). On the relation between solar activity and seismicity on different time scales, *J. Atmosph. Electr.*, 22: 291-300
- Han, Y. et al. (2020) Possible triggering of solar activity to big earthquakes ($M_s \geq 8$) in faults with near west-east strike in China Science in China Ser. G Physics, Mechanics and Astronomy 2004 Vol.47 No.2 173—181
- Jakubcova, I. and Pick, M., 1987. Correlation between solar motion, earthquakes and other geophysical phenomena. *Annis. Geophys.*, 5 (B), 135-141
- Makarova L.N. and Shirochkov A.V., 1999. On the connection between the Earth's magnetosphere magnetopause position and the earthquakes occurrence. Abstracts of XXVI General Assembly URSI, Toronto, Canada, August 13-21, p.755.
- Novikov et al (2020) Space weather and earthquakes: possible triggering of seismic activity by strong solar flares. *Annals of Geophysics*, 63, 5. doi:10.4401/ag-7975
- Novikov, V.A. and E. O. Novikova (2014). Electromagnetic stimulation of fluid migration into fault area and earthquake triggering phenomena, *Geophys. Res. Abstr.*, 16: EGU2014-12790
- Odintsov et al (2007) Solar Activity and Global Seismicity of the Earth. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*, Vol. 71, No. 4, pp. 593–595
- Schove D.J., 1955. The sunspot cycle, 649 B.C. to A.D. 2000. *J. Geophys. Res.* 60, 127-135
- Shestopalov, I. P. & Kharin, E. P. (2014) Relationship between solar activity and global seismicity and neutrons of terrestrial origin. *Russ. J. Earth Sci.* 14, ES1002. doi.org/10.2205/2014ES000536
- Sytinskii, A.D. 1997 Influence of interplanetary disturbances on the seismicity and atmosphere of the Earth. *Geomagn. Aeron.*, 37(2), 138-141
- Tarasov, N. T. and N. V. Tarasova (2004). Spatial-temporal structure of seismicity of the North Tien Shan and its change under effect of high energy electromagnetic pulses, *Ann. Geoph.*, 47: 199-212
- <https://www.usgs.gov/faqs/do-solar-flares-or-magnetic-storms-space-weather-cause-earthquakes>



Jhonny E. Casas es Ingeniero Geólogo graduado de la Universidad Central de Venezuela, y con una maestría en Sedimentología, obtenida en McMaster University, Canadá.

Tiene 36 años de experiencia en geología de producción y exploración, modelos estratigráficos y secuenciales, caracterización de yacimientos y estudios integrados para diferentes cuencas en Canadá, Venezuela, Colombia, Bolivia, Ecuador and Perú.

Autor/Co-autor en 39 publicaciones para diferentes boletines y revistas técnicas, como: *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, *Geophysics*, *The Leading Edge*, *Asociación Paleontológica Argentina*, *Paleontology*, *Geos*, *Journal of Petroleum Geology*, *Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales de Venezuela* y *Caribbean Journal of Earth Sciences*; incluyendo presentaciones en eventos técnicos como: AAPG, SPE, CSPG-SEPM y Congresos Geológicos en Venezuela y Colombia, así como artículos históricos de exploración petrolera para la revista *Explorer*.

Profesor de Geología del Petróleo en la Universidad del Zulia (1991-1992) y Universidad Central de Venezuela (1996-2004). Profesor de materias de postgrado tales como: *Estratigrafía Secuencial*, *Modelos de Facies y Análogos de afloramiento para la caracterización de yacimientos* (2003-2023), en la Universidad Central de Venezuela. Mentor en 12 tesis de maestría.

Actualmente es Director de Educación en la American Association of Petroleum Geologists (AAPG) para la región de Latinoamérica y del Caribe (2021-2023), y Representante Regional para la International Association of Sedimentologist (2020-2026).

jcasas@geologist.com

INTERPRETACIÓN TECTÓNICO – ESTRUCTURAL FALLA DE JALPATAGUA, GUATEMALA

Carlos Pérez Arias, Investigador Asociado CESEM, FI – USAC.
ingemateriales@hotmail.com

RESUMEN

La falla de Jalpatagua se pierde bajo una cubierta vegetal y un potente espesor de depósitos volcánicos que sepultan las evidencias de la traza y dificultan la obtención de información geológica. Utilizando información geomorfológica tal como características del relieve, lineamientos, profundidad de las incisiones de ríos, se presenta un modelo de la configuración tectónico – estructural que relaciona la zona de subducción con la falla de Jalpatagua. A la interpretación se incorpora la discontinuidad de Iztapa que divide la plataforma continental, y manifiesta una expresión evidente del relieve que se puede seguir hasta la línea de costa mediante perfiles transversales. La información geomorfológica, sugiere que las ramificaciones de la discontinuidad de Iztapa se extienden a la cordillera volcánica y se manifiestan en las incisiones por donde corren los ríos Aguacapa, Los Esclavos y Paz y, son las discontinuidades que gobiernan la estructura y la dinámica de la zona.

INTRODUCCIÓN

En el área es difícil encontrar afloramientos de calidad debido a la potente y extensa cubierta sobre relieve original por el emplazamiento de nuevas estructuras volcánicas, flujos de escombros, lahares, cubierta y relleno de piroclastos, cubierta vegetal y la cambiante profundidad de la meteorización que han borrado o sepultado las evidencias, por lo que, utilizando imágenes DEM (modelo de elevación digital) a diferentes escalas obtenidas con el software GEOMAPAPP se hizo una interpretación tectónico - estructural del entorno de la falla de Jalpatagua. La interpretación se respalda con información geológica y datos de desplazamientos corticales disponibles (Carr, 1976; Reynolds, 1987; Ellis, 2019; Garnier, 2020; Garnier 2021; Pérez-Arias, 2021) y verificaciones de campo (Pérez-Arias, 2021 – 23). El objetivo de este trabajo es resaltar las relaciones tectónico – estructurales que modelan la región, identificando la conexión entre la zona de subducción y la falla de Jalpatagua.

1. EMPLAZAMIENTO TECTÓNICO

La tectónica de Guatemala está determinada por la interacción de las placas Coco (P-Co), Caribe (P-Ca) y Norte América (P-NA); el arreglo tectónico y la cinemática es presentado en la **figura No. 1**. El límite entre la P-Co y P-Ca es la fosa de Mesoamérica y el límite entre las P-Ca y P-NA es el sistema de fallas Polochic – Motagua (SF P-M). El motor tectónico del movimiento de placas es la P-Co que empuja la P-Ca contra la P-NA, generando diversas condiciones de acople entre las placas y fragmentación de estas; el sistema de fallas SF P-M se encuentra atrapado al "W" (0 mm/año), mientras que en la parte "E" se han medido desplazamientos de 13 mm/año.

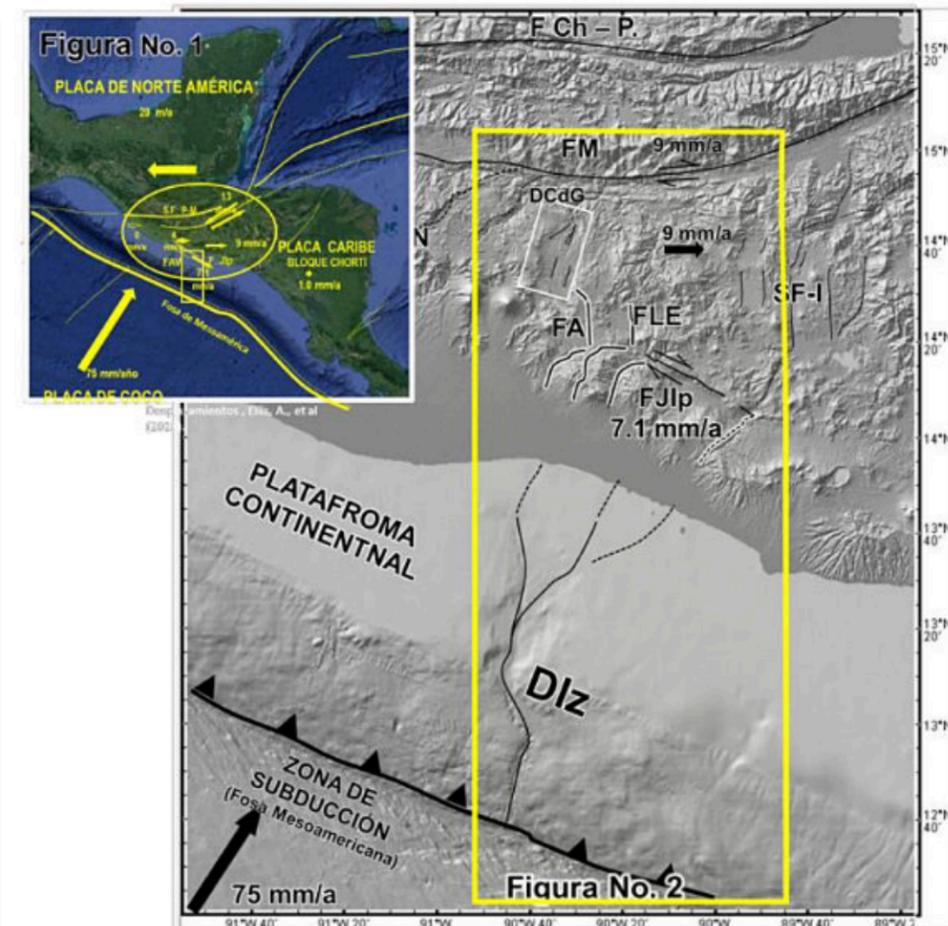
2. IMPLICACIONES TECTÓNICO – ESTRUCTURALES

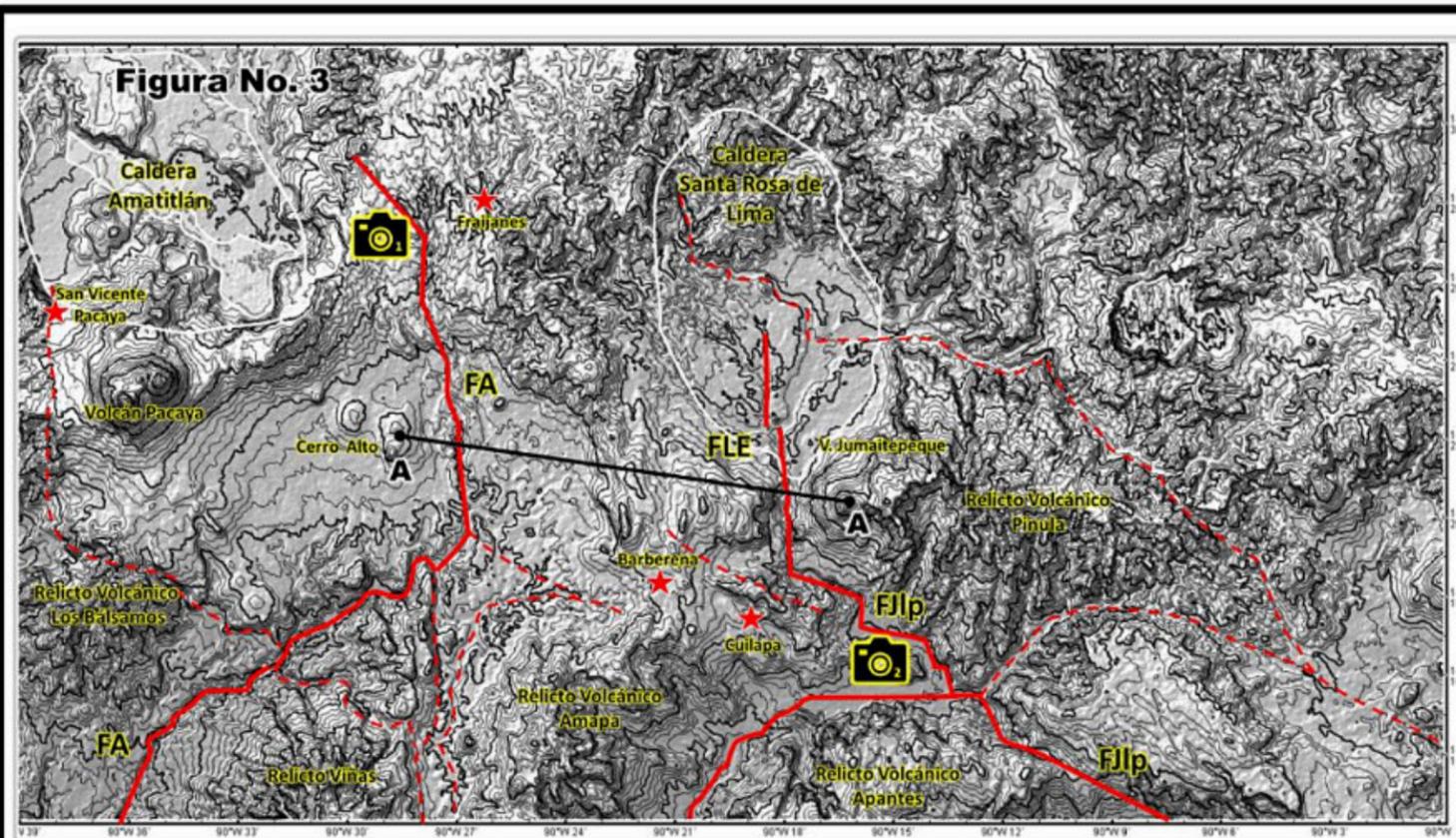
La segmentación de la cordillera volcánica ya ha sido observada y estudiada por Carr (1976), quien propuso un arreglo donde las fallas de trascurrencia eran las estructuras dominantes, resaltando que las fallas de Jalpatagua y Paz son las estructuras donde concentraron las mayores deformaciones y que controlaron la evolución estructural durante la Era Cuaternaria.

Garnier et al (2020), hicieron un estudio de la falla de Jalpatagua, donde el objetivo principal fue documentar e interpretar la deformación a lo largo de esta falla. Para ello, se utilizó información de datos de GPSs, asociados a un modelo de bloque elástico, análisis de fallas menores, geocronológico y lineamientos asociados a la falla. Con la información geológica, datos de más de 200 estaciones y registro de 13 años, confirma que el movimiento de la falla Jalpatagua es transcurrente-dextral, que el extremo "E" se mueve a 7.1 ± 1.8 mm/a, velocidad y disminuye al "W" a 2 mm/año; concluyendo que la falla termina en el entorno de la Caldera de Amatitlán y el "S" del valle de la Ciudad de Guatemala. El extremo "E", termina en la traza del Río Paz. La investigación de Garnier (2020), caracteriza los movimientos de la falla Jalpatagua y traslada el desafío a comprender el comportamiento tectónico estructural de la zona.

Pérez-Arias (2021), presenta una interpretación de la discontinuidad de Iztapa (Diz) ubicada en la plataforma continental del Pacífico en Guatemala y sugiere que existe una correlación con los desplazamientos de la falla de Jalpatagua, señalando la importancia tectónico estructural de la discontinuidad en la región.

La discontinuidad de Iztapa, es definida como falla de desplazamientos gravitacionales que forman una depresión de 1400 m de profundidad, un desplazamiento relativo entre bloques opuestos de 400 m y un probable componente de trascurrencia sinistral no determinada (Pérez-Arias, 2021). Hacia el "N" la discontinuidad se ramifica, formando una depresión que se desvanece paulatinamente, enterrada bajo un relleno de sedimentos de gran espesor, sin embargo, la proyección de los ramales de la Diz, se puede seguir hasta la costa, ver **figura No. 2** y el perfil de la plataforma continental, dibujado en la parte inferior de la **figura No. 4**.





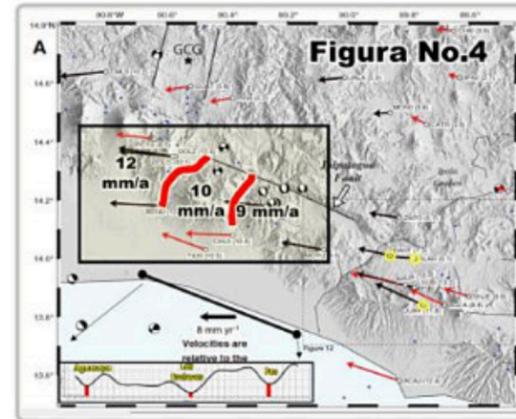
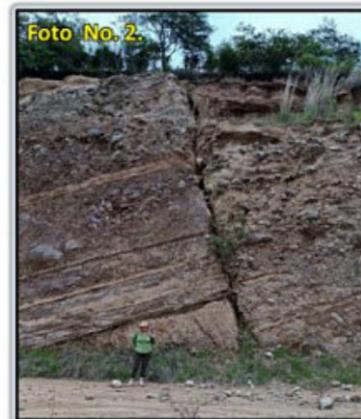
3. Análisis geomorfológico.

En la figura No.2 se presenta la imagen de relieve digital (DEM) del entorno de la falla de Jalpatagua con las principales estructuras geológicas como las Calderas de Amatitlán y Santa Rosa de Lima, volcanes y relictos volcánicos, las fallas Jalpatagua (FJlp), Los Esclavos (FLE) y Falla Aguacapa (FA) (línea Continua) y otras discontinuidades, aparentemente inactivas (línea discontinua).

Las incisiones más profundas del relieve en el área estudiada corresponden con los cauces de los ríos Aguacapa y Los Esclavos, que se interpretan como fallas activas. Al "N" de la traza de la falla de Jalpatagua, estas trazas son lineales y tienen una orientación aproximada "N-S", mientras que al "S" de la falla de Jalpatagua son curvas que siguen el contorno de estructuras volcánicas, ver figura No. 3.

El patrón de discontinuidades o fallas con orientación "N-S", al "N" de la falla de Jalpatagua son expresiones de relieve evidentes y similares a las de San Vicente Pacaya, Aguacapa y Los Esclavos, lo cual sugiere que ésta ha sido una zona de extensión pura, desde el Neógeno. En las Fotos No. 1 y No. 2 se presentan dos evidencias de manifestaciones de extensión en el área. Esta zona de extensión ha sido aprovechada para el ascenso de magmas, principalmente basálticos, que formaron una diversidad de estructuras volcánicas..

Al "S" de la falla de Jalpatagua, las trazas de las discontinuidades de Aguacapa y Los Esclavos siguen el contorno de estructuras volcánicas, interpretando que las estructuras volcánicas se mueven como bloques independientes y son coincidentes con los datos de desplazamientos corticales obtenidos por Garnier (2020) ver figura No. 4, donde se observa que existe una pequeña pero significativa diferencia en los valores de desplazamientos que varían de 2 mm/a al "W" a 9 mm/a al "E".



4. Discusión de resultados

La proyección de los ramales de la discontinuidad de Iztapa, son trazables hasta la línea de costa y la proyección muestra coincidencia con las fallas Aguacapa, Los Esclavos y Paz, por lo que, se interpreta que ha existido una relación directa, entre los movimientos en la plataforma continental y la cordillera volcánica adyacente a la falla de Jalpatagua.

En el sector "N" de la falla de Jalpatagua existe una condición de tensión pura, que ha formado discontinuidades que se orientan "N-S" como la fallas de Aguacapa, Esclavos y, probablemente, la de San Vicente Pacaya.

La evolución tectónica de la región ha estado gobernada por la interacción del sistema de fallas de Jalpatagua y el sistema de fallas orientadas "N-S".

Las trazas de las fallas de Aguacapa y Los Esclavos siguen el contorno de estructuras volcánicas, lo que sugiere que la actividad de estas estructuras ha formado bloques, desplazando la traza de la falla hacia el contorno.

5. Bibliografía.

- Carr M., 1976: Underthrusting and Quaternary faulting in northern Central America. Geo. Soc. Bull, V. 87, p 825 – 829, Doc. No. 60522.
- Ellis, A. et al, 2019: Deformation in northern Central America from 1999 to 2017 using GPS observations, Part 2: Block rotations, fault slip rates, fault locking, and distributed deformation. Geophysical Journal International, 218, 729–754. <https://doi.org/10.1093/gji/ggz173>.
- Garnier B., 2020: Faulting in southern Guatemala and implications for the North America-forearc-Caribbean triple junction, (Ph.D. thesis). University of Wisconsin-Madison.
- Garnier, B. et al., 2021: Deformation in Western Guatemala Associated With the NAFC (North America-Central American Forearc-Caribbean) Triple Junction: Neotectonic Strain Localization Into the Guatemala City Graben. Tectonics, 41, e2021TC006739. <https://doi.org/10.1029/2021TC006739>.
- Pérez-Arias C., 2021: Tectónica Local, Jornadas CESEM 2021, Sismología y Urbanismo. <https://www.youtube.com/watch?v=pHYEcA-IS4k>.
- Reynolds, J. H., 1977. Tertiary volcanic stratigraphy of northern Central America, (Masters thesis). Dartmouth College

6. Agradecimientos.

CESEM, por el respaldo académico
INGEOTECNIA S. A. Por el respaldo financiero.
A. Rosario de Ávila PhD, por la revisión de texto.

**LA GEOQUÍMICA DEL PETRÓLEO: PRINCIPALES
PARAMETROS QUE AYUDAN A CARACTERIZAR SU
ORIGEN Y MADUREZ**

M. en C. Luis Angel Valencia Flores
Editor de la Revista

El tipo de materia orgánica depositada e incorporada en los sedimentos depende en gran parte de la asociación natural de los diversos grupos de organismos en diferentes facies geológicas. Desde el punto de vista de la formación del petróleo, tales asociaciones naturales que se presentan en las márgenes continentales y en las grandes cuencas aisladas rodeadas de tierra (mares marginales) merecen la máxima atención.

Todos los organismos están formados básicamente de los mismos constituyentes químicos: lípidos, proteínas, carbohidratos y ligninas en las plantas superiores. Sin embargo, existen diferencias bastante características con respecto a la abundancia relativa del compuesto y la estructura química detallada. En cuanto a la formación del petróleo, los lípidos son los más importantes. Los lípidos incluyen a las sustancias grasas, ceras y componentes de tipo lípido, tales como los pigmentos solubles en aceite, terpenoides, esteroides y muchas grasas complejas.

Existe una diferencia fundamental entre la composición química de las algas planctónicas marinas y las plantas superiores terrestres. La materia orgánica del plancton marino está formada, principalmente, por proteínas (hasta 50% y más), una cantidad variable de lípidos (5 a 25%) y generalmente no más de 40% de carbohidratos. Las plantas superiores terrestres están formadas, en gran parte, de celulosa (30 a 50%) y lignina (15 a 25%). Ambos constituyentes cumplen principalmente funciones de soporte, y no se requieren en los organismos planctónicos acuáticos. La lignina es el principal constituyente primario de las estructuras aromáticas en la materia de los sedimentos del Reciente.

Composición del petróleo

En términos generales, el petróleo está constituido por dos elementos mayores: carbono (85%) e hidrógeno (13%), conteniendo además cantidades menores de azufre, nitrógeno y oxígeno (2%), y algunos metales en proporciones muy pequeñas (vanadio, níquel, cromo y cobre principalmente) (Bertrand, 1987; Hunt, 1996).

Los principales grupos de compuestos en los aceites crudos son los hidrocarburos saturados, los

hidrocarburos aromáticos, las resinas y los asfaltenos. Los hidrocarburos saturados normalmente constituyen el principal grupo, excepto en los aceites pesados degradados. Contienen alcanos normales además de isoalcanos (parafinas) y cicloalcanos (naftenos). La abundancia relativa de las parafinas y naftenos es comparable en muchos de los aceites crudos, a excepción de los aceites parafínicos y los aceites pesados degradados (Tissot and Welte, 1984).

Los hidrocarburos aromáticos están constituidos, por los naftenoaromáticos (aromáticos condensados y ciclos saturados) y los derivados de benzotiofeno (conteniendo heterociclos con azufre). Las resinas y asfaltenos son moléculas policíclicas de peso molecular alto, que contienen átomos de N, S y O. La unidad básica de su estructura es una hoja poliaromática condensada. Por lo general, se tienen varias hojas apiladas formando partículas, las cuales a su vez pueden formar agregados o micelas (Tissot and Welte, 1984).

**Etapas de transformación de la materia orgánica:
DIAGÉNESIS, CATAGÉNESIS Y METAGÉNESIS**

La materia orgánica es sometida a una serie de transformaciones ligadas a fenómenos biológicos y térmicos. Se han reconocido tres principales etapas de transformación: la diagénesis, la catagénesis y la metagénesis (Tissot and Welte, 1984), Figura 1.

Diagénesis.

Es el proceso mediante el cual los biopolímeros (compuestos orgánicos constituyentes de los seres vivos tales como carbohidratos, proteínas, etc.) son sometidos a un ataque básicamente de tipo microbiano, el cual se realiza a poca profundidad y bajas temperaturas generalmente menos de 50°C, (Tissot, 1982). Este ataque trae como consecuencias la degradación de los biopolímeros a compuestos más sencillos denominados bionómeros (ácidos grasos, aminoácidos, etc.); estos bionómeros, al ser sometidos a procesos de policondensación y polimerización, se convierten en una serie de compuestos estructurados que reciben el nombre de geopolímeros, entre los cuales se encuentran los materiales de tipo húmico (ácidos húmicos y fúlvicos principalmente), los cuales han sido considerados como los precursores del kerógeno. El principal hidrocarburo generado durante esta etapa es el metano; además la materia orgánica produce el CO₂, H₂O principalmente y algunos compuestos heteroatómicos pesados durante las últimas etapas de la diagénesis. El metano generado durante esta etapa, recibe el nombre de biogénico o

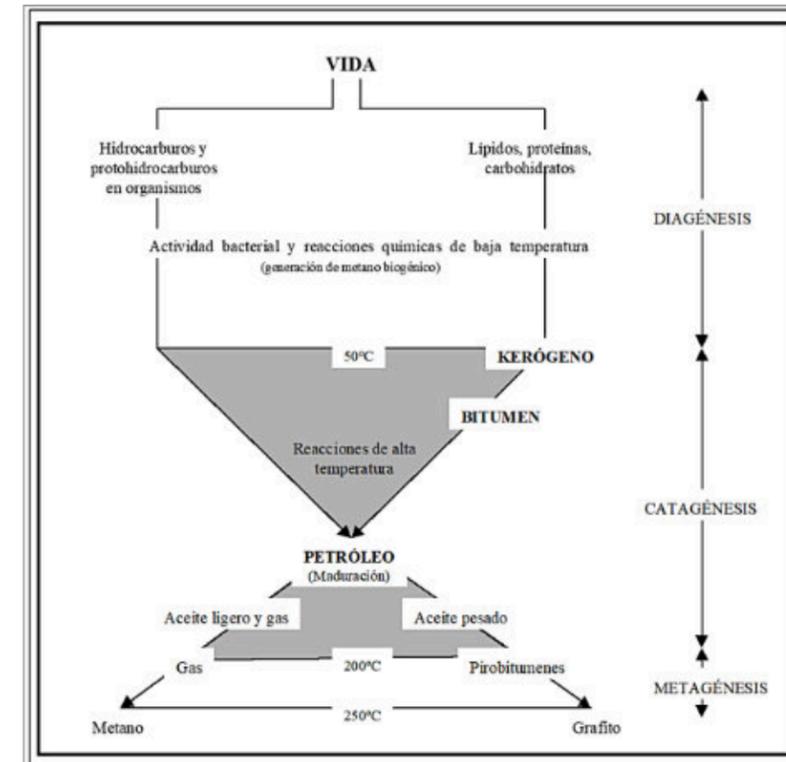


Figura 1.- Etapas de madurez del petróleo. Tomado de Hunt, 1996.

biológico y es básicamente producido por el proceso de descomposición de la materia orgánica; también es llamado gas seco. En esta etapa se presenta generalmente la consolidación del sedimento.

En la diagénesis se presentan tres etapas: degradación bioquímica, policondensación e insolubilización (Tissot et al, 1982; Waples, 1985 y Hunt, 1996).

a) Degradación bioquímica. Los microorganismos, principalmente las bacterias, hongos y algas, son abundantes en agua y sedimentos depositados bajo aguas moderadamente profundas. Su actividad normal consiste en la descomposición de la materia orgánica (proteínas, carbohidratos, etc.).

b) Policondensación. Los constituyentes residuales no utilizados se agrupan progresivamente en nuevas estructuras policondensadas ("geopolímeros").

c) Insolubilización. El incremento de la policondensación y la pérdida de grupos funcionales son los responsables de una progresiva insolubilización que finalmente conduce al kerógeno.

Durante la diagénesis, la composición del kerógeno está controlada por el aporte original de materia orgánica, así como por la naturaleza y grado de actividad microbiana en las capas sedimentarias superiores. El único hidrocarburo formado durante la diagénesis es el metano. En casos especiales, la actividad microbiana puede originar abundante metano (gas de pantano).

Cuando la profundidad y la temperatura han aumentado a un nivel suficiente, los enlaces heteroatómicos del kerógeno se rompen gradualmente. En esta fase hay una disminución importante de oxígeno en el kerógeno, formándose CO₂ y H₂O. Los primeros productos de petróleo liberados por esta transformación incluyen principalmente los compuestos heteroatómicos de N, S y O de alto peso molecular.

Catagénesis

Una vez que se tienen los sedimentos consolidados, se entierran profundamente (profundidades mayores de 2,000 m normalmente) debido al depósito de nuevos sedimentos. En estas condiciones aumenta la temperatura y la presión lo que genera nuevos cambios en la materia

orgánica (kerógeno). El kerógeno sufre una transformación y genera el petróleo (geomonómero), gas húmedo y condensado. Posteriormente, y debido a condiciones más drásticas de temperatura y profundidad, se produce el gas seco (metano catagénico). Las temperaturas que se alcanzan en esta etapa son del orden de 50° hasta 180°C aproximadamente.

La materia orgánica experimenta cambios mayores durante la catagénesis a través de una evolución progresiva del kerógeno, que produce primeramente petróleo líquido, posteriormente "gas húmedo" y condensado; tanto el aceite líquido como el condensado van acompañados de una cantidad considerable de metano (Tissot et al, 1982; Waples, 1985; Hunt, 1996).

Metagénesis y Metamorfismo

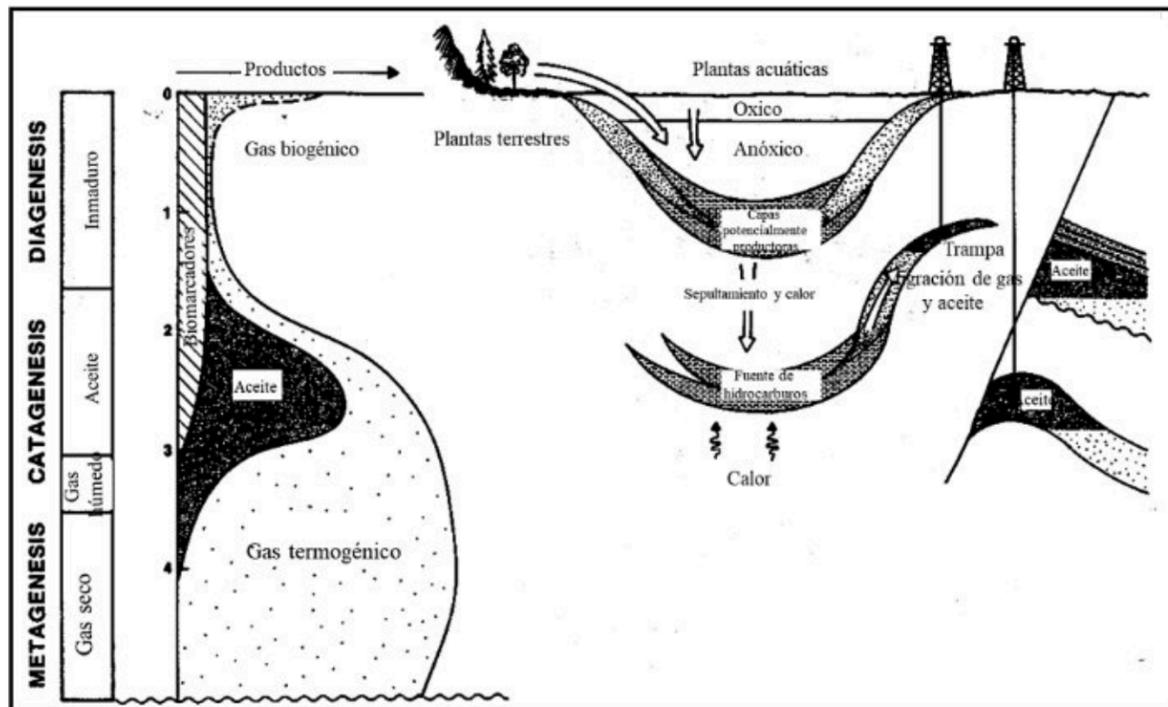


Figura 2. El petróleo: desde el depósito de la materia orgánica hasta su transformación en petróleo.

Los biomarcadores o fósiles geoquímicos son compuestos complejos constituidos por carbono, hidrógeno y otros elementos. Los fósiles geoquímicos son moléculas sintetizadas por las plantas o animales. En particular, el esqueleto de carbono de los hidrocarburos y lípidos se preserva. Se encuentran en sedimentos, rocas y aceites, y se caracterizan por no haber sufrido cambios, o éstos han sido mínimos en comparación con la materia orgánica original (Peters and Moldowan, 1993). Estas moléculas

La tercera etapa dentro del proceso corresponde a la metagénesis, que se realiza generalmente a grandes profundidades y temperaturas elevadas. En esta etapa la materia orgánica se transforma en metano y carbón (antracita).

La metagénesis está considerada también como el inicio del metamorfismo. La metagénesis se desarrolla a temperaturas mayores de los 180°C y es la última etapa dentro de la transformación de la materia orgánica, considerada importante para la generación de gas.

Finalmente durante el proceso del metamorfismo, tenemos la transformación del carbón en antracita y del kerógeno residual en grafito (Tissot et al, 1982). Figura 2.

Biomarcadores

representan solamente una fracción menor de los crudos. Sin embargo, son de gran interés para los geólogos y geoquímicos, ya que proporcionan información acerca del material orgánico original (Tissot y Welte, 1982).

Los alcanos, ácidos grasos, terpenos, esteroides y porfirinas, son los principales grupos de fósiles geoquímicos. Se pueden rastrear desde los sedimentos del Reciente hasta los antiguos, en donde progresivamente son sometidos a degradación térmica y/o dilución por

otros hidrocarburos generados a mayores profundidades. La presencia de los marcadores biológicos en sedimentos y crudos, así como el estudio comparativo con las moléculas sintetizadas ha permitido comprobar el origen orgánico del petróleo.

Principales parámetros de paleoambientes de depósito

Debido a que los biomarcadores derivan de moléculas precursoras de organismos que viven bajo ciertas condiciones ambientales, es lógico intentar usar los biomarcadores como indicadores de ambientes de depósito. Las principales familias de biomarcadores empleados en la geoquímica del petróleo son los esteranos y los triterpanos.

Esteranos.

Derivados de los esteroides, encontrados en la mayoría de las plantas superiores y algas, son raros o ausentes en organismos procaríotes (Volkman, 1986, 1988).

Los principales esteranos regulares son 4 y contienen entre 27 y 30 átomos de carbono.

C_{27} - C_{29} Esteranos regulares

Huang and Meinschein (1979) dieron la primer evidencia de que las proporciones relativas de los esteroides regulares C_{27} - C_{29} en organismos vivos estaban relacionadas con ambientes específicos y sugirió que los esteranos en sedimentos podrían proveer una valiosa información. Ellos propusieron que una preponderancia de esteroides C_{29} (o esteranos) indicarían una fuerte contribución terrestre, mientras que un dominio de C_{27} indicaría un dominio de fitoplancton marino. Los diagramas triangulares utilizando los esteranos C_{27} - C_{29} han sido empleados con éxito para la interpretación de facies basándose en el principio anterior, Hoffman (1984). Sin embargo, el valor de este diagrama no se puede considerar como algo absoluto, ya que Volkman (1986 y 1988), reporta el esterano C_{29} en sedimentos marinos.

C_{30} Esteranos regulares

Moldowan et al. (1985) propusieron que los esteranos regulares C_{30} son usados como los parámetros más poderosos para identificar materia orgánica asociada a rocas generadoras relacionadas con ambientes marinos, ya que solo se encuentran en esas condiciones, Mello et al (1988), lo confirman en cuencas brasileñas.

Diasteranos

Parecen estar ligados más con las características de la materia inorgánica que contiene el sedimento, que a su origen orgánico, Siefert y Moldowan (1986). Las lutitas contienen minerales ácidos que catalizan la formación del diasterano, mientras que los medios carbonatados e hipersalinos contienen una baja proporción de diasteranos en comparación con los medios arcillosos, Mokiray (1983), Ten Haven (1985), Connan (1986 y 1987) y otros.

Triterpanos

La transformación de triterpenoides a triterpanos probablemente ocurre a través de los mismos procesos que los esteranos, ya que su primer transformación estereoquímica importante se lleva a cabo durante la diagénesis temprana (Waples and Tsutomu, 1991).

Los triterpanos pueden ser divididos en tres distintos grupos, con base en el número de anillos, los más comúnmente estudiados son los de cinco anillos y son llamados pentacíclicos (denominados también hopanos), compuestos que contienen entre 27 y 35 átomos de carbono.

Los hopanos con más de 30 átomos, se denominan como homopanos o bien hopanos en extensión. Los homopanos comúnmente estudiados, contienen entre 31 y 35 átomos de carbono y están ligados con ambientes de depósito oxidantes o reductores, Waples et al (1990).

El segundo grupo y menos estudiado es el de los tricíclicos, con sólo tres anillos y abundantes en un intervalo de 19 a 26 átomos de carbono. La difusión de los triterpanos tricíclicos, sugiere un origen bacteriano, además la abundancia de estos compuestos está ligada con aguas lacustres salinas y medios carbonatados salinos, Aquino Neto et al (1983). Se encuentran presentes en concentraciones mucho más bajas que los pentacíclicos, sin embargo no han sido examinados tan a detalle como estos.

La tercer familia menos estudiada es la de los tetracíclicos y aparecen restringidos entre los 24 y 27 átomos de carbono.

Hopanos C_{29} y C_{30}

Los hopanos C_{29} y C_{30} , son los dos triterpanos dominantes en la mayoría de las muestras, no son utilizados extensamente como indicadores de paleoambientes, debido a que la relación del pico C_{30} al C_{29} es generalmente

2:1, sin embargo aceites y extractos provenientes de carbonatos ricos en materia orgánica y algunas evaporitas podrían tener usualmente altas concentraciones de C_{29} . Riva et al (1989) han sugerido que la proporción de hopanos C_{29}/C_{30} podrían proporcionar una escala relativa en el contenido de carbonatos dentro de un ambiente de depósito. La relación de C_{29}/C_{30} es utilizada para caracterizar medios carbonatados, en el caso de que el valor sea mayor que 1, (Philp 1991).

Hopanos en extensión (Homopanos)

En contraste con los hopanos C_{29} y C_{30} , la concentración de hopanos en extensión varía considerablemente de muestra a muestra. Por lo tanto son valiosos como indicadores de paleoambientes (Waples and Tsutomu, 1991). Las distribuciones más comunes con un decremento regular en la altura de picos desde los miembros de C_{31} a C_{35} , usualmente representan facies clásticas. Inusualmente grandes cantidades de hopanos en extensión C_{35} parecen estar asociados con carbonatos o evaporitas. Sin embargo Peters y Moldowan (1991) prefieren correlacionar proporciones de alturas C_{35}/C_{34} en medios marinos con bajo potencial reductor más que en litología, particularmente no todos los carbonatos tienen altas concentraciones de hopanos en extensión C_{35} . Cantidades relativamente grandes de hopanos en extensión C_{32} y C_{34} también han sido reportadas en carbonatos y en evaporitas lacustres.

Oleanano

Se piensa que el oleanano proviene de una variedad de precursores terrestres, especialmente de las angiospermas las cuales producen abundantes resinas (Ekweozor and Udo, 1988; Riva et al., 1988). Su presencia en medios marinos representa en la mayoría de los casos transporte desde fuentes terrestres.

Debido a que las angiospermas se cree que proliferaron en tiempos del Cretácico Tardío, la ausencia de oleanano en el Cretácico Inferior y en sedimentos más viejos es entendible. Sin embargo el oleanano también está ausente en muchos sedimentos e hidrocarburos terrestres del Terciario, tal vez por que sus precursores solo abundan en ciertas familias de plantas terrestres.

Hexahidrobenzohopanos

Denominados también como hopanoides hexacíclicos, son utilizados raramente. Aparecen como diagnóstico de aceites y bitúmenes provenientes de ambientes depositacionales de carbonatos y anhidritas, Connan and Dessort, (1987) los reportan como representantes de

facies evaporíticas conteniendo kerógenos ricos en azufre. Estos compuestos aparecen como picos pequeños entre los hopanos en extensión. Su precisa estructura estereoquímica aún no ha sido determinada.

Principales parámetros indicadores de Madurez

La madurez térmica de un aceite dado, representa de hecho, el estado de madurez térmica de la roca generadora al momento de la expulsión de dicho aceite. Por lo tanto, al inventariar y reconocer las variaciones de madurez térmica de aceites que están genéticamente relacionados, se cuenta con un medio para identificar los estados de madurez a los que ha sido sometida la roca generadora.

Cuando se utilizan parámetros de madurez derivados de biomarcadores, se debe tener en cuenta que estos parámetros pueden verse influenciados también por el tipo de facies orgánica y por la naturaleza litológica del medio sedimentario en la que se depositó la materia orgánica generadora. **Por lo tanto, al efectuar comparaciones de la madurez térmica entre diferentes aceites, es imprescindible verificar primero que los aceites están genéticamente relacionados y/o han sido generados a partir de materia orgánica depositada bajo paleocondiciones ambientales similares**, para determinar la evolución térmica de los aceites analizados en este trabajo, resultaron particularmente útiles los parámetros de madurez $Ts/(Ts+Tm)$ y $C_{29}Ts/H_{29}$.

Relación $Ts/(Ts+Tm)$

Durante la catagénesis C_{27} 17(H)-trisorhopano (Tm) muestra una relativa estabilidad comparado con C_{27} 18(H)-trisorhopano II (Ts) (Seifert and Moldowan, 1979). Esta observación ha sido establecida usando cálculos de mecanismos moleculares para la formación de varios hopanos, incluyendo Ts y Tm (Kolaczowska et al., 1990, en Guzmán-Vega, et al., 1995). La relación $Ts/(Ts+Tm)$ es un parámetro usado para detectar madurez en aceites. Moldowan et al. (1986) muestran que la relación puede variar dependiendo de la facies orgánica.

La relación $Ts/(Ts+Tm)$ es más efectiva como indicador de madurez cuando se evalúan aceites provenientes de focos generadores comunes y de facies orgánicas consistentes. En la Fig. No. 10 se puede consultar el rango de madurez térmica para el parámetro $Ts/(Ts+Tm)$ versus reflectancia de la vitrinita, a fin de establecer "rangos tipo" con respecto a las etapas de generación del petróleo.

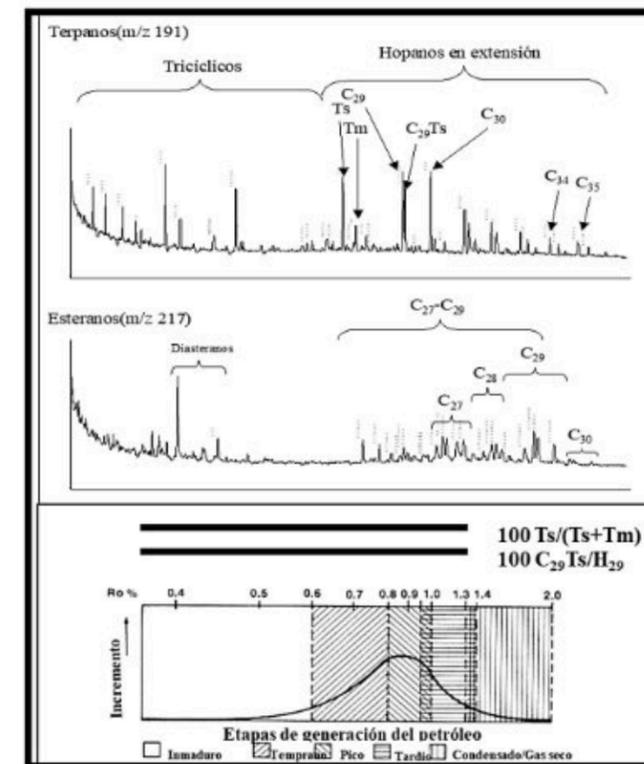
Relación $C_{29}Ts/H_{29}$ ($C_{29}Ts/C_{29}17(H)$ norhopano)

El compuesto 18-(H)-30-norneohopano ($C_{29}Ts$), ha sido identificado por métodos avanzados (Moldowan et al., 1991b), y la gran mayoría de los reportes sugieren la abundancia de este compuesto como relacionado con la madurez termal (Huges el al., 1985), se sugiere que la relación $C_{29}Ts/H_{29}$ es tan confiable como $Ts/(Ts+Tm)$. Ambos parámetros señalan un decremento a medida que son más inmaduros y por el contrario, se aproximan a 100% al ir incrementando su madurez. En la Fig. No. 10 se puede consultar el rango de madurez térmica del parámetro $C_{29}Ts/H_{29}$ versus reflectancia de la vitrinita, a fin de establecer "rangos tipo" con respecto a las etapas de generación del petróleo. Figura 3.

El estado de madurez térmica de las rocas potencialmente generadoras es uno de los principales factores que gobiernan las propiedades físicas del petróleo expulsado (Tissot and Welte, 1984). Con el incremento de la madurez térmica de la roca generadora los productos expulsados por ella se ven enriquecidos con compuestos saturados, resultan más ligeros (mayor gravedad API), disminuyen su contenido de azufre (aceites menos amargos y mas dulces), y se hacen isotópicamente más pesados (menos negativos).

Generalmente, cuando la maduración se incrementa, los grados API y el contenido de alcanos normales aumenta también, mientras que los biomarcadores policíclicos son agotados (las moléculas más estables termodinámicamente son favorecidas y son usadas como parámetros de madurez) (Bordenave, 1993). Con base en la gravedad API se le puede clasificar a los aceites de la siguiente manera: El agua tiene una gravedad de 10°API; aceites pesados son 25° API; aceites medianos son de 25° a 35° API; aceites ligeros son de 35° a 45° API; los condensados son 45° API (los rangos varían dependiendo de los autores, Peters and Moldowan, 1993).

Muchas de las propiedades de los fluidos almacenados están relacionadas a la madurez, sin embargo, estas propiedades pueden enmascarse si otros procesos de alteración han afectado significativamente el fluido original. Cuando la maduración se lleva a cabo en el depósito, la evolución termal puede inducir un fenómeno de craqueo térmico haciendo que las moléculas sean más ligeras, permitiendo la formación de hidrocarburos de bajo peso molecular principalmente de tipo gaseoso y de pirobitúmenes sólidos. Se observa una tendencia general de evolución con el aumento de la profundidad y la edad: una disminución de la densidad y el contenido de azufre y un aumento de los alcanos ligeros. Estos cambios se deben a evolución térmica.



Arriba: Cromatograma de masas mostrando biomarcadores. (Modificado de Guzmán-Vega et al, 2001). Abajo: Biomarcadores utilizados como parámetros de madurez, con respecto a la ventana de generación del petróleo. (Tomado de Peters and Moldowan, 1993).

Figura 3. Arriba: Cromatograma de masas mostrando biomarcadores. (Modificado de Guzmán-Vega et al, 2001). Abajo: Biomarcadores utilizados como parámetros de madurez, con respecto a la ventana de generación del petróleo. (Tomado de Peters and Moldowan, 1993).

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

Xaman Ek, Dios de la Estrella Polar



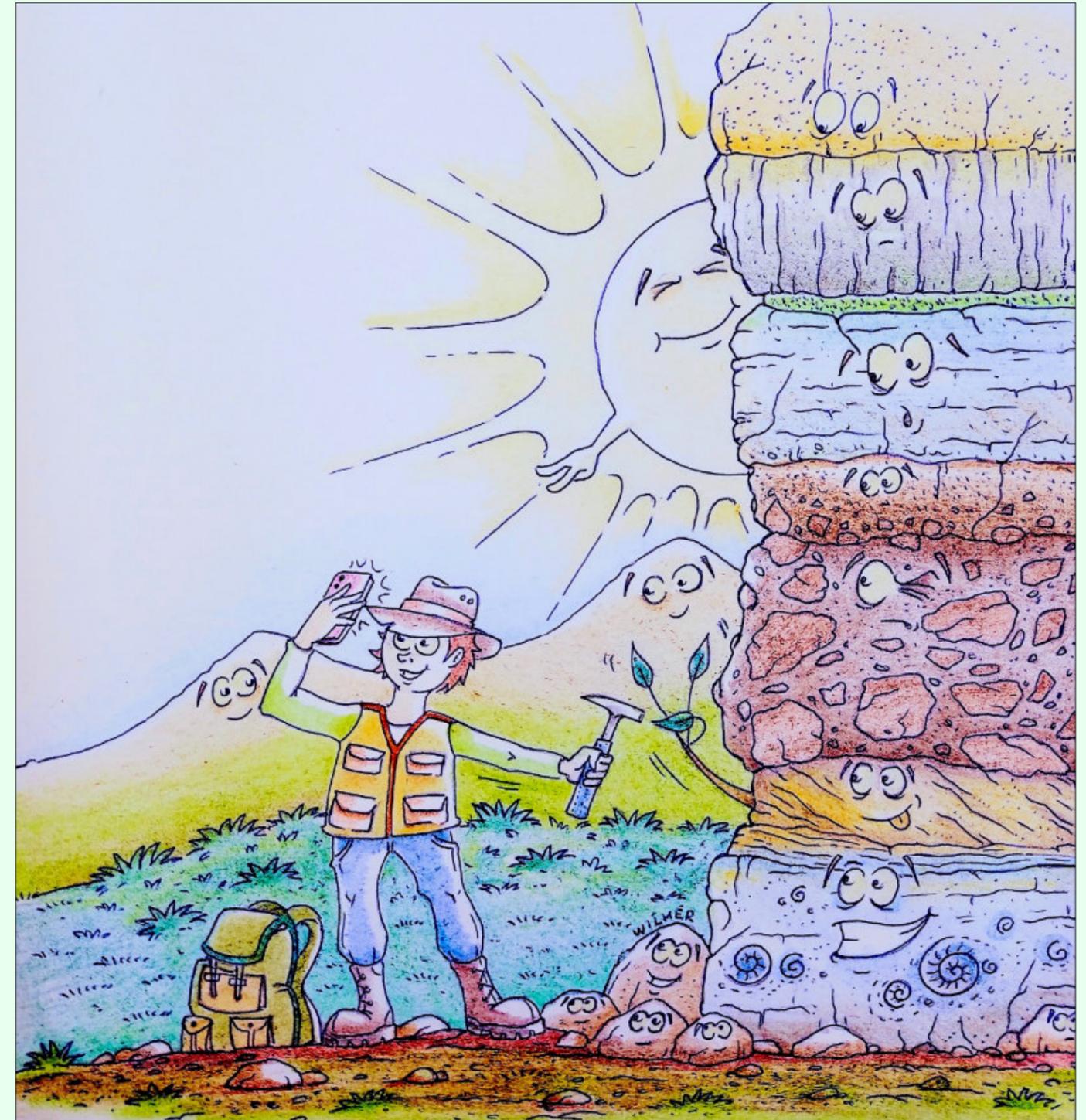
La quinta deidad más común en los códices es Xaman Ek, el dios de la estrella polar, que aparece 61 veces en los tres manuscritos. Se le representa siempre con la cara de nariz roma y pintas negras peculiares en la cabeza. No tiene más que un jeroglífico de su nombre, su propia cabeza, que se ha comparado a la del mono. Esta cabeza, con un prefijo diferente al de su nombre, es también el jeroglífico del punto cardinal norte, lo cual tiende a confirmar su identificación como dios de la estrella polar. La naturaleza de su aparición en los manuscritos indica que ha de haber sido la personificación de algún cuerpo celeste, importante.

Museo de Naturaleza de Canada.

Haz click en la imagen



CONCURSO DE FOTOGRAFÍA GEOLÓGICA 2023



Por Wilmer Pérez Gil (wilmerperezgil5@gmail.com)

CONCURSO DE FOTOGRAFÍA GEOLÓGICA 2023

La Revista Maya de Geociencias y la empresa Corporación Ambiental de México S.A. de C.V. (CAM) hacen una atenta invitación para que los estudiantes de geociencias de cualquier país envíen a partir del 1 de enero hasta el 30 de octubre del 2023 sus fotografías de afloramientos para participar en el Concurso de Fotografía Geológica. El jurado, que se conformará más adelante por Editores de la RMG y personal de la empresa CAM, decidirán quiénes son los ganadores el día 30 de noviembre del 2023. Con las fotografías sometidas al concurso se creará un album fotográfico para su publicación en un tomo especial de la Revista.

BASES:

1. Solamente se puede someter una fotografía por estudiante.
2. El tamaño de la fotografía deberá tener un lado máximo de 1,000 Píxeles.
3. Incluya su nombre y dirección de correo electrónico. La descripción de la fotografía no deberá exceder 100 palabras.
4. Las fotografías deberán enviarse por correo electrónico a los Editores: Bernardo García Amador y Luis A. Valencia Flores: bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu; luis.valencia.11@outlook.com con fecha límite del 30 de octubre del 2023.

PREMIOS:

El día 30 de noviembre del 2023, se darán a conocer los tres ganadores del concurso, siendo los premios como se indica a continuación:

- Primer lugar: La cantidad de \$25,000 pesos mexicanos (aprox. \$1,250 dólares).
 Segundo lugar: La cantidad de \$15,000 pesos mexicanos (aprox. \$750 dólares).
 Tercer lugar: La cantidad de \$10,000 pesos mexicanos (aprox. \$500 dólares).

* Los premios y gastos asociados los patrocinará la empresa Corporación Ambiental de México (CAM), con domicilio en Monterrey, Nuevo León, México.

GEOLOGICAL PHOTOGRAPHY CONTEST 2023

The Revista Maya de Geociencias and the Corporación Ambiental de México, S.A. de C.V. (CAM) cordially invite students of the geosciences from any country to participate in this contest by sending us their outcrop photographs between the 1st of January and the 30th of October, 2023 in order to participate in this Geological Photography Contest. The judges, to be selected by the Editors of the RMG and personnel from CAM, will decide upon the winners the 30th of November 2023. An album will be published from submitted photos in a special issue of the RMG.

RULES:

1. You may submit only one photograph per person.
2. The photograph should be a maximum of 1,000 pixels per edge.
3. Include your name and email address in the description of the photograph, which should not exceed 100 words.
4. Email the photograph to Editors Bernardo García Amador and Luis Valencia Flores by the 30th of October, 2023: bernardo.garcia@ingenieria.unam.edu; luis.valencia.11@outlook.com

PRIZES:

The winners of the contest will be revealed on the 30th of November, 2023 with the following prizes.

- First place: 25,000 Mexican pesos (approximately \$US 1,250).
 Second place: 15,000 Mexican pesos (approximately \$US 750).
 Third place: 10,000 Mexican pesos (approximately \$US 500).

* Prizes and associated expenses will be provided by the Corporación Ambiental de México headquartered in Monterrey, Nuevo León, México.

GeoLatinas involucra a las/los científicas/cos de la Tierra y el Espacio, facilitando colaboraciones y relaciones entre estudiantes, profesionales y académicos, incluso fuera de las Geociencias, es una organización inclusiva, colaborativa y dirigida por sus miembros, trabajamos mediante subcomités dirigidos por pequeños equipos permitiendo alcanzar nuestros objetivos, e impactar más allá de la comunidad científica llegando al público en general.

Queremos presentarles nuestra iniciativa de GeoSeminarios en su edición en español y para trabajos de tesis, formando parte del área de Educación y Divulgación, con esta iniciativa abrimos un medio más para la divulgación y promoción de los trabajos de investigación, así como también para que se presenten los proyectos de tesis de grado de todos los niveles académicos, ofreciendo un espacio para que nuevos investigadores desarrollen sus habilidades de comunicación científica a todo tipo de público, permitiendo que tengan un alcance nacional e internacional, destacando la participación principalmente de las mujeres. Desde el 08 de octubre del 2021 que realizamos el primer GeoSeminario a la fecha hemos llevado a cabo 26 presentaciones de temas variados con impacto científico, social, y en la salud. Te invitamos a presentar en nuestro espacio tu trabajo en Geociencias ya sea de tema especializado tanto de interés para la academia como para la industria o tu proyecto de grado de cualquier nivel académico. **Sigue nuestros GeoSeminarios, ya sea en vivo o visitando nuestras redes sociales y viendo las grabaciones:** <https://geolatinas.org/> <https://www.facebook.com/GeoLatinasFace/>

Comité de Educación y Divulgación de GeoLatinas. División GeoSeminarios



Transmisión

 **LIVE**

El Comité de Educación y Divulgación de GeoLatinas presenta:

GeoSeminarios

Mayo-Junio 2023

Dr. Daniel Mata Flores 26 de Mayo
Egresado de la Université Côte d'Azur, Francia

GeoSeminario-tesis:
Detección Acústica Distribuida (DAS) submarina enfocada al monitoreo oceánico y la detección de cables de fibra óptica oscilantes



07 de Junio **Dulce Yaahid**
Investigadora del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Saltillo

GeoSeminario:
El tesoro bajo nuestros pies: Ecología microbiana del suelo



Genaro de la Rosa 21 de Junio
Docente Investigador del Centro de Investigación en Geociencias Aplicadas de la Universidad Autónoma de Coahuila

GeoSeminario:
Petrografía aplicada al carbón y rocas generadoras de hidrocarburos



    [@GeoLatinas](#)

 Escanéame o da clic!

COMITÉ DE EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN

GeoSeminarios



¡QUEREMOS DAR A CONOCER TU TRABAJO!

En GeoLatinas estamos por comenzar la temporada 2023 de **GeoSeminarios**

Una iniciativa creada para la divulgación técnica y científica de las Ciencias de la Tierra y Planetarias*.

¡Y nos encantaría dar a conocer tu trabajo de

- Investigación
- Tesis
- Campo laboral
- etc...!

Si te interesa participar te invitamos a llenar nuestro [formulario](#).

 Escanéame!

O envíanos un mensaje en nuestras redes sociales.
(*Esta iniciativa está abierta a todo género, raza, edad, etc.)

GeoSeminarios disponibles en:

GeoLatinas: Latinas in Earth and Planetary Sciences
@geolatinasinsta @geolatinas_por_mexico @GeoLatinas

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

2023
MED-GEO MÉXICO

10th International Conference on Medical Geology

MONTERREY, NL. MEXICO
August 6-9 th

Visit us at:
medgeomx.com

Caverna del arte

Romperocas

Por: Wilmer Pérez Gil

Revisión: Nelson Estrada Núñez

I
¡Oh prosa!, permite que haga
entre loa y aventura,
ésta pétrea partitura
mientras que no suene vaga.
Emerge en sufrida llaga
del monte cruel y serrano
por donde el vigor humano
desata en bravía saga.

II
Libérate sobre el trillo
rompe, despedaza, hunde,
y que la tierra se inunde
con todo tu casto brillo.
El firme y rudo nudillo,
con su ademán percutor,
por feroz ejecutor
recluido en un martillo.

III
El trueno y la desventura
con magnánimos poderes,
impregnaron sus saberes,
con soberbia cobertura.
Vigor y musculatura
juntos en fornido brazo,
otorgan furia, porrazo,
elevando su estatura.

IV
Un bloque que gemebundo
creía ser contendiente
y por ser desobediente
allí quedó moribundo.
Agrietado e infecundo
por aquel mazo guerrero,
es hijo del viejo herrero,
morador del petromundo.

V
Con sobrio temperamento
escaló cada pendiente,
que ni broza ni serpiente
pudo frenar su implemento.
Enérgico aditamento
que no conoce pesares,
entre densos avatares
hace eterno su momento.

VI
Tu portenta anatomía
la que jamás se deprime,
compañera sublime,
tenaz y fiel guerrera mía.
Tu viril fisionomía
hace vibrar el acero,
golpeándolo con esmero
y tenaz autonomía.

Acero y Miel

Por: Wilmer Pérez Gil
Revisión: Nelson Estrada Núñez

A la mujer geocientista, desde el corazón...

I
Flor revestida de acero
portando su casco y botas,
llevando las manos rotas
bajo el sol o el aguacero.

II
Adamantina, de frente
fémina con fuerza lítica
tan dulce, bella y granítica
en su alma, cuerpo y mente.

III
No teme a las duras rocas
trae curtida su piel,
hermosa mujer de miel
como se conocen pocas.

IV
Cabellera desplegada
y corazón sobrehumano,
con firme martillo en mano,
tan sublime y abnegada.

En esta ocasión hemos jugado con la herramienta "Imagen creator" del nuevo Bing Chat (de Microsoft), el cual usa la tecnología de Inteligencia Artificial (IA) de DALL-E, para crear cuatro imágenes a partir de la fusión de dos conceptos distintos: (1) algún aspecto dentro de la geología y, éste, dibujado bajo (2) el estilo de un(a) pintora/o. Para lo lograr el experimento anteriormente descrito, le hemos pedido a los editores de la RMG que nos dieran el nombre de su pintor(a) favorita/o, y a partir de esto y un poco de imaginación geológica hemos llegado a lo siguiente...

Un geólogo-búho modelando un yacimiento
al estilo de **Remedios Varo**.



Una secuencia de arco magmático
al estilo de **Leonora Carrington**.



Una secuencia ofiolítica
al estilo de **Vicent van Gogh**.



Dos geólogos trabajando al atardecer
al estilo de **Saturnino Herrán**.



Y tú, ¿qué opinas de la generación de imágenes a través de la IA...?



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. Si deseas comunicarte con el Artista. If you wish to contact the Artist: wilmerperezgil5@gmail.com

The Atacama Desert, Chile.

The Atacama Desert is a conflicted prospect—unflinchingly flat in parts, yet fringed by the last, westernmost outliers of the Andes; a 49,000-square-mile (78,850 square kilometer) pocket that sits at an elevation of 7,900 feet (2,408 meters) yet manages to be one of the most persistently dry corners of the planet (receiving only 15 millimeters of rainfall a year), an inhospitable context for human life that's sustained busy settlements for millennia—barren and yet beautiful.

<https://www.racingtheplanet.com/atacamacrossing/2019/story/the-geological-wonders-of-atacama>

<https://ecophiles.com/2016/08/01/7-natural-wonders-chile-atacama-desert/>

<https://www.nationalgeographic.com/travel/article/atacama-desert-volcano-salt-flat-stargazing>

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

<https://www.britannica.com/place/Atacama-Desert>

<https://www.nationalgeographic.com/travel/article/explore-chile-atacama-desert-stargazing>

<https://www.lonelyplanet.com/articles/first-time-in-atacama-desert>

<https://www.audleytravel.com/chile/places-to-go/the-atacama-desert>

<https://www.youtube.com/watch?v=o1gV2D0zBVs>

<https://www.youtube.com/watch?v=hESQ4ppRqjs>

Compilado por Nimio Tristán,
Geólogo,
Houston, Texas



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/>

Instituto Nacional de Geoquímica (México). <https://www.inageq.com/>



Asociación de Geólogos y Geofísicos Españoles del Petróleo

<https://aggep.org/>



Geología Médica

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



Sociedad Geológica de España

<https://sociedadgeologica.org/>



Sociedad Cubana de Geología

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



GeoLatinas

<https://geolatinas.org/>



Sociedad Dominicana de Geología

<http://sodogeo.org/>

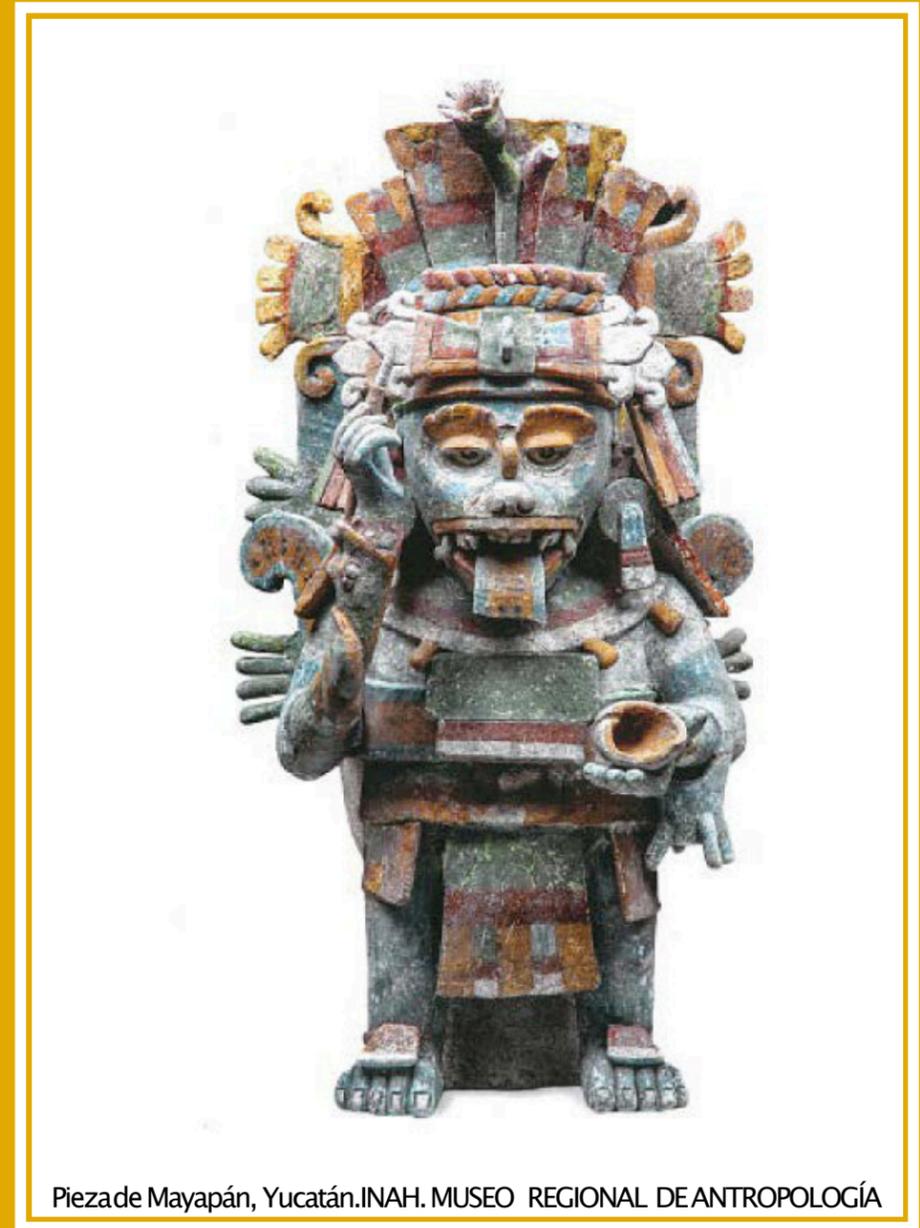


Universidad Tecnológica del Cibao Oriental, República Dominicana

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



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



Piezade Mayapán, Yucatán. INAH. MUSEO REGIONAL DE ANTROPOLOGÍA

¿QUIERES COLABORAR CON NOSOTROS?

ENVÍANOS UN CORREO A:

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