

**ABRIL  
2024**



# **MAYA**

**REVISTA DE GEOCIENCIAS**





ABRIL  
2024



# MAYA

## REVISTA DE GEOCIENCIAS

**Revista Maya:** Revista Maya de Geociencias que (RMG) nace del entusiasmo de profesionistas con la inquietud de difundir conocimientos relacionados con la academia, investigación, la exploración petrolera y Ciencias de la Tierra en general.

El objetivo principal de la revista es proporcionar un espacio a todos aquellos jóvenes profesionistas que deseen dar a conocer sus publicaciones. Los fundadores de la revista son *Luis Angel Valencia Flores, Bernardo García Amador y Claudio Bartolini.*

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

La Revista tendrá una publicación mensual, por medio de un archivo PDF, el cuál será distribuido por correo electrónico y compartido en las redes sociales. Esta revista digital no tiene fines de lucro. La RMG es internacional y bilingüe. Si 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:** This is a view west across Lago Nordenskjöld to northwest-dipping turbidite beds of the Upper Cretaceous Cerro Toro Fm. In the background are the towering spires of the Cuernos del Paine. The light-colored unit is a granite laccolith; the dark unit above and below it is Cerro Toro Formation, Torres del Paine National Park, Chile. Photo by **Dr. Gary Prost.**

**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 difusión y  
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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](mailto:bartolini.claudio@gmail.com)



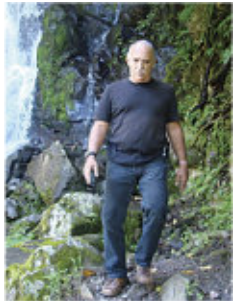
# COLABORADORES



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

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

[soaortuno@gmail.com](mailto:soaortuno@gmail.com)



**Ing. Humberto Álvarez Sánchez.** Más de 5 décadas dedicadas a la geología de Cuba occidental y central. Cartógrafo en los macizos metamórficos y ofiolíticos de Cuba central y editor cubano de la Expedición checoslovaca Escambray II. Autor/coautor de 23 unidades del Léxico Estratigráfico de Cuba y miembro de las subcomisiones del Jurásico, Cretácico y Paleógeno de la Comisión del Léxico. Es el descubridor del mayor depósito cubano de fosforitas marinas. Gerente de Operaciones de Geotec, S.A.; dirigió exploraciones de Cu y Au en la Cordillera Central de Panamá y Perú para Juniors canadienses. Country Manager de Big Pony Gold de Utah y Geólogo Senior de Gold Standard Brasil, exploró prospectos de oro en el basamento cristalino de Uruguay y en los Estados de Santa Catarina y Mato

Grosso del Norte. El Ministro de Comercio e Industrias lo nombró Miembro de la Comisión "Ad Honorem" del Plan Maestro de Minería de Panamá. El Banco Interamericano de Desarrollo le encargó de redactar el Proyecto de Geología y Minería y parte de su Misión Especial para su entrega al Gobierno panameño. Anterior Miembro del Consejo Científico de GWL de la Federación Rusa y Representante del BGS en América central. Director de Miramar Mining Panamá y Minera Santeña, S. A., reside en Panamá y redacta obras sobre geología de Cuba y Panamá. En el repositorio Academia.edu, se encuentran 22 artículos suyos.

[geodoxo@gmail.com](mailto:geodoxo@gmail.com)



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

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

[r.lopez.jimenez00@aberdeen.ac.uk](mailto:r.lopez.jimenez00@aberdeen.ac.uk)



**Marisol Polet Pinzon Sotelo.** Ingeniera Geóloga egresada de la Universidad Autónoma de Guerrero y Maestra en Ciencias Geológicas por la Universidad Autónoma de Nuevo León; ha colaborado en proyectos de investigación en el noroeste de México; cuenta con 9 años de experiencia en exploración de hidrocarburos en PEMEX Exploración y Producción. Se ha desarrollado

en el modelado de sistemas petroleros y estudios de Plays en Proyectos de aguas ultra profundas, profundas y someras en el norte del Golfo de México. Actualmente pertenece al Activo de Exploración Marina Norte de la Subdirección de Exploración.

[poletpinzon@gmail.com](mailto:poletpinzon@gmail.com)



**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

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 sismológica del siglo XX; a la historia del pensamiento sismológico 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](mailto:rodriguez.arteaga@gmail.com)



**María Guadalupe Cordero Palacios** es candidata para obtener el grado de maestra en ingeniería por la UNAM, geocientífica entusiasta por la divulgación en México. Se ha desempeñado como geocientífica en el área de exploración de recursos naturales en las empresas Fresnillo PLC, SGM y ha colaborado

con la Universidad Complutense de Madrid. Su principal gusto en las geociencias se centra en la geología estructural.

[lup@comunidad.unam.mx](mailto:lup@comunidad.unam.mx)



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

proyectos de geología sobre EEUU, México, Centroamérica y el Caribe para estas empresas. Durante 2018, Jon fundó la empresa Teyra GeoConsulting LLC ([www.teyrageo.com](http://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](mailto:jonblickwede@gmail.com)



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

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

[ensilvacruz@gmail.com](mailto:ensilvacruz@gmail.com)



**Laura Itzel González León / Ingeniera geóloga ambiental**

Profesionista inclinada a la Geología aplicada a obras de ingeniería civil y a riesgos geológicos desencadenados por fenómenos antrópicos y naturales. Experiencia en

levantamientos geológico-estructurales, logeo geológico, instrumentación geotécnica, cartografía de riesgos, supervisión de perforaciones y difusión de geopatrimonio.

[gleon.laura@gmail.com](mailto:gleon.laura@gmail.com)



**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](mailto: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](mailto:diegogabriel807@gmail.com)

## Nuevo Canal Youtube de la Revista Maya de Geociencias

Es un gran placer informarles que hemos establecido 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,

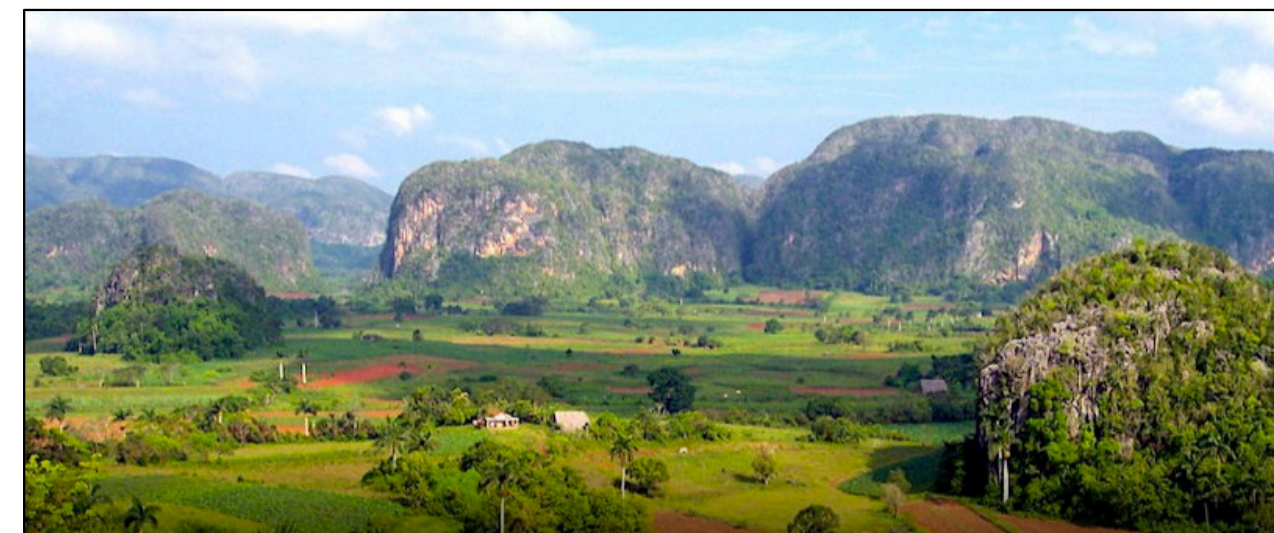
Te invitamos a que visites la página web de nuestra Revista Maya de Geociencias, donde podrán encontrar (en formato PDF), todas las revistas que hemos publicado hasta ahora, mismas que pueden descargar de la página. También estaremos incluyendo información adicional que sea de utilidad para nuestras 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

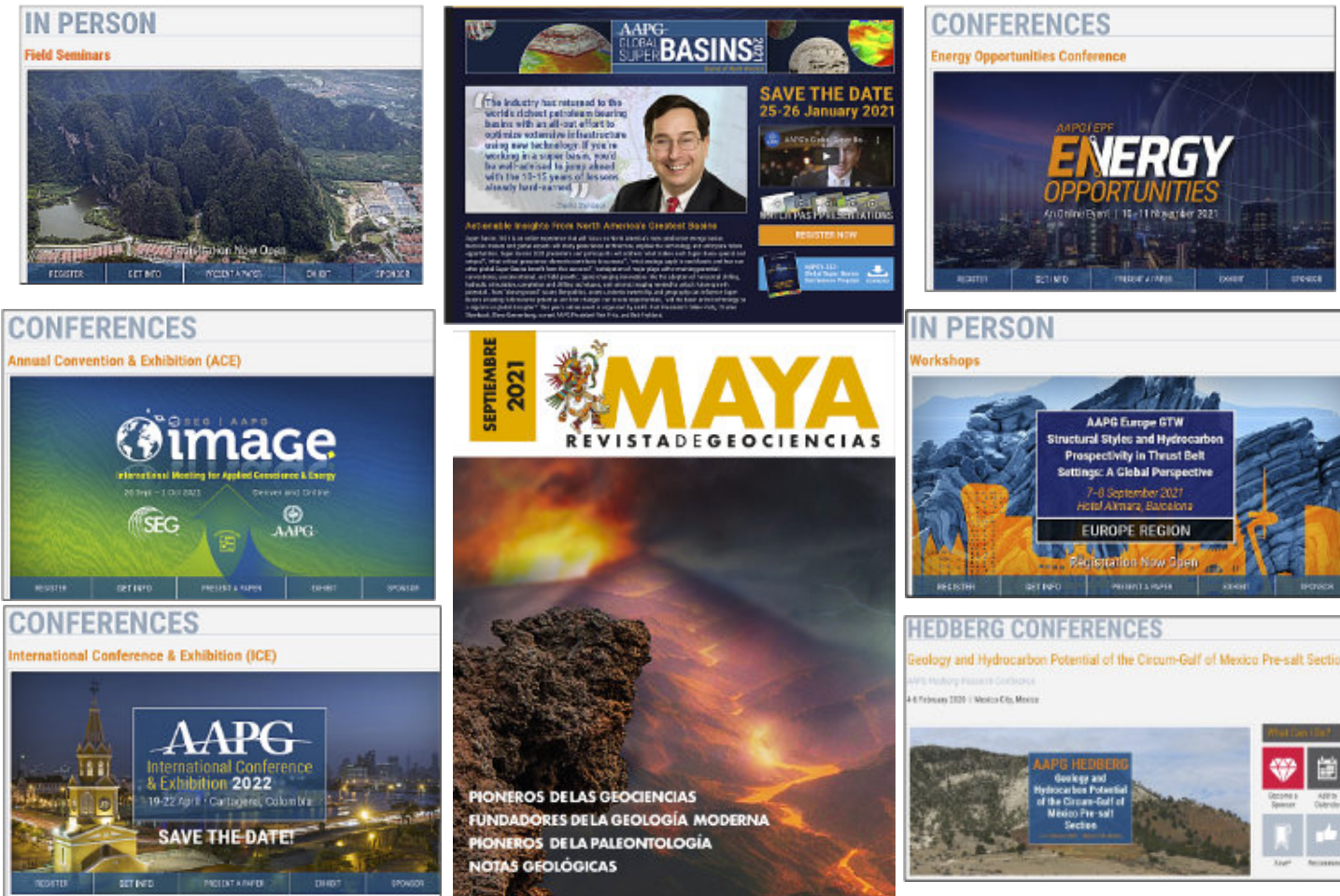
Geological notes: a maximum of 10 pages



# Lazos de colaboración y amistad con la AAPG

# CONTENIDO

**ABRIL  
2024**



Semblanzas.....	<a href="#">12</a>
Resúmenes de tesis y publicaciones.....	<a href="#">19</a>
Los libros recomendados.....	<a href="#">26</a>
Temas de interés.....	<a href="#">29</a>
Fotografías de afloramientos/microscopio.....	<a href="#">39</a>
Notas geológicas.....	<a href="#">41</a>
<b>Misceláneos</b>	
Museos de historia natural.....	<a href="#">56</a>
GeoLatinas – GeoSeminarios.....	<a href="#">57</a>
Revista enseñanza y comunicación de las Geociencias.....	<a href="#">59</a>
Explora Expo 2024.....	<a href="#">60</a>
XV Congreos Geológico de Centroamérica.....	<a href="#">61</a>
La casa de los arrecifes.....	<a href="#">64</a>
Caverna del Arte.....	<a href="#">65</a>
Geo-caricatura (Wilmer Pérez Gil).....	<a href="#">67</a>
Macedonian green opal.....	<a href="#">68</a>
Asociaciones geológicas hermanas.....	<a href="#">69</a>

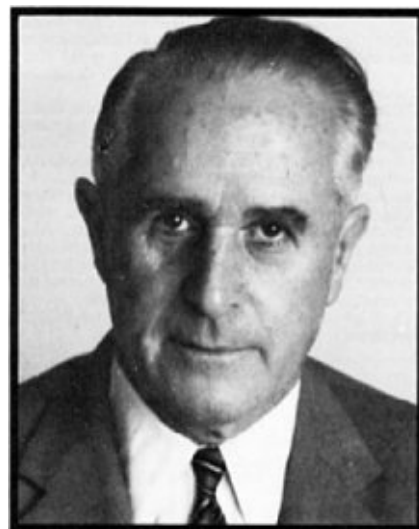


## Horst F.J. Bandat: 1895 - 1982

**Horst F. J. von Bandat** fue un geólogo petrolero húngaro, célebre por su agudo poder de observación y el primero de los muchos magyares que se dedicaron al estudio de la compleja geología cubana. Trabajó dos veces en la isla: la primera en los años treinta, cuando era parte de la empresa mixta La Estrella de Cuba (Shell+Esso) y más tarde, a finales de los años cuarenta, formando parte del formidable equipo de geólogos de Gulf bajo la dirección de Hollis Hedberg. Hedberg dijo de él: "Aquellos que le seguimos en la senda que el abrió, nunca le olvidaremos."<sup>1</sup> Un hombre extremadamente modesto, un pionero e investigador líder de un método internacionalmente reconocido de exploración petrolera – la teledetección.

Nació el 30 de marzo de 1895 en Budapest, Hungría. Era hijo del oficial del ejército austriaco coronel József von Bandat y Anna Eckhard. Al estallar la Primera Guerra Mundial sirvió entre 1914-1918 en el 13° Cuerpo de dragones, alcanzando el grado de teniente. Concluida la guerra, comienza a estudiar geología en la universidad tecnológica "Instituto Peter Pazmany" (hoy Roland Eotvos) de Budapest. Continúa sus estudios de doctorado bajo la tutoría del Profesor de Károly Papp. Defiende su tesis doctoral en 1921 quedándose como profesor asistente del instituto entre 1921 y 1928. Como muchos otros geólogos húngaros comenzó con la estratigrafía del Terciario, en 1928 fue nombrado profesor asistente en tectónica y consultante hasta 1929. Estando en la universidad comienza su carrera como geólogo petrolero en dos cortos contratos con la Royal Dutch Shell Group (Bataafsche Petroleum Maatschappij) en el sur Albania (1924-1925) y en la Galizia polaca y Burgenland (1926 - 1927)

En 1929 se une a la Royal Dutch Shell trabajando en el sur Sumatra (1929-1931), Cuba (1932), Alemania (1932), Célebes occidentales (1933-1935), de nuevo Cuba (1938-1939) y la Nueva Guinea Holandesa (Irian Jaya) (1936-38). En la Shell trabaja como geólogo de campo, luego como geólogo mayor y, finalmente, jefe de geología. A su experiencia inicial en las cuencas sedimentarias europeas comienza a sumar la práctica en Sumatra y las Célebes en estructuras volcánicas. Sus investigaciones en Nueva Guinea occidental para el consorcio Nederlands New Guinea Petroleum Co / Shell-Standard-Pacific fue muy importante para el futuro de la teledetección en el mundo. Estuvo antecedido por la interpretación geológica de fotos aéreas en Borneo en 1936, primera en el mundo.



La expedición en la Nueva Guinea holandesa fue la primera en utilizar la interpretación de la fotografía aérea en una amplia área con coherencia. Unos 100 000 km cuadrados (aproximadamente el área de Cuba o Hungría) fueron cartografiados en un periodo de 3 años con una interpretación preliminar de perfiles regionales a lo largo de impenetrables áreas de pluvisilva tropical. Fue un éxito notorio para von Bandat y su colega holandés Norman E. Weisbord (quien venía de trabajar en Cuba con Atlantic Refining). Ellos reconocieron muchas estructuras petroleras utilizando el análisis de los echados? tomados con las fotos aéreas.<sup>2</sup>

Von Bandat llegó por primera vez a Cuba en julio 1932 para una breve estancia con la compañía petrolera Estrella de Cuba (empresa mixta Shell / Standard Oil de New Jersey). El proyecto exploratorio en Cuba comenzó con un reconocimiento geológico de la isla que duró diez meses. Este estudio, bajo la dirección de H.J. Tschopp tuvo la participación de Von Bandat y F. Spaenhauer, contó con la asesoría de Louis Rutten, profesor de la Universidad de Utrecht, y de los geólogos de la Esso. El grupo llegó a la conclusión de que la serie de calizas Aptychus del Jurásico Superior-Cretácico Inferior (secuencias de calizas de aguas profundas del margen continental norteamericano) constituían la principal roca madre para petróleo y que, además, tenían un gran potencial. Se explicaban los fracasos previos porque toda la perforación previa se había realizado en estructuras intensamente plegadas y fracturadas donde las filtraciones son abundantes y a la

ausencia de sello. Este estudio señalaba que los mejores prospectos pudieran estar en las cuencas del Terciario de la mitad sur de Cuba como las de Ariguanabo, Colón, Morón y Cauto.

La compañía Estrella de Cuba S.A. solicita a Petty Geophysical Engineering Company la ejecución de la primera campaña de trabajos sísmicos en Cuba, al suroeste de La Habana. La adquisición se extendió por varios meses hasta mayo de 1936 arrojando la presencia de una estructura anticlinal. En 1937 se decide la perforación de dos pozos. Von Bandat viene a Cuba para la perforación del primero denominado Ariguanabo 1 que comienza su perforación a finales de 1938 y concluye en marzo de 1939 a la profundidad de 1607 metros. El pozo Ariguanabo 2 comienza a perforarse en junio de 1939 y concluye el 30 de noviembre del propio año, siendo el pozo más profundo de Cuba, con una profundidad total de 3 068 metros. Los dos pozos Ariguanabo 1 y 2, concluyen en rocas ígneas. Horst E. Von Bandat, autor del programa de exploración, estuvo a pie de pozo. El apoyo paleontológico y estratigráfico de laboratorio estuvo a cargo de R. H. Baggelaar y F. Spaenhauer.

En 1938 los trabajos sísmicos se mueven hacia la cuenca Mercedes (sur de la provincia de Matanzas) con la ejecución de algunas líneas de refracción. Entre el 3 de marzo y el 8 de agosto de 1939 se perfora el pozo Mercedes 1 en una estructura delineada por la cartografía

No está muy claro como **Jessie von Bandat** llegó a Budapest a principios de la Segunda Guerra Mundial. Había nacido en 1914 en Baquio, Islas Filipinas. Su madre, una japonesa dueña de una fábrica de tabacos y su padre un oficial del ejército de los Estados Unidos quien le dio la ciudadanía norteamericana. Junto a su hermana fue enviada a China a estudiar en una escuela jesuita, donde aprendió japonés, inglés y chino. Conoce a Horst y se casan en 1941 y a partir de entonces fue su compañera fiel y cuidadora hasta su deceso. Luego de la guerra Horst y Jessie deciden emigrar a los Estados Unidos.

A su llegada a los EEUU en 1947 fue contratado por Gulf Oil Corporation, donde continúa su trabajo como interpretador de fotos aéreas hasta que se retira en 1956. Realizó interpretación de fotografías aéreas en África y Medio Oriente (Arabia Saudita, Kuwait, Irak, Túnez, Libia, Sicilia, Yemen etc.) América Central y del Sur (Honduras Británica, Guatemala, Perú y Bolivia) y en varios lugares de los Estados Unidos. Publicó en 1962 un manual de Aerofoto geología con ejemplos que cubrían el complejo

geológica y la sísmica. El pozo llega a la profundidad de 1224,8 metros encontrando manifestaciones de petróleo en rocas del Oligoceno y Eoceno. Este pozo estuvo bajo la dirección de H. E. Von Bandat y la participación de R. H. Baggelaar. Al propio tiempo, se realiza una campaña de perforación de 25 pozos estructurales con toma continua de núcleos utilizando otro equipo de perforación con capacidad para 310 metros (1000 pies) con el fin de delinear el anticlinal Mercedes. Estos pozos con profundidades que varían entre 129 y 382 metros se perforan entre el primero de abril y el 27 de agosto de 1939.

En 1940 fue enviado de Cuba a trabajar para la Dutch New Guinea. Pero en medio de la II Guerra Mundial, en la que Hungría es aliada de Alemania, tuvo que dejar el servicio por ser ciudadano de un país enemigo, regresando a Hungría. En su país va a trabajar de 1940 a 1946 como consultante del Servicio Geológico Real de Hungría. Von Bandat era considerado para entonces un gran experto en la exploración petrolera y pionero en la introducción de una herramienta revolucionaria - la fotografía aérea, Pero, en su país encontró una visión predominantemente conservadora con una aproximación pura estratigráfica y paleontología de la exploración. Los geólogos húngaros observaban con recelo el nuevo método foto geológico. Trabajó en el grupo en Transilvania (este de Hungría), en Ruthenia y Hungría Occidental.<sup>3</sup>



espectro de diferentes condiciones geológicas, climáticas, petrográficas y ambientales presentes en diferentes partes del globo.

El equipo de la Gulf para los trabajos en Cuba estaba bajo la dirección R.J. Macaulay, jefe de la oficina en la Habana,



con G. W. Hamilton, jefe de Proyecto. Estuvo inicialmente integrado por los geólogos Wim F. Auer, Giovani Flores y S.N. Davies. En 1948 comienzan a trabajar en el proyecto Donald W. Gravell, micropaleontólogo y litólogo, y luego Paul Bronnimann. A partir de 1949 se les unen: Enrique J. Ruiz, Agustín Pyre, Max Littlefield, Guido Calvache y R. E. Westling. Harry Wassall fue contratado para servir de geólogo a pie de pozo en las perforaciones en el mar, y luego se unió a los grupos de reconocimiento geológico de superficie. Se contó con el asesoramiento técnico y científico de los doctores Hollis D. Hedberg y E. Boucher. H. F. Van Bandat realizó buena parte del trabajo de preparación de las cartas fotogeológicas desde 1947 a escala 1:40 000 y 1:100 000.

Después de su retiro de la Gulf en 1956 se convierte en consultante geológico independiente por varios años, aplicando su método para utilizar fotografías aéreas en la

exploración petrolera. En los inicios de la carrera espacial fue consultor de la NASA. Como tal participó en la evaluación geológica de la exploración de recursos y la cartografía con los satélites Landstat y la nave espacial Gemini. Falleció el 9 de diciembre de 1982, en Paramus, Nueva Jersey, EE. UU.<sup>4</sup>

Fue miembro de la Sociedad Geológica de Hungría, la Sociedad Geográfica de Hungría, la Asociación Americana de Geólogos del Petróleo desde 1948 y de la American National Geographic Society. Jessie que sobrevivió a Horst establecido la Fundación Horst von Bandat responsable de una beca Premio a Jóvenes Investigadores. La beca en memoria de Horst y Jessie von Bandat se entrega todos los años a dos estudiantes graduados a través de la AAPG. En las paredes de la sede del Instituto Geológico Estatal de Hungría, un panel de mármol conserva su memoria.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Tibor Czako. Hors F. J. Von Bandat. Memorials AAPG Bull. Dec. 1983 Pag 2261

<sup>2</sup>Horst von Bandat, geólogo húngaro en el oeste de Nueva Guinea. Ed. Hála József, Gábor Vargyas. Con su bibliografía. (Budapest., 1992) Szerk. Hála József, Vargyas Gábor. Múvei bibliográfiájával.

<sup>3</sup>Tibor Czako. 1981. A légifényképezés és földtani alkalmazásának kezdetei Magyarországon. (öldtani Tudománytörténeti Évkönyv.

<sup>4</sup>Viktor Dank: B. H. (Estudios del Museo Geográfico, 1989) B. H. (Földrajzi Múzeumi Tanulmányok, 1989)

<sup>5</sup>József Hála: B. H. (Sala de retratos del Museo Húngaro, Budapest, 2002). (Magyar múzeumi arcképcsarnok. Bp., 2002).



**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](mailto:tenreiro2015@gmail.com)

## JOSÉ ROYO Y GÓMEZ, 1985-1961 EN VENEZUELA Y SU CORRESPONDENCIA

**Jose Antonio Rodriguez**  
Colaborador de la Revista

Poco más de medio centenar de cartas, dirige José Royo y Gómez a Vicente Sos Baynat escritas entre Colombia y Venezuela una vez terminada la Guerra Civil Española, el 1° de abril de 1939.

2 años antes ya avanzado el año 37', son conocidas las primeras misivas enviadas por el primero y recibidas por Vicente Sos el cual se encontraba en España en obligado exilio. Ellas se harán públicas, muy probablemente hacia 1984.

Las primeras cartas de Don José en su estadía colombiana – año 47 – estarán firmadas por Inocenta, su esposa muy probablemente ante la natural desconfianza que Royo podía tener ante una posible persecución de la facción franquista, victoriosa en la contienda española.

Los fragmentos escogidos de estas cartas caraqueñas se inician a partir del año 51', y constituyen material de obligada lectura y comprensión. Su deseo de conocer sobre su amigo y colega Sos Baynat y hacerle saber de su actividad en Venezuela lo llevó a ello. Todo el material mencionado ha sido probablemente conservado y puesto en repositorios *ad hoc* en el museo de su ciudad natal, Castellón de la Plana, Valencia y pertenecen a la Sociedad Castellonense de Cultura (SCC) del que no se ha podido manejar mayor dato.

Royo tras su exilio en tierras suramericanas – Colombia y Venezuela – mantuvo regular intercambio epistolar con Don Vicente, aun considerando las distancias que los separaban y la situación país que confrontaba la España franquista, hasta el fallecimiento del primero en Caracas el 30 de diciembre de 1961 y del cual su amigo y colega fue puesto al tanto de ello en una única carta enviada por su viuda, Inocenta.

Son en total 18 extractos entresacados de las cartas originales enviadas por Royo a su coterráneo, fechadas en Caracas entre 1951 y 1961, inclusive.

### INTRODUCCIÓN

El presente ensayo aparecido en *Monografies*, título primigenio de uno de los textos empleados en este trabajo y editado por el *Consell Valencia Cultura* en 2004 procede originalmente de un artículo cuyo original es del *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura*, tomo 43, enero-marzo, 1984. elaborado por Don Vicente Sos, geólogo y paleontólogo desconocido en Venezuela y profesional en las mismas áreas de las geociencias que practicara Royo. Las cartas no solo gozan de un intercambio entre colegas de la misma área, Soys y Royo eran muy amigos y de allí tal correspondencia en que compartieron de temas técnicos y asuntos personales.

Recientemente, se han podido localizar algunos trabajos en formato digital dedicados al protagonista y que intentan complementar este breve estudio. La documentación original proviene mayoritariamente de España donde junto a Colombia y Venezuela, Royo es calificado como uno de los más prolíficos paleontólogos, de vertebrados que han trabajado en beneficio de la

ciencia, sin excluir otros personajes. No se ha podido hallar algún artículo venezolano diferente al de su actividad docente, ya autor ya coautor, teniendo mucho que buscar, estudiar y discernir de sus múltiples facetas geocientíficas.

Royo no ha perdido vigencia. Es necesario considerar una revisión crítica de su obra y sus productos, así como trabajar en el arreglo de sus colecciones nacionales ubicadas en la Universidad Central de Venezuela que permitan mostrar con nueva óptica y perspectiva su obra entera. Es menester señalar que algunos trabajos actuales han tenido y tienen seguidores “UCVistas” que en 2 oportunidades han abordado la reclasificación de toda su colección.

Cronológicamente que conozcamos, al final de los años 90' hubo un intento, pero por falta de financiamiento no pudo hacerse realidad. Recientemente, tras una veintena de años de iniciarse el siglo XXI y con una labor de *largo aliento en años/hombre* se ha renovado el proyecto reclasificador y ordenador de sus colecciones esencialmente dispuestas en algunas aulas de la actual Escuela de Geología, Minas y Geofísica, EGMyG. Colecciones de referencia mineralógica; de rocas ígneas y metamórficas; de material variopinto que ocupa el espacio en las vitrinas de exhibición se encuentran en pleno proceso de trabajo.

El repositorio de micro y microfósiles ubicado en el *Laboratorio de Micropaleontología*, esquina noroeste del edificio de Geología y Petróleo de la UCV, igualmente ha de ser limpiado, reordenado y reclasificado. Tal situación procurará en el plan de propuesto, nuevos o “*reparados espacios de almacenamiento y custodia*”, unido al uso de tecnología de avanzada; su correspondiente inventario digital permitirá convertir el recinto museológico en más que una exhibición de minerales y fósiles (S. Grande, *com. pers.*, 2024).

### BREVÍSIMA SÍNTESIS BIOGRÁFICA INICIAL DEL GEOCIENTISTA ESPAÑOL

Las actividades universitarias que realizaría José Royo recién egresado de sus estudios básicos, pueden ser distribuidos sobre la base de la geología sus temas conexos y la paleontología, actividades que realizaría entre 1912 y 1916 en España y de la cual egresaría como individuo graduado de la Universidad de Madrid y del Museo de Ciencias Naturales, realizando amplios recorridos de postgrado por varias ciudades de Europa. En el caso de Sos Baynat, éste se interesó en varios temas con un tronco común en ambos: la mineralogía y la paleontología (García Ribera, 1984: 13).

### LOS AÑOS DE LA TURBULENCIA Y LA REPRESIÓN

A la cotidianidad de ambos llegará la Guerra Civil a la que se unirán imprevisibles hechos pero que aún con ellos, la recolección de muestras mineralógicas y fosilíferas no dejaron de practicarse aún con las dificultades del caso, entre ellas las mudanzas de cada uno. Royo y Sos Baynat nacidos el mismo año y con diferencia de meses, eran hombres de izquierda – republicanos –; francmasones inscritos y activos en dicha sociedad secreta en sus orígenes. Ello les traerá especiales sinsabores a los que se les unirán en contra, un viaje científico a URSS empleado



en contra de Royo y Gómez con represalias técnico-científicas, máxime que éste era jefe-delegado por España y cuyo aspecto es discutido entre otros por: Montero, 2004; Acosta Rizo, 2009 y Rodríguez, 2022: 15-16.

Tras el acoso y las persecuciones de las que fue objeto en la Guerra Civil, el Juzgado para la *Represión de la Masonería y el Comunismo en España*, falla en contra de Royo y Gómez y este es condenado a 20 años y 1 día con la inclusión de castigos accesorios: inhabilitación para ejercer cargos públicos e incautación de sus bienes. No tuvo el franquismo la posibilidad de aplicar condena, pues toda la familia había logrado previamente cruzar los límites con Francia y tras una breve estadía de 3 meses en Tolosa, parte a Colombia, su primera estancia suramericana hasta el 39'.

### Entre Bogotá y Caracas

En el país neogranadino Royo arribará con una obra ya iniciada y en proceso de arreglo y distribución para la continuación de su montaje y exhibición. Ello servirá de elemento orientador de su actividad neogranadina, dando cuerpo a lo que fue una realidad: su segundo Museo Geológico, en la ciudad de Bogotá.

Años más tarde y luego de su mudanza a Caracas en 1951 recolectaría, clasificaría y prepararía material para exhibir en un tercer Museo instalado en los espacios de la Escuela de Geología, Minas y Metalurgia – ahora Geofísica – de la Universidad Central de Venezuela, Caracas.

Si bien en muchos centros de enseñanza se dicta como asignatura *Geología Histórica*, a la fecha desconocemos si haya dictado como asignatura *Historia de la Geología*. Huelga decir que la misma ha sido y es elaborada por quienes han actuado en ella como sus protagonistas. En consecuencia, empleemos como parte de esa *historia geológica venezolana*, el epistolario de Royo y Gómez.

### MASONERÍA Y POLÍTICA REPUBLICANA EN ROYO Y GÓMEZ: DE ESPAÑA A VENEZUELA

Belinchón (2021: 9) cita una particular frase en un artículo de su autoría que data de 3 años atrás y que demanda ser investigado en forma exhaustiva entre quienes han escrito e interpretado la personalidad de Royo, (dixit): «*siempre estubo orgulloso de su militancia política y masónica. Durante su exilio siguió luchando por la legitimidad republicana y ocupando importantes cargos en las logias de Bogotá y Caracas*». Ello ha ameritado necesarias consultas y lo acá señalado difiere del original:

... «mantuvo su filosofía de izquierdas y su simpatía con las ideas liberales» referido a Colombia. Políticamente, Royo y Gómez no ejerció actividad política alguna (Acosta Rizo, 2009:113). Su única vinculación con las ideas republicanas fueron la correspondencia y las publicaciones que intercambió con colegas de la Sociedad Nacional de Cooperación con el Extranjero denominado *a posteriori* Centro Ruso de Cooperación Internacional, Cultural y Tecno-científica cuya constitución aparece publicada en los diarios *El Espectador*, *El Tiempo* y *El Liberal* de los días 10, 11 y 12 de abril de 1945 (Acosta Rizo, 2009:116).

En procura de certezas con Venezuela sobre la expresión de Belinchón (2021), se solicitó una muy acertada opinión que a continuación se cita: «... conocí a José Royo y Gómez porque me dio clases de Geología Física y Mineralogía por

2 años... [y] jamás escuché de él una opinión política o de cualquier índole. Ni en favor ni en contra...». En algún tiempo Royo y Clemente González de Juana, el primero republicano y el segundo franquista ocuparon posiciones contiguas en sus oficinas universitarias y nunca se les vio antagonismo alguno. Igual consideración se dio con su alumnado (W. Scherer, *com. pers.* 2024). No obstante los difíciles años de la universidad de los años 50' en que la Junta Militar de Gobierno, en especial entre 1951 y 1952 avanzó en los planes de control del claustro.

Como hermano masón, José Royo y Gómez fue un individuo muy activo – conocido como *Nakens*, a título de nombre simbólico – perteneció a las logias de Madrid: *Osiris número 10, Mare Nostrum número 11 con registros de "trabajos masónicos" que datan hasta 1928 en la primera de las mencionadas y hasta 1936, en la segunda*, además de ello perteneció a logias de Valencia y Barcelona respectivamente, agrupadas todas bajo la Gran Logia Regional del Centro.

¿Comulgaría ello con su anticlericalismo y su actuación rebelde de la que se ha escrito de sus tiempos en España?, queda por averiguar y estudiarse. Bien es sabido que el régimen franquista "secuestraba" registros, ubicaba y detenía masones para luego destruir archivos.

No han sido conseguido datos colombianos que señalen una vinculación masónica, y menos en ejercicio de importantes cargos. En Venezuela a comienzos de la época, «*las logias masónicas protegían al hermano masón venido a país, siendo tradición de ellos velar y cuidar de éste manteniéndolo oculto; solo se hablaba de su persona y actividades una vez fallecido – pasado al Oriente eterno – [dixit]»* (Miguel Urbina, *com. pers.* 2024). Salvo datos aún desconocidos, otro presunto e importante cargo como el señalado en Colombia y en la masonería criolla, aparentemente tampoco lo tuvo.

### EPISTOLARIO DE ROYO DESDE VENEZUELA Y BREVES COMENTARIOS

Se adjuntan fragmentos originales del epistolario cuyo receptor fue Vicente Sos quien fuera reuniendo al recibir de manos del autor, correspondencia sobre su personal experiencia en las actividades que ejecutó en Venezuela. No se dispone de ninguna de las cartas completas, mas algunos de los fragmentos han sido adaptados *ad libitum*. Esencialmente están referidos a la geología y la paleontología nacional hecha en campo, a excursiones realizadas, a sus clases universitarias, todo ello escrito más que al amigo, a un hermano.

La correspondencia toda está ubicada en la ciudad capital, Caracas. Por otra parte, en alguno de los fragmentos aquí acotados, se ha incluido una aclaratoria en un intento de complementar las ideas escritas. He aquí las mismas:

**25 de diciembre de 1951.** Royo tiene en preparación para desarrollar un Curso de Geología en la Escuela Normal Superior y a la vez explica el proyecto de un gran *Museo a la manera de Bogotá*, contando con el presunto entusiasmo de las empresas petroleras, que son muy ricas...*pero aquí las cosas van muy despacio.*

**13 de junio de 1952.** Es encargado de ordenar las colecciones de la Escuela de Geología que pueden ser la base para formar otro Museo como el que dejó en Colombia. Narra que está propuesto para profesor de

Geología del *Instituto de Pedagogía* (Actual Instituto Pedagógico de Caracas, IPC) y también para dictar Mineralogía y Geología de la Escuela Industrial orientadas las clases al tema petrolero.

**26 de julio de 1952.** Dice preparar una excursión en camioneta cercana a 25 días de duración por todo el occidente del país, en compañía de Pablo Vila geógrafo catalán y *...docente del Instituto Nacional de Pedagogía*, actual IPC con 2 de sus ayudantes. No menciona nombres.

**30 de noviembre de 1952.** Habla (sin explicar de que asignatura o asignaturas) de sus clases en el Instituto Nacional de Pedagogía y en la Universidad. En agosto realiza una excursión por gran parte del país, realizada con la Comisión de la Nueva Geografía de Venezuela cuyo jefe es Pablo Vila y uno de sus colaboradores venezolanos, (sin mencionar quién). Royo recogió unos 40 kgs. de muestras de rocas, minerales y fósiles que ahora tiene en estudio. Hizo 700 fotos en negro [B&N], y unas 400 en color para proyectar (hemos de suponer que con material de diapositivas de la época eran "impresas" en láminas delgadas de cristal de 10 x 8,2 cm aproximadamente). *A posteriori* realiza otra excursión de 3 días por la región oriental (haciendo una atinada reflexión): «*porque voy conociendo la geología y la geografía del país y recogiendo materiales*».

**25 de marzo, 1953.** Le envía a Sos Baynat una enciclopedia: *Valores Humanos de Venezuela, Panamá y Colombia*, volumen donde figura José Royo y Gómez y sus trabajos científicos dicho libro, probablemente en versión digital actual o ya desaparecido no ha podido ser encontrado en la Internet. -N/A-).

**22 de abril, 1953.** Ha vuelto a salir con Pablo Vila, por el estado del sur y del sureste, regiones poco conocidas geológicamente, aunque de mucho interés. Ha estado en los Andes en donde ha podido fijar hasta 4 glaciaciones, cosa que no se ha hecho hasta ahora. Próximamente saldrá con otros profesores del Instituto Pedagógico y unos alumnos a Puerto Cabello, en excursión de biología marina...Habla de sus clases del Instituto de Pedagogía y en la Universidad (se desconoce el contenido, N/A).

**24 de julio 1953.** Dicta una conferencia en el Lar Gallego sobre el paisaje de Galicia con proyecciones de fotografías propias. Se encuentra en período de exámenes en la Universidad y en el Instituto Pedagógico.

**1° de noviembre 1953.** En un párrafo señala: «*Por parte del último Congreso Geológico Internacional, me han encargado de reunir todos los datos del Léxico Estratigráfico de Colombia y Venezuela para unirlos al volumen dedicado a América Latina que preside el paleontólogo Hoffstetter, francés, amigo mío*» (Se desconoce si el trabajo fue realizado y publicado, N/A).

**11 de enero 1954.** Habla de una excursión larga por la hoya del Lago de Maracaibo y por la Goajira. «Con la excursión última he terminado de recorrer la mitad occidental de Venezuela, de la que conozco también la parte norcentral. Me falta la Oriental y el sur, el Orinoco...». «Los gastos ocasionados fueron pagados a Royo por la Universidad a los profesores el Ministerio de Educación y las compañías de petróleo *Shell* y la *Creole*. *La primera los tuvo de huéspedes y los llevó en avión atravesando el Lago [de] Maracaibo*. Prepara un trabajo para la Convención de AsoVAC. Es miembro de su directiva».

**27 de junio 1954.** En apretada y pequeña letra escribe a Sos ... «ahí voy en persona a saludaros, en compañía parte de mis alumnos de la Universidad y del Instituto Pedagógico, es una excursión geológica de 2 días. Estoy agotado de trabajo, no sé por dónde salir, lo que me falta es tiempo para todo. ¿Te interesaría venir por acá?». (ignoramos si en verdad la pregunta es una leve insinuación de ofrecimiento laboral, o un reflejo personal de su agobio docente, pero es la primera vez que Royo le insinúa a su amigo, su requerimiento de ayuda, N/A).

**27 de diciembre 1954.** En unos párrafos nos invita [a Sos Baynat] a que nos traslademos a Venezuela con él, asegurando que dispone de trabajo en clases universitarias para mí. (no ha sido encontrada respuesta alguna a esta proposición, NA).

**¿? enero de 1956.** Habla de sus clases, excursiones y conferencias. Igualmente, de la Geología que tiene redactada y le falta terminar. Refiere lo atareado que se encuentra con los preparativos del Congreso para el Progreso de las Ciencias (¿AsoVAC ¿) del que es miembro organizador.

**25 de julio 1956.** Menciona Sos que la carta escrita es extensa, refiriendo: ...«Excursión de 12 días por las Guayanas (sic) con los alumnos y varios profesores ... con recogida de gran cantidad de ejemplares y muchas fotografías...exámenes en la Universidad, tareas para el AsoVAC de las Ciencias (sic). Manifiesta a Sos «...continúo considerándome joven...tanto en espíritu, que es lo principal, como físicamente, pues aún voy a la cabeza de los alumnos y tengo que animarlos cuando subimos montañas...» (para la época ya el profesor Royo contaba con 57 años de edad, N/A).

**Caracas 31 de diciembre 1956.** ... «las vacaciones las tengo que emplear en adelantar cosas, como, por ejemplo, ahora acabo de confeccionar una serie de pedidos de material e instrumental para nuestras clases de geología y para el Museo que estoy organizando...Estoy gestionando que todo ello nos lo regalen las 2 compañías de petróleos más importantes de aquí. De una de ellas, la *Shell* tengo la promesa que se encargarán de la mitad. Por ahí tengo que moverme».

**Caracas ¿? diciembre 1958.** Una compañía petrolera [nos] ha regalado un cráneo de gavial Mioceno encontrado por uno de sus geólogos. Con este motivo tendré que desplazarme al lugar del encuentro e iniciar una excavación por cuenta de la Universidad. Ya he estado 5 días seguidos acompañado de personal y se han logrado muy buenas piezas de vértebras miocenas y pleistocenas. Se han llenado 5 grandes cajones de piezas fosilizadas para estudiar. La excavación ha de continuar. (Se desconoce si la Universidad dispone de libretas de campo sobre esta excavación e incluso si las muestras fósiles, forman parte del trabajo de Royo, N/A).

**12 de abril 1959.** En las pasadas vacaciones de Navidad hice una exploración y excavación en el estado Falcón al W del país [resultando] yacimientos de vertebrados fósiles del final del Terciario y del Mioceno. En uno de los últimos niveles el profesor Cruxent (1911-2005) catalán, director del Museo de Ciencias Naturales de aquí, encontró unas piezas utilizadas por el hombre, lo que motivó que volviera por allí... «esto es uno de los grandes hallazgos, pues juntamente con los extinguidos del Pleistoceno (mastodonte, megaterio, macrauchenia, gliptodon, etc.) aparece el hombre, lo que indica una mayor antigüedad



del *hombre americano* de lo que se creía, confirmando de lo que se deduce de otros hallazgos, de otros puntos fuera de Venezuela, casi al mismo tiempo que aquí...y ahora viene la preparación en el laboratorio, lo que me llevará bastante tiempo y sin más ayudante que una joven húngara, excelente persona, mineralogista...» (Se trata de un error, la joven, Nada Vunjak Bobinac (1922-1966) profesora de Mineralogía de la UCV, era natural de Yugoslavia y no de Hungría tal como señala la fracción de carta citada) (consúltese a Urbani, 2023: 80-81).

**14 de junio 1959.** ...Los hallazgos de la fauna fósil del esto Falcón, localidad Muaco, fueron llevados a la Universidad Central. Restos de mastodontes gigantes, megaterios, etc., que seguramente fueron conocidos por el hombre. He presentado un trabajo en la Convención anual de la AsoVAC que título «Características paleontológicas y geología del yacimiento de Muaco, estado Falcón con industria lítica humana». «Se trata de un yacimiento, en un manantial ascendente, con un espesor de sedimentos fangosos, de 2 o 3 metros, donde en la serie natural, se encuentran esqueletos completos por hundirse en el lodo todos los animales, al ir a beber, aparecen abundantes huesos sueltos, sin señal de haber sido rodados, ni rotos por las fieras, sólo rotos en especial, aquellos que tienen tuétano, o cráneos donde estaban los sesos. El profesor Cruxent descubrió en este lugar, cantos y lascas de piedras, indudablemente utilizadas por el hombre para romper los huesos, lo que explica el origen de este yacimiento». (Obtuvieron huesos el doctor Francisco Gutiérrez ¿?, José Royo y Gómez y José María Cruxent, N/A).

**2 de abril, 1961.** (Habla extensamente, señala Sos Baynat, de las extensas tareas del profesor Royo y Gómez en el Museo y la eficacia de su ayudante Nada Vunjak. Prepara trabajos para la próxima convención geológica. Es nombrado socio de honor de AsoVAC. Ha hecho una excursión para conocer las explotaciones de hierro y de diamantes de las Guayanas (con sus alumnos y otros profesores).

En enero de 1962, sin precisar fecha, Vicente Sos Baynat recibe una carta de Inocenta, quien fuese la esposa de Don José Royo y Gómez haciéndolo partícipe de su fallecimiento tras una operación quirúrgica con

complicaciones. Fallecería el 30 de diciembre de 1961 a los 62 años de edad.

Sus restos fueron trasladados a la Universidad Central de Venezuela en donde recibió el testimonio de las autoridades universitarias, profesores y alumnos. Posteriormente a esa fecha, el 9 de abril del año 62 será honrado el museo, otorgándole su nombre: Museo Geológico José Royo y Gómez.

#### BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA RIZO, C. A.** (2009) *La herencia científica del exilio español en América. José Royo y Gómez en el Servicio Geológico Nacional de Colombia*. Trabajo doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Departamento de Filosofía, España, 396 pp. <https://www.tdx.cat/handle/10803/5183/#page=1> [Documento en línea], (febrero 25, 2024).

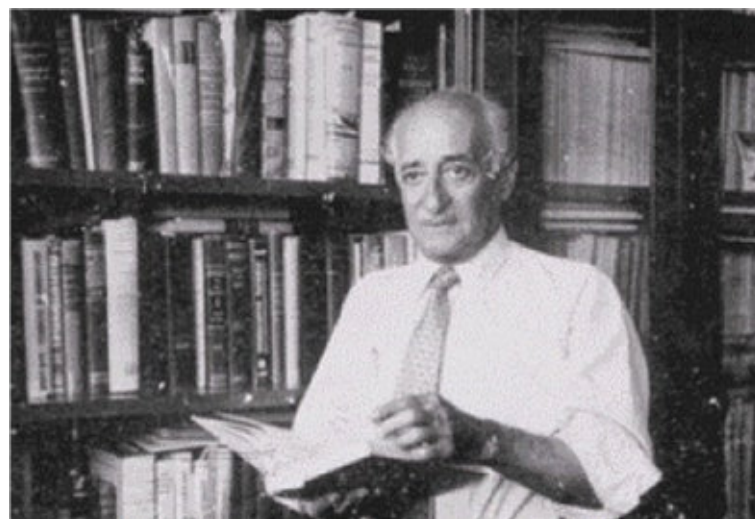
**BELINCHÓN, M.** (2021). *Un científico valenciano en el MNCN*, 12 pp. Revista NaturalMente 22, <https://www.mncn.csic.es/es/Comunicaci%C3%B3N/un-cientifico-valenciano-en-el-mncn>, [Documento en línea], (febrero27, 2024).

**GARCÍA RIVERA, I.** (1984). *Biografía profesional y publicaciones. Vicente Sos Baynat. Curriculum Vitae*. [https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=18opi=89978449&url=https://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/29269&ved=2ahUKewjB3c\\_S8caEAXUfrDABHU8DcvcQFnoEBCIQAQ&usg=AOvVaw0kSnc11EmTNSelWuEvYzM](https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=18opi=89978449&url=https://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/29269&ved=2ahUKewjB3c_S8caEAXUfrDABHU8DcvcQFnoEBCIQAQ&usg=AOvVaw0kSnc11EmTNSelWuEvYzM), [Documento en línea] (febrero, 22, 2024).

**MONTERO, Á.** (2004) *El viaje a Rusia en 1937 de José Royo y Gómez y Vicente Sos Baynat*, 243-251. (DIÉGUEZ, C., PEREJÓN, A. y TRUYOLS, J. (ed.) Homenaje a José y Gómez 1895-1961, *Monografies*, (Consell Valencia de Cultura), Valencia, España, 321 pp.)

**RODRÍGUEZ A. J. A.** (2022) Geología de Venezuela en 34 Personajes. Boletín de Historia de Historia de las Geociencias en Venezuela, (137):1-62. [Documento en línea] (September 29, 2022), versión PDF

**URBANI, F.** (2023). *NADA VUNJAK (1922-1966). Profesora de Mineralogía en la Facultad de Ingeniería, UCV*. Boletín de la Academia Nacional de la Ingeniería y el Hábitat. Caracas, (58): 80 – 87.



Dr. José Royo y Gómez

# PUBLICACIONES

## TESIS & RESÚMENES

**Roberto M. Fustos Toribio**

**Descubrimiento de unidades geometalúrgicas por medio de análisis de conglomerados geoestadístico.**

Universidad de Chile.

Tesis para optar al grado de Doctor en Ingeniería de Minas. 2017.

Sustentante: **Roberto Miguel Fustos Toribio**.

Director de Tesis: *Xavier Emer*.

#### Resumen

El modelamiento geometalúrgico de depósitos minerales está basado en el análisis de variables regionalizadas cuantitativas y cualitativas de origen metalúrgico, geológico u otros relacionados. El objetivo de este modelamiento es identificar y delimitar dominios que particionen el depósito mineral, de tal forma que los datos pertenecientes a un mismo dominio posean características similares. Estos dominios son llamados Unidades Geometalúrgicas (U.G.). Actualmente, las herramientas disponibles para identificar estas unidades no incorporan toda la información disponible, en particular, éstas no consideran la naturaleza de las variables de estudio, las que están distribuidas en el espacio y presentan una estructura de correlación espacial. Se presentaron dos propuestas que buscaron resolver este problema incorporando la distribución espacial de los datos, basándose en el Análisis de Conglomerados Jerárquicos y en la teoría de Mezclas de Distribuciones. Se presentó un marco conceptual que resumió las técnicas utilizadas para la definición de Unidades Geometalúrgicas, mostrando las variantes de cada herramienta y la teoría básica de cada método. Las propuestas se basaron en casos sintéticos que reprodujeran la naturaleza de cada problema y se aplicaron a casos de estudio reales con información geoquímica, metalúrgica y geológica. En los casos de datos simulados (estudios de casos sintéticos), fue posible realizar un análisis de sensibilidad de las propuestas postulando escenarios con diferentes complejidades. En gran parte de las simulaciones las propuestas pudieron descubrir con precisión la distribución de las Unidades Geometalúrgicas. En los casos de estudio reales Minera Escondida y Geoquímica del sector Colchane, las Unidades Geometalúrgicas pudieron ser identificadas y validadas en base a descripciones geológicas de las regiones de interés. Se discutieron las ventajas de las propuestas por sobre los métodos y algoritmos tradicionales, así como diferentes oportunidades de mejoras futuras.

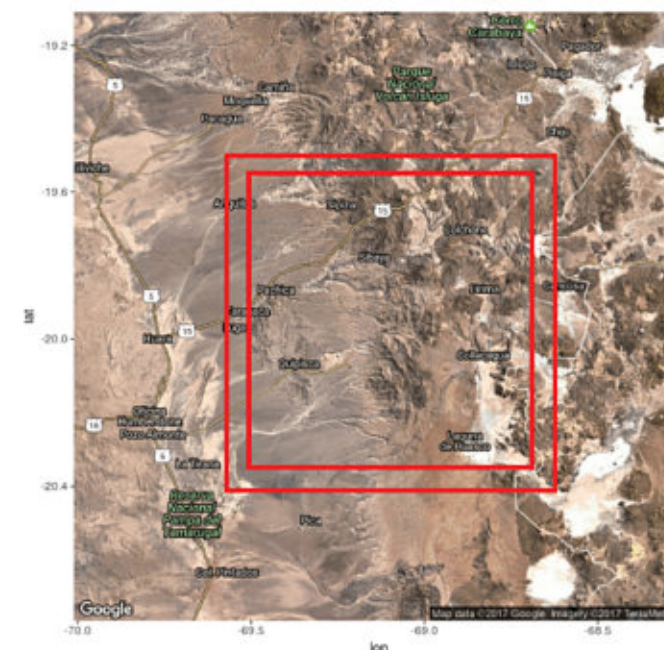


Figura 1.1. Zona de estudio, sector Colchane, I Región de Tarapacá..



## Adaptación de algoritmos de migración de tiempo reverso con mínimos cuadrados aplicados a datos de sismica de reflexión reales

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

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

Sustentante: **Jose Angel Ramirez Najera.**

Directores de Tesis: Dr. Jonás De Dios De Basabe Delgado y Dr. Mario González Escobar.

### Resumen

El desarrollo de técnicas y metodologías para obtener imágenes del interior de la Tierra están teniendo un creciente avance. En particular, la Migración de Tiempo Reverso (RTM) ha mejorado los procesos tradicionales de migración. Por un lado, la aplicación de esta metodología al procesamiento de datos sintéticos arroja resultados precisos, pero por otro lado, la aplicación a los datos obtenidos en campo todavía presenta retos. Si bien las validaciones con modelos sintéticos tienen resultados satisfactorios, la recuperación de los contrastes litológicos utilizando RTM con datos reales sigue en continuo desarrollo. Para que los resultados obtenidos con este tipo de inversión puedan complementar o mejorar las imágenes que se obtienen al aplicar procesos tradicionales de migración deben aplicarse esquemas de minimización de funciones objetivo para reducir la incertidumbre en los resultados. En este trabajo se explica y discute la aplicación de la migración de tiempo reverso y la aplicación del mismo método bajo el esquema de mínimos cuadrados (LSRTM) a datos del perfil sísmico adquirido en Laguna Salada, Baja California, México. Se observa que las imágenes obtenidas con estos métodos tienen similitudes con trabajos anteriores pero ofrecen mejor resolución.

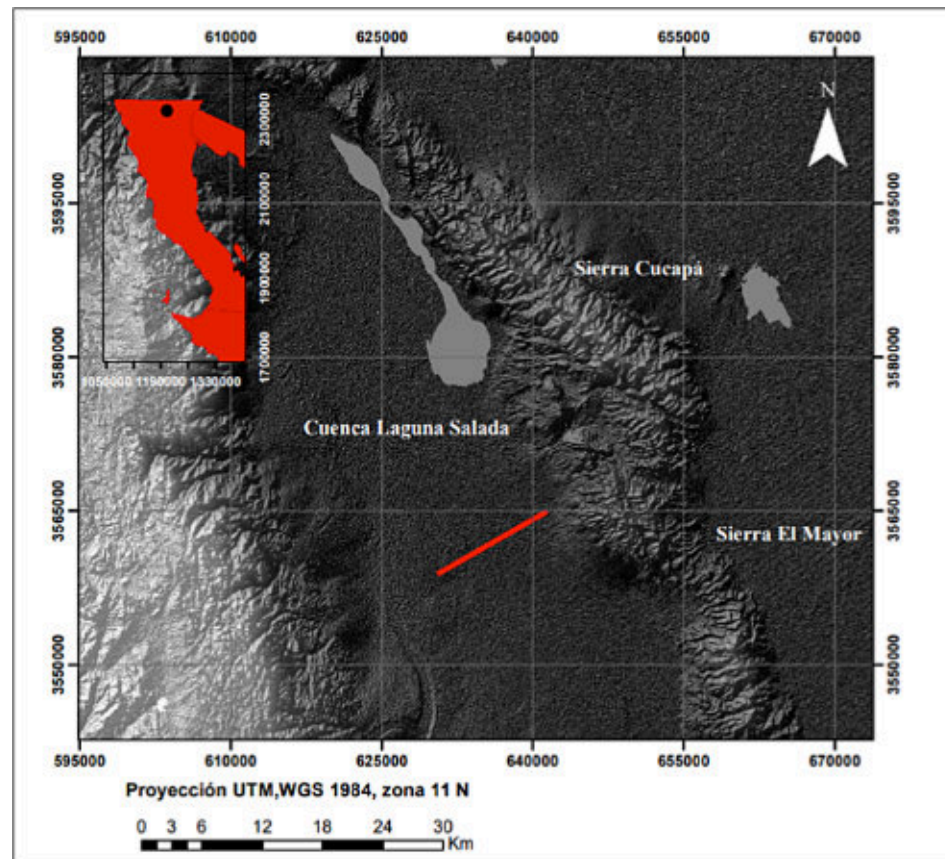


Figura 1.1. Zona de estudio. Perfil 4965 en rojo. DEM, res. 30 m, fuente USGS.

## Escenarios futuros de eventos extremos de precipitación y temperatura en México

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

Tesis para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de Maestro en Ciencias. 2024.

Sustentante: **Ernesto Ramos Esteban.**

Directoras de Tesis: *Dra. María Tereza Cavazos Pérez y Dra. Gabriela Colorado Ruíz.*

### Resumen

La Caldera de Amazcala se localiza a 30 km al NE de la ciudad de Querétaro, México.

Diferentes estudios a escala mundial indican un incremento en frecuencia de eventos climáticos extremos debido al calentamiento global y sugieren que podrían intensificarse en el futuro. El objetivo de este trabajo es analizar los posibles cambios de 12 índices climáticos extremos (ICE) de precipitación y temperatura en 15 regiones de México, el sur de los Estados Unidos y Centroamérica para un período histórico (1981-2010), un futuro cercano (2021-2040), un futuro intermedio (2041-2060) y un futuro lejano (2080-2099). Se utilizó el reanálisis ERA5 como referencia en la evaluación histórica de los modelos climáticos globales (MCG) y para las proyecciones se analizaron los ICE de diez MCG del Proyecto de Intercomparación de Modelos Climáticos, fase 6 (CMIP6), de acuerdo con dos escenarios de Vías Socioeconómicas Compartidas (SSPs), uno de bajas emisiones (SSP2-4.5) y otro de altas emisiones (SSP3-7.0). Los MCG reproducen muy bien los índices extremos de temperatura histórica y los días consecutivos secos, pero subestiman la lluvia promedio y la lluvia extrema en las zonas más lluviosas desde el centro de México hasta Centroamérica. Históricamente, se observaron tendencias positivas de las temperaturas extremas (TXx y TNn) en todas las regiones, pero sólo en algunas regiones fueron significativas, mientras que los índices de lluvia extrema (R95p, R10mm y R20mm) presentaron tendencias negativas, pero pequeñas. Las proyecciones indican que las temperaturas extremas podrían seguir incrementándose en el futuro, desde 2° C hasta 5° C a mitad y final de siglo, respectivamente. La contribución de la precipitación extrema arriba del percentil 95 (R95p) se podría incrementar entre un 10 % y 30 %, especialmente en la región subtropical, mientras que la precipitación podría disminuir en las regiones tropicales. Este estudio es el primero que analiza los cambios futuros de índices extremos del CMIP6 a escala regional (en 15 regiones) de México, el sur de Estados Unidos y Centroamérica.

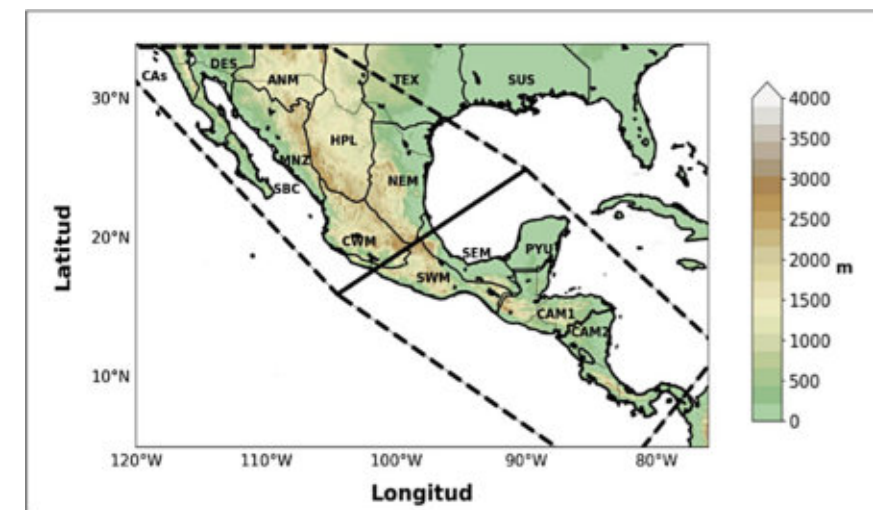


Figura 1.1. Topografía (m) y las 15 regiones climáticas analizadas en esta tesis, identificadas por 3 letras y polígonos irregulares. Sur de Baja California (SBC), el desierto de Sonora (DES), sur de California y noreste de Baja California (CAS), Arizona-Nuevo México (ANM), el núcleo del Monzón de Norteamérica (MNZ), altiplano (HPL), Centro Oeste de México (CWM), Suroeste de México (SWM), Península de Yucatán (PYU), Sureste de México (SEM), Noreste de México (NEM), Texas (TEX), Sur de los Estados Unidos (SUS), y Centroamérica Norte (CAM1) y Centroamérica sur (CAM2). Los dos polígonos con líneas quebradas negras representan las regiones de Norte de Centroamérica (NCA) y Sur de Centroamérica (SCA) del IPCC.



**ESTIMACIÓN DE TASAS DE ASCENSO MAGMÁTICO Y EVALUACIÓN DE PROCESOS MAGMÁTICOS A PARTIR DE BAHÍAS E INCLUSIONES DE FUNDIDO EN CRISTALES DE CUARZO DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DE LA PRIMAVERA, JALISCO, MÉXICO.**

Universidad Nacional Autónoma de México.

Tesis que para optar por el grado de: Maestro en Ciencias de la Tierra. Enero 2024.

Sustentante: **Victor Morales Gaona.**

Director de Tesis: *Dr. Giovanni Sosa Ceballos (Instituto de Geofísica, UNAM).*

**Resumen**

Uno de los parámetros fundamentales que gobiernan la dinámica de las erupciones volcánicas explosivas es la tasa de ascenso magmático. Aunque existen diversos métodos con los que se pueden estimar tasas de descompresión magmática, aún sigue siendo un reto medir velocidades de ascenso para erupciones de naturaleza explosiva; sin embargo, en las últimas décadas se han implementado una nueva técnica que permiten modelar tasas de ascenso magmático, ajustándolas a perfiles de contenidos volátiles ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ) en bahías de fundido (BFu) alojadas en fenocristales, es decir, la implementación de muestras petrológicas directas de una erupción como geospidómetros.

Durante el ascenso magmático, la continua desgasificación del fundido se da por la difusión de especies volátiles ( $H_2O$  y  $CO_2$ ) desde el interior de la bahía de fundido hacia afuera, resultando en un gradiente de concentración que depende del tiempo. La difusividad y la solubilidad del  $H_2O$  y  $CO_2$ , permiten que, con la concentración restante de  $H_2O$  y  $CO_2$  en la BFu, se puedan estimar tasas de descompresión magmática utilizando ecuaciones de difusión.

En este trabajo, se estudiaron erupciones silíceas asociadas a la actividad post caldérica del Complejo Volcánico de La Primavera (CVLP). Las muestras provienen de la erupción hidromagmática que dio origen al horizonte de Pómez Gigante (86.4 ka) y de la erupción pliniana que dio origen a un depósito piroclástico de caídas (~68.9-65 ka). Considerando resultados geoquímicos y trabajos previos, se cree que distintos procesos magmáticos intervienen en distintas etapas para la generación de los magmas post-caldera en el CVLP. A partir de la medición de volátiles ( $H_2O$  y  $CO_2$ ) en inclusiones y bahías de fundido, se estimó que la profundidad del reservorio magmático de Pómez Gigante oscila entre 2.5 km a 4.5 km, con velocidades de ascenso magmático que van de 1.5 m/s a 6 m/s. Por su parte, los reservorios de Planillas se ubican aproximadamente desde 3 km a 8.6 km de profundidad, con velocidades estimadas que van desde 0.76 m/s a 6.8 m/s. Las velocidades de ascenso magmático estimadas para estas erupciones del CVLP no muestran diferencias significativas a pesar de su naturaleza. Además, se sitúan dentro de las estimaciones bajas asumidas en modelos de erupciones volcánicas, que van desde 0.1 m/s hasta 100 m/s. Un aspecto destacado es que, en algunos cristales provenientes del horizonte de Pómez Gigante, se encontraron bahías de fundido que no presentaban gradiente de concentración en  $H_2O$ . Esto se interpreta como una hidratación secundaria debido al ambiente en el que fueron depositadas las pómez. Por lo tanto, la medición de  $H_2O$  en bahías de fundido podría ser un método diagnóstico útil para identificar erupciones en ambientes subacuáticos.

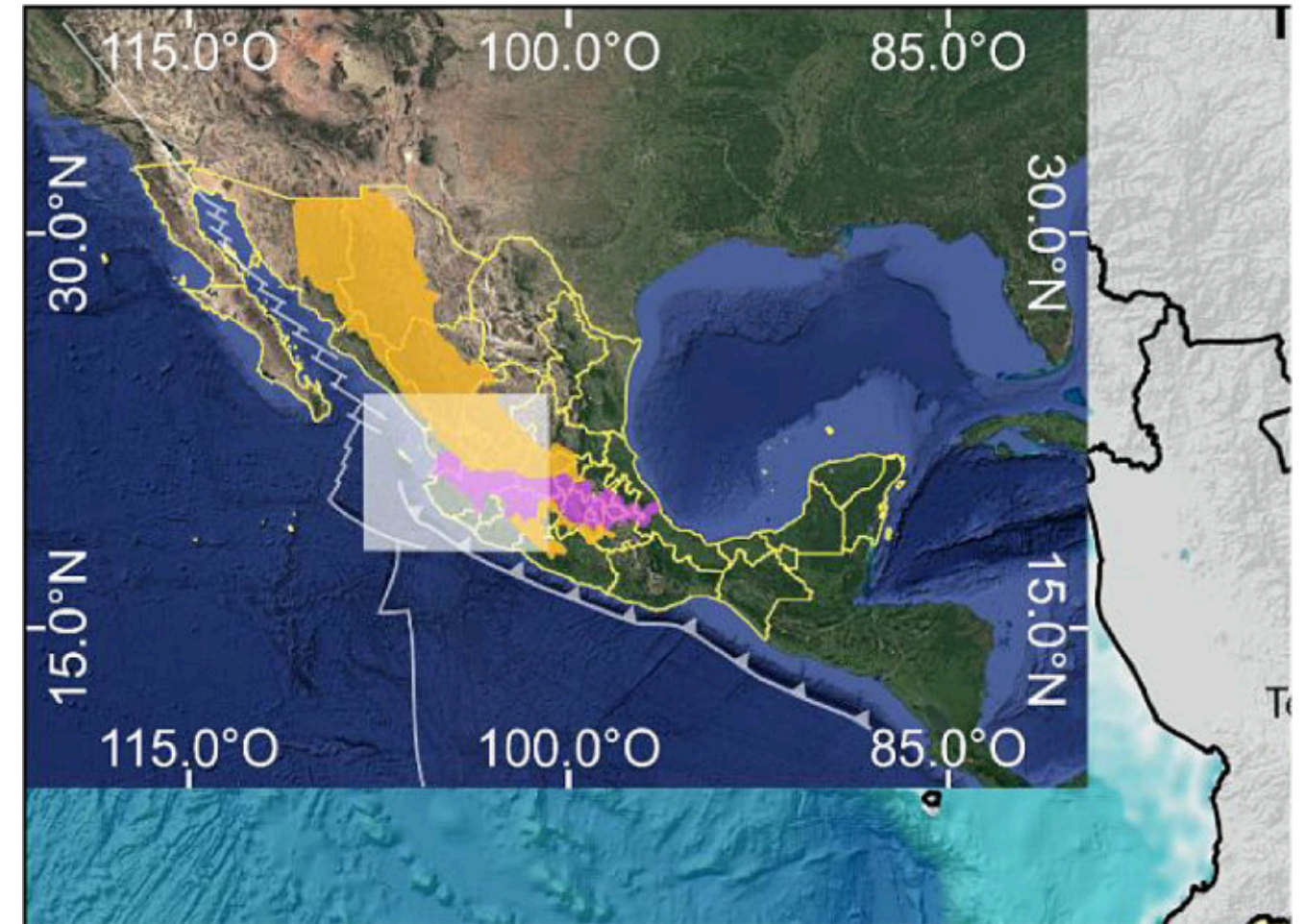


Figura 1.1. Mapa superior: Ubicación de la zona de estudio entre las provincias volcánicas mexicanas, la SMO (área naranja) y la FVTM (área rosa). Mapa principal: Localización regional del Complejo Volcánico de La Primavera CVLP (recuadro verde) y de la ciudad de Guadalajara (estrella) en el estado de Jalisco, así como las ciudades capitales de estados colindantes.



## METALOGÉNESIS DE LOS YACIMIENTOS MINERALES DE TALAMANTES, CHIHUAHUA

Universidad Nacional Autónoma de México.

Tesis que para optar por el grado de: Maestra en Ciencias (Petrología y Geoquímica). 2024.

Sustentante: **Brenda Viridiana de la Torre González.**

Director de Tesis: *Dr. Antoni Camprubí i Cano (Instituto de Geología, UNAM).*

Resumen.

La Caldera de Amazcala se localiza a 30 km al NE de la ciudad de Querétaro, México.

En la zona mineralizada Talamantes, Chihuahua se han explotado óxidos de manganeso que se encuentran como rellenos de veta y cementantes entre fragmentos de riolita. A pesar de la importancia económica que tuvieron estos yacimientos, el origen de los óxidos ha permanecido indefinido hasta la fecha. Algunos autores señalan que el enriquecimiento de óxidos de manganeso se debe a alteración supergénica de minerales de este elemento de origen hidrotermal, mientras que otros consideran que el origen de los óxidos está ligado al ascenso de fluidos hidrotermales a través de fallas y fracturas de la zona. Ninguna de estas hipótesis cuenta con el soporte científico suficiente por lo que este trabajo pretende generar información a través de estudios mineralógicos, isotópicos y de inclusiones fluidas que ayude a caracterizar la génesis de los yacimientos minerales de la zona de Talamantes.

En la zona de estudio se colectaron 54 muestras de mano, compuestas por ejemplares de las diferentes asociaciones minerales identificadas y de las rocas magmáticas relacionadas con la mineralización de óxidos de manganeso. Las muestras fueron estudiadas de acuerdo con sus características y los objetivos establecidos a través de diferentes técnicas analíticas como isotopía de U-Th-Pb, microscopía óptica, microscopía electrónica, difracción de rayos X, microsonda electrónica, microtermometría e isotopía de azufre, oxígeno y carbono.

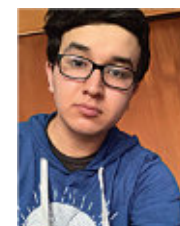
En base a la investigación realizada, se deduce que:

- Los yacimientos minerales de Talamantes se circunscriben a las características de los yacimientos de sulfuración intermedia.
- Las composiciones isotópicas de azufre, carbono y oxígeno señalan un origen mayoritariamente magmático de estos elementos en los fluidos mineralizantes.
- Las mineralizaciones de óxidos de manganeso son compatibles con un origen hipogénico y corresponden a la expresión superficial del sistema hidrotermal.
- Las mineralizaciones de la zona de estudio están relacionadas a los eventos que dieron lugar a la Sierra Madre Occidental.



Figura 1.1. Localización de la zona mineralizada Talamantes. Se señalan las comunidades más cercanas a la zona de estudio.

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



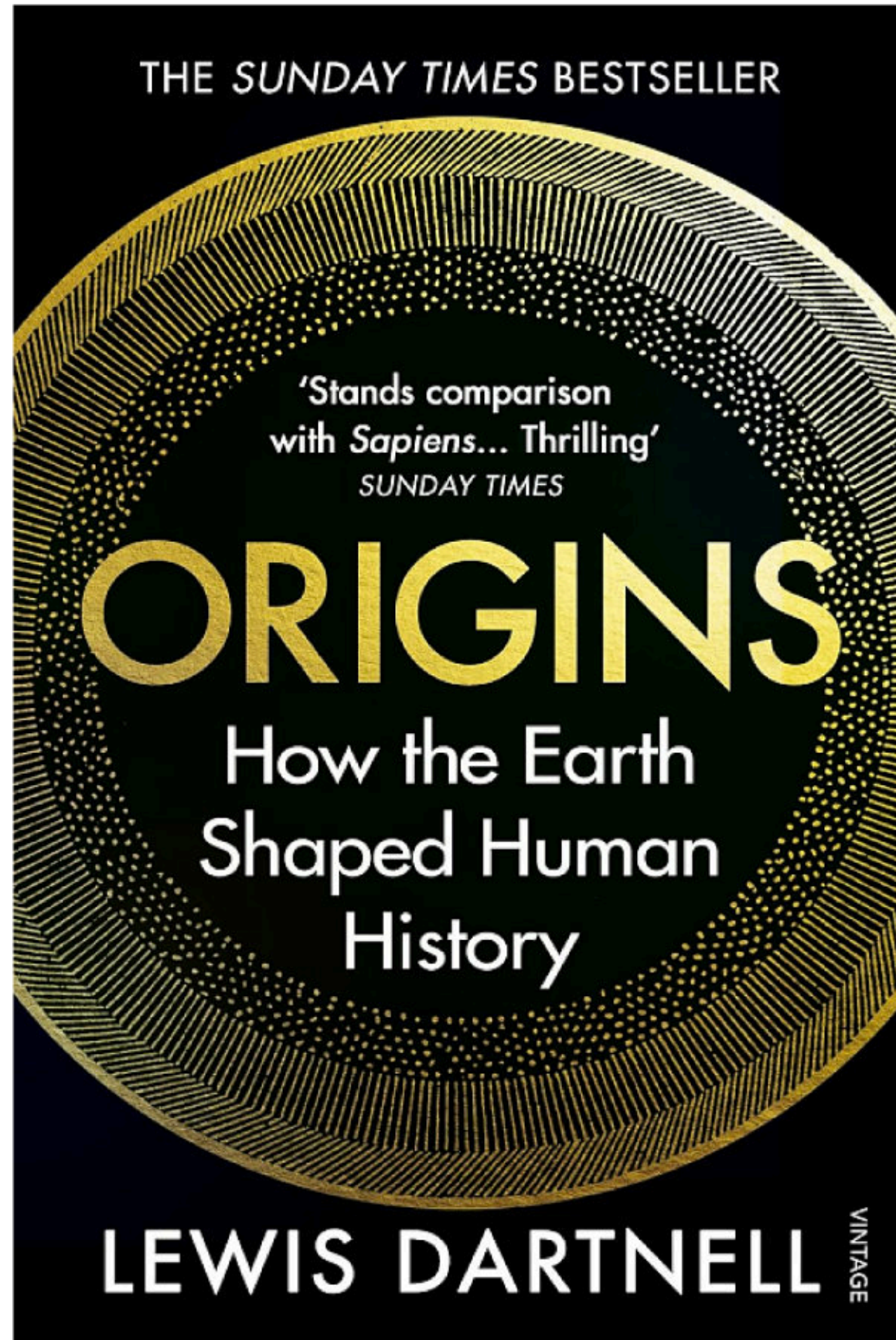
**Miguel Vazquez Diego Gabriel**, es estudiante de la carrera de Ingeniería Geológica en la Universidad Nacional Autónoma de México (Facultad de Ingeniería), sus principales áreas de interés a lo largo de la carrera han sido la tectónica, geoquímica y mineralogía. Es un

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

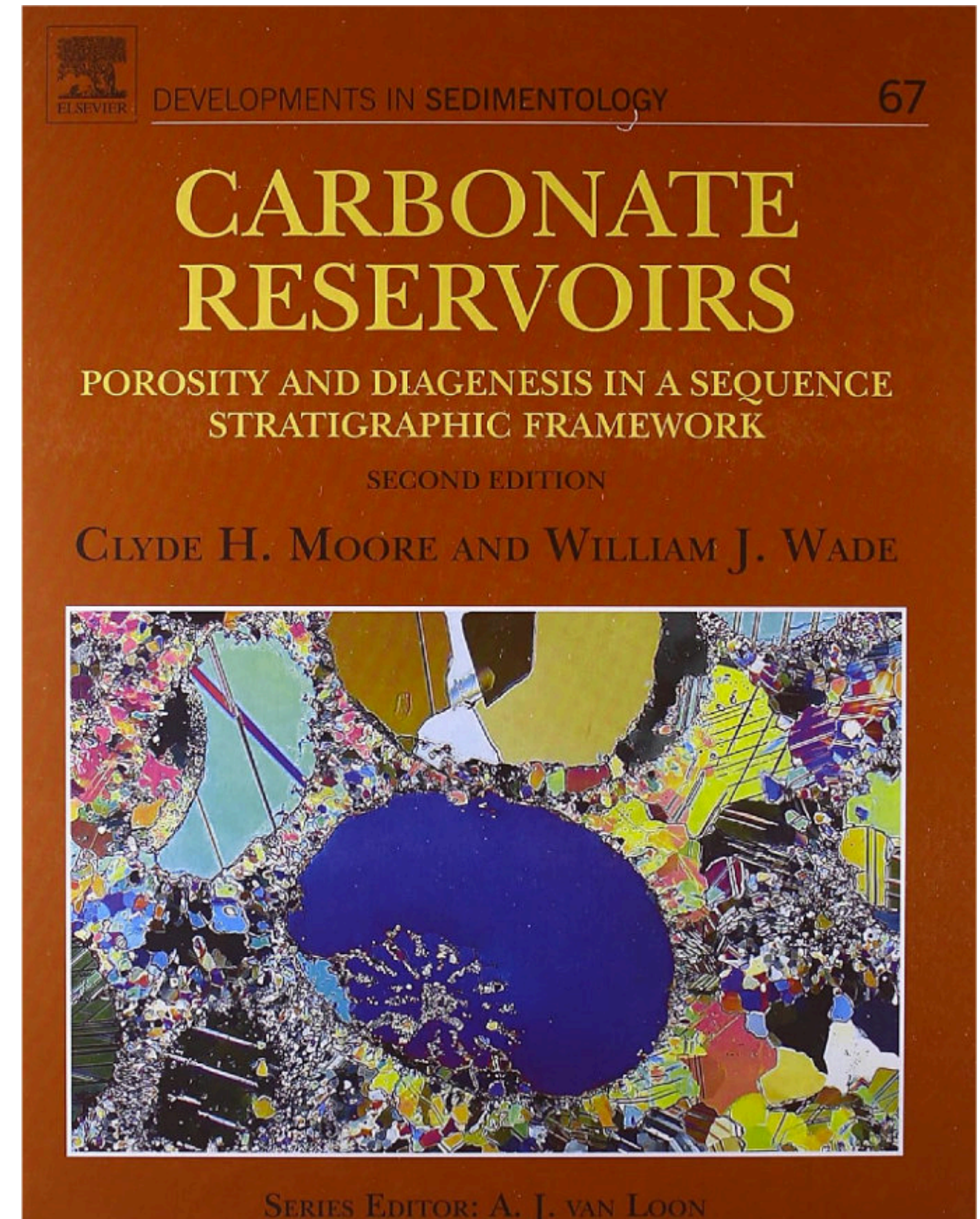
[diegogabriel807@gmail.com](mailto:diegogabriel807@gmail.com)



<https://www.amazon.com/Origins-How-Earth-Made-Us/dp/1784705438>

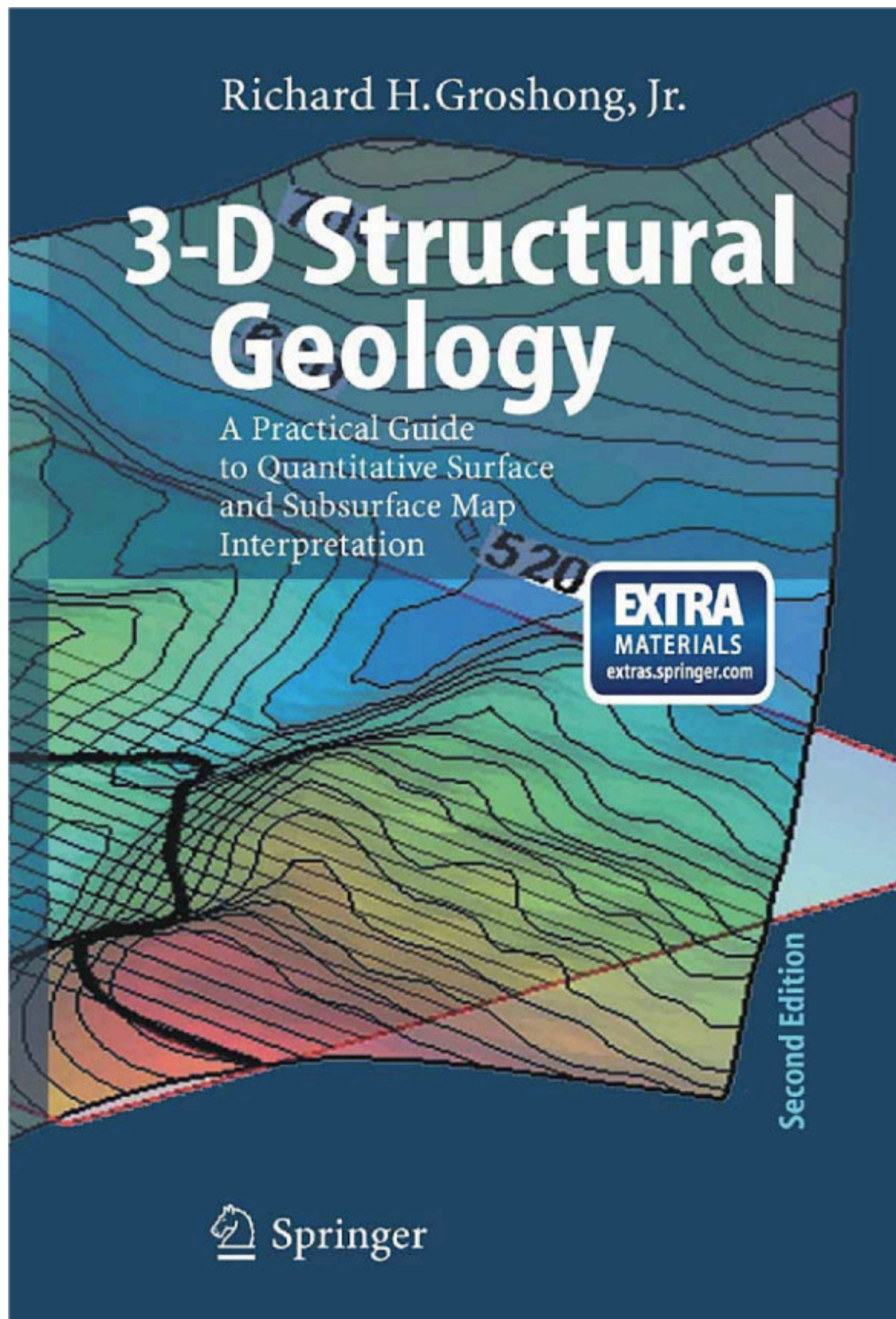


<https://www.amazon.com/Carbonate-Reservoirs-Stratigraphic-Developments-Sedimentology/dp/0444538313>





<https://www.amazon.com/3-D-Structural-Geology-Quantitative-Interpretation-ebook/dp/B001C7Y9B6>



# TEMAS DE INTERÉS

## Sostenibilidad en la transición energética. Energías marinas.

Natalia Silva Cruz

Colaboradora de la Revista

En nuestra serie de artículos hemos visto cómo los esfuerzos por encontrar nuevas fuentes de energía limpias se mantienen constantes, científicos están buscando maneras de aprovechar toda esa energía presente en nuestro planeta, y como es de esperar, algunos mecanismos son más exitosos que otros. Las tres energías renovables reinantes hoy en día son la solar, eólica, y por supuesto, la hidroeléctrica; sin embargo, hoy quiero hablarles de otras menos conocidas que cuentan con limitantes muy significativas como para ser aprovechadas a gran escala: las energías marinas. El agua es más densa que el aire, por lo que puede mover una turbina con mucha más facilidad, además, los ciclos marinos son en general fáciles de predecir, lo que hace de esta energía una fuente bastante confiable y sin muchas variaciones que no hayan sido tenidas en cuenta en las simulaciones de generación, desafortunadamente, no hemos alcanzado a implementar un sistema generalizado que permita su utilización masiva, algo que podría cambiar en el futuro no muy lejano. Los tipos de energía primaria de los que hablaremos hoy se consideran renovables y libres de emisiones puesto que las mareas, el oleaje, la temperatura y la salinidad se producen mediante procesos constantes e inagotables y no tienen ningún tipo de gas de efecto invernadero asociado.

Empecemos con la energía **mareomotriz**, el concepto consiste en aprovechar el movimiento periódico del nivel del mar generado por las fuerzas gravitatorias que se presentan debido a la interacción de nuestro planeta con la Luna y el Sol. La transformación de energía se realiza mayoritariamente mediante dos procesos: 1) con generadores de corriente de marea, que utilizan turbinas para transformar energía cinética en eléctrica tal como funcionan las aeroturbinas, y 2) construyendo presas que se llenan de agua durante la pleamar, cuando se abren las compuertas que contienen la reserva, el agua hace rotar las turbinas de generación, utilizando la energía potencial que se presenta por la diferencia de altura, tal como en una planta hidroeléctrica tradicional. El primero de estos es el más difundido porque no tiene los altos costos de inversión asociados a la segunda técnica, que requiere de la construcción de represas, sin embargo, en casos puntuales, la naturaleza del terreno permite minimizar dichos trabajos por la presencia de geomorfologías como

las ensenadas, en las que la bahía está restringida por una boca estrecha, la cual puede ser sellada con un dique a través del cual se dará el intercambio de agua para dar lugar a la generación eléctrica.

Hablemos ahora de la viabilidad del aprovechamiento de la energía mareomotriz. Una particularidad de las mareas es que son bastante más altas cerca de las costas que mar adentro debido al espacio de acumulación del volumen de agua, en mar abierto las mareas raramente alcanzan un metro de altura, mientras que cerca de los continentes llegan a unos 15 metros en los mejores escenarios; esto puede considerarse una ventaja porque la generación se daría cerca de donde se utiliza, pero también es un inconveniente mayor porque un sistema de estos afecta el régimen de las corrientes, la flora, la fauna y el paisaje. Como regla general, la altura mínima de marea requerida es de 5 metros para justificar la construcción de una planta de generación mareomotriz, desafortunadamente, esto no se alcanza en muchos lugares (ver Figura 1), que además deben contar con una localización donde la implementación no tenga una complejidad muy alta ni sea muy costosa, y que el impacto en el ambiente sea el menor posible. Así, las ubicaciones donde se puedan satisfacer todas esas demandas son realmente muy reducidas, por lo que no podemos hablar de muchos lugares donde se pueda implementar con éxito, no obstante, existen proyectos prometedores de instalación en Canadá, Reino Unido y Francia. Actualmente contamos con plantas de generación como las de La Rance (Francia) y Kyslaya Guba (Rusia), que fueron instaladas durante la segunda mitad del siglo XX y actualmente continúan en funcionamiento; pero también debemos mencionar la estación de generación de Bahía de Fundy, en Nueva Escocia (Canadá), que fue desmantelada en abril de 2019 debido a la alta mortalidad de peces y a un fallo crucial en el sistema de generación.

El profesor Miguel Villarubia, de la Universidad de Barcelona, estima que el potencial teórico disponible a escala global está alrededor de los 3 TW (un 48% de estos se encuentra en el Reino Unido), de los que unos 0.075 TW serían técnicamente explotables (restringiendo zonas con un mínimo de 5 metros de marea y teniendo en cuenta un rendimiento global del 25%). Con todo esto, alcanzando una potencia de generación de 40,000 MW, con un funcionamiento de 12 h/día, se tendrían unos 175 TWh/año, equivalentes a un ahorro de 24 millones de barriles de petróleo anuales, una cifra ínfima, porque al contextualizarla, tenemos que eso es más o menos un cuarto de la producción mundial de petróleo diaria.



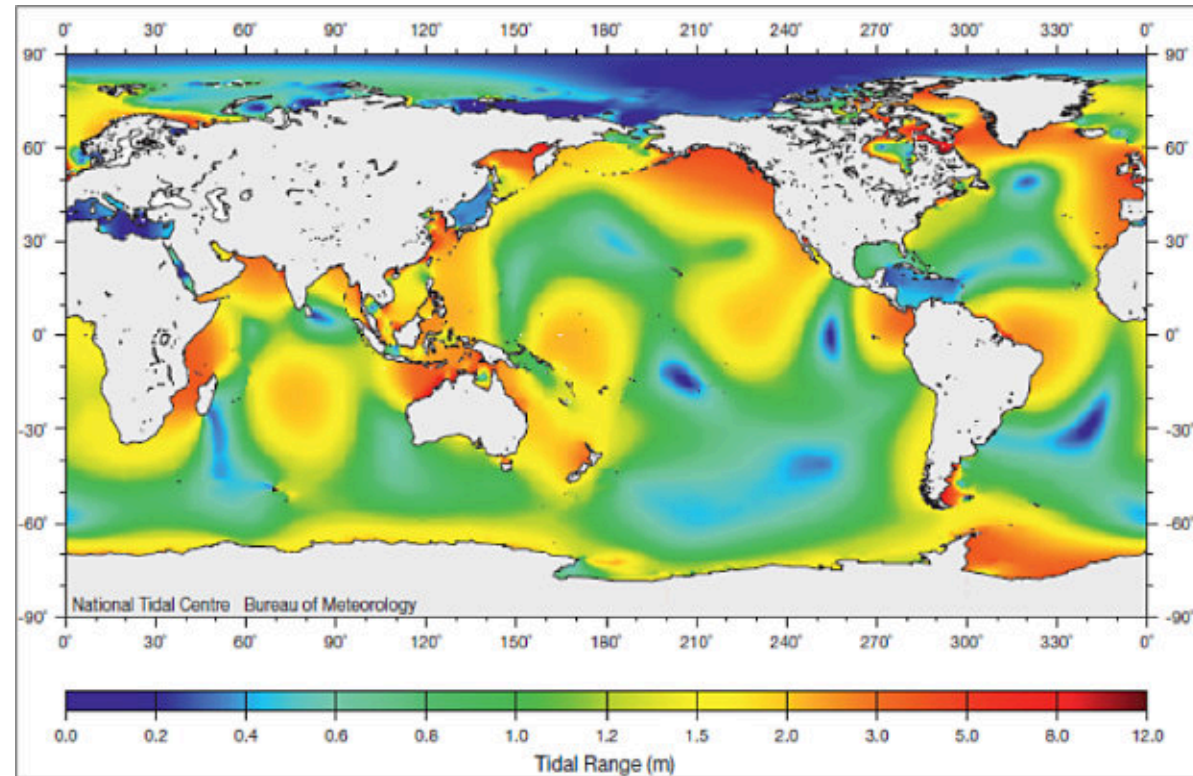


Figura 1. Mapa mundial de promedio de amplitud de mareas. Fuente: Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés).

El siguiente tipo de energía es la **undimotriz**, que consiste en capturar la energía de las olas que son producidas por el viento. La densidad de potencia de energía contenida en forma de oleaje es altísima, se estima que, en el mejor escenario de exposición solar, un módulo fotovoltaico alcanza una potencia de  $1 \text{ kW/m}^2$ , algo bastante similar se observa en instalaciones eólicas, pero la potencia promedio de olas es fácilmente el doble, y en lugares como San Francisco, California, se tiene un promedio de  $25 \text{ kW/m}^2$  (ver Figura 2). El reto es transformar esa energía de manera eficiente, los principales inconvenientes que encontramos son: 1) la caracterización del oleaje localmente es muy compleja e impredecible debido a irregularidades de amplitud, fase y dirección, 2) las cargas estructurales son muy grandes y normalmente las localizaciones se encuentran en áreas con condiciones extremas, y 3) los acoplamientos a generadores eléctricos de 50 Hz porque las frecuencias de las olas están alrededor de 0.1 Hz. Las instalaciones con mayor potencial de generación se encuentran a más de 50 metros de la costa, sin embargo, son más costosas, no solo por la complejidad de la tecnología y los sistemas de integridad estructural, sino porque además se debe tener en cuenta el transporte de energía hasta tierra firme. A la fecha, la planta más importante de este tipo se encuentra en Motrico, en el País Vasco (España), que fue inaugurada en 2011 y cuenta con una potencia total de 296 kW, en 2020 alcanzó una producción eléctrica acumulada de 2,000,000 kWh<sup>3</sup>.

Existen otros tipos de energía aprovechable en el mar que han sido menos estudiados pero que deben ser mencionadas, hablamos de la **maremotérmica** y de la **energía azul**, también conocida como de potencia osmótica. La primera consiste en aprovechar el gradiente térmico oceánico, que tiene su mayor potencial cerca de las zonas tropicales, donde el agua en superficie alcanza hasta unos  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , mientras que unos 1,000 m abajo tiene unos  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ , este salto de temperatura se utiliza en una máquina térmica que opera un ciclo de Rankine, dicha máquina tiene un fluido de trabajo (como propano o amoníaco) que usa el calor del agua de superficie para ser evaporado y mover así una turbina para generación eléctrica, luego, este fluido es enfriado con el agua a  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  para reiniciar el ciclo de transformación de estado y dar lugar nuevamente a la generación, el rendimiento teórico máximo es de un 4%, y si además tenemos en cuenta los altos costos, no se tiene una tecnología muy atractiva para generación eléctrica masificada. La segunda técnica consiste en poner dos fluidos con diferentes salinidades en contacto a través de una membrana que permite que se realice ósmosis por presión retardada, en la que se favorece el movimiento de agua, pero no de sales, lo que genera una diferencia de presión que puede ser aprovechada en una turbina para generación eléctrica, este proceso se puede realizar en lugares en los que se cuenta con grandes cantidades de agua de mar y dulce, como en los deltas de ríos caudalosos.

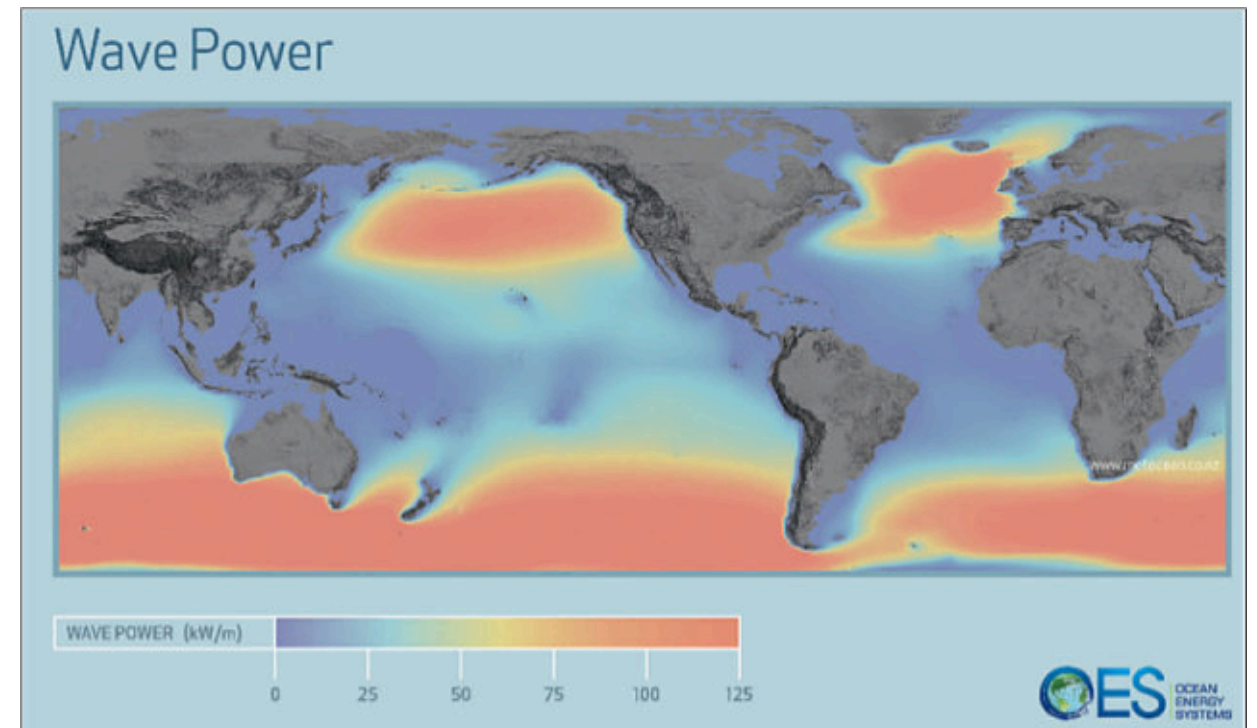


Figura 2. Mapa mundial de potencia promedio de las olas. Fuente: Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA por sus siglas en inglés)<sup>1</sup>

Para concluir, ninguno de estos tipos de transformación energética ha podido ser masificado porque carecen de la practicidad de otros métodos, no están disponibles en escalas grandes sino que están presentes en localidades muy específicas, porque no tienen una eficiencia de generación suficientemente alta, o sencillamente porque no son comercialmente viables, sin embargo, otros métodos como la energía solar o eólica también pasaron

por etapas similares durante su desarrollo, y hoy alcanzan un retorno de la inversión inicial a los pocos años de su instalación, produciendo a precios más bajos que las plantas de generación tradicional, dependiendo del área donde sean instalados, tal vez, en un futuro no tan lejano tendremos sistemas de captación de energía marinos tan comunes como los parques eólicos o solares, presentes en casi cualquier lugar del planeta.

<sup>1</sup>IRENA. Ocean Energy: Technology Readiness, Patents, Deployment Status and Outlook, 2014. Report. [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2014/Aug/IRENA\\_Ocean\\_Energy\\_report\\_2014.pdf?la=en&hash=7EB64772A09DB4C56E1C22B5D0756EEC34132FE7](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2014/Aug/IRENA_Ocean_Energy_report_2014.pdf?la=en&hash=7EB64772A09DB4C56E1C22B5D0756EEC34132FE7)

<sup>2</sup>Czech, B. and Bauer, P. Wave Energy Converter Concepts: Design Challenges and Classification», 2012. IEEE Industrial Electronics Magazine.

<sup>3</sup>Agencia Energética del Gobierno Vasco. La planta de energía de las olas de Mutriku bate un nuevo record de producción al generar 2 GWh, 2020. <https://www.eve.eus/Jornadas-y-Noticias/Noticias/La-planta-de-energia-de-las-olas-de-Mutriku-bate?lang=es-es>



**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.

[ensilvacruz@gmail.com](mailto:ensilvacruz@gmail.com)



**PUERTAS ABIERTAS:  
UN ESPACIO IDÓNEO PARA LA PROMOCIÓN DE LAS  
GEOCIENCIAS**

Por: **Wilmer Pérez Gil**  
Departamento de Geología  
Universidad de Pinar del Río  
"Hermanos Saíz Montes de Oca"

Fotos cortesía: **Mónica Matos Giralt y Wilmer Pérez Gil**

Con el objetivo de contribuir en la orientación profesional y formación vocacional de los jóvenes cubanos que hoy cursan el sistema preuniversitario, las organizaciones estudiantiles en coordinación con la dirección de las universidades, desarrollan anualmente un plan de actividades enfocadas precisamente en fomentar el interés de los educandos por cursar estudios superiores, entre los que se encuentran aquellos relacionados directamente con carreras de perfil ingeniero.

"Puertas Abiertas" constituye un espacio propicio para difundir e incluso ampliar el conocimiento de disciplinas científicas desde el propio recinto universitario. En ese sentido, el intercambio es llevado a cabo, en general, por

estudiantes de pregrado de relevante trayectoria previamente convocados, quienes bajo la tutela y asesoramiento de profesores del claustro, resultan ser los verdaderos protagonistas del encuentro.

La carrera de Ingeniería Geológica de la Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca", forma parte de esta iniciativa que posibilita más que todo el descubrimiento de una ciencia natural prácticamente desconocida para el alumnado, que asiste a estos emotivos y fructíferos encuentros. El empleo de variados medios de enseñanza, específicamente la proyección de audiovisuales con fines educativos, la exhibición de fósiles, rocas y minerales, así como la utilización de instrumental especializado, permite y a la vez facilita la comprensión así sea la temática abordada, siempre desde una perspectiva amena e incluso divertida, la que, en no pocos casos, termina "enamorando" a la o al joven.

Cabe destacar en "Puertas Abiertas" el hecho de que nuestros estudiantes de pregrado perfeccionan sus habilidades comunicativas, a la vez de que contribuyen de manera significativa a que otros jóvenes, se decidan por estudiar carreras de geociencias.





## SUPERNOVA EXPLOSION NEAR EARTH (ABOUT 2.6 MILLION YEARS AGO), POSSIBLY TRIGGERED AN EXTINCTION EVENT THAT HELPED ALSO KILL THE FAMOUS MEGALODON

JHONNY E. CASAS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Petróleo, Universidad Central de Venezuela



### SUPERNOVAS

At the end of a supergiant star's life cycle, a star runs out of fuel, the pressure drops, and it collapses so fast that the outer part of the star explodes causing a massive, luminous event that can be briefly brighter than entire galaxies. Supernovas are amazingly bright explosions of massive stars at the end of their lives. During the gravitational collapse, the outer layers of the star are pushed away, and chemical elements formed inside the dying star are released into space. This cosmic dust rains down onto the Earth continuously, eventually becoming part of sediments deposited in the sea. Such a supernovae explosion is the source of heavy elements in the Universe, and they leave supernovae remnants—like the Crab nebula, a supernova remnant in the constellation of Taurus (Figure 1).

Considerable data and analysis support the hypothesis of one or more supernovae exploding at a distance of about 100 parsecs, ~2.6 and 6 Ma ago Wallner, *et al.*, (2020). This is possibly related to the extinction event around that time and is a member of a series of

explosions that formed the Local Bubble in the interstellar medium. Outer space objects ranging from dust to meteors regularly fall to Earth, but they are generally made of the same materials as our planet, since everything in the solar system, including the sun itself, assembled from the same building blocks billions of years ago. Because <sup>60</sup>Fe is not a common material, it must have arrived from somewhere well beyond our solar system.

Research in recent years found also elevated concentrations of <sup>53</sup>Manganese in 2.6 Ma-old layers, supporting the idea of a nearby supernova explosion as the source of both isotopes. Both isotopes are synthesized in large stars shortly before Supernova explosions and are unstable, decaying completely after 15 Ma. Some radionuclides, such as <sup>60</sup>Fe, are not produced on Earth or within the solar system in significant quantities, so, their presence in oceanic sediment samples is evidence for Earth passing through a cloud of cosmic dust generated by an exploding star with a continued influx of <sup>60</sup>Fe until today.

### The <sup>60</sup>Fe

Wallner *et al.*, (2020), analyzed evidence of a supernova or supernovae, because the isotope <sup>60</sup>Fe is only formed when stars die in supernova explosions. It has four more neutrons than Earth's most common form of the element. It must have arrived on Earth from beyond the Solar System. An iron isotope with a half-life of 2.62 million years, <sup>60</sup>Fe is radioactive and decays away within 15 Ma (Rugel, *et al.*, (2009). Since Earth is 4.6 billion years old, that means any <sup>60</sup>Fe found on Earth must have arrived here via supernovae before ending-up in the bottom of our oceans. The researchers had previously found traces of <sup>60</sup>Fe at rocks about 2.6 Ma ago, and possibly another one at around 6 Ma ago.



Figure 1. Crab Nebula - Hubble Space Telescope mosaic image assembled from 24 individual exposures taken in October 1999 and December 2000

Extraterrestrial <sup>60</sup>Fe found on Earth, suggest close-by supernova explosions ~2.6 and ~6 Ma. (Figure 2) Wallner *et al.*, (2020), also report the detection of a continuous interstellar <sup>60</sup>Fe influx on Earth over the past ~33,000 y (Figure 2). This time period coincides with passage of our Solar System through an interstellar cloud, which have a significantly larger particle density compared to the local average interstellar medium embedding our Solar System for the past few million years. The interstellar <sup>60</sup>Fe was extracted from five ferromanganese crusts collected in the Pacific Ocean (Figure 3) where an accelerator mass spectrometry was used for single-atom counting.

Based on the measured concentrations, the researchers calculated that the exploding star was around 11 to 25 times the size of our sun (Wallner *et al.*, 2020). The researchers also note that the age of the presumed supernova coincides with the end of the Pliocene epoch on Earth, some 2.58 Ma ago. The end of the Pliocene is marked by a general cooling trend leading into the ice-age, but also a mass extinction event involving many large land and sea creatures. In theory, a supernova close enough to the Earth could irradiate Earth with a dangerous dose of Gamma rays. The energetic rays could damage and alter the chemical composition of Earth's atmosphere, exposing the surface to harmful solar and cosmic radiation and triggering a runaway climate change. For now, this scenario is only a hypothesis.

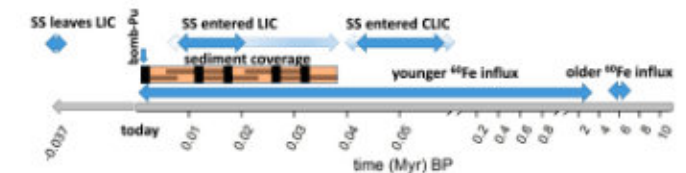


Figure 2. Time line indicating recent enhanced <sup>60</sup>Fe influxes and the passage of the Solar System through the local interstellar medium structures cluster of local interstellar clouds and local interstellar clouds. The blue horizontal arrows indicate the most probable time, and the pale blue in the back covers the entire possible time range. The orange box depicts the approximate location of the five oceanic sediment samples with respect to these transitions. Wallner *et al.*, (2020)

In a totally different place, a team of scientists hauled 500 kilograms of fresh snow back from Antarctica, melted it, and sifted through the particles that remained. Their analysis yielded a surprise: The snow held significant amounts of a form of iron (<sup>60</sup>Fe), that isn't naturally produced on Earth. The Kohnen Station is the container settlement in the Antarctic, from whose vicinity the snow samples with <sup>60</sup>Fe was collected. The study, published by Koll *et al.*, (2019) implies that our planet probably is still picking up the stray <sup>60</sup>Fe particles while traveling through the Local Interstellar Cloud, also known as the Local Fluff. These 30 light-year-spanning region, which the solar system is currently passing through and just about to exit, was likely formed from exploding massive stars (supernovae) blowing out the hot gases in their outer layers into space.



The rate of supernovae in our local Galactic neighborhood within a distance of about 100 parsecs from Earth is estimated by Wallner *et al.*, (2016) to be one every 2–4 Ma. Recent massive-star and supernova activity in Earth’s vicinity may be traced by radionuclides with half-lives of up to 100 Ma, if trapped in interstellar dust grains that penetrate our Solar System. One such radionuclide is  $^{60}\text{Fe}$  (with a half-life of 2.6 Ma, which is as we explained, ejected in supernova explosions and winds from massive stars). Wallner *et al.*, (2016) report that the  $^{60}\text{Fe}$  signal observed previously in deep-sea ferromanganese crusts (Figure 3), is global, extended in time and of interstellar origin, probably from multiple events. Wallner *et al.*, (2016) also analyzed deep-sea archives from all major oceans for  $^{60}\text{Fe}$  deposition via the accretion of interstellar dust particles. The results confirmed high  $^{60}\text{Fe}$  interstellar influxes onto Earth around 2.6 Ma ago and also around 6 Ma ago. The signal measured indicates multiple supernovae and massive-star events during the last 10 Ma at distances of up to 100 parsecs (one parsec is approximately 30 trillion km, that’s a bit over three light-years).



Figure 3. Ferromanganese crust collected in the Pacific Ocean

#### THE MEGALODON CONNECTION

A new study by Melott *et al.*, (2019) suggests that, within a few hundred years, well after the supernova had faded from Earth’s sky, a tsunami of cosmic energy from that star explosion reached our planet around 2.6 Ma ago. The rain of particles pummeled the atmosphere, causing climate change and triggering mass extinctions of large land and ocean animals, including the famous Megalodon, the biggest shark ever to exist (Figure 4).

During this Pleistocene extinction event, many animals larger than 40 kilograms went extinct, according to the

Illinois State Museum. Of all these creatures, one them, was always capturing our attention and imagination. At roughly 18 meters in length, and a weight approaching 50 tons, Megalodons (Figure 5), would have been prime candidates to be affected by the cosmic blast Pliocene–Pleistocene extinction. The causes are generally associated with climate change (many glaciations and a generally cooler climate are proposed during the Pleistocene), and with the closing of the Isthmus of Panama as North and South America joined. The latter caused changes in ocean currents, affecting temperatures and nutrient levels in the Caribbean and western Atlantic Ocean, but the effect of muons on the subsurface from cosmic ray showers due to a Supernova explosion, was never considered in the past.

Melott *et al.*, (2019) proposed that after the supernova explosion the radiation doses from muons (an unstable subatomic particle of the same class as an electron, but with a mass around 200 times greater) exceeded the total present surface dose from all sources at depths up to 1 kilometer and persisted for at least the lifetime of marine megafauna, so the authors discussed the hypothesis that this increase in radiation load, may have contributed to a huge marine megafaunal extinction at that time.



Figure 4. Comparison of Megalodon jaw (*Carcharocles megalodon*) with a modern White Shark. Photograph source unknown

Melott *et al.*, (2019) added that the muon spike (muons make up much of the cosmic radiation reaching the earth’s surface) could have caused mutations and cancers, especially for larger creatures not used to these levels of radiation from the supernova blast. Normally, Ocean waters, shields a lot of radiation but it wouldn’t shield the muons, so creatures that are used to being almost isolated from radiation would suddenly get a very large amount. They would be unlikely to have as good of a defense against radiation as land creatures would.



Figure 5. The author with a Megalodon fossil jaw (*Carcharocles megalodon*). Photo from Houston Museum of Natural Science.

#### CONCLUSIONS

Possible scenarios suggested by Walner *et al.*, (2020) for the presence of  $^{60}\text{Fe}$  and  $^{53}\text{Mn}$  in the local interstellar medium might be:

1) Gradual fading away of the transient passage of the supernova debris that produced the 2.6 Ma peak.

#### REFERENCES

- Koll, D., Korschinek, G., Faestermann, T., Gomez-Guzman, J., Kipfstuhl, S., Merchel, S., and Welch, J. (2019) Interstellar  $^{60}\text{Fe}$  in Antarctica. *Phys. Rev. Lett.* 123, 072701
- Melott, A., Marinho, F., and Paulucci, L. (2019) Hypothesis: Muon Radiation Dose and Marine Megafaunal Extinction at the End-Pliocene Supernova Astrobiology. Volume: 19 Issue 6
- Rugel, G., Faestermann, Knie, T., Korschinek, G., Poutivtsev, M., D. Schumann, Kivel, N., Günther-Leopold, I. and M. Wohlmuther (2009) New Measurement of the  $^{60}\text{Fe}$  Half-Life *Phys. Rev. Lett.* 103.
- Wallner, A., Feige, J., Kinoshita, N. (2016) Recent near-Earth supernovae probed by global deposition of interstellar radioactive  $^{60}\text{Fe}$ . *Nature* 532, 69–72 (2016). <https://doi.org/10.1038/nature17196>

2) The local interstellar clouds may be an independent interstellar medium structure that survived the passage of the most recent Supernova ejecta (2.6 Ma). If the  $^{60}\text{Fe}$  observed is coming from the local interstellar clouds, it could represent the residue from an older event (maybe the  $^{60}\text{Fe}$  influx at ~6 Ma mentioned previously).

To discriminate between these possibilities, it will be necessary to extend the sedimentary studies to fill in the gap between the ~33 ka (covered by Koll *et al.*, 2019 and Wallner *et al.*, 2020) and the 2.6 Ma extinction date. If the  $^{60}\text{Fe}$  influx is found to increase steadily toward the peak at 2.6 Ma, then the first explanation would be favored. If, on the other hand, the influx is found to be lower at >33 ka than at present, this would favor the local interstellar clouds as the source of the  $^{60}\text{Fe}$  and the second possibility would be the more likely.

The supernova explosion, 2.6 million years ago, may be related to the marine extinction known as the marine megafauna extinction (including sea creatures like the Megalodon), where an estimated about 35% of the largest marine animals including sharks, whales, sea birds and sea turtles disappeared. The extinction was concentrated in coastal and also in open waters, where larger creatures would have caught greater radiation doses from these muons.

it is possible that Pliocene–Pleistocene extinction was a period of faunal turnover (many species becoming extinct and many new species appearing) rather than a true immediate and catastrophic extinction caused by an astronomical cataclysm like a supernova. Hopefully, new research in the future will solve this 2.6 Ma old mystery.



Wallner, A., Feigec, J., Fifiela, L., Froehliche, M., Golserc, R., Hotchkis, M., Kolla, D., Leckenbya, G., Martschinia, M., Merchelb, S., Panjkova, S., Paveticha, S., and Timsavol, S. (2020) 60Fe deposition during the late Pleistocene and the Holocene echoes past supernova activity. PNAS Vol. 117, no. 36, p. 21873–21879

<https://earthsky.org/earth/supernovae-killed-off-megalodon-large-ocean-animals-extinction-pleistocene>

<https://www.pinalgeologymuseum.org/index.php/exhibits-events/online-exhibits/megalodon>



jasas@geologist.com

**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 37 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 51 publicaciones para diferentes boletines y revistas técnicas, como: Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Geophysics, The Leading Edge, Asociación Paleontológica Argentina, Paleontology, Journal of Petroleum Geology, Caribbean Journal of Earth Sciences and Journal of Geological Engineering; incluyendo presentaciones en eventos técnicos: AAPG, SPE, CSPG-SEPM y Congresos Geológicos en Venezuela y Colombia, así como artículos históricos de exploración en la revista AAPG Explorer.

Profesor de Geología del Petróleo en la 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 (2003-2024), en la misma universidad. Mentor en 11 tesis de maestría. Representante regional para la International Association of Sedimentologist (2020-2026) y ExDirector de Educación en la American Association of Petroleum Geologists (AAPG) para la región de Latinoamérica y del Caribe (2021-2023). Advisory Counselor para AAPG LACR (2023-2026).



One of the things that convinced Charles Darwin of the reality of earthquake-caused uplift was the raised beach terraces he found after the massive Concepción quake he witnessed in 1835. Playa Norte Hornitos, about 75 km north of Antofagasta, Chile, has at least three uplifted beach terraces, although the ages are not well constrained. This is the most recent raised beach terrace. It consists of alternating layers of Pleistocene sand and gravel.

**Photos by Dr. Gary Prost.**



Granite of the Chilean Coast Batholith, part of the Cordillera Costera, is all that remains of a Late Carboniferous - Permian (320–280 Ma) volcanic arc. Then, around 160 Ma (Late Jurassic), dark diorite and gabbro dikes intruded the light-colored granites. Since then, the coast has been uplifted and eroded several kilometers, exposing the granites and dikes. This classic outcrop, at Roca Oceanica Nature Preserve, is located above a beach cliff about 12 km north of Valparaiso.





*Benioff Siempre*

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

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

**Comunícate con**

**Saúl Humberto Ricardez Medina**

[ricardezmedinasaulhumberto@gmail.com](mailto:ricardezmedinasaulhumberto@gmail.com)

**quien está a cargo de organizar esta información.**

# NOTAS GEOLÓGICAS

## ENTRE ROCAS Y RÍOS: CRÓNICA DE UNA PRÁCTICA DE CAMPO

Por: **Wilmer Pérez Gil**

Departamento de Geología

Universidad de Pinar del Río

"Hermanos Saíz Montes de Oca"

Fotos cortesía: **Mónica Matos Giralt y Wilmer Pérez Gil**

La mañana despunta con una espesa neblina, de esas que enturbian el pensamiento, pero no el ánimo - El bus ya se ha retrasado más de lo previsto, mejor hago una llamada - dice preocupado el profe de baja estatura y overol rojo. Es parte de la rutina, así que conservar la calma resulta la manera menos complicada de iniciar el día. ¡Enhorabuena!, al fin alguien trae café, aunque, por el tamaño del termo no parece que alcance para todos.

Estudiantes y profesores intentan ocupar el tiempo lo mejor posible. Una jarana, un bostezo, cualquier anécdota y claro, la selfie de grupo para postear en el Instagram desde temprano.



Merienda y Almuerzo van con nosotros, jamás se debe dejar fuera a los buenos amigos, de esos que saben cómo aliviar tus penurias y pesares cuando la realidad retumba desde el estómago.

¡Qué suerte! el profe de profes también vendrá con nosotros. Su experiencia y conocimientos son invaluable. Aún está fuerte para trotes y caminatas por sierras y trillos

lejanos. También va el profe alto del semblante serio que inspira confianza y respeto. Y por supuesto, el claustro más joven, todos bien entusiastas, con mucho que aprender, pero también con un sinnúmero de ideas para ofrecer.

La chica rellena e impetuosa que parece ser la líder del grupo, no oculta su preocupación ante la tardanza del ómnibus. En tanto la muchacha de cabello rizado y ojos claros, manifiesta que la brújula instalada en el teléfono no le funciona. ¿Compatibilidad o ausencia de sensor remoto? probablemente ambos. Tranquila, que no cunda el pánico, buscaremos una solución - le calma el profe de las botas de goma y pullover de listas blanquiazules.

¡Al fin, llegó el bus! un momento, la cortesía, ante todo, primero suben las damas y después los caballeros. ¡Caray! el profe del pullover de listas blancas y azules con botas de goma no alcanzó asiento. No importa, encima de la tapa del motor hay espacio, aunque algo caliente para sentarse ahí. ¡Un momento chofe, antes de que salga: la profesora de la sonrisa eterna tomará una instantánea (la primera de una larga fila) antes de partir, así que ¡arriba esas v chicos!

Finalmente, el astro rey despliega sus cálidos brazos sobre el cristal de la ventanilla. Al fondo ya se escucha la rústica melodía que "gratuitamente" nos regalan los estudiantes, pobres criaturas prisioneras de sus gustos y manías. Algunos pues tarareando, otros contemplan el paisaje callado, mientras la doble vía se extiende en el horizonte.

Atrás queda la interprovincial ¡Vamos rumbo a la montaña! ya falta poco para el primer punto, así que podremos estirar las piernas. Sí, es aquí, Loma Candela creo le dicen, aunque no haya ninguna loma y mucho menos fuego, así que donde le sea más fácil estacionarse chofe. ¡Llegamos, así que bajando todos! tengan cuidado que estamos a un lado de la carretera. Bien, presten atención que el profe del overol rojo se detuvo en el afloramiento - ¿Se recuerdan? lo vimos en clases, tomen nota para el informe - acota el docente. Ahora es el turno del teacher de gorra blanca, botas de goma y pullover



albiceleste de listas - la escala es sumamente importante. Recuerden este criterio cuando tomen una foto o realicen un esquema - aconseja a todos.

- Miren hacia allá, el relieve cambia ¿por qué? - pregunta el profe de profes en tono pausado. Más adelante lo verán. Doblando a la izquierda, un momento querrás decir al norte ¿no?, sí, es por aquí. Cuando pasemos esas casas que se ven allá. Alto, nos bajaremos acá. El camino a la cantera es justo ese que se ve ahí. Sigamos el trillo. Tabaco, yuca y frijol. Pródigo sembradío de suelos pardos y fértiles. Hermosa vista, tomaré una panorámica, también una selfie. Cruzando la cerca, subiendo la cuesta justo hasta la cima ¡Apúrate que nos dejan atrás! - alerta el profe de profes acomodándose la mochila con la diestra.

Menudo pedregal hay por acá arriba. Todo repleto de rocas astilladas, enchapadas, meteorizadas, dispersas y

rotas. Retumba el acero del martillo, aunque sin mucho esfuerzo. El sitio semeja un basurero retorcido, buzando aquí y allá. - Mide bien el azimut y la inclinación muchacho que te estoy evaluando - advierte el profe de baja estatura y overol rojo. Óxidos metálicos. Rojo, amarillo y negro. Micas cristalinas, refulgentes y diminutas. ¿Cuarzo o calcita? según el HCl, ambos. Hidrólisis explícita. Boudinage ¡qué interesante! Fallas, de libro y de gratis. Grietas, también fisuras, todas las que quieras. Vetas blancas y rechonchas. Fenomenografía entre colinas de poca altura.

A un lado, cimas de redondo contorno y caídas verticales. Del otro, pendientes no tan bruscas, mucho más suaves ¿lo ven? bien lo decía el profe de profes en el punto anterior.



Cuadrículas y coordenadas. De pronto, el profe alto, del semblante serio desenfunda un mapa y la profe bajita, de la pamelita acampanada le ayuda, mientras otra profe, también pequeña y de largo cabello oscuro, impone disciplina entre los estudiantes de mirada y mente distantes, que no parecen prestar atención.

Es mediodía. Se acerca el almuerzo y aún falta otro sitio. Andando. El chofer nos espera a un lado del sendero. Llegaremos al pueblo en minutos. Nos bajamos todos.



San Diego es un río con muchas piedras ¿piedras? en realidad son rocas, y éstas se muestran bien interesantes. Llegamos al parque. Justo en frente está el hotel y acá en esta llamativa construcción, los baños minero-medicinales. Por eso el olor algo peculiar. Todos contemplan extasiados el paisaje fluvial desde el balcón. Selfies y poses a montones. Tomamos la escalinata empedrada que conduce hasta el río.

Cruzamos con el agua hasta las rodillas. Rocas bien colocadas atrapan nuestra atención. Calizas laminadas grises y tiras de pedernal negro del Cretácico. Intercaladas, que buzando en una dirección. ¡Qué fascinante! Distensión estructural. Fallas aquí y allá. Por acá, otras rocas aún más jóvenes dispuestas en bloques. El profesor alto, del semblante serio sugiere explorar por allí. Caminar es difícil pero la chica rubia de pecas, usa unas medias futuristas, de fibra de carbono y no teme a las rocas inclinadas. Varias fotos. Incluso la profe de la sonrisa eterna se saca unas

Primero vamos hasta la Loma de Basilio, un afloramiento espera por nosotros allí. Justo en frente de una casa. Los lugareños nos miran curiosos. - Son de la universidad, ¿verdad? y... ¿por qué tanto interés por esas piedras? - pregunta una señora - Eso somos, picapiedras, y andamos de aquí para allá recogiendo las necesarias para estudiarlas - responde uno de los estudiantes en tono desenfadado. Si ya terminamos aquí, pongamos rumbo al balneario.

para su Instagram. El profe de profes solicita llevar unas muestras para estudiarlas con calma. Ahora, escuchemos al profe de espejuelos y overol rojo, pues tiene algo que contar sobre este lugar, después habrá espacio para un chapuzón.

Ha llegado el momento para que Almuerzo y Merienda, juntos, nos deleiten con sus bondades nutritivas. Sí, justo en el parque. Alcanza para todos, y si alguien quiere más, pues le damos más. Satisfechos. Son casi las 4 y emprendemos el viaje de regreso. Ya vamos saliendo del pueblo. Con el reposo, emerge una soñolencia que a todos parece hechizar. Pronto estaremos rodando por la Interprovincial, pero antes haremos una última parada. Sí, deténgase aquí chofer. Bajamos algunos.

El paisaje es realmente espectacular. Las vistas increíbles. Pedimos permiso a un lugareño con sombrero de guano y sin camisa, cuyos canijos perros nos reciben algo





desconfiados. No sabemos su nombre, pero el hombre se muestra amistoso y accede a nuestro pedido de tomar unas panorámicas: - ¡Sí hombre no faltara más, tomen las fotos que quieran! - nos dice sonriente.

Lo llamaré Celedonio, tiene aspecto de ser uno. El sitio donde queda enclavada su rústica vivienda exhibe una posición privilegiada desde donde es posible contemplar el encuentro entre dos sierras. Nos despedimos del gentil Celedonio, pero antes le agradecemos el obsequio: el profe del overol rojo y aquel de alta estatura y semblante serio, cargan con unas rocas rojipardas y algo duras.

Excelentes para clases prácticas y también para asegurar la puerta del Museo de Geología.

El Sol decadente y vespertino nos atrapa en la carretera. No todos caen rendidos ante el embrujo de Morfeo, una parte se mantiene en pie (o sentados para ser precisos), con suficiente combustible aún para continuar escuchando la música enrevesada cuya letra es mejor no comprender, por eso prefiero leer El Capital, porque es más fácil. Llegamos. Los rostros se describen por sí solos. Debe ser que no nos cansamos lo suficiente. Nada de qué preocuparse. Sin dudas una jornada inolvidable, con mucho incentivo para una próxima aventura.



## Revelando los Antiguos Secretos de la Tierra: El Poder de la Datación del Zircón ( $ZrSiO_4$ )

Sanjeet Kumar Verma<sup>1\*</sup>, Sumit Mishra<sup>2</sup>, Eduardo Gonzalez Partida<sup>2</sup> Joseph Madondo<sup>2</sup>, Alejandro Carrillo Chávez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>División de Geociencias Aplicadas, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. Camino a la Presa San José # 2055, Col. Lomas 4a Sec., C.P. 78216, San Luis Potosí, SLP, México

<sup>2</sup>Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Boulevard Juriquilla 3001, 76230, Juriquilla, Querétaro, México.

\*Corresponding Author: [sanjeet.verma@ipicyt.edu.mx](mailto:sanjeet.verma@ipicyt.edu.mx)

¿Alguna vez has reflexionado sobre la edad de nuestro planeta o te has maravillado con la lejana era en la que los dinosaurios caminaban sobre la Tierra? Desentrañar la edad de las rocas antiguas es un aspecto complejo pero fundamental para comprender la historia de la Tierra. Entre los diversos métodos que emplean los científicos, la datación de Uranio-Plomo (U-Pb) se destaca como una de las técnicas más confiables, arrojando luz sobre rocas formadas entre 1 millón y 4.5 mil millones de años atrás y estimando la edad de la Tierra en aproximadamente 4.543 mil millones de años.

### El zircón ( $ZrSiO_4$ ): una cápsula del tiempo en la corteza terrestre

Central para la datación de U-Pb está el zircón, un mineral robusto conocido por su resistencia a la meteorización y al metamorfismo. La alta proporción de Uranio a Plomo (U/Pb) del zircón lo convierte en una herramienta valiosa para la datación precisa. Encontrado principalmente en rocas ígneas, que carecen de fósiles, el zircón se convierte en un tesoro para datar estas rocas. Su capacidad para concentrar Uranio y Torio mientras excluye el plomo es crucial para una datación precisa.

### Las Propiedades del zircón

Fórmula química:	$ZrSiO_4$
Densidad relativa:	4.6-4.7 g/cm <sup>3</sup>
Dureza:	7.5 en la escala de dureza de Mohs
Nombre:	Zircón, Nombrado así por la palabra árabe 'zargun' (derivada de las palabras persas: zar que significa oro y gun que significa color)

### Historia de la datación de zircón

La historia de la datación de zircón comienza con el descubrimiento de la radioactividad por Henri Becquerel en 1896 y el trabajo posterior de Marie y Pierre Curie, quienes elucidaron aún más el fenómeno. Basándose en esta base, los científicos comenzaron a explorar el potencial de la desintegración radiactiva como medio para determinar la edad de las rocas. En 1789, durante un análisis de la composición del mineral zircón, el químico alemán Martin Heinrich Klaproth descubrió el circonio (o zirconio, elemento con símbolo Zr). Este elemento fue extraído más tarde del zircón por el químico sueco Jöns Jacob Berzelius en 1824. En 1907, Bertram Boltwood propuso el primer método para datar rocas basado en la desintegración del uranio en plomo, sentando las bases para lo que más tarde se conocería como datación radiométrica.

El avance clave en la datación de zircón llegó en las décadas de 1950 y 1960 con el desarrollo de técnicas de espectrometría de masas que permitieron la medición precisa de las relaciones isotópicas. Esto permitió a los geólogos determinar con precisión la edad de los cristales de zircón midiendo las relaciones de isótopos de uranio y plomo dentro de ellos. El trabajo pionero de investigadores como Clair Patterson y Alfred Nier refinó aún más estas técnicas, lo que llevó a la adopción generalizada de la datación de zircón en geología. A lo largo de las décadas, la datación del zircón ha sido continuamente refinada y mejorada, con avances en



técnicas analíticas e instrumentación que mejoran su precisión y precisión. Hoy en día, la datación del zircón es una piedra angular de la geocronología, proporcionando a los geólogos información vital sobre el momento de los eventos geológicos y la evolución de la corteza terrestre.

**El proceso de datación: un viaje a través de cadenas de desintegración**

El proceso de datación se basa en dos cadenas de desintegración: la serie de uranio y la serie de actinio, cada una con su propia vida media: 4.47 mil millones de años y 710 millones de años, respectivamente. Cuando un cristal de zircón se forma, atrapa átomos de plomo de la descomposición del uranio (Fig. 1a). Midiendo la relación plomo-uranio en el cristal, los científicos pueden determinar su edad. Este método crea un "diagrama de Concordia", comparando el envejecimiento de los zircones, con cristales más antiguos posicionados más adelante en la curva. Los eventos geológicos pueden perturbar los cristales de zircón, restableciendo su edad y creando "líneas de Discordia", que ayudan a determinar la edad de la perturbación (Fig 1b).

**Desde el trabajo de campo hasta el laboratorio: desvelando los secretos de la Tierra**

El proceso de datación de rocas comienza en el campo, donde los geólogos recolectan muestras de rocas conocidas por ser más antiguas que otras. Estas muestras se descomponen, y los granos de zircón se separan mediante un proceso meticuloso. Una vez aisladas, las muestras de zircón se someten a examen mediante diversas técnicas, incluido el análisis con microsonda electrónica, para determinar su composición y edad. El cristal de zircón más antiguo conocido, descubierto en Australia Occidental, se estima que tiene entre 4.2 y 4.3 mil millones de años (Fig. 2).

**Contribuciones a la geocronología y la ciencia de la Tierra**

La datación de zircón ha revolucionado nuestra comprensión de la historia de la Tierra, permitiéndonos mirar hacia atrás miles de millones de años en el pasado. A través de un meticuloso trabajo de campo y análisis de

laboratorio, los científicos han desvelado los secretos del antiguo pasado de la Tierra, proporcionando información sobre la formación de nuestro planeta y la evolución de la vida en la Tierra.

En México, la datación de zircón ha sido fundamental para comprender la evolución geológica de varias regiones. Por ejemplo, la datación de zircón de rocas en la provincia volcánica de la Sierra Madre Occidental ha proporcionado información importante sobre el momento y la duración de la actividad volcánica en el oeste de México. Esta provincia volcánica es una de las más grandes e importantes de México, y comprender su historia es crucial para evaluar los peligros volcánicos y el potencial de recursos minerales en la región.

Del mismo modo, la datación de zircón se ha utilizado para estudiar la evolución geológica de la península de Baja California. Esta región se caracteriza por procesos tectónicos complejos, que incluyen el rift del Golfo de California y la subducción de la Placa del Pacífico debajo de la Placa Norteamericana. La datación del zircón ha ayudado a determinar el momento de estos eventos tectónicos, proporcionando información valiosa sobre la historia geológica de la península.

En términos de edades específicas, la datación del zircón ha revelado que las rocas en México tienen una edad que varía desde el Precámbrico hasta el período Cuaternario. Las rocas del Precámbrico en México se encuentran en regiones como el Complejo Oaxaqueño y se datan en más de mil millones de años. Estas rocas antiguas proporcionan información sobre la historia geológica temprana de México y la formación del continente.

En contraste, las rocas volcánicas de la Sierra Madre Occidental son mucho más jóvenes, con edades que van desde aproximadamente 40 a 5 millones de años. Estas rocas registran la actividad volcánica más reciente que ha dado forma al paisaje del oeste de México.

**Una ventana a la historia de la Tierra**

En conclusión, la datación del zircón juega un papel fundamental en el avance de nuestra comprensión de la

historia geológica de la Tierra. Al proporcionar restricciones precisas de edad para eventos geológicos, la datación de zircón ayuda a reconstruir entornos pasados, comprender la formación de depósitos minerales y evaluar los peligros geológicos en diversas regiones. Sirve como un testimonio del poder de la investigación científica en desentrañar los misterios del antiguo pasado de nuestro planeta.

**Usos industriales del zircón**

La durabilidad del zircón lo hace valioso como material abrasivo, y su alto punto de fusión (superior a 2500°C) lo hace ideal para revestir hornos en la industria del acero. El zircón también contiene metales como el zirconio (Zr) y el hafnio (Hf). El zirconio, conocido por su excepcional dureza y resistencia a la corrosión, se utiliza en la fabricación de tuberías para productos químicos agresivos, revestimientos para reactores nucleares,

intercambiadores de calor y aleaciones especializadas. El zirconio también está presente en discos duros de computadoras, telas livianas y varios artículos para el hogar como plumas y cuchillos diseñados para durabilidad. El hafnio se utiliza en barras de control nuclear y aleaciones de alto rendimiento. Los productos basados en zirconio también se emplean en motores, electrónica, naves espaciales y el sector de la cerámica.

El zircón es una gema apreciada debido a su amplia gama de colores, y los zircones facetados e incoloros se han utilizado como sustitutos del diamante. El término "jacinto" se refiere al zircón de calidad gema en tonos amarillo-rojo a rojo-marrón, mientras que "estrella de zircón" describe el zircón azul que ha sido tratado térmicamente. A veces se confunde con el zircón cúbico, una forma sintética de dióxido de zirconio (ZrO<sub>2</sub>) que se puede moldear y utilizar como gema.

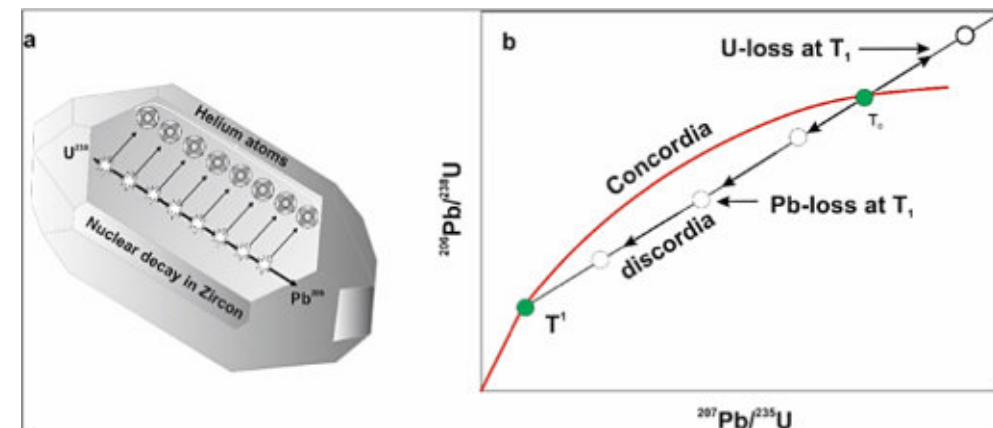


Figura 1. a) Decaimiento nuclear en un cristal de Zircón; b) Ilustración del diagrama de concordia "Wetherill" mostrando análisis concordantes (símbolos llenos) y discordantes (símbolos vacíos) afectados por diferentes grados de pérdida de Pb (o U).

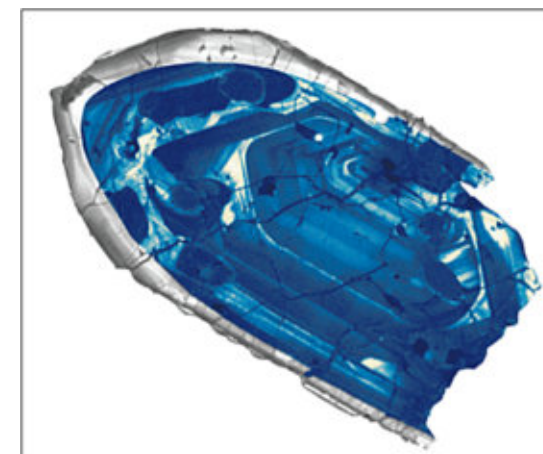


Figura 2. Imagen a color falso del zircón más antiguo conocido, encontrado en la formación Jack Hills, con una edad estimada de 4,374,000,000 años. (Fuente: Valley, J. W., et al. 2024. Hadean age for a post-magma-ocean zircon confirmed by atom-probe tomography. Nature Geoscience 7, 219-223.





El Dr. Sanjeet Kumar Verma obtuvo el grado de Doctor en Ingeniería (Geoquímica y Petrología ígnea) por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en el año 2009-2012 con mención honorífica y la medalla Alfonso Caso. Realizó una estancia Posdoctoral en la Universidad de Campinas, Brasil del 2012-2015. Ingresó a la División de Geociencias Aplicadas de Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C (IPICYT) como Investigador en 2015, donde actualmente es Jefe de la División de Geociencias Aplicadas y Investigador Titular C, definitivo, y nivel II en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores. También se desempeñó como coordinador académico de 2019-2022.

Sus líneas de investigación incluyen básicamente cuatro áreas relacionadas con la Petrología ígnea: i) geoquímica de las rocas (modelado geoquímico y geoquímica analítica), ii) petrogenesis (origen y evolución del magma), iii) discriminación de ambiente tectónicos y iv) geocronología (identificar la edad de la roca). Sus principales contribuciones se centran en el campo volcánico de San Luis Potosí (CVSLP) donde rocas contiene topacio, que es un mineral precioso y de gran valor económico y la razón por estos minerales de topacio se dan solo en SLPVF, y no en otras partes de México. Además, calibración de fluorescencia de rayos X a partir de regresión lineal de mínimos cuadrados ponderados con incertidumbre.

Es Editor Asociado de la revista Elsevier "Geochemistry" JCR F.I 3.700 y Miembro Editorial de la Revista Springer "Discover Geoscience". Es Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias desde el año 2017 a la fecha. A ganado el premio de Newton Advanced Fellowship, The Royal Society, Inglaterra en 2016. Cabe aclarar que el premio de Newton Advanced Fellowship es un premio muy prestigioso el cual se otorga a pocos investigadores en todo el mundo. Ganó el Premio Potosino de Investigación Científica y Tecnológica 2021 en la categoría de Joven Investigador.

Es autor de 50 publicaciones JCR, 5 capítulos de libros de editoriales

internacionales, 1 libro de Springer Nature, cuenta con más de 17 trabajos extensos en conferencias Internacionales, 2 Conferencias Nacionales, 4 artículos de divulgación, ha impartido más de 15 seminarios y más de 24 cursos a nivel Posgrado en la DGA/IPICYT sobre Petrología Ígnea y Geoquímica. Su obra cuenta con más de 1200 citas bibliográficas; tiene el Factor o Índice H (H-Index) de 18.

Ha supervisado 6 tesis de Licenciatura; 7 de Maestría; y 3 de Doctorado (3 de Doctorado, 2 de maestría y 1 Postdoctorado en desarrollo). Es revisor de revistas reconocidas con una tasa de revisión anual de 17, ha organizado cursos internacionales y ha participado en comités científicos de congresos.



**Dr. Sumit Mishra** actualmente trabaja como investigador postdoctoral en el Centro de Geociencias de la UNAM. Su área de especialización son la geoquímica de rocas ígneas, la geocronología y la geología isotópica. Actualmente se concentra en la diagénesis del carbón de la Cuenca de Sabinas y depósitos de Manganese en Autlán.



**Eduardo González Partida** Se graduo de Ingeniero Geólogo (UNAM) en 1977 y en 1979 se graduado de Ingeniero Experto en Exploración y Valorización de Recursos Naturales en la Escuela Nacional Superior de Geología de Nancy, Francia, obteniendo posteriormente, los grados de Doctor Ingeniero en Materias Primas Minerales y Energéticos en 1981 y Doctor de Estado en Ciencias en 1985. Actualmente tiene 41 años de antigüedad docente/académico en la UNAM, es nivel III en el SNI. En 2020-21 fue Co-fundador y nombrado Rector de la Universidad Polotécnico de Nochixtlan Abraham Castellano. En su aportación científica y tecnológica cuenta con 350 productos. En la formación de recursos humanos ha dirigido 86 tesis, de las cuales 58 son de Licenciatura, 21 de Maestría y 7 de doctorado. Sus campos de acción son los yacimientos minerales y energéticos: geotermia, carbón, hidrocarburos.



El **Dr. Joseph Madondo** es investigador postdoctoral en el Centro de Geociencias de la UNAM. Se graduó como doctor en Ciencias de la Tierra en la UNAM. Su área de especialización es la metalogénesis de los depósitos de manganeso en Mexico. Actualmente está trabajando en los depósitos de Manganese en Autlán.



**Dr. Alejandro Carrillo-Chávez.** Ingeniero Geólogo del Instituto Politécnico Nacional, Maestría en La Universidad de Cincinnati, y Doctorado en la Universidad de Wyoming. Inicio su trabajo en el Instituto Mexicano del Petroleo y después inicio vida académica en la Universidad Autónoma de Baja California Sur. En 1998 ingreso al a Unidad Investigación en Ciencias de la Tierra (UNICIT) UNAM, Campus Juriquilla (actual Centro de Geociencias). Su trabajo inicial fue sobre petrografía ígnea y metamórfica. En academia inicio dando clases de petrología ígnea y metamórfica. Actualmente es Tutor del Posgrado en Ciencias de la Tierra UNAM. Su maestría fue sobre yacimientos minerales metálicos y su doctorado sobre geoquímica ambiental. Actualmente sus líneas de investigación son: Metales Pesados en Medio Ambiente, Hidrogeoquímica, Geoquímica Isotópica de Metales Pesados e Hidrogeoquímica de Salmueras Petroleras. A la fecha es responsable de un Proyecto UNAM sobre Concentraciones de metales e isotopía estable de Zn y Hg en agua de lluvia, nieve y núcleos de hielo en glaciares mexicanos. [ambiente@geociencias.unam.mx](mailto:ambiente@geociencias.unam.mx)



**"Estado del arte del modelado térmico de una cuenca sedimentaria y sus implicaciones en el sistema petrolero"**

**María Guadalupe Cordero Palacios**  
Colaboradora de la Revista

La evolución térmica y/o estado del arte del modelado térmico de las cuencas sedimentarias y su efecto en la maduración de los hidrocarburos, permite conocer la importancia del efecto térmico en la madurez de una roca generadora y desarrollar un método analítico para predecir el efecto de la evolución del gradiente geotérmico de un perfil térmico del subsuelo, sobre la maduración de hidrocarburos en una cuenca sedimentaria, es importante porque los efectos combinados de los procesos sedimentarios y el flujo de calor son el control principal sobre la tasa y el alcance de la maduración de los hidrocarburos en rocas generadoras potenciales, lo cual es de primordial interés en la evaluación de yacimientos petrolíferos.

El método principal, se basa cuando se calibran datos de yacimientos petroleros de la maduración de hidrocarburos en rocas con gran existencia de fuente de petróleo, el cual puede usarse para indicar e inferir el gradiente geotérmico del pasado geológico y obteniendo así las condiciones al inicio del sepultamiento y sedimentación en eventos termotectónicos que involucran sedimentación.

La maduración de los hidrocarburos implica una lenta conversión termodinámica de la materia orgánica (querógenos) en rocas generadoras potenciales de petróleo y gas, que luego pueden migrar a rocas yacimientos más porosas. El proceso de maduración está fuertemente influenciado por dos factores: la temperatura local, y la duración del evento térmico. A su vez, estos están fuertemente controlados por las tasas de hundimiento y sedimentación. Durante los eventos de

formación de cuencas, se transfieren grandes cantidades de calor desde el basamento que le subyace a la cubierta sedimentaria en evolución, proporcionando una fuente de energía para el proceso de maduración. Sin embargo, como en cualquier proceso de "cocción lenta", la maduración puede ocurrir a una temperatura dada sólo si el tiempo y el calentamiento sea proporcional y de manera efectiva. El índice de maduración, que depende tanto del tiempo de calentamiento efectivo como del historial térmico, es una medida cuantitativa del grado de maduración.

El enfoque estándar para modelar este proceso supone una historia de sepultamiento en evolución, considerando una cuenca con una geotermia en estado estacionario, tanto en la columna de sedimentos como en las rocas del basamento subyacentes. Este enfoque de primer orden ignora cualquier efecto de los cambios en el perfil geotérmico resultantes del momento y la historia del mecanismo particular que formó la cuenca sedimentaria y, por lo tanto, puede conducir a una sobreestimación o subestimación sistemática de la maduración de los hidrocarburos en dichas rocas. Este efecto sistemático puede ser pequeño cuando las tasas de sedimentación son bajas, pero puede ser significativo en cuencas con tasas de sedimentación rápidas en comparación con la tasa de transporte de calor y reequilibrio en el sistema.

Existen modelos matemáticos analíticos que involucran al transporte de calor por difusión durante la deposición de sedimentos, que es rápido en comparación con la tasa de relajación térmica. Los dos modelos describen eventos sedimentarios que pueden considerarse efectivamente instantáneos (repentinos) o continuos. En ambos casos se puede construir un perfil geotérmico dependiente del tiempo y el índice de maduración resultante de rocas generadoras particulares, dados los efectos combinados de las historias térmica y de sepultamiento como se muestra en la figura 1.

Los modelos tienen en cuenta tanto el efecto de enfriamiento transitorio del manto de sedimentos frío como el calentamiento en estado estacionario del basamento subyacente. Después de la calibración de datos obtenidos por un pozo, el método permite una reconstrucción del gradiente geotérmico inicial al inicio del evento de sedimentación.

Un ejemplo de la aplicación del modelo geotérmico, es el aplicado a los datos derivados de dos pozos perforados en dos entornos tectónicos diferentes: la cuenca de Panonia y el Mar del Norte Central. En ambos casos existe una buena concordancia entre las predicciones del modelo del índice de maduración y las observaciones empíricas basadas en la técnica de reflectancia de vitrinita aplicada a muestras de pozos de rocas madre reales. En cambio, los modelos geotérmicos de estado estacionario dan una sobreestimación sistemática tanto de la temperatura máxima como del grado de maduración alcanzado por los sedimentos al final del evento sedimentario; esta

sobreestimación es particularmente evidente en el caso de la cuenca de Panonia. Estos efectos sistemáticos podrían tener implicaciones significativas tanto para la interpretación de eventos termotectónicos pasados como para la evaluación de yacimientos petrolíferos.

Gráfico de intervalos de profundidad para la maduración de hidrocarburos en un evento continuo (comenzando en 100 Ma a una velocidad constante de 40 m Ma<sup>-1</sup> y con una difusividad térmica media de 31,54 km<sup>2</sup> Ma<sup>-1</sup>), en la actualidad, en función del gradiente geotérmico inicial. Los ejes X y Y muestran el gradiente geotérmico inicial y representan la profundidad máxima de los sedimentos.

Otra forma de modelar el estado del arte del modelado térmico de una cuenca sedimentaria, es mediante la historia del régimen térmico de la cuenca sedimentaria, en este caso se analizará la Cuenca de Sydney, se estima que los espesores de la corteza superior e inferior son de 14 km cada uno a partir del análisis gravitacional y magnético, como se muestra en la *Figura 2* y *Figura 3* a continuación.

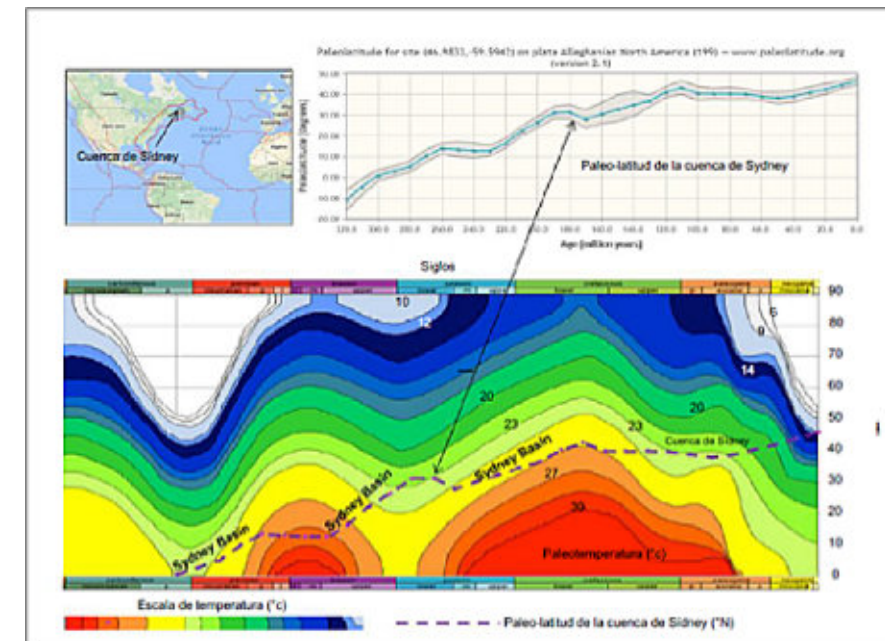


Figura 2. Modelado termico de la cuenca sedimentaria de Sydney, (Mooney, 2015).

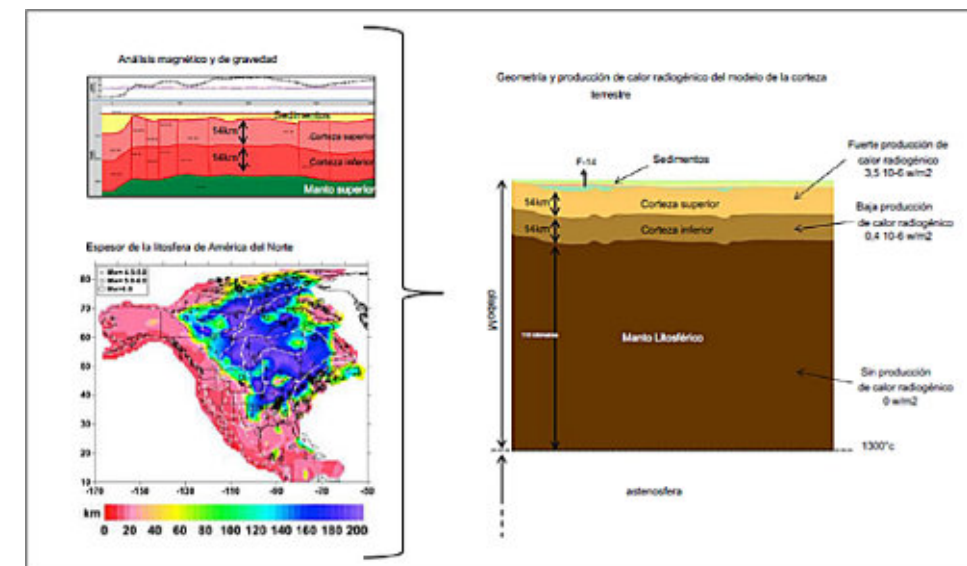


Figura 3. Los espesores de la corteza superior e inferior, (Mooney, 2015).

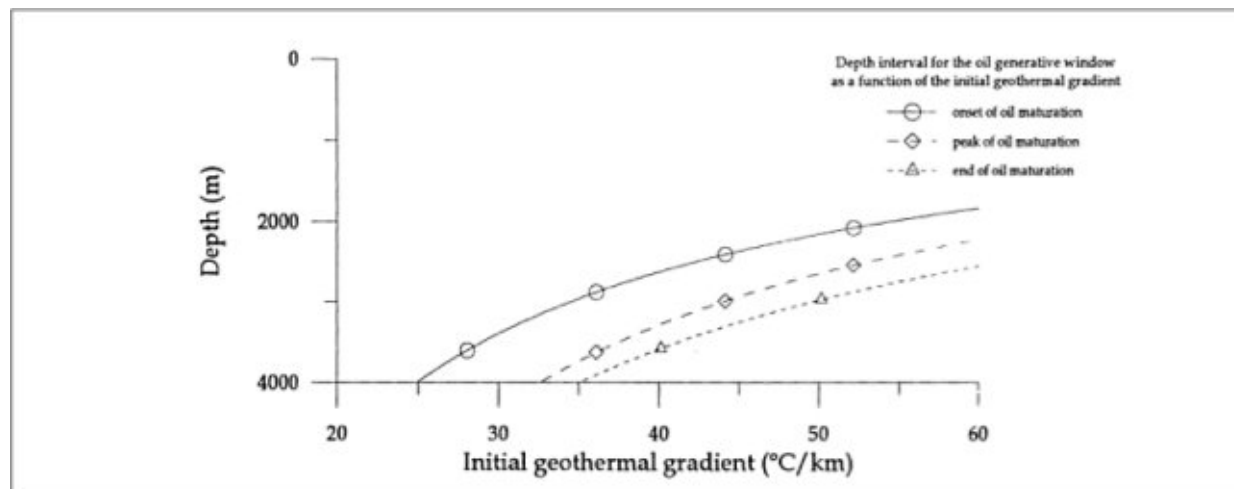


Figura 1. Gradiente geotérmico inicial y profundidad, Filippo, P. (1999).



Los valores de producción de calor radiogénico se tomaron de la biblioteca *Temisflow* e indican una contribución importante de la corteza superior ( $3,5 \cdot 10^6$  w/m<sup>2</sup>), menor de la corteza inferior ( $0,4 \cdot 10^6$  w/m<sup>2</sup>) y ninguna contribución del manto. La estimación del espesor total de la litosfera se basa en datos regionales publicados (Mooney, 2015) y se ajustó a 138 km utilizando datos de

temperatura de pozos en la *Figura 4* y la calibración térmica de la madurez (pozos P91, F24 y P05).

La temperatura y madurez de la cuenca han sido calibradas con los pozos P91, P05 y F24, los datos de la vitrinita muestran un estado de madurez mayor en comparación con el régimen térmico actual.

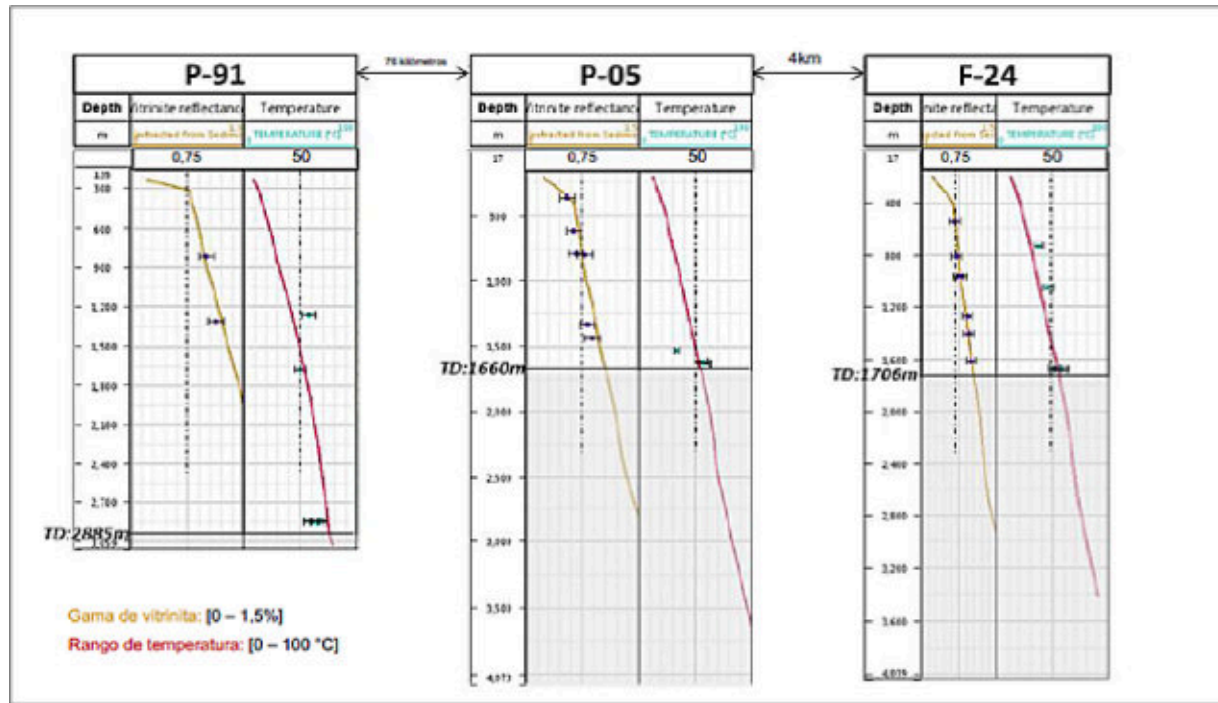


Figura 4. La estimación del espesor total de la litosfera se basa en datos regionales publicados (Mooney, 2015).

A continuación, se hace la interpretación del estado de madurez, como el resultado de una condición de estado de sepultamiento superior antes del levantamiento del Triásico. La simulación de modelado de cuenca estima que el espesor erosionado es de alrededor de 2 km en las ubicaciones de los pozos P05 y F24, y de 3 km en el pozo P91 (consulte el mapa de espesor erosionado, *Figura 5*).

En las figuras de la derecha (ubicación menos profunda), el estado de madurez máximo alcanzado es la ventana de petróleo para la roca generadora de Windsor y la ventana de petróleo temprana para las rocas generadoras de las minas Mabou y Sydney. La temperatura máxima alcanzada fue de 120°C., existió sobrepresión, pero estuvo limitada a aproximadamente 10 MPa a 15 MPa durante el Pérmico, disminuyendo rápidamente a un estado hidrostático durante la erosión, *Figura 5*.

La evolución del entierro/temperatura demuestra influencias climáticas, mostrando, por ejemplo, una clara disminución de la temperatura desde el Jurásico hasta la actualidad como resultado de la migración de paleolatitud y el cambio climático global. También se observa un efecto de cobertura durante las altas tasas de sedimentación en el Carbonífero (desequilibrio térmico), *Figura 5*.

Ambos puntos están situados en grabens; uno está cerca del pozo P91 y el otro está cerca de los pozos F24/P05, los cuales muestran casi la misma historia con respecto a la madurez máxima que se alcanzó durante los períodos Permo-Trias.

La roca madre de Horton en el graben norte alcanzó los 6,5 km con una reflectancia de vitrinita del 2%, mientras que el graben sur alcanzó los 5,5 km con una reflectancia de vitrinita del 1,7%. Otras rocas generadoras, como las minas Windsor, Mabou y Sydney, alcanzaron la ventana de madurez petrolera durante Permo-Trias para ambas ubicaciones.

La evolución de la temperatura muestra que la roca madre de Horton superó los 150 – 160 °C durante el Pérmico, lo que desencadenó la aparición de craqueo térmico secundario. La roca madre alcanzó la ventana de gas consistente con la reflectancia de vitrinita.

En conclusión, la influencia climática es observable en la evolución del entierro/temperatura, mostrando por ejemplo una clara disminución de la temperatura desde el Jurásico hasta la actualidad como resultado de la evolución de las paleolatitud y el cambio climático global.

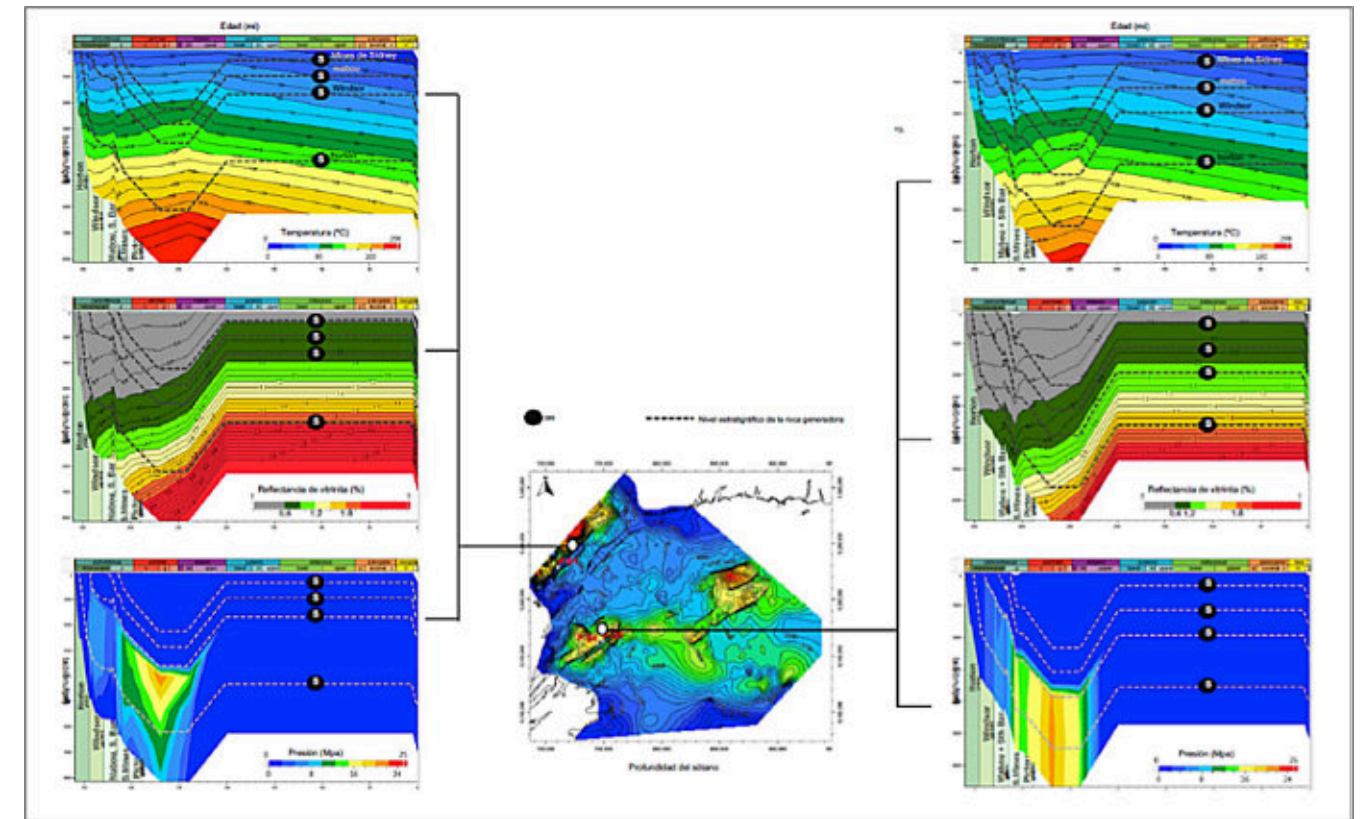


Figura 5. Ventana de petróleo para la roca generadora de Windsor y la ventana de petróleo temprana para las rocas generadoras & temperatura, (Mooney, 2015).

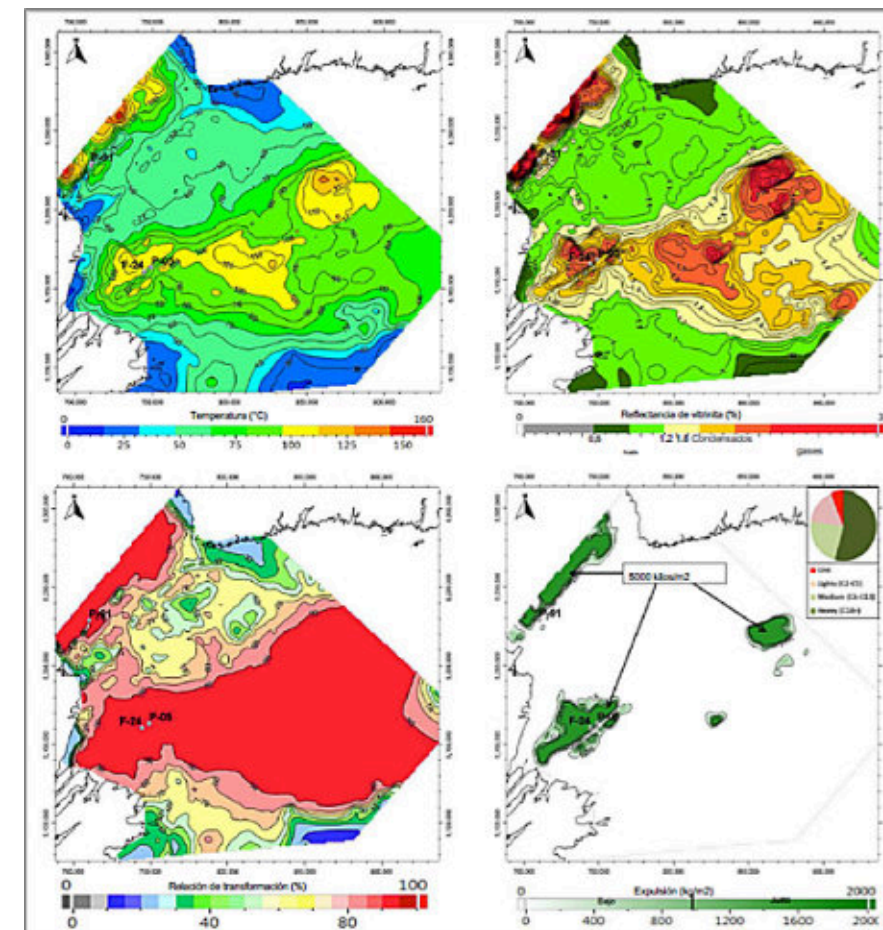


Figura 6. Se muestra la temperatura de la roca madre, la madurez y la expulsión de masa de hidrocarburos en la actualidad. Constituye una primera evaluación de hidrocarburos de la cuenca de Sydney y roca madre de Horton se limita a grabens como se indica en el modelo geológico, (Mooney, 2015).

Mooney WD. 2015. Crust and lithospheric structure—global crustal structure. In *Treatise on Geophysics, Vol. 1: Seismology and Structure of the Earth*, ed. B Romanowicz, A Dziewonski, pp. 339–90. Amsterdam: Elsevier.



# 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.



# The Dinosaur House: New Zealand

Haz click en la imagen



**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

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



El Comité de Educación y Divulgación de GeoLatinas invita al:

# GeoSeminario

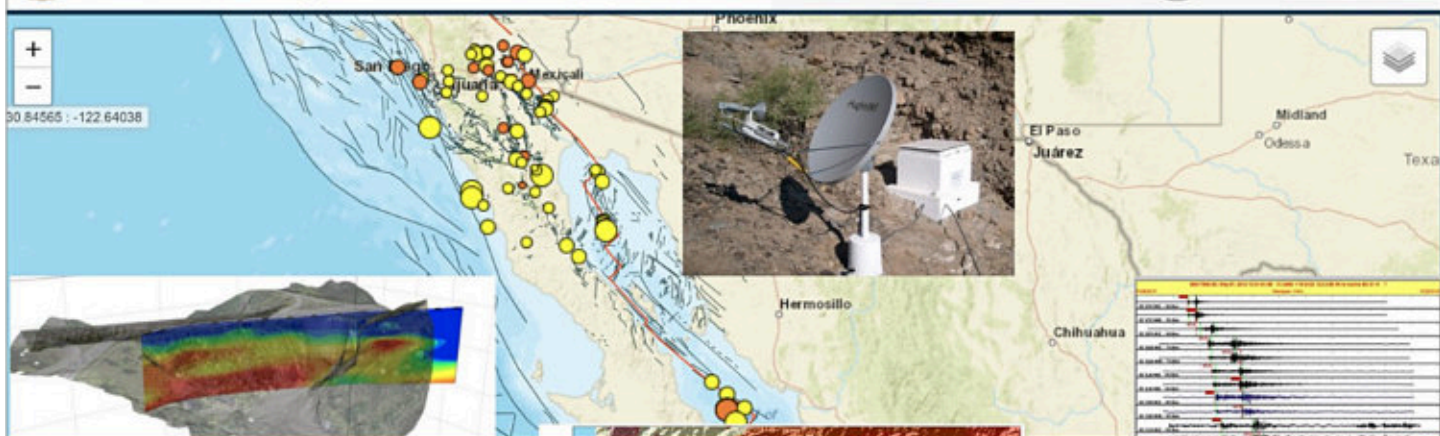
PRODUCTOS Y APLICACIONES DE LA RED  
SISMOLOGICA DEL CICESE (RSC)



**MC. LUIS YEGRES**

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

La Red Sismológica del CICESE y sus subredes monitorean la actividad sísmica en Baja California y el Golfo de California, y también contribuyen a la gestión del riesgo sísmico en la región. El Departamento de Sismología del CICESE contribuye en proyectos como la microzonificación sísmica, alertas tempranas, prospección geotérmica, caracterización de movimientos de masa, entre otras.



**Viernes, 12 abril, 2024** 11:00 am - Hora Mx (UTC-6), 10:00 am (UTC-7)



GeoLatinas | GeoLatinasFace | geolatinasinsta | @GeoLatinas

<http://encomunicacionct.geociencias.unam.mx/>

## Revista ENSEÑANZA Y COMUNICACIÓN DE LAS GEOCIENCIAS

<http://encomunicacionct.geociencias.unam.mx/>

**NUEVO NÚMERO  
DICIEMBRE 2023**

- Excursión geológica al Parque Ecológico de la Huasteca en Nuevo León, México, diseñada para estudiantes de primaria.
- Testimonio de un superviviente del megaterremoto registrado en Chile en 1960
- Estudio sobre la contaminación por ozono y su vínculo con el programa "Hoy no Circula" de la Ciudad de México
- Estudio petrológico del deterioro de un monumento histórico de la ciudad de Aguascalientes.
- Enseñanza de la Geografía con el Aprendizaje Basado en Problemas para Preparatoria.
- Propuesta de la UNESCO para combatir la desigualdad y la violencia de género en la enseñanza de la Geografía a nivel licenciatura.
- Importancia de los hongos y su compleja pero frágil relación con el cambio climático.





**EXPLORA Expo 2024** will include:

- Stands area for E&P operating companies
- Theater for presentations of exploratory prospects and other business opportunities in the upstream sector
- Business Room
- Stands area for companies providing products and services
- Job Fair
- Networking Events

### EXHIBITORS

**EXPLORA Expo 2024** will offer a permanent stands space for operating companies and a theater with capacity for 100 people where E&P operating companies will be able to make presentations of their business opportunities for 20 minutes for interested companies and investors. This event offers the opportunity for companies in the upstream sector and investors to learn about all the new mature investment opportunities available in Colombia, while simultaneously offering exhibitors the opportunity to present their prospects to a large audience and drive traffic to their respective stands at no additional cost.



**EXPLORA Expo 2024** will offer a commercial exhibition space where companies interested in offering their products and services can acquire a stand space. Service companies, investors and operating companies are welcome to sponsor this event that will bring together the most important executives and professionals of the Colombian E&P sector.

Visit our web page:

<https://exploraexpo.com>



### JOB FAIR

**EXPLORA Expo 2024** will offer a Job Fair area in order to provide a private space for job seekers to interact with companies human resources personnel and head-hunters looking to hire new talent as the industry strengthens.



*¡All registered attendees at EXPLORA Expo 2024 will be able to attend and apply for job opportunities available on the job fair at no additional cost!*

***“EXPLORA Expo is a catalyst to negotiate partnership agreements and undertake new exploration and production projects.”***

# PRIMERA CIRCULAR



**XV Congreso Geológico de América Central**  
& **V Congreso Guatemalteco de Geociencias Ambientales**



La Carrera de Geología de la Universidad de San Carlos y la Asociación Guatemalteca de Geociencias Ambientales - ASGA- invitan a participar en el **XV Congreso Geológico de América Central y el V Congreso Guatemalteco de Geociencias Ambientales** a realizarse del 25 al 29 de noviembre de 2024 en Antigua Guatemala.

***“Compartiendo conocimientos para construir el futuro geocientífico de América Central”***

### OBJETIVO

Ofrecer un espacio de encuentro, reflexión y conexión entre Geólogos que trabajen en América Central para presentar y compartir los últimos avances en la investigación geocientífica y en estimular colaboraciones interinstitucionales en Ciencias de la Tierra.

### COMITÉ ORGANIZADOR

Rudy Machorro Sagastume	Presidente
Silvia Cortez Bendfeldt	Vicepresidente
Alejandra Mendoza M.	Secretaria
Luis Carrillo	Tesorero
Jaime Requena F.	Vocal 1
Andrea Reiche de la Cruz	Vocal 2
Sergio Morán I.	Vocal 3
Luciano López L.	Representante Estudiantil

### ACTIVIDADES

**Sesiones – Cursos Cortos – Giras de Campo**  
**EJES TEMÁTICOS**

- 1: Geofísica
- 2: Geoquímica
- 3: Geotecnia
- 4: Exploración de recursos naturales
- 5: Tectónica y riesgos naturales
- 6: Inteligencia Artificial y Tecnologías en Geociencias
- 7: Hidrogeología, recursos hídricos y energéticos
- 8: Mapeo geológico de Centroamérica
- 9: Patrimonio geológico, geoturismo y conservación

*No excluye otros temas de interés que sugieran los Geólogos de América Central. Abierta la convocatoria para proponer tópicos geocientíficos especializados para el XV CGAC.*



**COMITÉ CIENTÍFICO REGIONAL DEL XV CONGRESO  
GEOLÓGICO DE AMÉRICA CENTRAL**

<b>País</b>	<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>
México	Eloísa Domínguez Mariani	Universidad Autónoma Metropolitana de México
	Luigi Solari	Universidad Nacional Autónoma de México
Costa Rica	Gerardo Soto	Universidad de Costa Rica
	Ingrid Vargas	Universidad de Costa Rica
Nicaragua	Wilfried Strauch	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
El Salvador	Marcia Barrera	Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas.
	Walter Hernández	Universidad de El Salvador Escuela de Posgrado de Educación Continua.
Honduras	Tania Peña	UNAH. Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra
	Lidia Torres	UNAH. Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra
Panamá	Eduardo Camacho Astigarrabia	Universidad de Panamá

**INSCRIPCIONES (US\$)**

	<b>Antes del evento</b>	<b>Durante el evento</b>
<b>Profesional</b>	100.00	200.00
<b>Estudiantes</b>	50.00	100.00

**ANTIGUA GUATEMALA – SEDE DEL XV CGAC Y DEL V CGGA**

Fundada el 10 de marzo de 1543, **La Antigua Guatemala fue declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en el año 1979**. Esta bella y mágica ciudad colonial guarda casi quinientos años de historia, con un clima privilegiado y una excepcional vista hacia los volcanes de Fuego y Acatenango. Los principales atractivos turísticos de la Antigua son El Palacio de los Capitanes Generales, El Convento y Arco de Santa Catalina, La Plaza Mayor, El Museo de Jade, La Antigua Catedral de Guatemala, el museo de la Universidad de San Carlos, la Ruta Santa del Hermano Pedro, entre otros. La ciudad también es rica en artesanías tales como tejidos típicos, cerámica, productos de plata y oro, cerería, productos metálicos, dulces típicos y gastronomía. Para llegar a La Antigua Guatemala desde la Ciudad de Guatemala debe tomar la carretera CA-1, saliendo por la Calzada Roosevelt, pasando por San Lucas Sacatepéquez y girar hacia la derecha. La Antigua está situada a 40 Kilómetros del centro de la ciudad capital

XV Congreso Geológico de América Central. V Congreso Guatemalteco de Geociencias Ambientales.



<https://www.visitcentroamerica.com/visitar/la-antigua-guatemala/>

**Información adicional:**

<a href="mailto:geologiausac@gmail.com">geologiausac@gmail.com</a>	<b>Síguenos en Facebook</b>	
<a href="mailto:comunidadesga@gmail.com">comunidadesga@gmail.com</a>		

XV Congreso Geológico de América Central. V Congreso Guatemalteco de Geociencias Ambientales.



# La casa de los arrecifes

<https://www.ceupe.com/blog/que-es-un-arrecife-de-coral.html>

[https://www.oceano.org/en/thematic-pages/the-coral/?gclid=Cj0KCQiArt6PBhCoARIsAMF5wajucemYJYvdP1ulZa\\_XkcxQ4flMYXd1qQFWrEzsQ0BgoUgyd-bTOsaAh0tEALw\\_wcB](https://www.oceano.org/en/thematic-pages/the-coral/?gclid=Cj0KCQiArt6PBhCoARIsAMF5wajucemYJYvdP1ulZa_XkcxQ4flMYXd1qQFWrEzsQ0BgoUgyd-bTOsaAh0tEALw_wcB)

<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/reef/>

<https://www.livescience.com/40276-coral-reefs.html>

[https://www.coris.noaa.gov/about/what\\_are/](https://www.coris.noaa.gov/about/what_are/)

[https://www.impacttravelalliance.org/ocean-conservation-a-travelers-complete-guide/?gclid=Cj0KCQiArt6PBhCoARIsAMF5wajlhFzFrYVFolbug748UJvzwck1A7-xO52-89Yy6b2ek2OWGMJ0K8MaAsPPEALw\\_wcB](https://www.impacttravelalliance.org/ocean-conservation-a-travelers-complete-guide/?gclid=Cj0KCQiArt6PBhCoARIsAMF5wajlhFzFrYVFolbug748UJvzwck1A7-xO52-89Yy6b2ek2OWGMJ0K8MaAsPPEALw_wcB)

<https://www.youtube.com/watch?v=ZiULxLLP32s>



# Caverna del arte

*MOTIVO DE VIDA*

*Besos de flor al alba*

*entre suspiros de sal y luna*

*treinta y un motivos de vida*

*se despliegan en mi sábana.*

*Motivo de mi vida*

*tu andar en buena tierra*

*en atardecer de mar*

*en atardecer de besos*

*de sueños*

*de ti*

*motivo de mi amar.*

*Anocheciendo en tu sonrisa*

*sonámbulo de tu cadera*

*mezclado en tu cantar*

*me impregno*

*en tu suave y ligero caminar.*

*Sueño extendido en tus verbos*

*marchando en tus noches*

*trayecto a Betania*

*bendición de Dios*

*y avanzando*

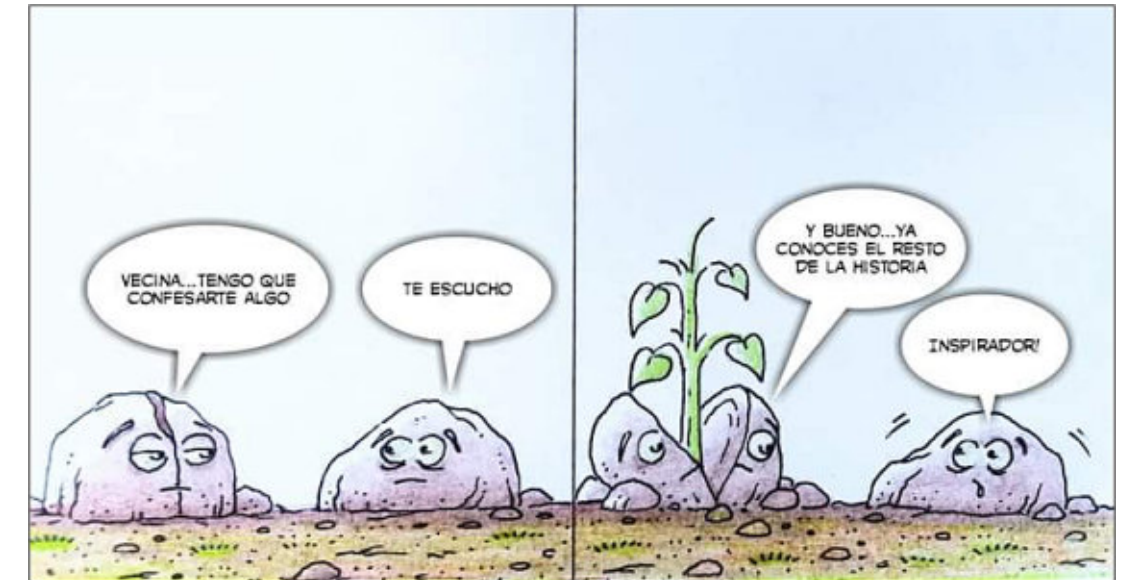
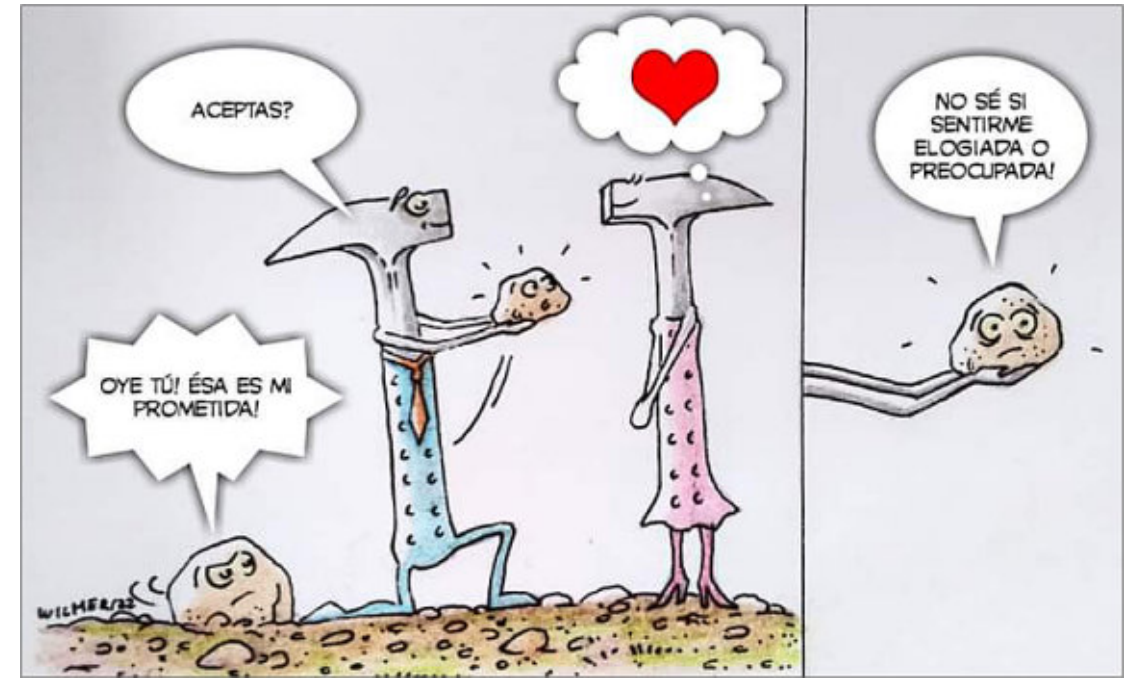
*en ti, mujer-estaciones*

*en ti, mujer-valle*

*en ti, motivo-mujer.*



## La expresión de la vejez. Fotografía de Claudio Bartolini, 2021.



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](mailto:wilmerperezgil5@gmail.com)



## Macedonian Green Opal

Macedonian Green Opal is a unique variety of opal characterized by its vibrant green coloration and translucent to opaque appearance. It belongs to the opal gemstone family, renowned for its mesmerizing play-of-color caused by the diffraction of light within its structure. This particular variety, originating from Macedonia, stands out due to its distinctive green hue, which sets it apart from other opals found worldwide.

<https://geologyscience.com/gemstone/macedonian-green-opal/>

<https://crazycarmascrystals.com/en-us/products/clearance-macedonian-green-opal-chrysopal-tumble-stone-9-3g-sn41430>

[https://innerlightcrystals.co.uk/sales/index.php?main\\_page=index&cPath=38\\_1025\\_839](https://innerlightcrystals.co.uk/sales/index.php?main_page=index&cPath=38_1025_839)

<https://geologyscience.com/gemstone/macedonian-green-opal/?amp>

<https://www.britannica.com/science/opal>

<https://www.crystaldigest.com/crystals/macedonian-green-opal/>

<https://sfncrystals.com/green-opal/>

<https://www.youtube.com/watch?v=fKMn2dcJgaw>

<https://www.youtube.com/watch?v=NbCY6OIJBFQ>

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/>



Geología Médica

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



GeoLatinas

<https://geolatinas.org/>



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



Asociación de Geólogos y Geofísicos  
Españoles del Petróleo

<https://aggep.org/>



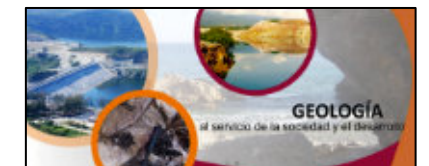
Sociedad Geológica de España

<https://sociedadgeologica.org/>



Sociedad Cubana de Geología

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



Sociedad Dominicana de Geología

<http://sodogeo.org/>



Universidad Tecnológica  
del Cibao Oriental,  
República Dominicana

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







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